

**THE USE OF OXALIC ACID AS A WASHING AGENT TO REMOVE
IRON STAIN DEFECTS ON VEGETABLE TANNED LEATHER**

**PENGGUNAAN ASAM OKSALAT SEBAGAI *WASHING AGENT* UNTUK
MENGHILANGKAN DEFEK *IRON STAIN* PADA
KULIT SAMAK NABATI**

Sekar Arum Kinanti¹, Laili Rachmawati^{1,*}, R.L.M.S. Ari Wibowo¹

¹Department of Leather Processing Technology, Politeknik ATK,
Yogyakarta, Sewon, Bantul, 55281, D.I. Yogyakarta, Indonesia

*Email: lailirachma@gmail.com

Abstract

Iron stain is a defect that is commonly found in vegetable tanned leather. Iron stain defects found on vegetable tanned leather because of the tannin content, especially polyphenol compounds which are highly reactive with iron and formed complex bonds, marked by a bluish color. The purpose of this trial was to determine the effect of using oxalic acid as a washing agent on reducing the number of iron stain defects on vegetable tanned leather at CV Yogya Karya Andini. This study used 10 sides of vegetable tanned cowhide which has size 15 square feet with a thickness of 1.5 mm. Oxalic acid as much as 1% of the weight of the vegetable tanned leather used to washing agent. The washing was carried out for 60 minutes using a drum process with 12 RPM. The washing results showed that the iron stain defect on vegetable tanned leather decreased 25,29% from the total area of the leather. It was concluded that the use of oxalic acid as a washing agent was not optimal for removing iron stain defects on vegetable tanned leather at CV Yogya Karya Andini.

Keywords: Iron stain, Oxalic acid, Vegetable tanned leather

Intisari

Iron stain merupakan defek yang banyak ditemukan pada kulit samak nabati. Defek *iron stain* banyak ditemukan pada kulit samak nabati karena kandungan tannin terutama senyawa polifenol yang sangat reaktif dengan besi dan membentuk ikatan kompleks, ditandai dengan warna hijau kebiruan. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mengetahui efek penggunaan asam oksalat sebagai *washing agent* terhadap penurunan jumlah defek *iron stain* pada kulit samak nabati di CV Yogya Karya Andini.. Digunakan 10 side kulit sapi samak

nabati berukuran 15 square feet dengan tebal 1,5 mm. Dilakukan pencucian menggunakan *washing agent* berupa asam oksalat sebanyak 1% dari berat kulit. Pencucian dilakukan selama 60 menit menggunakan drum proses dengan *RPM* 12. Hasil pencucian menunjukkan defek *iron stain* pada kulit samak nabati mengalami penurunan sebesar 25,29% dari total luas kulit. Disimpulkan bahwa penggunaan asam oksalat sebagai *washing agent* tidak optimal untuk menghilangkan defek *iron stain* pada kulit samak nabati di CV Yogya Karya Andini.

Kata kunci: *Iron stain*, Asam oksalat, Kulit samak nabati

PENDAHULUAN

Penyamakan nabati adalah salah satu metode penyamakan tertua, dan sampai sekarang masih menjadi pilihan pertama untuk produksi beberapa jenis kulit khusus misalnya kulit sol atau lebih dikenal sebagai kulit lapisan sepatu. Penyamakan nabati adalah metode penyamakan kulit dengan menggunakan bahan penyamak nabati, yaitu bahan penyamak yang berasal dari tumbuhan dengan senyawa aktif yang disebut tanin. Tanin adalah fenolik dengan berat molekul tinggi, senyawa yang mampu berikatan dengan protein dalam kulit dan mengubahnya menjadi kulit tersamak. Hidroksil pada senyawa polifenol (tanin) akan bereaksi dengan kolagen kulit, reaksi hidroksil pada kolagen kulit adalah membentuk ikatan hidrogen pada rantai utama polipeptida dan membentuk ikatan kovalen dengan gugus basa (NH_3) pada rantai samping polipeptida [1].

Kualitas kulit tersamak yang bagus adalah yang tidak memiliki cacat (defek), atau sedikit jumlah defek yang ditemukan pada area penting kulit samak, maka semakin tinggi kualitas kulit samak tersebut. Oleh karena itu, defek merupakan suatu hal yang dihindari pada semua jenis kulit samak. Defek dapat muncul pada kulit samak karena pengaruh dari faktor biologi, kimia maupun fisik. Salah satu defek yang sering ditemukan pada kulit samak nabati adalah jenis defek *iron stain*. Defek ini muncul karena adanya pengaruh dari aksi mekanik dan kimia pada saat pembuatan kulit samak nabati. Defek *iron stain* muncul karena kulit mengandung tannin terutama senyawa polifenol yang sangat reaktif dengan besi dan membentuk ikatan kompleks, yang ditandai dengan warna hijau kebiruan yang menandakan terbentuknya senyawa kompleks antara tanin dan Fe^{3+} [2].

Permasalahan yang ditemukan di CV Yogya Karya Andini adalah terdapat defek *iron stain* pada kulit sapi yang disamak dengan bahan penyamak nabati. Defek *iron stain* yang ditemukan di CV Yogya Karya Andini disebabkan karena kulit samak nabati pada proses *mechanical pasca tanning* bersinggungan dengan partikel besi, serpihan besi dari mesin *splitting* atau *shaving*, partikel besi dari pipa berkarat, bagian drum

atau alat angkut (*konveyor*). Penyebab defek tersebut hampir tidak bisa dihindari karena dalam rangkaian pembuatan kulit tersamak pasti melewati proses tersebut. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode untuk menghilangkan efek negatif dari defek *iron stain* tersebut.

Asam oksalat dihidrat merupakan jenis asam oksalat yang dijual di pasaran yang mempunyai rumus bangun $C_2H_4O_2 \cdot 2H_2O$, bersifat tidak bau dan dapat kehilangan molekul air bila dipanaskan sampai suhu $100\text{ }^\circ\text{C}$ [3]. Asam oksalat digunakan sebagai bahan reagensia di laboratorium, pada industri kulit dalam proses penyamakan digunakan sebagai asam pencuci untuk menghilangkan kotoran yang disebabkan oleh ion *ferris* dan pemutih, sebagai bahan pembersih radiator motor, *bleaching agent*, untuk industri lilin, industri tekstil, industri kimia lainnya digunakan untuk membuat seluloid, rayon, bahan warna, tinta, bahan kimia dalam fotografi, pemurnian gliserol, dibidang obat-obatan dapat dipakai sebagai *haemostatik* dan anti septik luar [4]. Asam oksalat mengandung dua gugus karboksil yang terletak pada ujung-ujung rantai karbon yang lurus, asam ini dapat digunakan sebagai reagen analitis dan sebagai reduktor [5].

Asam oksalat selain sebagai reduktor juga merupakan senyawa pengompleks atau senyawa pengkhelat [6]. Asam organik seperti asam oksalat, asam sitrat, asam askorbat, asam askorbat, asam fumarat, dan asam asetat telah diseleksi untuk kemampuan melarutkan logam dan oksida besi [7]. Pengkhelatan dengan asam oksalat adalah pengikatan besi oleh asam oksalat dan membentuk kompleks. Perbaikan penghilangan defek *iron stain* adalah dengan perawatan menggunakan bahan pemutih (*bleaching*), larutan asam oksalat, hidroklorida atau zat pengompleks [8].

Penggunaan asam oksalat sebagai penghilang defek *iron stain* sudah sering dilakukan di perusahaan penyamakan kulit, namun berapa jumlah penurunan defek *iron stain* setelah dilakukan pencucian dengan asam oksalat belum banyak dilaporkan. Oleh karena itu, penelitian ini mencoba melihat efek penggunaan asam oksalat sebagai *washing agent* terhadap penurunan jumlah defek *iron stain* pada kulit sapi samak nabati di CV Yogya Karya Andini.

METODE PENELITIAN

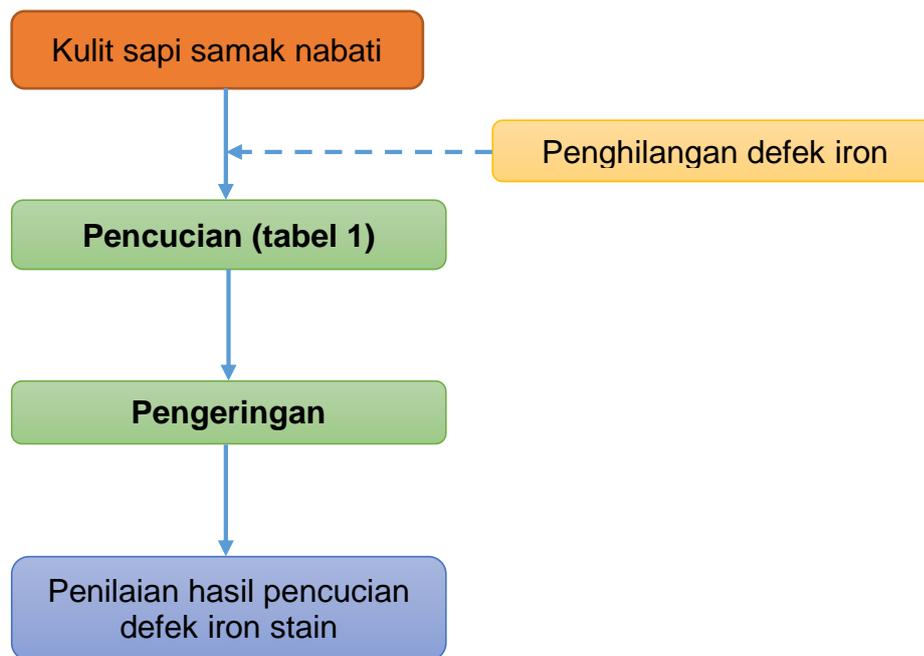
Alat dan Bahan

Alat yang digunakan berupa: drum proses RPM 12, timbangan analitik, jam digital, penakar air, kuda-kuda, mesin pengurang kadar air (*sammying*), mesin pembuka serat kulit (*sett out*), alat pengering (*hanging*), dan alat pementang (*toggling*). Bahan yang digunakan yaitu: 1). 10 side kulit sapi samak nabati dengan kadar air $\pm 20\%$ dari berat kulit, berukuran

masing–masing 15 square feet dengan tebal 1,5 mm; 2) air sumur dengan kandungan besi 0,89 mg/l dan pH 6,97; 3) kristal asam oksalat.

Metode

Dihitung jumlah defek *iron stain* per luasan kulit pada 10 side kulit sapi samak nabati. Dilakukan pencucian menggunakan air sumur sebanyak 150% dan kristal asam oksalat sebanyak 1% dari berat kulit samak nabati. Pencucian dilakukan dengan diputar di dalam drum trial RPM 12 selama 60 menit. Kulit samak nabati yang telah dicuci kemudian dikeringkan dengan cara *disammying*, *sett out* dan *dihanging*. Dilakukan penghitungan jumlah defek *iron stain* pada kulit samak nabati yang telah kering (kadar air $\pm 20\%$ dari berat kulit). Dilakukan penghitungan terhadap % jumlah defek *iron stain*. Tahapan penghilangan defek *iron stain* menggunakan asam oksalat pada kulit sapi samak nabati di CV Jogja Karya Andini lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan penghilangan defek *iron stain* pada kulit samak nabati di CV Jogja Karya Andini

Penghilangan defek *iron stain* dilakukan dengan pencucian menggunakan asam oksalat. Formulasi pencucian defek *iron stain* pada kulit sapi samak nabati dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi penghilangan defek *iron stain* pada kulit samak nabati menggunakan 1% asam oksalat di CV Jogja Karya Andini

Proses	Bahan	Waktu	Alat
Pencucian	150% air 1% asam oksalat	60'	Drum proses RPM 12

HASIL DAN PEMBAHASAN

Defek *iron stain* atau sering disebut dengan noda besi ditandai dengan noda abu-abu, biru tua atau biru-hitam dengan ukuran yang tidak teratur, defek ini dapat menyebabkan retak pada bagian *grain* [8]. Defek ini disebabkan karena kerusakan bahan penyamakan oleh partikel besi, serpihan besi dari mesin *splitting* atau *shaving*, partikel berkarat pipa, bagian drum atau alat angkut. Hasil yang diperoleh dari pencucian defek *iron stain* pada kulit sapi samak nabati menggunakan asam oksalat di CV Yogya Karya Andini diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Penurunan defek *iron stain* pada luasan kulit samak nabati setelah penambahan 1% asam oksalat

No	Luas kulit sapi samak nabati (SqFt)	Luas defek per luas kulit (SqFt)		% penurunan defek
		Sebelum pencucian dengan 1% asam oksalat	Setelah pencucian dengan 1% asam oksalat	
1	15	7,5	5	16,67
2	16	10,5	5,5	31,25
3	15	10,5	6,5	26,67
4	15	9	6,5	16,67
5	20	11	6	25
6	18	13,5	7,5	33,33
7	16	9,5	5,5	25
8	15	7,5	4	23,33
9	20	13	7	30
10	16	10,5	6,5	25
% Rata-rata total penurunan defek				25,29

Penggunaan asam oksalat sebanyak 1% sebagai bahan pencuci untuk menghilangkan defek *iron stain* di CV Yogya Karya Andini ternyata memberikan hasil penurunan defek *iron stain* yang masih rendah, yaitu

25,29%. Dimana diharapkan perlakuan pencucian menggunakan asam oksalat memberikan hasil penghilangan defek *iron stain* sebesar 100%. Dimungkinkan penggunaan konsentrasi asam oksalat yang masih rendah menjadi penyebab kurang maksimalnya penghilangan defek *iron stain* pada kulit sapi samak nabati tersebut. Walaupun hasil yang diperoleh menunjukkan % yang rendah, namun dapat terlihat bahwa asam oksalat telah mampu menghilangkan defek *iron stain* pada kulit samak nabati.

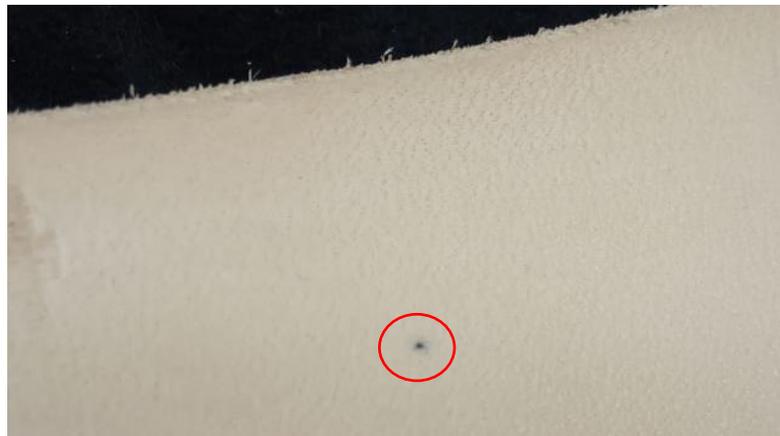
Asam oksalat sudah sering digunakan oleh perusahaan penyamakan kulit untuk menghilangkan defek iron stain, namun berapa jumlah penurunan defek *iron stain* setelah dilakukan pencucian dengan asam oksalat belum banyak dilaporkan. Perbaikan pada kulit samak dengan noda *iron stain* adalah menggunakan bahan pemutih (*bleaching*), larutan asam oksalat atau hidroklorida atau zat pengomplek [8]. Asam oksalat juga digunakan pada kulit ikan pari samak kombinasi nabati dan *formaldehyde* sebagai asam pencuci untuk menghilangkan kotoran yang disebabkan oleh ion *ferr* dan pemutih [9].

Penggunaan zat pengomplek untuk perbaikan defek *iron stain*, digunakan untuk membentuk ikatan kompleks ion logam, bila zat pengomplek ditambahkan ke dalam larutan yang mengandung ion logam maka senyawa kompleks akan terbentuk, pembentukan kerak tidak terjadi karena ion logam telah terkomplekkan [10]. Proses yang menggunakan bahan pengompleks untuk mengikat logam disebut proses pengkhelatan. Pengkhelatan adalah pengikatan logam dengan cara menambahkan senyawa pengkelat dan membentuk kompleks logam senyawa pengkelat [11]. Ada beberapa zat pengkelat yang dapat digunakan antara lain asam sitrat, asam tartrat, EDTA dan asam oksalat.

Tipe defek *iron stan* yang terjadi berbeda-beda disetiap kulit, seperti defek rata di *grain* bagian tepi dan tengah, *bold* bahkan tembus, beberapa kulit hanya tipis dan di tepi kulit saja. Pencucian menggunakan asam oksalat di CV Yoga Karya Andini memberikan hasil penghilangan % jumlah noda defek iron stain yang masih rendah, selain itu ditunjukkan juga terdapat beberapa warna noda defek iron stain yang hanya mengalami keputaran. Gambar 2 dan 3 memperlihatkan penampakan defek *iron stain* pada kulit sapi samak nabati sebelum dan setelah dilakukan pencucian dengan asam oksalat sebanyak 1%.



Gambar 2. Defek *iron stain* pada kulit sapi samak nabati sebelum dilakukan pencucian dengan asam oksalat sebanyak 1%.



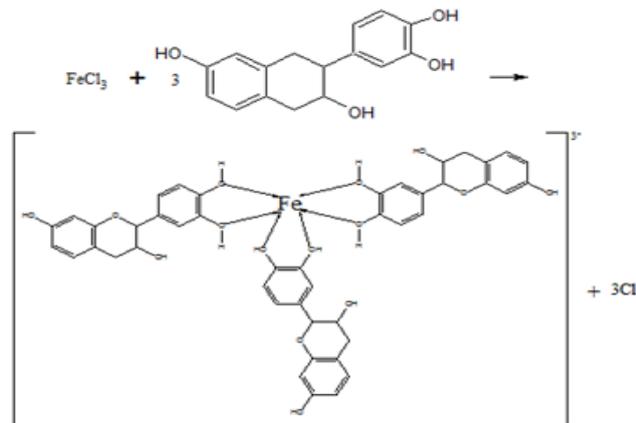
Gambar 3. Defek *iron stain* pada kulit sapi samak nabati setelah dilakukan pencucian dengan asam oksalat sebanyak 1%.

Penyebab *iron stain* adalah partikel besi, serpihan besi dari mesin *splitting* atau *shaving*, partikel berkarat pipa, bagian drum atau alat angkut (*konveyor*) merusak bahan penyamak. Partikel besi dapat bereaksi dengan bahan penyamak nabati atau kulit yang telah disamak nabati [8]. Kulit nabati mengandung tanin yang akan bereaksi dan membentuk ikatan kompleks dengan besi. Saat tanin dan besi membentuk ikatan kompleks akan terbentuk warna hijau kebiruan gelap atau hitam [12].

Berdasarkan hasil yang diperoleh maka dapat diketahui bahwa penghilangan defek iron stain dapat dilakukan dengan senyawa kompleks berupa asam oksalat. Senyawa kompleks adalah senyawa yang pembentukannya melibatkan pembentukan ikatan kovalen koordinasi antara ion logam atau atom logam dengan atom non logam. Ketika pembentukan senyawa kompleks, atom atau ion logam disebut sebagai atom pusat, sedangkan atom yang mendonorkan elektronnya ke atom

pusat disebut atom donor. Atom donor terdapat pada suatu ion atau molekul netral. Ion atau molekul netral yang memiliki atom-atom donor yang dikoordinasikan pada atom pusat disebut ligan. Suatu molekul dikatakan sebagai ligan jika atomnya memiliki pasangan elektron bebas, memiliki elektron tak berpasangan, atau atom yang terikat melalui ikatan π [13].

Reaksi kompleks terlihat pada pengujian kadar tanin menggunakan larutan besi (FeCl_3), ia menuliskan warna hijau kebiruan terbentuk menandakan terbentuknya senyawa kompleks antara tanin dan Fe^{3+} [2]. Larutan besi klorida atau FeCl_3 biasa digunakan untuk menguji kandungan gugus fenol dalam sampel, apabila terbentuk warna hijau kehitaman atau biru tua menandakan sampel mengandung gugus fenol dan dimungkinkan salah satunya adalah tanin karena tanin adalah senyawa polifenol. Sehingga noda *iron stain* pada kulit *nebbia natural* akibat tanin bereaksi dengan besi (Fe) dan membentuk senyawa kompleks antara tanin dan ion Fe, akibat terbentuknya senyawa kompleks ini kulit timbul warna hijau kebiruan menjadi noda. Senyawa kompleks antara tanin dan ion Fe^{3+} dapat dilihat pada Gambar 4.

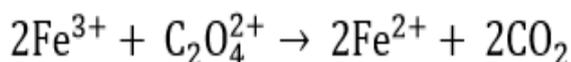


Gambar 4. Reaksi kompleks antara tanin dan ion Fe [14]

Terbentuknya senyawa kompleks antara tanin dan besi (Fe) karena adanya ion Fe^{3+} sebagai atom pusat dan tanin memiliki atom O yang mempunyai pasangan elektron bebas yang bisa mengkoordinasikan ke atom pusat sebagai ligannya. Ion Fe^{3+} pada reaksi di atas mengikat tiga tanin yang memiliki 2 atom donor yaitu atom O pada posisi 4' dan 5' dihidroksi, sehingga ada enam pasangan elektron bebas yang bisa dikoordinasikan ke atom pusat. Atom O pada posisi 4' dan 5' dihidroksi memiliki energi paling rendah dalam pembentukan senyawa kompleks, sehingga memungkinkan menjadi sebuah ligan. Zat penyamak nabati terutama jenis mimosa yang mengandung tannin juga dimanfaatkan untuk antioksidan terbentuknya Cr (VI) pada penyamakan chrome kombinasi [14].

Asam oksalat masuk dalam salah satu zat pengkhelat dimana bekerja dengan membentuk kompleks dengan logam. Asam oksalat, "*Ethanedioic Acid*" merupakan salah satu anggota dari asam karboksilat yang mengandung dua gugus karboksil yang terletak pada ujung-ujung rantai karbon yang lurus dan mempunyai rumus molekul $C_2H_2O_4$. Asam oksalat termasuk asam karboksilat bermartabat dua disebut juga asam etanadioat atau asam dikarboksilat. Asam ini dapat digunakan sebagai reagen analitis dan sebagai reduktor [5].

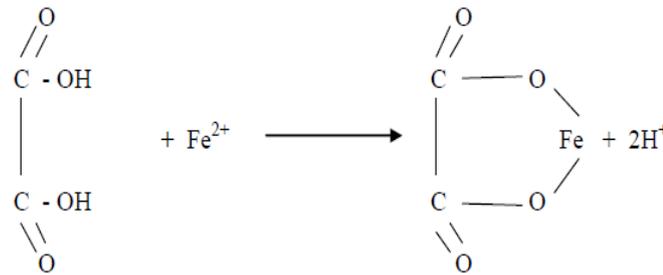
Kemampuan asam oksalat untuk menghilangkan defek *iron stain* adalah dengan mereduksi ion Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} . Reaksi reduksi adalah reaksi yang terjadi penurunan bilangan oksidasi melalui penangkapan elektron reaksi ini merupakan kebalikan dari reaksi oksidasi [15]. Reaksi reduksi Fe^{3+} oleh asam oksalat dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Reaksi reduksi asam oksalat dan Fe_{3+} [16]

Asam oksalat selain sebagai reduktor juga merupakan senyawa pengompleks atau senyawa pengkhelat [6]. Terdapat beberapa zat pengkelat yang dapat digunakan antara lain asam sitrat, asam tartrat, EDTA dan asam oksalat [11]. Asam organik seperti asam oksalat, asam sitrat, asam askorbat, asam askorbat, asam fumarat, dan asam tartat telah diseleksi untuk kemampuan melarutkan logam dan oksida besi [7]. Pengkhelatan dengan asam oksalat adalah pengikatan besi oleh asam oksalat dan membentuk kompleks.

Chelation/pengkhelat adalah pembentukan senyawa kompleks dari ion logam dengan menggunakan molekul organik atau anorganik, senyawa kompleks tersebut dapat terlarut atau tak terlarut [10]. Definisi pengkhelatan secara sederhana adalah pengikatan logam dengan cara menambahkan senyawa pengkelat dan membentuk kompleks logam senyawa pengkelat. Kulit samak nabati mengandung tannin yang dapat bereaksi dengan senyawa pengkelat juga ditemukan pada penyamakan kulit ikan [17]. Hasil pencucian kulit sapi samak nabati dengan oksalat sebanyak 1% dari berat kulit tidak optimal sehingga noda *iron stain* tidak bisa hilang seluruhnya dan hanya memudahkan noda. Mekanisme asam oksalat mengikat Fe^{2+} dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Mekanisme pengikatan logam oleh asam oksalat [18]

Kulit samak yang dihasilkan dari penyamakan menggunakan bahan penyamak nabati saat ini lebih banyak diminati daripada kulit samak yang dihasilkan dari penyamakan menggunakan bahan penyamak mineral terutama jenis *chrome*. Hal tersebut disebabkan karena kulit samak dari bahan penyamak nabati dikatakan lebih ramah lingkungan daripada kulit samak hasil penyamakan dengan bahan penyamak *chrome* (*wet blue*) [19], selain itu kulit samak nabati juga memiliki keunggulan berupa fleksibilitas, ketahanan keringat, *breathability*, dan kekuatan mekanik yang lebih tinggi [20]. Kulit samak nabati memiliki kelemahan yaitu karakter kulit yang kurang *soft* apabila dibandingkan dengan *wet blue*, tetapi apabila diinginkan kulit samak nabati yang memiliki karakter sedikit lebih *soft* maka ketika proses penyamakan dapat dikombinasi dengan bahan penyamak *glutaraldehyde*. Bahan penyamak *glutaraldehyde* diketahui mampu memberikan karakter fisis yang hamper menyerupai dengan bahan penyamak *chrome* [21].

Kualitas permukaan kulit sangat penting dalam pembuatan produk berbahan dasar kulit samak. Respon konsumen akan lebih meningkat apabila kulit samak nabati yang dihasilkan memiliki persentase defek yang rendah. Oleh karena itu, penghilangan defek terutama defek *iron stain* pada kulit samak nabati sangat penting dilakukan untuk meningkatkan nilai jual produk berbahan kulit samak nabati.

KESIMPULAN

Penggunaan asam oksalat sebanyak 1% sebagai *washing agent* untuk menghilangkan defek *iron stain* pada kulit sapi samak nabati memberikan hasil penurunan defek sebesar 25,29% dari luas kulit. Penggunaan asam oksalat sebagai *washing agent* tidak optimal untuk menghilangkan defek *iron stain* pada kulit samak nabati di CV Yogya Karya Andini.

UCAPAN TERIMA KASIH

CV Yogya Karya Andini, Bantul, D.I. Yogyakarta

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Hermawan, P., S. S. Abdullah, dan E. Purnomo. *Teknologi Pengolahan Kulit*. Puspita Komunikasi. Yogyakarta. hal. 56-68 (2014)
- [2]. Ergina, S. Nuryanti, dan I.D.Pursitasari. *Uji kualitatif senyawa metabolit sekunder pada daun palado (agave angustifolia) yang diekstraksi dengan pelarut air dan etanol*. J. Akad. Kim. 3, 3 (2014).
- [3]. Gabriella, C. Skripsi. *Prarencana pabrik asam oksalat dari ubi kayu*. Universitas Katolik Widya Mandala, Surabaya (2014).
- [4]. Atikah. *Pengaruh oksidator dan waktu terhadap yield asam oksalat dari kulit pisang dengan proses oksidasi karbohidrat*. J. Redoks T. Kim., 2, 1 (2017).
- [5]. Asip, F., R. Febrianti, dan T. Novitasari. *Pengaruh konsentrasi naoh dan waktu peleburan pada pembuatan asam oksalat dari ampas tebu*. J. P. Kim. 3, 21 (2015).
- [6]. Daryoko, M. *Dekontaminasi strippable soating baja tahan karat menggunakan bahan penopang gel gliserofosfat*. Pusat Teknologi Pengolahan Limbah Radiaktif. Hasil Penelitian dan Kegiatan PTLR, BATAN (2005).
- [7]. Panias, D., M. Taxiarchou, I. Paspaliaris, and A. Kontopoulos. *Mechanisms of dissolution of iron oxides in aqueous oxalic acid solutions*. J. Hydrometallurgy. 42, 2 (1996). doi: [https://doi.org/10.1016/0304-386X\(95\)00104-O](https://doi.org/10.1016/0304-386X(95)00104-O)
- [8]. John, G. *Possible defects in leather production*. Lampertheim, pp. 73-82 (1997).
- [9]. Rachmawati, L., E. Anggriyani, and N. M. Rosiati. *Technology of free chrome tanning process: optimal level of formaldehyde as tanning agent for mondol stingray (Himantura gerrardi)*. Leather and Footwear Journal. 20, 3 (2020). doi: <https://doi.org/10.24264/lfj.20.3.6>
- [10]. Salimin, Z. dan Gunandjar. *Penggunaan EDTA sebagai pencegah timbulnya kerak pada evaporasi limbah radioaktif cair*. Prosiding PPI-PDIPTN, Pusat Akselerator dan Proses Bahan, BATAN (2007).
- [11]. Saputri, F., A. R. Razak, dan Musafira. *Kajian penggunaan pengkelat untuk menurunkan kandungan besi dalam minyak daun cengkeh*. J. of Natural Sci. 3, 2 (2014).
- [12]. Covington, T. *Tanning Chemistry: The Science of Leather*. RSC Publishing, Cambridge, UK. pp. 281 – 313 (2009).

- [13]. Sa'adah, L. *Isolasi dan identifikasi senyawa tanin dari daun belimbing wuluh (Averrhoa bilimbi L.)*. Skripsi. Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim. Malang (2010)
- [14]. Udkhiyati, M. and L. Rachmawati. *Comparison the effect of using defferent fatliquor to the formation of chromium (VI) in leather production*. Material Science Forum, Trans Tech Publications, 948: 217 – 220 (2019). doi: [10.4028/www.scientific.net/MSF.948.217](https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.948.217)
- [15]. Suyanta. *Redoks dan Elektrokimia*. Modul PLPG Kimia, Konsorsium Sertifikasi Guru (2013)
- [16]. <https://www.slideshare.net/RiskayantiChemistry/reduksi-besi-iii-dengan-cahaya>
- [17]. Abid, U., T. A. Mughal., Z. Saddiqe., and M. Anwar. *Vegetable tanning of sole fish skin by using tannins extracted from plants*. Asian J. of Research in Biosciences, 2, 2 (2020).
- [18]. Silaban, O. Tesis. *Perolehan kembali kitosan terkomples besi (II) menggunakan penghelat sitrat dan oksalat*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara. Medan (2013).
- [19]. Purnomo, E., Rachmawati, L., T. Anggraeni, dan F. Rabbika. *Teknik Kulit Upholstery dan Upper*. Modul Perkuliahan. Politeknik ATK Yogyakarta (2021).
- [20]. Sefaah, J. T., E. A. Asante, and K. F. Duako. *Methods use to manage defects related to vegetable tanned leather*. Leather ad Footwear Journal, 19, 2, pp: 123 – 130 (2019). doi: <https://doi.org/10.24264/lfj.19.2.4>.
- [21]. Rachmawati, L. and E. Anggriyani. *The use of glutaraldehyde tanning materials for goat skin tanning*. Buletin Peternakan, Vol 42, 2, pp: 145 – 149 (2018), doi: <https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v42i2.27721>