

SIFAT KIMIAWI DAN KARAKTERISTIK MORFOLOGI KULIT KAMBING AWETAN PIKEL DENGAN PENGGUNAAN GARAM YANG BERBEDA

Iwan Fajar Pahlawan*, Ageng Priatni, Rihastiwi Setiya Murti

Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik, Kementerian Perindustrian, Yogyakarta

*Korespondensi email: iwan.fp@kemenperin.go.id

Abstrak. Salah satu jenis kulit awetan yang diperdagangkan di pasaran adalah kulit pikel. Kulit pikel merupakan kulit setengah jadi yang dalam prosesnya menggunakan garam dan asam. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat kimiawi dan struktur morfologi kulit kambing pikel dengan penggunaan berbagai jenis dan konsentrasi garam. Penelitian ini menggunakan kulit kambing awetan garam sebanyak 36 lembar dan garam, dari lokasi yang berbeda. Tahapan dalam menghasilkan kulit kambing pikel meliputi proses perendaman, penghilangan bulu, pengapuran, penghilangan sisa daging, penghilangan kapur, pengikisan protein, penghilangan lemak, dan pengasaman. Desain penelitian ini adalah rancangan acak lengkap dengan 2 faktor, yaitu jenis garam (A, B, C) dan konsentrasi larutan garam (5 °Be, 6°Be, 7 °Be, dan 8 °Be), dimana seluruh perlakuan diulang 3 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis garam berpengaruh sangat nyata terhadap kadar NaCl, kadar air, dan pH kulit kambing pikel. Sedangkan interaksi antar perlakuan jenis garam dan konsentrasi larutan garam mempengaruhi kadar NaCl dan kadar air. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan jenis garam perlu diperhatikan dalam proses pengasaman kulit untuk menghasilkan kulit pikel yang baik.

Kata kunci: Kulit kambing pikel, larutan garam, mutu kimiawi, pengawetan, struktur morfologi.

Abstract. Pickled pelts is one of preserved-skins/hides traded in the market for tannery industry. Pickled pelt is a semi-finished product which is processed with the use of salt and acid. The research aimed to figure out the chemical properties and morphological structure of goatskin pickled pelt after the use of brine from different source and with different solution concentration. Thirty six wet-salted goatskins were used along with brine from different source. The method for processing the goatskins were soaking, unhairing, liming, fleshing, deliming, bating, degreasing, and pickling. The research applied completely randomized design with two factors, i.e. type of salt (A, B, C) and brine solution concentration (5 °Be, 6°Be, 7 °Be, dan 8 °Be). All treatments were replicated three times. The result exhibits that type of salt significantly influenced the NaCl content, moisture content, and pH of the goatskins pickled pelt. Meanwhile, the interaction between the treatments influenced the content of NaCl and moisture. To conclude, the consideration in pickling the goatskins should be refer to the type of salt used.

Keyword: Brine solution, chemical properties, goatskins pickled pelt, morphological structure, preservation.

PENDAHULUAN

Kulit merupakan salah satu hasil ternak yang mudah mengalami kerusakan. Menurut John (1996), kulit segar akan mengalami perubahan *post-mortem*, yang dapat berupa dekomposisi jaringan protein, dalam 12 hingga 14 jam setelah dikuliti. Oleh karena itu, kulit mentah perlu penanganan segera untuk menghindari kerusakan lebih lanjut, yang tentunya dapat mempengaruhi kualitas bahan kulit yang dihasilkan. Bahan kulit (*leather*) merupakan salah satu produk turunan dari hewan ternak dengan nilai ekonomis tinggi. Kulit yang diperdagangkan dalam industri penyamakan kulit terdiri dari berbagai macam, yang umumnya adalah kulit mentah (*raw skins/hides*), kulit awetan garam (*wet-salted*

skins/hides), kulit pikel (*pickled pelt*), bahan kulit tersamak nabati (*vegetable-tanned leather*), bahan kulit krom basah (*wetblue leather*), dan bahat kulit kras natural (*natural crust leather*).

Suatu metode yang telah lama dikenal dan digunakan dalam mengubah kulit hewan/ternak, dimana saat ini merupakan hasil samping utama dari industri daging, menjadi bahan kulit disebut dengan penyamakan (Lindner & Neuber, 1990). Proses penyamakan kulit merupakan sebuah proses kompleks yang terdiri dari 4 (empat) tahap untuk memperbaiki sifat kulit menjadi lebih tahan terhadap kerusakan, baik fisis, mekanis, maupun mikrobiologis (Covington, 2009). Wu *et al.* (2017) menjabarkan bahwa tahapan penyamak kulit terdiri tahap persiapan agar kulit bersih dari kotoran, bulu, lemak, dan protein non struktural. Tahapan selanjutnya adalah proses penyamakan, proses pasca penyamakan, dan proses penyelesaian akhir (*finishing*). Salah satu bahan baku industri penyamakan kulit yang umum digunakan adalah kulit pikel. Kulit pikel adalah kulit yang telah diberi perlakuan dengan menggunakan larutan garam dan asam (BASF, 2004). Kulit pikel merupakan produk hasil dari proses pengasaman, yang didahului proses perendaman, pembuangan bulu, pengapuran, penghilangan kapur, pengikisan protein, penghilangan lemak. Menurut Covington (2009), proses pengasaman dilakukan untuk menyesuaikan kondisi kolagen terhadap reaksi bahan penyamak, baik bahan penyamak krom maupun bahan penyamak lainnya, ketika proses penyamakan.

Meskipun penggunaan garam di industri penyamakan kulit masih menjadi perdebatan, terkait keuntungannya (Hashem *et al.*, 2019) dan kerugiannya (Sundar & Muralidharan, 2019), penggunaan garam sangatlah populer di industri. Hal ini disebabkan oleh kemampuan garam dalam hal dehidrasi dan sifat bakteristatik pada kulit, disamping faktor harga yang sangat terjangkau (Hashem *et al.*, 2019). Salah satu aplikasi penggunaan garam dalam proses penyamakan kulit adalah pada proses pengasaman (*pickling*). Covington (2009) mengemukakan bahwa penggunaan garam dalam larutan terkonsentrasi, yang terserap ke dalam jaringan kulit, dapat mencegah pembekakan kulit oleh karena asam. Penelitian terkait penggunaan garam dari sumber yang berbeda dengan kondisi yang berbeda pada proses penyamakan telah dilakukan pada kulit domba (Kasmudjiastuti, 2009) dan kulit sapi (Priatni *et al.*, 2020). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mutu kimiawi dan morfologi kulit kambing pikel dengan penggunaan garam, untuk berbagai jenis dan konsentrasi larutan, dalam proses pengasaman (*pickling*).

METODE PENELITIAN

Kulit kambing awetan garam sebanyak 36 lembar digunakan dalam penelitian ini. Bahan kimia yang digunakan dalam proses basah (*beamhouse*) meliputi Teepol (*soaking agent*), Na₂S, kapur tohor, NH₄Cl, amonium sulfat (ZA), Feliderm bate PB-1 (*bating agent*), indikator *phenolphthalein* (PP), Ginsol ND (*degreasing agent*), garam, asam formiat (HCOOH), asam sulfat (H₂SO₄), dan indikator *brom cresol green* (BCG). Garam, yang digunakan dalam proses *beamhouse*, berasal dari 2 (dua) sumber yang berbeda, yaitu UKM garam lokal di Jepara (garam A dan garam B) dan pemasok garam lokal di Yogyakarta (garam C). Garam yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kadar NaCl

97,27% (garam A), 94,7% (garam B), dan 94,35% (garam C). Sedangkan, peralatan yang digunakan antara lain drum penyamakan, *hydrometer*, mesin *fleshing*, timbangan mekanis, dan peralatan pendukung lainnya. Bahan-bahan tersebut digunakan dalam proses basah (*beamhouse*), dimana formulanya merupakan modifikasi dari proses *beamhouse* kulit sapi (Priatni et al., 2020). Penimbangan bahan kimia didasarkan pada berat kulit mentah segar (*fresh rawskins*). Tabel 1 menyajikan formula rangkaian proses *beamhouse*, mulai dari proses perendaman (*soaking*) hingga proses pengasaman (*pickling*).

Tabel 1. Formulasi Proses *Beamhouse*

Tahapan	Bahan	% (b/b)	Waktu (menit)	Keterangan
Pencucian	Air	500	10'	
Perendaman (<i>soaking</i>)	Air	200	30'	Cuci, bilas
Penghilangan bulu (<i>unhairing</i>) dan pengapuran (<i>liming</i>)	Air	100		
	Na ₂ S	1,5		
	Kapur	2	Putar 15', berhenti 30' (2×)	Cuci, bilas
	Na ₂ S	1		
	Kapur	2	Putar 15', berhenti 30' (3×)	Cek kerontokan bulu
	Air	100	20	Rendam semalam (<i>overnight</i>)
			30	Cuci, bilas
Penghilangan sisa daging (<i>fleshing</i>)				
Penghilangan kapur (<i>deliming</i>)	Air	200		Cek penampang dengan indikator PP
	NH ₄ Cl	2		
	ZA	1	60 menit	Cuci, bilas
Pengkikisan protein (<i>bating</i>)	Air	100		
	Feliderm	2	60 menit	
	PB-1			<i>Thumb test</i>
Penghilangan lemak (<i>degreasing</i>)	Ginsol ND	1	30 menit	Cuci, bilas
Pengasaman (<i>pickling</i>)	Air	100		
	Garam		10 menit	5 °Be, 6 °Be, 7 °Be, 8 °Be
	Asam formiat	2	3×15 menit	
	Asam sulfat	0,5	2×20 menit +60 menit	Cek penampang dengan indikator BCG pH 2,8-3,0 Rendam semalam Bongkar, <i>horse up</i>

Parameter uji mutu kimiawi kulit kambing pikel adalah kadar NaCl, kadar air, dan pH. Pengukuran kadar NaCl mengacu pada BSN (1994) dimana sampel, yang telah ditimbang terlebih dahulu sebanyak 10 g, ditempatkan ke dalam Erlenmeyer. Kemudian 200 ml natrium aseptat 0,2 N ditambahkan dan dihomogenasi selama 2 jam. Larutan yang diperoleh disaring dan 25 ml filtrat diambil, lalu ditetesi

indikator kalium kromat sebanyak 2 tetes, dan dititar dengan larutan AgNO_3 0,1 N. Kadar NaCl diperoleh dengan menggunakan perhitungan sesuai dengan rumus (1). SNI 06-0644-1989 dijadikan acuan dalam pengujian kadar air dalam kulit kambing piket (BSN, 1989a). Sedangkan SNI 06-0646-1989 dirujuk untuk pengujian pH (BSN, 1989b). Pengamatan struktur morfologi kulit kambing piket dilakukan dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) model JED-2300, dimana preparasi sampelnya mengacu pada Haiming *et al.* (2014).

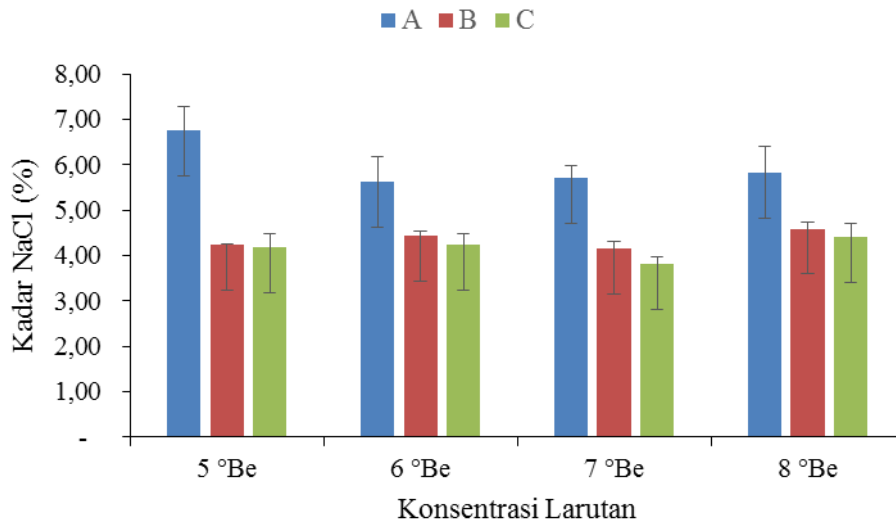
$$\text{Kadar NaCl} = \frac{\frac{200}{25} \times \text{ml AgNO}_3 \times N \text{ AgNO}_3 \times 58,5}{10.000} \times 100\% \quad (1)$$

Penelitian ini menggunakan desain percobaan rancangan acak lengkap faktorial. Variasi perlakuan dalam penelitian ini dilakukan pada proses pengasaman yang terdiri dari jenis garam dan konsentrasi larutan garam. Jenis garam terdiri atas 3 (tiga) macam yaitu garam A, garam B, dan garam C, sedangkan konsentrasi larutan garam adalah 5 °Be, 6 °Be, 7 °Be, dan 8 °Be. Semua perlakuan direplikasi sebanyak 3 (tiga) kali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar NaCl

Kandungan natrium klorida (NaCl) dalam kulit merupakan salah satu parameter kualitas kulit piket. NaCl merupakan salah satu jenis garam yang umum digunakan dalam industri penyamakan kulit. Kadar NaCl kulit kambing piket yang diproses dengan menggunakan garam A memiliki kadar NaCl yang paling tinggi, pada semua konsentrasi larutan garam (Gambar 1). Hal tersebut diikuti oleh penggunaan garam B dan garam C, secara berurutan. Kulit kambing yang diproses menggunakan garam A dengan konsentrasi larutan garam 5 °Be mengandung NaCl ($6,75 \pm 0,53\%$) yang tertinggi diantara sampel kulit kambing piket kambing lainnya. Sedangkan kandungan NaCl terendah diperoleh dari kulit kambing piket dengan penggunaan garam C pada konsentrasi larutan 7 °Be ($3,82 \pm 0,14\%$). Kadar NaCl dalam sampel kulit piket tersebut berbanding lurus dengan kadar NaCl seluruh sampel jenis garam yang digunakan, dimana telah dikarakterisasi sebelumnya.

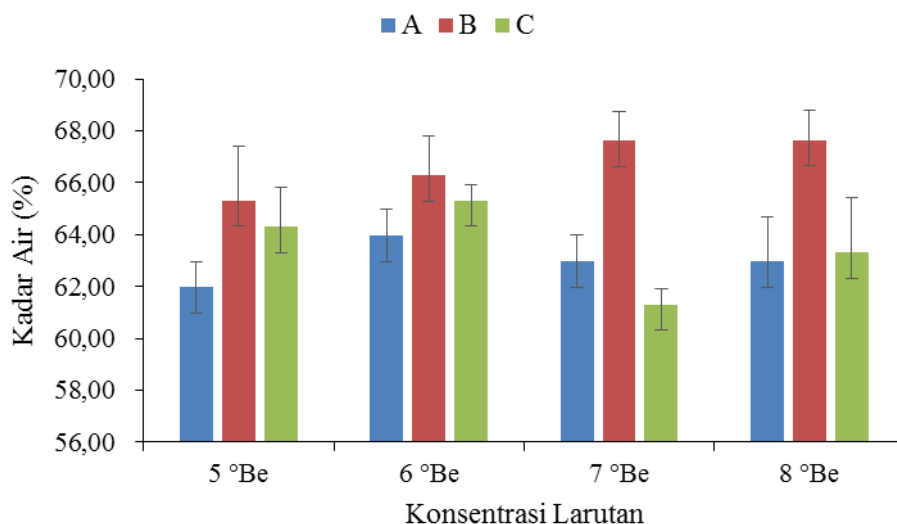


Gambar 1. Kadar NaCl sampel kulit kambing pikel

NaCl atau garam memegang peranan penting dalam proses konversi kulit mentah (*raw hides/skins*) menjadi bahan kulit (*leather*). Dalam proses konversi ini, garam umumnya digunakan ketika proses pengawetan, perendaman, dan pengasaman (Li *et al.*, 2016). Garam yang umum digunakan oleh industri penyamakan kulit berbentuk kristal dan biasa dikenal dengan garam krosok. Sumada *et al.* (2016) menjelaskan bahwa garam kristal tersebut setidaknya mengandung NaCl sebanyak 85% dan sisanya terdiri dari senyawa $MgSO_4$, $CaSO_4$, $MgCl_2$, serta KCl. Adanya hubungan yang berbanding lurus antara kadar NaCl dari garam kristal yang digunakan dan kandungan NaCl dalam sampel kulit kambing pikel mengindikasikan bahwa terjadinya penyerapan sempurna larutan garam ke dalam jaringan kulit. Penetrasi larutan garam ke dalam jaringan kulit merupakan suatu peristiwa osmotik, sehingga mencegah kebengkakan kulit ketika melibatkan asam (Palop & Marsal, 2002) dan mencegah pertumbuhan bakteri (Hashem *et al.*, 2019).

Kadar Air

Kandungan air dalam kulit semi jadi, seperti kulit pikel, menjadi parameter penting yang menentukan kualitas dari kulit tersebut. BSN (1994) menetapkan kadar air dalam kulit pikel dari kambing atau domba untuk keperluan ekspor pada kisaran 40-60%. Kadar air yang terkandung dalam sampel kulit kambing pikel dengan penggunaan jenis garam dan larutan konsentrasi yang berbeda ditampilkan pada Gambar 2. Kulit kambing pikel yang menggunakan garam B dengan konsentrasi larutan 7 °Be memiliki kandungan air yang paling banyak ($67,61 \pm 1,14\%$), sedangkan kadar air terendah dimiliki oleh kulit kambing pikel ($61,30 \pm 0,59\%$) yang menggunakan garam C juga dengan larutan konsentrasi yang sama, yaitu 7 °Be. Secara umum, dapat dilihat bahwa kandungan air kulit kambing pikel dengan menggunakan garam B lebih banyak dibandingkan kulit pikel dengan penggunaan garam lainnya (A dan C) pada seluruh perlakuan konsentrasi larutan.



Gambar 2. Kadar air sampel kulit kambing pikel

Hasil yang diperoleh dari pengukuran kadar air sampel kulit kambing pikel ini mengkonfirmasi temuan Kasmudjiastuti (2009). Semakin tinggi kadar NaCl dari garam, yang digunakan dalam proses pengasaman, berbanding terbalik dengan kadar air kulit pikel yang dihasilkan dari proses tersebut, meskipun terdapat inkonsistensi pada penggunaan garam C. Sivakumar *et al.* (2019) mengemukakan bahwa penggunaan garam memenuhi prinsip pengawetan dengan cara menurunkan kadar air untuk mencegah kerusakan yang disebabkan oleh bakteri. Sehingga penggunaan garam A dapat memperpanjang masa simpan kulit kambing pikel hingga diproses lebih lanjut.

Tingkat Keasaman (pH)

Tabel 2 menyajikan tingkat keasaman (pH) dari sampel kulit kambing pikel. Kulit kambing pikel dengan penggunaan garam B memiliki pH yang cenderung lebih rendah dibandingkan dengan kulit kambing pikel dengan penggunaan garam lainnya, dimana nilai pH nya berada dibawah nilai 2 (dua) atau berada pada kisaran $1,85 \pm 0,01$ dan $1,92 \pm 0,05$. Sedangkan penggunaan garam A dan garam C menghasilkan kulit kambing pikel dengan nilai pH mulai $2,02 \pm 0,02$ hingga $2,17 \pm 0,03$. BSN (1994) mensyaratkan pH kulit pikel dari kambing atau domba untuk keperluan ekspor adalah 1,0-2,5. Sehingga, sampel kulit pikel yang diberi perlakuan perbedaan jenis dan konsentrasi larutan garam memenuhi persyaratan untuk tujuan ekspor.

Tabel 2. Tingkat keasaman (pH) kulit kambing pikel

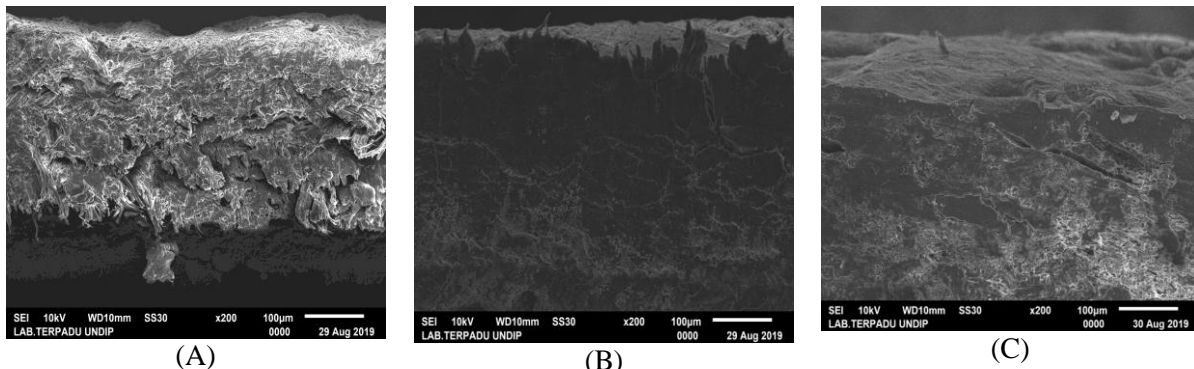
Jenis Garam	Konsentrasi Larutan			
	5 °Be	6 °Be	7 °Be	8 °Be
Garam A	$2,11 \pm 0,06$	$2,04 \pm 0,02$	$2,17 \pm 0,03$	$2,15 \pm 0,09$
Garam B	$1,88 \pm 0,06$	$1,86 \pm 0,06$	$1,92 \pm 0,05$	$1,85 \pm 0,01$
Garam C	$2,05 \pm 0,03$	$2,05 \pm 0,04$	$2,02 \pm 0,02$	$2,09 \pm 0,05$

Pengkondisian pH menjadi hal penting dalam pengawetan kulit dalam bentuk kulit pikel. Penurunan pH kulit hingga 1,5-2,0 dapat menghambat pertumbuhan jamur, sehingga dapat melindungi

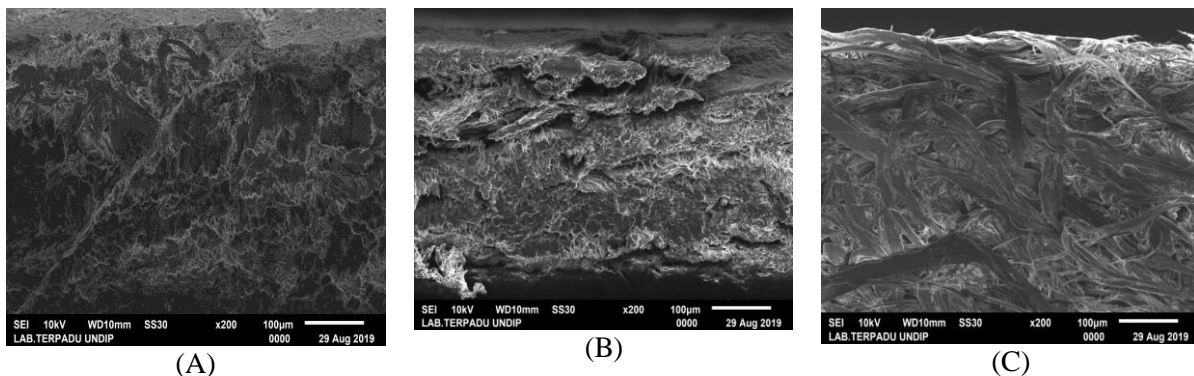
kulit dari kerusakan selama penyimpanan, sebelum diproses lebih lanjut (Bayramoglu & Gulumser, 2006). Interaksi antar perlakuan penggunaan jenis garam dan konsentrasi larutan garam yang berbeda tidak memerlukan pengaruh terhadap tingkat keasaman kulit kambing pikel. Hal ini dapat diduga bahwa penggunaan asam lebih memegang peranan penting terhadap pH kulit kambing pikel. Hasil ini penelitian ini juga mendukung pendapat Portavella & Soldevila (1976) yang menyatakan bahwa pengaruh perbedaan konsentrasi larutan garam sangat kecil dalam proses pengasaman.

Struktur Morfologi

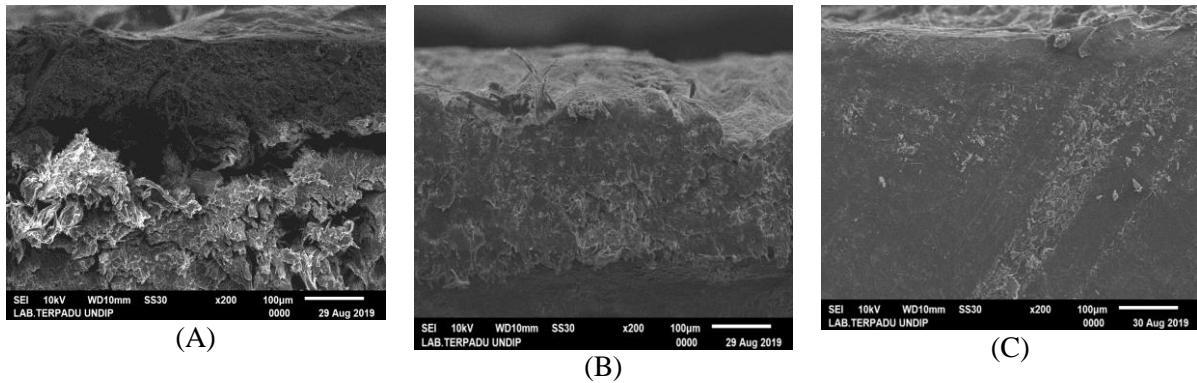
Pengamatan struktur morfologi dilakukan terhadap potongan melintang sampel kulit kambing pikel dengan menggunakan instrumen *Scanning Electron Microscope* (SEM). Pengamatan morfologi kulit umum dilakukan untuk mengetahui kondisi serat kolagen sebagai objek utama yang mengalami modifikasi sebagai hasil dari perlakuan dalam rangkaian proses penyamakan kulit. Penampakan morfologi dalam skala mikroskopis ditampilkan dalam Gambar 3, Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6, secara berurutan berdasarkan penggunaan konsentrasi larutan garam. Zhang *et al.* (2019) mengutarakan bahwa penggunaan instrumen SEM dapat mengkarakterisasi dispersi dari serat kolagen. Penampakan serat kolagen dari sampel kulit kambing pikel yang diamati menunjukkan jalinan serat yang tidak menampilkan adanya celah, yang mengindikasikan perubahan morfologi serat kulit mengalami pembekakkan (*swelling*).



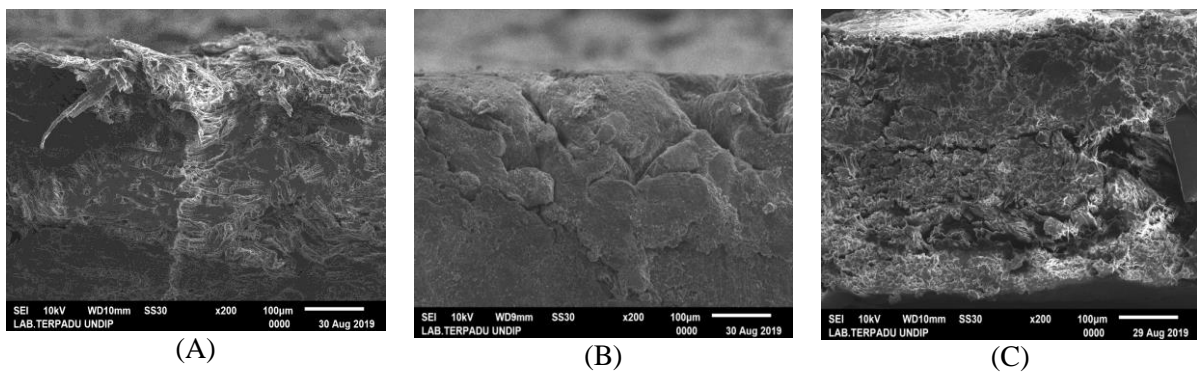
Gambar 3. Penampang melintang kulit kambing pikel dengan penggunaan berbagai jenis garam pada konsentrasi larutan 5 °Be, perbesaran 200×



Gambar 4. Penampang melintang kulit kambing pikel dengan penggunaan berbagai jenis garam pada konsentrasi larutan 6 °Be, perbesaran 200×



Gambar 5. Penampang melintang kulit kambing pikel dengan penggunaan berbagai jenis garam pada konsentrasi larutan 7 °Be, perbesaran 200×



Gambar 6. Penampang melintang kulit kambing pikel dengan penggunaan berbagai jenis garam pada konsentrasi larutan 8 °Be, perbesaran 200×

Berdasarkan observasi yang dilakukan Liu *et al.* (2013), diketahui bahwa masing-masing serat kolagen terpisahkan dengan merata setelah proses pengasaman dengan menggunakan garam. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4(C), dimana kulit kambing melalui proses pengasaman dengan menggunakan jenis garam C dengan larutan konsentrasi 6 °Be. Kondisi ini menunjukkan bahwa kondisi kulit kambing pikel sesuai dengan beberapa literatur terkait hubungan penggunaan garam dan asam dalam proses pengasaman, dimana interaksi antara keduanya menghasilkan kondisi kulit yang siap untuk disamak dengan menggunakan bahan penyamak, seperti bahan penyamak krom.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan garam masih menjadi suatu praktek yang feasible bagi industri penyamakan kulit, khususnya di Indonesia. Perbedaan jenis garam menghasilkan perbedaan nyata terhadap kadar NaCl, kadar air, dan pH dari kulit kambing pikel. Sedangkan interaksi antar perlakuan jenis garam dan konsentrasi larutan garam mempengaruhi kadar NaCl dan kadar air. Sehingga penggunaan jenis garam perlu diperhatikan dalam proses pengasaman kulit untuk menghasilkan kulit pikel yang baik, agar dapat menghindari kerusakan secara mikrobiologis ketika penyimpanan dan tidak mengalami perubahan struktur ketika akan digunakan diberi perlakuan bahan penyamak. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan dalam penetapan standar garam industri rakyat, yang salah satu penerapannya dalam industri penyamakan kulit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi (Kemenristekdikti) melalui Program Pengembangan Teknologi Industri Tahun 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- BASF. (2004). *Pocket Book for The Leather Technologist* (4th ed.). Ludwigshafen: BASF Aktiengesellschaft.
- Bayramoglu, E. E., & Gulumser, G. (2006). Studies on Some Essential Oils Using as Fungicides during Pickled Pelts Production. *Proceedings of IULTCS II Eurocongress*, 1–9. Istanbul, Turkey: DETEK.
- BSN. (1989a). SNI 06-0644-1989 Cara Uji dalam Kadar Air Kulit. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. (1989b). SNI 06-0646-1989 Kulit Tersamak, Cara Uji pH. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. (1994). SNI 06-3537-1994 Kulit Pikel dari Domba atau Kambing. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Covington, A. D. (2009). *Tanning Chemistry: The Science of Leather* (1st ed.). Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Haiming, C., Min, C., & Zhiqiang, L. (2014). The Role of Neutral Salt for the Hydrolysis and Hierarchical Structure of Hide Fiber in Pickling. *Journal of the American Leather Chemists Association*, 109(4), 125–130.
- Hashem, M. A., Hasan, M., Momen, M. A., & Payel, S. (2019). Minus Salt Goat Skin Preservation: Extreme Chloride Reduction in Tannery Wastewater. *XXXV IULTCS Congress 2019 - Proceedings*, 1–8. Dresden: Forschungsinstitut für Leder und Kunststoffbahnen.
- John, G. (1996). *Possible Defects in Leather Production: Definitions, Causes, Consequences, Remedies and Types of Leather* (1st ed.). Lampertheim.
- Kasmudjiastuti, E. (2009). Pengaruh Sumber dan Konsentrasi Garam (NaCl) pada Proses Pengasaman (Pickling) terhadap Mutu Kulit Domba untuk Sarung Tangan. *Majalah Kulit, Karet, Dan Plastik*, 25(1), 15–22. <https://doi.org/10.20543/mkkp.v25i1.228>
- Li, X., Wang, Y., Li, J., & Shi, B. (2016). Effect of Sodium Chloride on Structure of Collagen Fiber Network in Pickling and Tanning. *Journal of the American Leather Chemists Association*, 111(6), 230–237.
- Lindner, W., & Neuber, H.-U. (1990). Preservation in the Tannery. *International Biodeterioration*, 26(2–4), 195–203. [https://doi.org/10.1016/0265-3036\(90\)90059-G](https://doi.org/10.1016/0265-3036(90)90059-G)
- Liu, C.-K., Latona, N. P., Taylor, M. M., & Latona, R. J. (2013). Effects of Bating, Pickling and Crosslinking Treatments on the Characteristics of Fibrous Networks from Un-tanned Hides. *Journal of the American Leather Chemists Association*, 108(3), 79–85.
- Palop, R., & Marsal, A. (2002). Auxiliary Agents with Non-Swelling Capacity Used in Pickling/Tanning Processes. Part I. *Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists*, 86(4), 139–142.
- Portavella, M., & Soldevila, M. (1976). The Swelling of Pelt at Neutral pH as a Result of the Conditions of the Previous Pickle. *Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists*, 60(2), 37–45.
- Priatni, A., Sudarto, Pahlawan, I. F., Murti, R. S., Kasmudjiastuti, E., & Sugihartono. (2020). Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Garam pada Proses Pikel terhadap Mutu Kulit Pikel Sapi.

- Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan Dan Veteriner, 914–925. Bogor: IAARD Press.
<https://doi.org/10.14334/Pros.Semnas.TPV-2020-p.914-925>
- Sivakumar, V., Mohan, R., & Muralidharan, C. (2019). Alternative Methods for Salt Free/Less Salt Short Term Preservation of Hides and Skins in Leather Making for Sustainable Development – A Review. *Textile & Leather Review*, 2(1), 46–52. <https://doi.org/10.31881/tlr.2019.19>
- Sumada, K., Dewati, R., & Suprihatin. (2016). Garam Industri Berbahan Baku Garam Krosok dengan Metode Pencucian dan Evaporasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 11(1), 30–36.
- Sundar, J., & Muralidharan, C. (2019). Total Salinity Elimination during Preservation of Animal Skins: A Sustainable Approach through Benign Alternatives. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(32), 891–901. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06405-2>
- Wu, J., Zhao, L., Liu, X., Chen, W., & Gu, H. (2017). Recent progress in cleaner preservation of hides and skins. *Journal of Cleaner Production*, 148, 158–173. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.113>
- Zhang, Y., Tang, Z., Liu, H., Ferah, C. E., & Tang, K. (2019). Effects of Different Salt-Enzymes on Opening Up of Collagen Fiber Bundles for Leather Making. XXXV IULTCS Congress 2019 - Proceedings, 1–11. Dresden: Forschungsinstitut für Leder und Kunststoffbahnen.