

Upaya Penghilangan Senyawa Kimia Krom dari Limbah Kulit *Wet Blue* melalui Program Pengabdian Masyarakat

Leny Yuliati¹, S. Alfisyah Nur Aziza², Yuyun Yuniati^{3*}

^{1,2,3}Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ma Chung
e-mail: ³yuyun.yuniati@machung.ac.id ^{*}(*coresponding author*)

Abstrak

Industri kulit di Indonesia masih menjadi prospek bisnis yang dapat memberi dampak positif terhadap keutuhan ekonomi nasional masa kini. Produk akhir hasil industri kulit masih sangat dibutuhkan bagi masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sandang dan cinderamata, sehingga sektor ini mendapat sorotan positif di tengah pasar internasional. Pada proses industri kulit terdapat proses penyamakan yang dapat menghasilkan limbah berbahaya bagi lingkungan. Pada PT XXX, Malang, krom (III) adalah salah satu jenis senyawa limbah yang perlu dikurangi kadarnya karena berbahaya dan beracun. Pada pengabdian ini telah dilakukan upaya dalam mengurangi kadar krom ini secara kualitatif dan penentuan kandungannya secara kuantitatif. Prosedur kualitatif mencakup proses oksidasi krom (III) menjadi krom (VI), dan presipitasi, sedangkan untuk prosedur kuantitatif dilakukan perhitungan jumlah krom yang telah teroksidasi dengan spektrofotometer ultraviolet-tampak (UV-Vis). Berdasarkan hasil kegiatan ini disimpulkan bahwa prosedur kualitatif dan kuantitatif yang dirancang pada penelitian ini dapat berhasil dilakukan, yang mana pada akhirnya sebanyak 2–4,15% kandungan krom(VI) berhasil diisolasi dari limbah kulit.

Kata kunci: Kulit *Wet Blue*; limbah; oksidasi; penyamakan; presipitasi

Abstract

The leather industry in Indonesia is a business prospect that can have a positive impact on national economic integrity today. The end product of the leather industry is still needed by the community to meet the needs for clothing and souvenirs, so that this sector receives positive attention in the international market. In the leather industry, there is a tanning process which can produce hazardous waste for the environment. At PT XXX, Malang, chromium(III) is a type of waste compound that needs to be reduced because it is dangerous and toxic. In this community service, efforts were made to reduce the chromium content qualitatively and determine the reduced content quantitatively. The qualitative procedure included the oxidation of chromium(III) to chromium(VI), and precipitation, while the quantitative procedure calculated the amount of chromium which was oxidized using an ultraviolet-visible (UV-Vis) spectrophotometer. Based on the results of this activity, it was concluded that the qualitative and quantitative procedures designed in this study could be carried out successfully, in which as much as 2–4.15% chromium (VI) content was successfully isolated from the leather waste.

Keywords: *Wet Blue Leather*; waste; oxidation; tanning; precipitation

I. PENDAHULUAN

Industri kulit masih memegang peranan positif dalam memberi kontribusi terhadap upaya stabilisasi kondisi perekonomian Indonesia [1]. Hal ini didukung dengan beberapa laporan kinerja pada lima tahun terakhir ini memberikan gambaran bagaimana kesuksesan para pelaku usaha skala kecil dan menengah di berbagai kota kecil dalam mengembangkan bisnis usaha kulit ini [2][3][4]. Kebutuhan masyarakat akan fesyen, tekstil, dan cinderamata kerajinan tangan lokal yang meningkat menjadi tolak ukur alasan jenis sektor ini semakin melambung citranya di mata publik [5]. Apalagi pemerintah Indonesia secara terbuka memberikan ruang gerak luas kepada para wirausahawan sehingga mobilitas dan ekspansi usaha lebih masif dan kompetitif, terutama dalam upaya meningkatkan nilai ekspor industri kulit [6]. Alhasil, sedikitnya 60 hingga 70 persen produk pakaian dan tekstil yang ada di Indonesia telah berhasil meraih pasar internasional melalui akses perdagangan luar negeri. Hal ini ditandai dengan banyaknya produk-produk Indonesia yang diminati pasar global seperti di Tiongkok, Singapura, Korea Selatan, Paris, Amerika, Jepang, dan negara-negara di kawasan Eropa [7].

Di Indonesia, produk olahan kulit kebanyakan diproduksi oleh penduduk di kawasan Pulau Jawa-Bali, sedangkan untuk area lainnya masih dilakukan tahap perencanaan dan perluasan unit usaha, bahkan hingga daerah Maluku [8][9][10]. Khusus di Pulau Jawa sendiri, kapasitas produksi industri kulit dilaporkan mampu mencapai 6.000 unit/tahun di Serang, Banten, dan 200.000 unit/tahun di Magetan, Jawa Tengah dengan omset mencapai belasan miliar [11][12]. Berbagai produk akhir olahan kulit dapat dihasilkan, mulai dari kerajinan tas, sepatu, dompet, jaket, dan produk sandang lainnya [13]. Eksistensi produk lokal yang ditunjukkan oleh para pelaku usaha mendapat kesan positif oleh konsumen sehingga prospek sektor ini dalam integrasi Masyarakat

Ekonomi ASEAN diprediksi masih cukup menjanjikan [14].

Sebagian besar industri kulit tentu akan melibatkan proses penyamakan, sebagai prosedur utama untuk menghasilkan kualitas produk akhir yang lebih kokoh, stabil, dan berpenampilan menarik sebelum diproses kembali menjadi produk-produk konsumen bernilai jual tinggi [15]. Proses penyamakan kulit bertujuan untuk menghilangkan kandungan protein pada kulit, sehingga kulit lebih tahan lama dan mudah diwarnai. Dalam proses ini diperlukan beberapa bahan kimia yang dapat berinteraksi terhadap serat atau jaringan kolagen kulit. Bahan kimia yang dimaksud antara lain oksazolidin, gluteraldehid, tanin, resin, naftol, dan garam krom [16]. Proses penyamakan melingkupi perlakuan awal pada kulit hewan yang masih bersifat mudah terdekomposisi (melalui langkah pengawetan, pengapuran, pelepasan bulu-daging, dan perendaman), tahap inti, dan penyelesaian (pewarnaan, perminyakan, dan pengeringan) [17].

Adanya penyamakan kulit dapat menjadi isu negatif yang dipermasalahkan oleh berbagai pakar lingkungan, mengingat terdapat sebagian limbah hasil produksi kulit yang dibuang ke ekosistem alam. Limbah yang mayoritasnya merupakan sisa zat penyamak, zat pewarna, dan minyak akan memberi dampak terhadap pencemaran air dan level toksisitasnya akan menurunkan keseimbangan ekologi yang ada [18]. Berbagai upaya penanganan limbah telah dilakukan oleh para pelaku usaha sebelum limbah dibuang ke lingkungan, mulai dari proses adsorpsi, presipitasi, elektrokoagulasi, aerasi, dan teknik pengolahan limbah secara fisik-kimia-biologi lainnya [19]. Sebenarnya, limbah padatan yang dihasilkan dari proses industri kulit ini masih dapat dimanfaatkan dalam pembuatan lem kayu atau bahan pembuat jenis olahan tekstil alternatif (bahan pembuat karpet), namun perlu diolah lebih lanjut lagi sehingga lebih maksimal [20].

II. SUMBER INSPIRASI

Pada industri penyamakan kulit pasti akan menghasilkan limbah produksi. Melalui beberapa kunjungan ke PT XXX, dapat diperoleh informasi awal proses pengolahan penyamakan kulit yang ada, dugaan potensi limbah produksi yang ada, serta diberikan contoh limbah potongan kulit *wet blue* (istilah yang digunakan bagi kulit yang telah disamak dengan krom) yang dianggap masih tinggi akan kandungan kromiumnya (dalam hal ini krom dikategorikan sebagai bahan kimia beracun). Setelah kegiatan kunjungan itu, maka dilakukan studi literatur internal untuk mencari informasi cara mengurangi kadar krom yang tepat untuk mengatasi permasalahan nyata ini. Jawaban dari proses studi literatur menjadi sumber inspirasi untuk dilakukan pembuatan rancangan penelitian untuk memisahkan dan menurunkan kadar krom dari potongan kulit *wet blue*. Adanya rancangan penelitian kemudian dikonsultasikan kembali kepada PT XXX untuk memohon izin dilaksanakannya penelitian terhadap limbah kulit yang mengandung krom.

III. METODE KEGIATAN

Pada kegiatan pengabdian pada masyarakat yang berupa tindakan penelitian ini dibagi menjadi dua tahap, yakni penelitian awal dan penelitian lanjutan. Penelitian awal mencakup studi kualitatif pemisahan krom dari limbah *wet blue*. Penelitian lanjutan melingkupi analisis kimia kuantitatif terhadap jumlah krom yang berhasil diisolasi dari limbah *wet blue*. Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia, Universitas Ma Chung, Malang. Kegiatan ini dilakukan pada bulan April 2021 sampai bulan Maret 2022.

Prosedur yang dilakukan pada penelitian awal terdiri atas proses oksidasi dari krom (III) (senyawa krom dari limbah) menjadi krom (VI) (senyawa krom pasca perlakuan). Tujuannya adalah agar proses pengendapan lebih mudah dilakukan dan serta memungkinkan untuk dianalisis rendemennya secara kuantitatif. Berikut merupakan langkah yang telah dilaksanakan:

1. Pembuatan reagen untuk proses oksidasi dan presipitasi

Untuk proses oksidasi dipersiapkan larutan kalium karbonat 10% (K_2CO_3), larutan asam sulfat 38% (H_2SO_4), serta larutan hidrogen peroksida 30% (H_2O_2). Untuk proses presipitasi dipersiapkan larutan besi sulfat heptahidrat 10% ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$).

2. Proses oksidasi potongan kulit *wet blue*

Pada proses oksidasi, potongan sampel limbah kulit *wet blue* (dalam ukuran 1–2 cm) ditambahkan larutan K_2CO_3 10% dan H_2O_2 30% dan diaduk selama 40 menit. Hasil filtratnya kemudian diasamkan dengan H_2SO_4 hingga mendekati netral (pH = 6).

3. Proses presipitasi limbah cair

Endapan yang dihasilkan pada proses oksidasi kemudian dicuci kembali dan limbah cair yang dihasilkan kemudian dipresipitaskan dengan cara ditambahkan dengan larutan $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 10%.

Untuk prosedur yang dilakukan pada kegiatan penelitian lanjutan terdiri dari:

1. Pembuatan kurva standar larutan krom yang telah diketahui konsentrasinya

Mula-mula dipersiapkan larutan standar Cr (VI) dengan konsentrasi 10, 15, 20, 25, 30, dan 35 ppm. Larutan standar kemudian diukur dengan spektrofotometer ultraviolet-tampak (UV-Vis) dan nilai absorbansinya diamati pada panjang gelombang 215 nm. Kurva kalibrasi ditentukan dengan menggunakan data absorbansi dan

2. Pengujian kuantitatif terhadap sampel limbah *wet blue* yang diberi perlakuan

Dilakukan proses oksidasi saja tanpa presipitasi pada limbah kulit *wet blue* dengan menambahkan limbah kulit ke dalam larutan K_2CO_3 10% dan H_2O_2 30% dan diaduk selama 40 menit. Filtrat yang diperoleh diencerkan 100 kali dan diukur dengan spektrofotometer UV-tampak. Konsentrasi Cr (VI) dalam filtrat kemudian ditentukan menggunakan kurva kalibrasi. Untuk keperluan penelitian ini, PT XXX memberikan dua jenis sampel untuk diuji, sampel serbuk kulit dan sampel lempengan kulit.

IV. KARYA UTAMA

Karya utama pengabdian kepada masyarakat adalah dengan melakukan pengembangan metode pengolahan limbah padat industri kulit yang masih mengandung krom, sehingga harapannya dapat dihasilkan limbah yang layak buang. Kemudian melalui program pengabdian kepada masyarakat ini tim pengabdian dapat merekomendasikan metode pemisahan senyawa krom dari limbah kulit *wet blue*, termasuk prosedur analisis kimianya. Adapun luaran yang dicapai adalah:

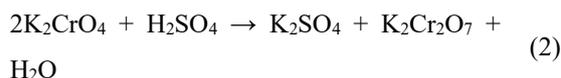
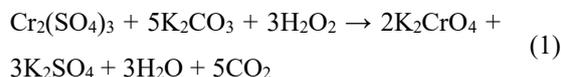
1. Krom yang dapat berhasil dipisahkan dan diendapkan dari limbah kulit *wet blue*.
2. Data kuantitatif krom yang berhasil dioksidasi dari limbah kulit *wet blue*. Secara kuantitatif, jumlah Cr (VI) yang berhasil diekstraksi adalah sebesar 2 – 4,15%.

V. ULASAN KARYA

1. Proses Oksidasi Potongan Kulit *Wet Blue*

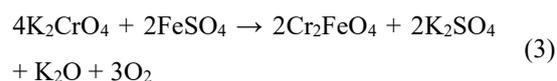
Dari hasil proses oksidasi dapat dilihat bahwa potongan kulit *wet blue* yang mula-mula berwarna kebiruan menjadi berwarna hijau pucat seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1. Selain itu filtrat yang diperoleh berwarna kekuningan yang menunjukkan bahwa ion Cr (III) telah berhasil dioksidasi menjadi

ion kromat atau Cr (VI). Setelah ditambahkan asam sulfat, larutan berwarna kuning menjadi agak oranye yang menunjukkan terbentuknya ion dikromat. Adapun reaksi-reaksi yang mungkin terjadi pada proses oksidasi ini dapat dituliskan sebagai berikut.



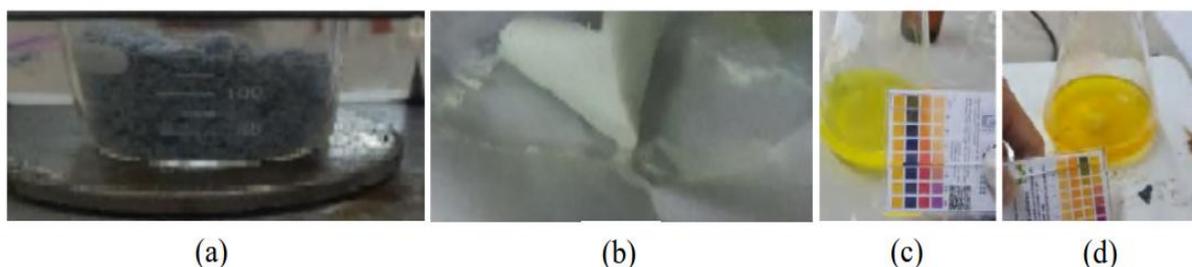
2. Proses Presipitasi Limbah Cair

Selain dalam bentuk cair, kromium dapat dipisahkan dalam bentuk padat melalui proses presipitasi atau pengendapan. Filtrat yang dihasilkan direaksikan dengan larutan $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 10% dan di akhir proses presipitasi ini diperoleh endapan berwarna coklat gelap seperti dapat dilihat pada Gambar 2, yang diduga merupakan senyawa Cr_2FeO_4 . Di lain sisi, filtrat yang dihasilkan berwarna gelap kehijauan yang dapat mengindikasikan terbentuknya larutan seperti $Cr_2(SO_4)_3$. Adapun reaksi yang mungkin terjadi pada proses presipitasi ini dapat dituliskan sebagai berikut.



3. Pembuatan kurva kalibrasi larutan Cr (VI)

Gambar 3 menunjukkan kurva kalibrasi larutan Cr (VI) yang diperoleh berdasarkan absorbansi pada panjang gelombang 215 nm. Dapat dilihat bahwa kurva kalibrasi yang diperoleh cukup linier ($R^2 = 0,9987$) dengan persamaan garis lurus $y = 0,0239x$. Oleh karena plot absorbansi vs konsentrasi yang diperoleh linier, maka dapat digunakan sebagai dasar perhitungan konsentrasi larutan Cr (VI) hasil oksidasi contoh limbah kulit yang berupa serbuk maupun lempengan kulit *wet blue*.



Gambar 1. (a) Potongan Kulit *Wet Blue*, (b) Potongan Kulit *Wet Blue* setelah Proses Oksidasi, (c) Filtrat



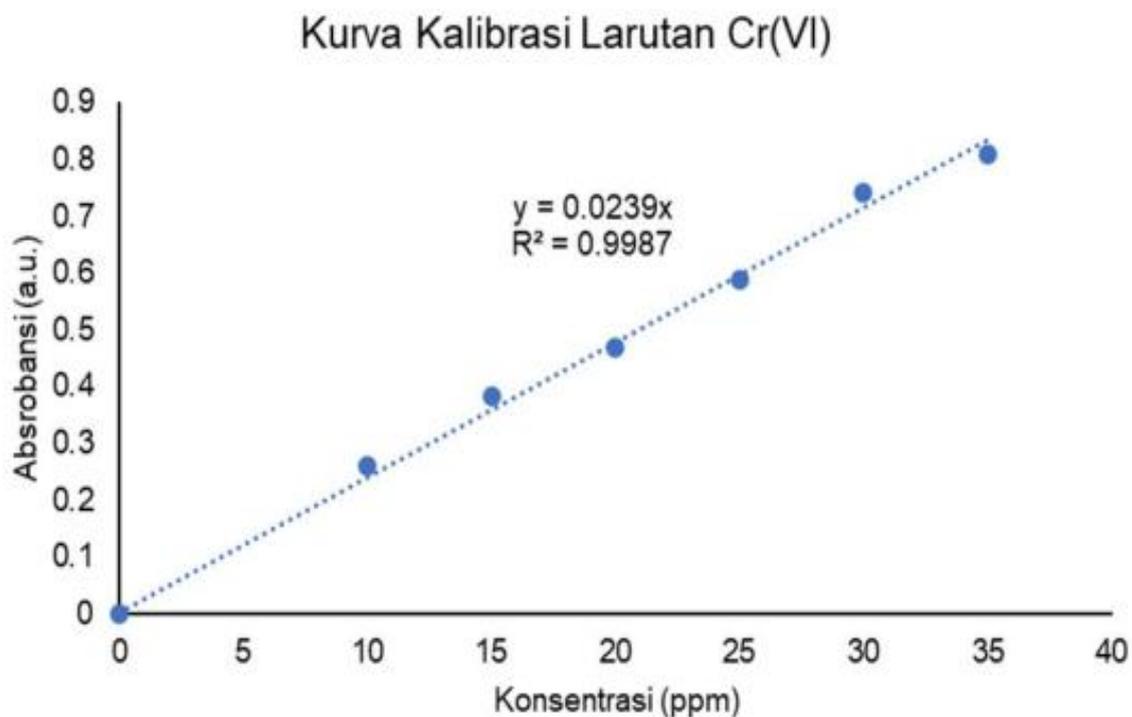
Gambar 2. (a) Padatan dan (b) Filtrat yang Dihasilkan setelah Proses Presipitasi

4. Kuantifikasi Hasil Proses Oksidasi: Serbuk Kulit

Tahap selanjutnya adalah proses oksidasi dengan serbuk kulit (Gambar 4). Dari hasil reaksi oksidasi diperoleh filtrat berwarna kuning yang menunjukkan bahwa ion Cr (III) telah berhasil dioksidasi menjadi ion Cr (VI). Selanjutnya filtrat diencerkan 100 kali dan kemudian diukur dengan menggunakan spektrofotometer UV-tampak dan diperoleh nilai absorbansi sebesar 0,6773. Dari kurva kalibrasi, konsentrasi Cr (VI) mula-mula yang berhasil diambil dari serbuk kulit *wet blue* adalah sebesar 2833,89 ppm atau setara dengan 2,83 g/L. Larutan filtrat sebanyak 104 mL (dari volume K_2CO_3 dan H_2O_2 yang digunakan) sehingga jumlah Cr (VI) yang berhasil diambil dari serbuk kulit *wet blue* adalah sebanyak 0,2943 gr atau sekitar 3%.

5. Kuantifikasi Hasil Proses Oksidasi: Lempengan Kulit

Disini, bahan lempengan memiliki ukuran 14,5 cm x 7,5 cm dengan massa sebesar 17,676 g. Dari hasil reaksi oksidasi, ternyata diperoleh filtrat berwarna kuning yang menunjukkan bahwa ion Cr (III) telah berhasil dioksidasi menjadi ion Cr (VI). Selanjutnya filtrat juga diencerkan 100 kali dan kemudian diukur dengan menggunakan spektrofotometer UV-tampak dan diperoleh nilai absorbansi sebesar 0,95723. Dari kurva kalibrasi, konsentrasi Cr(VI) mula-mula yang berhasil diambil dari lempengan kulit *wet blue* adalah sebesar 4005,15 ppm atau setara dengan 4,00 g/L. Larutan filtrat sebanyak 183 mL (dari volume K_2CO_3 dan H_2O_2) sehingga jumlah Cr(VI) yang berhasil diambil dari serbuk kulit *wet blue* adalah sebanyak 0,7329 gr atau sekitar 4,15% konsentrasi dan larutan standar tersebut.



Gambar 3. Kurva Kalibrasi Larutan Cr(VI)
Gambar 3. Kurva Kalibrasi Larutan Cr (VI)



(a)



(b)

6. Kendala dan Tantangan

Hal yang menjadi kendala dalam pelaksanaan metode oksidasi-presipitasi ini adalah masih rendahnya efisiensi metode ini, dimana metode ini hanya mampu mengekstraksi 25–50% saja. Disini ada kemungkinan bahwa ion Cr (VI) masih tertinggal

di permukaan limbah kulit. Maka dari itu tantangan pertama yang perlu ditindaklanjuti adalah memperbaiki prosedur agar dapat mengekstraksi krom lebih banyak lagi.

Selain itu, saat ini untuk uji analisa secara kuantitatif total jumlah kromium sebelum dan sesudah perlakuan belum dapat dilakukan di

Universitas Ma Chung karena instrumen tidak tersedia dan perlu menggunakan jasa dari pihak ketiga. Kandungan total kromium dalam potongan kulit *wet blue* dapat dianalisa dengan menggunakan spektroskopi serapan atom (AAS) ataupun plasma gandeng induktif (ICP).

Sehubungan dengan tidak ada data yang tepat terkait jumlah kandungan kromium dalam limbah kulit *wet blue*, maka perhitungan secara kuantitatif dengan menggunakan spektrofotometer UV-tampak masih merupakan gambaran kasar saja. Selain itu, yang diukur disini hanyalah filtrat awal saja, sehingga jumlah ion Cr (VI) yang tertinggal di permukaan serbuk atau lempengan kulit *wet blue* belum terkalkulasi.

VI. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, yaitu melalui pengamatan perubahan warna pada potongan kulit *wet blue* dan filtrat yang dihasilkan, serta pembentukan endapan yang terjadi, maka dapat disimpulkan secara kualitatif bahwa kromium dapat dihilangkan dari potongan kulit *wet blue* dengan kedua tahap tersebut. Jika kromium ingin diambil dalam bentuk cair, maka proses oksidasi dapat digunakan. Jika menginginkan kromium dalam bentuk padatan, maka setelah proses oksidasi perlu dilakukan presipitasi. Akan tetapi data penelitian yang dihasilkan penelitian awal masih berupa data kualitatif saja. Berdasarkan penelitian lanjutan yang mencakup perhitungan kuantitatif terhadap filtrat yang diperoleh dari proses oksidasi, dapat diketahui bahwa sebanyak 2–4,15% kandungan Cr (VI) berhasil diambil dari limbah kulit.

VII. DAMPAK DAN MANFAAT KEGIATAN

Rangkaian kegiatan pengabdian masyarakat ini secara khusus memberikan dampak dan manfaat bagi PT XXX, Malang. Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan PT XXX dapat mengetahui informasi

upaya penghilangan senyawa krom beracun dari limbah kulit *wet blue*. Data yang dilakukan pada penelitian ini dapat memberi referensi dan sudut pandang baru bagi PT XXX untuk menangani limbah krom pada limbah *wet blue*.

VIII. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muda, I and Nurlina. 2018. Influence of Manufacture of Textiles, Clothing, and Leather and Manufacture of Paper, Printing, and Publishing on Economic Growth, Emerald Reach Proceeding Series 1, 4 Mei 2018. eISBN: 978-1-78756-793-1. Halaman 107-113.
- [2] Al-kautsar, H. S., Hafidza, L. A., Tampubolon, Y. M., Nurdianto, Y. F., Setyanto, R.H., dan Damayanti, R. W. 2022. Perancangan Alat Bantu Menggunakan Metode NIDA pada Stasiun Pengeleman Industri Sandal Kulit Magetan, Seminar dan Konferensi Nasional IDEC 23 Juli 2022. ISSN: 2579-6429. Halaman 1-7.
- [3] Pendekatan, D., Chain, S., dan Lean, D. A. N. 2016. Perbaikan Kinerja Operasional Industri Penyamakan Kulit Dengan Pendekatan Supply Chain Dan Lean Manufacturing (Kasus Industri Kulit Sukaregang). Teknoin, 22 (8):584-594.
- [4] Rahadi, I.G.A.B.I dan Aswitari, L.P. 2015. Analisis Skala Ekonomis Pada Industri Kerajinan Tas Kulit di Kota Denpasar. E-Jurnal EP Unud, 4(12):1445-1461.
- [5] Diansari, R.E dan Rahmantio, R. 2010. Faktor Keberhasilan Usaha pada UMKM Industri Sandang dan Kulit di Kecamatan Wirobrajan Kota Yogyakarta. Journal of Business and Information Systems, 2(1):55-62.
- [6] Prastika, H.C. 2017. Peran Pemerintah Daerah dan Partisipasi Pelaku Usaha Mikro Kecil Menengah (Umkm) Dalam Upaya Pengembangan Kerajinan Kulit Di Kabupaten Magetan, Thesis. Fisip. Repository Universitas

- Airlangga. Surabaya.
- [7] Kusriani, E., Caneca, V.I., Helia, V.N., and Miranda, S. 2019. Supply Chain Performance Measurement Using Supply Chain Operation Reference (SCOR) 12.0 Model: A Case Study in A Leather SME in Indonesia, IOP Conf. Ser. Mater Science Engineering, 697(1):1-10.
- [8] Sukoco, I dan Muhyi, H.A. 2015. Ecopreneurship dalam Menumbuhkan Usaha Berwawasan Lingkungan pada Sentra Industri Penyamakan Kulit Sukaregang Kabupaten Garut. *Sosiohumaniora*, 17(2):156-165.
- [9] Tungga, D.I dan Marhaeni, A. 2019. Faktor-Faktor Produksi yang Mempengaruhi Pendapatan Pengerajin Pada Industri Kerajinan Kulit Di Kabupaten Badung. *E-Jurnal Ekonomi dan Bisnis Universitas Udayana*, 9(7): 681-689.
- [10] Pattiapon, M.L dan Maitimu, N.E. 2021. Perencanaan Produksi Kerajinan Kulit Kerang Mutiara Dengan Menggunakan Metode Agregat di Kota Ambon, *ARIKA Proceeding*, 15(2):104-114.
- [11] Panudju, A.T., Panulisan, B.S., dan Fajriati, E. 2018. Analisis Penerapan Konsep Penyeimbangan Lini (Line Balancing) dengan Metode Ranked Position Weight (RPW) pada Sistem Produksi Penyamakan Kulit di PT. Tong Hong Tannery Indonesia Serang Banten. *Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 5(2):70-80.
- [12] Rara, S., Margana, dan Muthmainah. 2020. Pengembangan Wisata Kriya Berbasis Kreasi dan Inovasi di Sentra Industri Kerajinan Kulit Kabupaten Magetan, *Cakra Wisata*, 21(1):12-25.
- [13] Sugiarti, R. 2021. Aplikasi Metode Zero Waste pada Industri Kerajinan Kulit Magetan untuk Mendukung Pariwisata Daerah. *Jurnal Cakra Wisata*, 22(1):50-58.
- [14] Taufan, S dan Pujiyanto, R. 2019. Optimalisasi Kebijakan Standar Nasional Indonesia Dan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia Bidang Industri Kulit Dalam Menghadapi Masyarakat Ekonomi Asean. *Jurnal Hukum*, 9(2):19-29.
- [15] Prayitno, P. 2013. Pembuatan Vermikompos Menggunakan Limbah Fleshing di Industri Penyamakan Kulit, *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*, 29(2):77-84.
- [16] Suparno, O., Covington, A.D., dan Evans, C.S. 2010. Teknologi Baru Penyamakan Kulit Ramah Lingkungan: Penyamakan Kombinasi Menggunakan Penyamak Nabati, Naftol Dan Oksazolidin. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 18(2):79-84.
- [17] Wiryono, S.K., Dhewanto, W., Chaerudin, R., Lazuardi, M., Handayati, Y., and Silvia, A. 2016. Strategy of Environment-Friendly Leather Industry in Indonesia, (Icmem). Halaman 1-11.
- [18] Lofrano, G., Aydin, E., and Russo, F. 2008. Characterization, Fluxes and Toxicity of Leather Tanning Bath Chemicals in a Large Tanning District Area (IT). *Water Air Soil Pollut: Focus*, 8:529-542.
- [19] Kuncoro, M.Y dan Soedjono, E.S. 2022. Studi Pustaka: Teknologi Pengolahan Air Limbah pada Industri Penyamakan Kulit. *Jurnal Teknik ITS*, 11(3):142-149.
- [20] Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2002. *Pengolahan Dan Pemanfaatan Limbah Penyamakan Kulit*, Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta.

IX. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada segenap pimpinan dan staf PT XXX yang telah mempercayakan program pengabdian kepada masyarakat ini serta bekerja sama dengan Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ma Chung.