

Pengaruh mimosa pada penyamakan kulit jaket domba samak nabati menggunakan sistem C-RFP, ditinjau dari sifat organoleptis, fisis, dan morfologi kulit

The effect of mimosa in the tanning of vegetable-tanned sheep leather for jackets using C-RFP system on the organoleptic, physical, and morphology properties of leather

Sri Sutiyasmi*, Titik Purwati Widowati, Noor Maryam Setyadewi

Balai Besar Kulit, Karet, dan Plastik, Jl. Sokonandi No. 9, Yogyakarta 55166, Indonesia

*Penulis korespondensi. Telp +62 274 512929, 563939; Fax. +62 274 563655

E-mail: srisutyasmi@ymail.com

Diterima: 31 Maret 2016

Direvisi: 25 Mei 2016

Disetujui: 26 Mei 2016

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effect of the use of mimosa, to manufacture environmentally friendly leather for jacket by using the C-RFP system (C=Conditioning, R=Rapid, F=Fass (drum), P=Powder), on physical, organoleptic, and morphology properties of leather. It was also to obtain a formula for vegetable tanning with C-RFP system. Pickled skins are conditioned (pre-tanning) using Sodotan TSN and Sodotan APR, and then Sodotan TSN was chosen due to it meets the requirements of SNI leather for jacket (SNI 4593:2011). Then, pickled skins were tanned with mimosa and applied C-RFP system or rapid tanning without water added. Mimosa, used in this research, were 15%, 20%, and 25% and fatliquor were 12.5%, 15%, and 17.5%. Furthermore, The leather were finished into an environmentally friendly leather for jackets, and then tested for physical and organoleptic properties based on the SNI 4593:2011 as well as leather morphology (SEM). The physical test result shows that for mimosa 15%, 20% and 25%, and for fatliquor 15% and 17.5% are fulfill the SNI.

Keywords: C-RFP, environmentally friendly, sheep leather for jackets, mimosa, vegetable tanning.

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan mimosa terhadap pembuatan kulit jaket ramah lingkungan menggunakan sistem C-RFP (C=Conditioning, R=Rapid, F=Fass (drum), P=Powder), ditinjau dari sifat fisis, organoleptis, dan morfologi kulit. Selain itu juga memperoleh resep untuk penyamakan kulit nabati dengan sistem C-RFP. Kulit pikel dikondisikan (*pre-tanning*) menggunakan Sodotan TSN dan Sodotan APR untuk selanjutnya dipilih Sodotan TSN karena diperoleh hasil kulit jaket ramah lingkungan yang memenuhi persyaratan SNI kulit jaket (SNI 4593:2011). Kulit pikel selanjutnya disamak menggunakan mimosa dengan sistem C-RFP/ samak cepat yaitu penyamakan tanpa air. Mimosa yang digunakan adalah 15%, 20%, dan 25% dan minyak yang digunakan adalah sebesar 12,5%, 15%, dan 17,5%. Kulit kemudian *difinish* menjadi kulit jaket ramah lingkungan, dan selanjutnya kulit diuji fisis, organoleptis sesuai dengan SNI 4593:2011 dan uji morfologi kulit (SEM). Hasil uji fisis kulit yang memenuhi SNI adalah penggunaan mimosa 15%, 20%, dan 25%, serta penggunaan minyak 15% dan 17,5%.

Kata kunci: C-RFP, kulit jaket domba, mimosa, penyamakan nabati, ramah lingkungan.

PENDAHULUAN

Kulit lemas seperti kulit jaket umumnya masih menggunakan bahan penyamak krom. Keuntungan bahan penyamak krom antara lain adalah menghasilkan kulit lemas seperti kulit

garmen, kulit jaket yang mempunyai ketahanan fisik yang kuat dan waktu prosesnya relatif cepat (Sundar, 2011). Di sisi lain proses penyamakan krom menghasilkan limbah cair 30-40 m³ per ton kulit mentah dengan kandungan krom pada

limbah yang dihasilkan dan menyebabkan industri ini dikategorikan industri penghasil B3 (Falcão, 2011; Dettmer *et al.*, 2010).

Seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat dunia akan lingkungan, maka konsumen saat ini juga menuntut produk-produk ramah lingkungan. Kaitan hal tersebut untuk industri kulit diupayakan menggunakan bahan penyamak pengganti krom. Untuk itu perlu dikembangkan penelitian penggunaan bahan penyamak ramah lingkungan dimana salah satunya adalah bahan penyamak nabati atau kombinasi dengan bahan penyamak non krom lainnya (Musa & Gasmelseed, 2013; Kasim *et al.*, 2012).

Proses penyamakan kulit khususnya bahan penyamak nabati dapat dijadikan salah satu alternatif teknologi penyamakan non-krom, namun dengan proses ini perlu dicari terobosan supaya tidak menghasilkan kulit yang kaku, padat, keras dengan waktu penyamakan relatif lama (Koloka & Moreki, 2011).

Penyamakan kulit dengan bahan penyamak nabati ini biasanya memerlukan waktu yang lama (18-20 hari) sehingga dikatakan penyamakan ini tidak efisien. Oleh karenanya perlu diupayakan teknologi penyamakan kulit memakai samak nabati yang lebih cepat yaitu dengan sistem C-RFP (Zinz *et al.*, 1987).

Penyamakan kulit adalah rangkaian proses yang sangat kompleks terjadi banyak perubahan fisik dan kimia di satu sisi, bagian yang tidak berguna dihilangkan dari kulit mentah untuk mendapatkan serat kolagen murni dan membuka struktur serat kolagen (Covington & Song, 2008). Pada sisi lain ditambahkan bahan penyamak untuk memperkuat stabilitas serat kolagen, dan bahan lainnya yang diperlukan ditambahkan agar kulit dapat digunakan, seperti *fatliquor*, bahan *retanning*, dan bahan *finishing* (Mahdi, 2009; Koloka & Moreki, 2011). Penyamakan kulit ini dibantu perlakuan mekanik untuk menyempurnakan proses penyamakan tersebut (Hassan & Ibrahim, 2014).

Secara umum penyamakan kulit ada tiga macam tergantung bahan penyamak yang digunakan yaitu: penyamakan nabati (cara *counter current* dan cara samak cepat), penyamakan mineral (penyamakan krom, penyamakan aluminium) dan penyamakan minyak (Hassan & Ibrahim, 2014; Nasr, 2015)

Prinsip proses penyamakan nabati adalah menggunakan zat penyamak nabati dengan molekul kecil dan daya ikat yang kecil sehingga

penetrasi zat penyamak cepat dan kulit yang dihasilkan tidak mengalami kontraksi (Emiliana *et al.*, 2015; Mahdi *et al.*, 2009). Molekul dan daya ikat bahan penyamak kemudian diperbesar dengan cara mengubah kepekatan bahan penyamak dan pH proses sehingga kulit menjadi tersamak dengan rata (Koloka & Moreki, 2011; Musa *et al.*, 2013).

Salah satu kelemahan kulit yang disamak dengan bahan penyamak nabati diantaranya adalah kestabilan terhadap panas rendah karena ikatan silang antara bahan penyamak dengan jaringan kolagen tidak cukup kuat (Musa *et al.*, 2013).

Tannin adalah nama generik yang tersebar pada bagian tanaman, seperti: daun, kayu, kulit kayu, ranting, akar, dan buah (Yeni, 2014). *Tannin* adalah zat aktif penyamak dari tumbuh-tumbuhan yang pertama kali digunakan untuk menyamak kulit hewan yang dikenal sebagai bahan penyamak nabati (Musa *et al.*, 2013).

Mimosa merupakan sari kulit kayu akasia, yaitu hasil penyaringan dari babakan kulit kayu akasia (*Acacia deourens*) yang diolah melalui proses penguapan atau secara kimiawi. Dalam sari akasia terkandung beberapa macam bahan antara lain 63% zat penyamak, 16% zat bukan penyamak, 19,5% air, dan 1% ampas (Suparno *et al.*, 2010).

Peminyakan tujuannya antara lain adalah sebagai berikut: 1) Untuk pelumas serat-serat kulit agar kulit menjadi tahan tarik dan tahan getar, 2) menjaga serat kulit agar tidak lengket satu dengan yang lainnya, dan 3) membuat kulit tahan air (Covington, 2009; Fischer *et al.*, 2012). Dengan demikian variasi minyak dalam penelitian ini sangat di perlukan untuk kelemahan kulit.

Penyamakan nabati sistem samak cepat dengan teknologi C-RFP dapat menjadi alternatif pilihan untuk memperoleh teknologi penyamakan kulit yang lebih efektif terutama dalam waktu proses penyamakan yang digunakan. Teknologi C-RFP ini pertama kali dikenalkan oleh Zinz *et al.* (1987), untuk menghasilkan kulit lemas yang dianggap lebih ramah lingkungan di Inggris, namun penggunaan teknologi ini di industri penyamakan kulit di Indonesia kurang populer dikarenakan membutuhkan adaptasi dengan kondisi di Indonesia. Dengan memanfaatkan teknologi C-RFP diharapkan dapat dihasilkan kulit yang lemas dari penyamakan nabati dengan waktu penyamakan cepat dan limbah yang dihasilkan ramah lingkungan.

Tujuan penelitian ini adalah membuat kulit jaket samak nabati yang ramah lingkungan dengan

sistem C-RFP yang memenuhi SNI kulit jaket domba serta memperoleh resep untuk penyamakan kulit nabati dengan sistem C-RFP.

BAHAN DAN METODE

Bahan Penelitian

Bahan Penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit domba dalam bentuk piket, bahan kimia untuk *pre-tanning* yaitu Sodatan TSN, bahan kimia untuk proses penyamakan kulit nabati seperti mimosa, Sodapelt CL, *syntan*, resin, glutaraldehida, cat dasar, minyak, asam formiat, dan bahan kimia untuk *finishing* kulit jaket.

Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah drum penyamakan. Spesifikasi peralatan yang digunakan untuk penyamakan kulit antara lain adalah drum eksperimen penyamak kulit dengan kapasitas 850 kg.

Kuat tarik, kemuluran, dan kuat sobek diuji menggunakan alat uji Zwick/Roell 2020, tebal diuji menggunakan alat uji ketebalan SG 300, suhu kerut diuji dengan alat uji suhu kerut, kelemasan diuji menggunakan *Softness Tester* ST 300, dan tembus uap air diuji menggunakan *Water Permeability Tester* model STM 473.

Metode Penelitian

Pre-tanning/conditioning kulit piket dilakukan dengan Sodatan TSN. Kulit selanjutnya disamak dengan bahan penyamak nabati (mimosa) dengan variasi mimosa 15%, 20%, dan 25% serta variasi minyak 12,5%, 15%, dan 17,5%.

Selanjutnya kulit disamak nabati dengan sistem C-RFP hingga diperoleh kulit jaket, yaitu penyamakan cepat tanpa cairan. Penyamakan ter-

sebut adalah sebagai berikut: kulit piket dilakukan *pre-tanning/conditioning* dengan menggunakan air piket 100%, garam 7%, dan Sodatan TSN 4%, diputar 60 menit, lalu dibuang airnya. Mimosa yang digunakan untuk penyamakan mempunyai variasi 15%, 20%, dan 25%. Drum diputar 180 menit, dicek (kulit tembus) + 60 menit, dan dicek suhu kerutnya. Pada pengikatan zat penyamak menggunakan air 100%, Sodapelt CL 0,5%, drum diputar selama 30 menit, lalu dibuang airnya dan dicuci. Selanjutnya kulit dicuci dengan air 75% dan Sodapelt CL 0,5%, drum diputar 20 menit, dibuang airnya dan dicuci. *Retanning* dengan resep air 45°C sebanyak 100%, *syntan* 3%, drum diputar 60 menit, ditambah resin 3%, drum diputar 60 menit, ditambah glutaraldehida 4%, lalu drum diputar 60 menit.

Cat dasar ditambahkan sebanyak 2%, lalu drum diputar 60 menit. Peminyakan menggunakan konsentrasi minyak adalah 12,5%; 15%; dan 17,5%. Drum diputar selama 90 menit. Kulit selanjutnya dilakukan *finishing*. Kulit jaket yang dihasilkan diuji sesuai dengan SNI 4593:2011 Kulit jaket domba/kambing, dan juga uji morfologi kulit/SEM untuk mengetahui morfologi kulit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Organoleptis

Hasil uji organoleptis dari kulit samak nabati sistem C-RFP terlihat pada Tabel 1. Dari hasil uji organoleptis dapat diketahui bahwa kulit jaket samak nabati yang disamak dengan sistem C-RFP hasil uji organoleptisnya sama dari semua variasi. Kulit hasil penelitian mempunyai suhu kerut 82°C, dengan demikian kulit tersebut penyamakannya masak.

Tabel 1. Hasil uji organoleptis dari kulit samak nabati sistem C-RFP.

Jenis uji	Kondisi penyamakan								
	M1.1	M1.2	M1.3	M2.1	M2.2	M2.3	M3.1	M3.2	M3.3
Keadaan kulit	lemas	lemas	lemas	lemas	lemas	lemas	lemas	lemas	lemas
Warna	rata	rata	rata	rata	rata	rata	rata	rata	rata
Kelepasan <i>nerf</i>	tidak lepas	tidak lepas	tidak lepas	tidak lepas	tidak lepas	tidak lepas	tidak lepas	tidak lepas	tidak lepas
Elastisitas	elastis	elastis	elastis	elastis	elastis	elastis	elastis	elastis	elastis

Keterangan: M1.1: bahan penyamak mimosa 15% dan minyak 12,5%; M1.2: bahan penyamak mimosa 15% dan minyak 15%; M1.3: bahan penyamak mimosa 15% dan minyak 17,5%; M2.1: bahan penyamak mimosa 20% dan minyak 12,5%; M2.2: bahan penyamak mimosa 20% dan minyak 15%; M2.3: bahan penyamak mimosa 20% dan minyak 17,5%; M3.1: bahan penyamak mimosa 25% dan minyak 12,5%; M3.2: bahan penyamak mimosa 25% dan minyak 15%; M3.3: bahan penyamak mimosa 25% dan minyak 17,5%.

Pada penyamakan kulit, substansi kulit selain kolagen, akan dihilangkan. Selama penyamakan, kolagen akan memfiksasi bahan penyamak pada situs-situs reaktifnya (Suparno *et al.*, 2010). *Tannin* yang telah terikat secara kovalen pada kolagen bersifat lebih stabil dan tidak dapat diekstrak oleh senyawa-senyawa liotropik. Hal ini bisa dilihat pada hasil uji organoleptis dimana semua hasil uji organoleptis untuk warna semua rata, keadaan kulit semua lemas dan untuk uji kelepasan *nerf* semua tidak lepas *nerf* dan untuk uji elastisitas semua elastis. Perbedaan konsentrasi zat penyamak nabati yang terdapat di luar kulit dan cairan yang ada didalam kulit berpengaruh terhadap difusi bahan penyamak ke dalam kulit sehingga membentuk ikatan dengan kolagen kulit (Kasim *et al.*, 2012).

Konsentrasi zat penyamak yang lebih tinggi akan menyebabkan reaksi ikatan zat penyamak nabati dengan protein kulit akan lebih cepat. Itulah sebabnya maka penyamakan nabati dengan system C-RFP/samak cepat akan menghasilkan kulit samak yang lebih bagus dan lebih cepat pada proses penyamakannya.

Hasil Uji Fisis dari Kulit Samak Nabati sistem C-RFP

Hasil uji fisis terlihat pada Tabel 2. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa dari hasil uji tebal maka hanya variasi penggunaan mimosa 20% dan minyak 15% yang tidak memenuhi SNI 4593:2011 tentang kulit jaket domba/kambing

yang mempunyai nilai sedikit rendah namun masih memenuhi SNI 4593:2011 (tentang kulit jaket domba kambing). Kekuatan sobek dari kulit jaket ramah lingkungan yang terendah adalah M1.1, M2.1 dan M3.1 atau penggunaan mimosa 15% dan minyak 12,5%, mimosa 20% dan minyak 12,5%, mimosa 25%, dan minyak 12,5%. Sehingga dapat dikatakan bahwa penggunaan minyak 12,5% pada proses penyamakan kulit jaket samak nabati sistem C-RFP tidak memenuhi SNI 4593:20. Ini menunjukkan bahwa penggunaan mimosa 15%, 20%, dan 25% pada penggunaan minyak 12,5% kekuatan sobek rendah yaitu dibawah 12,5 N/mm atau dibawah minimal kekuatan sobek yang dipersyaratkan SNI kulit jaket domba/kambing. Pada penggunaan minyak 15% dan 17,5% baru kekuatan sobek meningkat lebih dari 12,5 N/mm. Sedangkan untuk uji kekuatan tarik penggunaan mimosa 15%, 20%, dan 25% mempunyai hasil uji yang bagus, sehingga penggunaan minyak dengan variasi 12,5%, 15%, dan 17,5% semua mempunyai hasil uji yang diatas persyaratan yang ditentukan SNI kulit jaket domba/kambing yang mempunyai syarat minimal 14 N/cm². Untuk uji kemuluran kulit mempunyai syarat maksimal 60% dan hasil penelitian yang memenuhi SNI 4593:2011 adalah M1.1, M2.1, dan M1.3 atau kulit jaket ramah lingkungan dengan variasi mimosa 15% dan minyak 12,5%; mimosa 20% dan minyak 12,5%; mimosa 25% dan minyak 12,5%. Hal ini menunjukkan bahwa untuk kemuluran kulit hasil uji yang terbaik adalah penggunaan minyak

Tabel 2. Hasil uji fisis dari kulit samak nabati sistem C-RFP.

Jenis uji	Kondisi penyamakan								
	M1.1	M1.2	M1.3	M2.1	M2.2	M2.3	M3.1	M3.2	M3.3
Tebal, mm	0,7	0,6	0,64	0,7	0,54	0,64	0,6	0,62	0,66
Kekuatan sobek, N/cm	8,76	15,32	13,11	9,28	17,25	21,62	8,87	23,37	19,77
Kekuatan tarik, N/cm ²	133	104	158	101	152	211	164	179	104
Kemuluran, %	53	68	68	56,12	65,59	67,54	58,16	67,95	62,52
Ketahanan gosok cat tutup:									
- Kering	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
- Basah	4/5	4/5	4/5	4/5	5/5	4	4/5	3/4	3/4
Tembus uap air, mg/cm ² .jam	10,22	8,46	7,73	8,18	3,21	9,12	7,01	10,20	10,55

Keterangan: M1.1: bahan penyamak mimosa 15% dan minyak 12,5%; M1.2: bahan penyamak mimosa 15% dan minyak 15%; M1.3: bahan penyamak mimosa 15% dan minyak 17,5%; M2.1: bahan penyamak mimosa 20% dan minyak 12,5%; M2.2: bahan penyamak mimosa 20% dan minyak 15%; M2.3: bahan penyamak mimosa 20% dan minyak 17,5%; M3.1: bahan penyamak mimosa 25% dan minyak 12,5%; M3.2: bahan penyamak mimosa 25% dan minyak 15%; M3.3: bahan penyamak mimosa 25% dan minyak 17,5%.

12,5%, Pada uji ketahanan gosok cat tutup baik kering maupun basah hampir semua memenuhi SNI kulit jaket domba/kambing, yang tidak memenuhi adalah M3.2 dan M3.3 atau mimosa 25% dan minyak 15%, mimosa 25% dan minyak 17,5%. Pada uji tembus uap air semua memenuhi SNI kulit jaket domba/kambing dimana minimum yang dipersyaratkan adalah 2,50 mg/cm²/jam.

Hasil Uji SEM

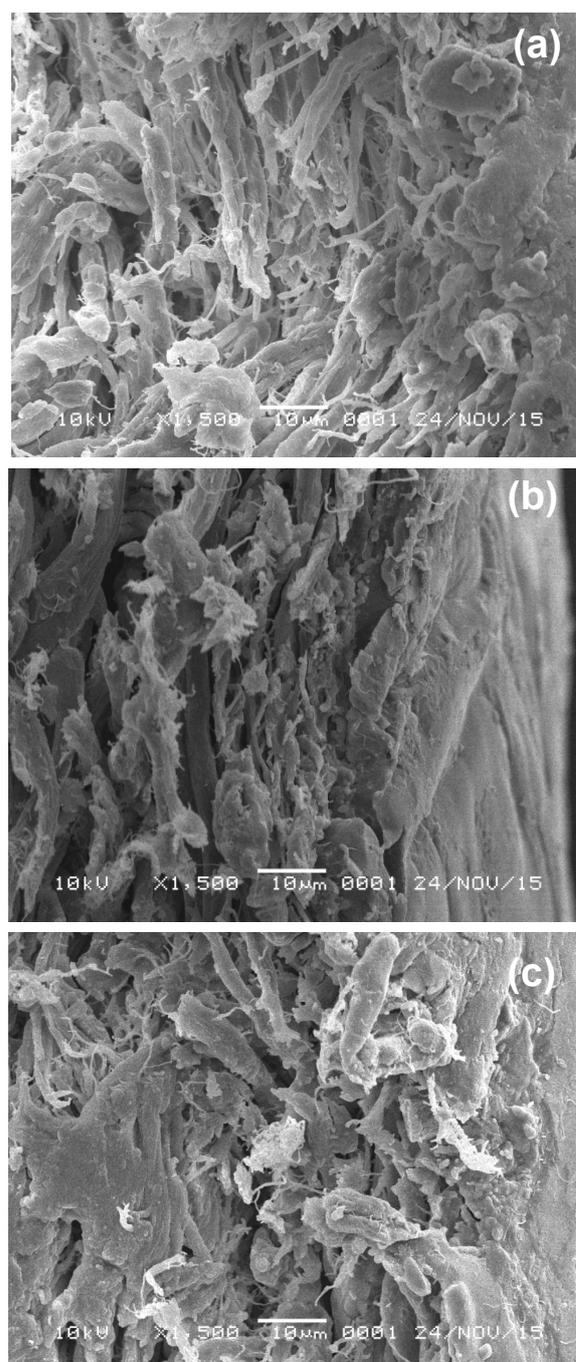
Hasil Uji SEM dari kulit samak nabati yang disamak dengan mimosa dapat dilihat dalam Gambar 1. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa semua variasi penggunaan mimosa tidak merubah struktur kulit, kulit kelihatan padat berisi dan kuat seperti yang dikatakan oleh Musa *et al.* (2013), bahwa penyamakan nabati membuat kulit jadi padat berisi. Hal ini terlihat pada penggunaan mimosa 15%, 20%, dan 25% dengan struktur kulit yang kuat. Demikian juga dengan hasil uji organoleptis yaitu uji kelepasan *nerf* tidak lepas dan uji fisis tentang kekuatan tarik yang semua memenuhi standar mutu kulit jaket. Hal ini juga ditunjang dari SEM permukaan yang sudah tertera dalam gambar.

Penyamakan nabati mempunyai beberapa sifat antara lain berisi, mengencangkan dan mengawetkan kulit dari serangan mikrobial serta dapat memberikan warna pada kulit yang disamak yaitu sebagai efek sekunder dari zat penyamak kulit (Kasim, 2014). Maka dari itu kulit yang disamak nabati dengan sisten C-RFP ini akan terlihat berisi, padat, dan kencang.

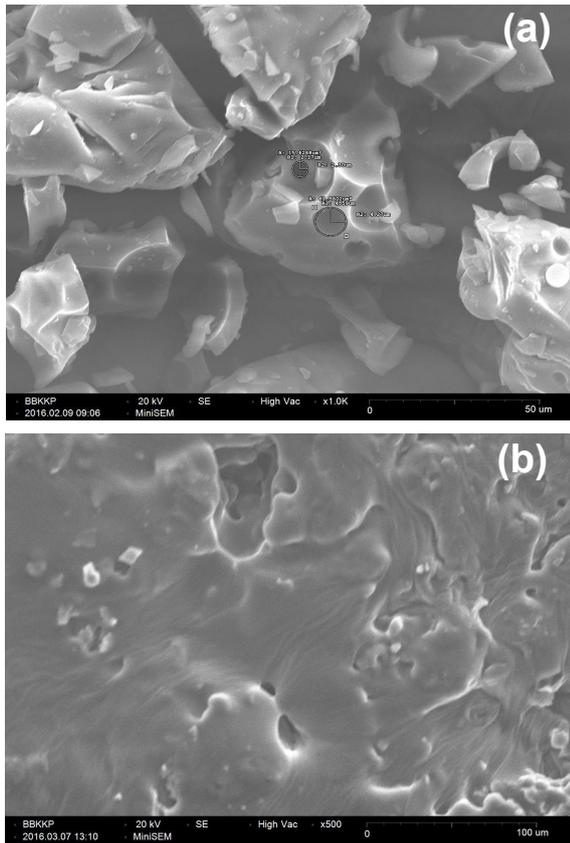
Mimosa yang digunakan untuk menyamak kulit nabati dengan sistem C-RFP berupa puder yang bentuk dan ukurannya seperti Gambar 2. Terlihat bahwa mimosa puder bentuknya tidak teratur dan besarnya juga tidak sama. Puder mimosa tersebut bisa berikatan dengan kolagen pada kulit, karena kulit mengandung C, H, dan O. Ikatan hidrogen antara kolagen dengan tanin dan ikatan kovalen antara kolagen dengan tanin menjadikan kulit tersamak masak dengan baik dan merata.

Zat penyamak mimosa ini juga bisa digunakan sebagai zat pewarna alam, zat pewarna alam dari kulit kayu merupakan *mordan*. *Mordan* berfungsi sebagai sarana atau pelekatan untuk penyerapan warna dan sebagai jembatan (ikatan) kimia antara molekul warna dengan molekul jaringan serta dapat membuat warna menjadi permanen (Nasr *et al.*, 2013).

Sifat bahan penyamak mimosa antara lain adalah: 1) zat penyamaknya mudah disarikan (mudah larut dalam air), 2) mempunyai daya menyamak yang baik, 3) baik untuk menyamak segala macam kulit, 4) mudah bercampur dengan semua bahan penyamak nabati lainnya, dan 5) Sifat kulit yang disamak dengan mimosa lebih berisi (padat), warnanya cokelat muda, cukup lemas, dan kekuatan tariknya cukup tinggi.



Gambar 1. Kulit disamak dengan (a) mimosa 15%, (b) mimosa 20%, dan (c) mimosa 25%.



Gambar 2. SEM mimosa (a) perbesaran 1000x, (b) perbesaran 500x.

Reaksi bahan penyamak nabati diketahui dari banyaknya pengikatan hidrogen yang terjadi selama proses penyamakan. Pada umumnya bahan penyamak nabati berikatan dengan kulit dengan 2 cara yaitu: 1) *Co-ordination*: didasarkan pada pengikatan hidrogen struktur fenolik tanin penyamak nabati pada grup peptida protein kulit, dan 2) *Saline bonding*: ikatan antara tanin penyamak nabati dengan gugus amino protein kulit.

KESIMPULAN

Kulit jaket samak nabati dengan bahan penyamak mimosa dapat disamak dengan system C-RFP yang penyamakannya masak dan memenuhi SNI yaitu pada penggunaan mimosa 15%, 20% dan 25%, sedangkan penggunaan minyak yang terbaik adalah 15% dan 17,5%, karena pada penggunaan variasi mimosa dan minyak tersebut hasil uji memenuhi SNI 4593:2011 tentang kulit jaket domba/kambing. Hal ini dapat terlihat dari uji organoleptis, fisis, dan morfologi kulit yang saling berkaitan. Pada umumnya bahan penyamak nabati berikatan dengan kulit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak kepala Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik yang telah memberikan dana atas penelitian ini dan kepada bapak Heru Budi Susanto yang telah banyak membantu.

DAFTAR PUSTAKA

- Covington, A. D., (2009). *Tanning Chemistry: The Science of Leather*. Cambridge, UK: Royal Society of Chemistry.
- Covington, A. D., Song, L., Suparno, O., Koon, H. E., & Collins, M. J. (2010). Link-lock: an explanation of the chemical stabilisation of collagen. *World Leather*, 23(5), 35-43.
- BSN (Badan Standardisasi Nasional). (2011). *Standard Nasional Indonesia SNI 4593:2011: Kulit Jaket Domba/kambing*, Jakarta, Indonesia: BSN.
- Dettmer, A. K., Nunes, M., Gutterres, M., & Marcilio, N. (2010), Tanning using basic chrome sulfate obtained from ash produced in the thermal treatment of leather wastes. *Journal of the American Leather Chemists' Association*, 105(9), 280-288.
- Kasmudjiastuti, E., Sutyasmi, S., & Widowati, T. P., (2015). Pemanfaatan tanin dari kulit kayu tingi (Ceriops tagal) sebagai bahan penyamak nabati: pengaruh penambahan alum dan mimosa, *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*, 31(1), 45-54, <http://dx.doi.org/10.20543/mkpp.v31i1.175>
- Falcão, L., & Araújo, M. E. M. (2011). Tannins characterisation in new and historic vegetable tanned leathers fibres by spot tests. *Journal of Cultural Heritage*, 12(2), 149-156, <http://dx.doi.org/10.1016/j.culher.2010.10.005>
- Fischer, C., Izquierdo, F., Mähner, P., Drexler, J., Reetz, I., & Segura, R. (2012), Fatliquoring from a viewpoint of sustainability. In *Proceeding XXXI Congress of IULTCS*. Valencia, Spain: IULTCS.
- Haron, M. A., Khirstova, P., Gasmelseed, G. A., & Covington, A. (2012). Potential of vegetable tanning materials and basic aluminum sulphate in Sudanese leather industry (Part II). *Suranaree Journal of Science and Technology*, 19(1),31-41.
- Hassan, E. A., Ibrahim, M. T., & Sally, K. A. (2014). Optimisation of chrome retanning process to the garad (*Acacia nilotica*) tanned leather. *Journal of Science and Technology*, 15(1), 87-94.
- Kasim, A., Nurdin, H., & Mutiar, S. (2012). Aplikasi gambir sebagai bahan penyamak kulit melalui penerapan penyamakan kombinasi. *Jurnal Litbang Industri*, 2(2), 55-62.
- Kasim, A., Novia, D., Mutiar, S., & Efendi, A. (2014). Diminishing chromium use on combined chromium-gambier tanning process upon the characteristics of tanned leather. *Media Peternakan*, 37(1), 24-29,

- <http://dx.doi.org/10.5398/medpet.2014.37.1.24>
- Koloka, O., & Moreki, J. (2011). Tanning hides and skins using vegetable tanning agents in Hukuntsi sub-district, *Botswana Journal of Agricultural Technology*, 7(4), 915–922.
- Mahdi, H., Palmina, K., Gurshi, A., & Covington, D. (2009). Potential of vegetable tanning materials and basic aluminum sulphate in Sudanese leather industry. *Journal of Engineering Science and Technology*, 4(1), 20-31.
- Musa, A. E, & Gasmelseed, G. A. (2012). Eco-friendly vegetable combination tanning system for production of hair-on shoe upper leather, *Journal of Forest Products & Industries*, 2(1),5-12
- Musa, A. E., & Gasmelseed, G. A. (2013). Semi-chrome upper leather from rural goat vegetable tanned crust. *Journal of Applied and Industrial Sciences*, 1(1), 43-48.
- Musa, A. E., & Gasmelseed, G. A. (2013). Eco-friendly vegetable combination tanning system for production of hair-on shoe upper leather. *Journal of Forest Products & Industries*, 2(1), 5-12.
- Nasr, A. I. (2015). Evaluation of Egyptian camel hides for leathers manufacturing. *World Applied Sciences Journal*, 33(8), 1329-1333.
- Nasr, A. I., Abdelsalam, M. M., & Azzam, A. H. (2013). Effect of tanning method and region on physical and chemical properties of barki sheep leather. *Egyptian Journal of Sheep and Goat Science*, 8(1), 123-130.
- Sundar, V. J., Raghavarao, J., Muralidharan, C., & Mandal, A. B. (2011). Recovery and utilization of chromium-tanned proteinous wastes of leather making: A review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 41(22), 2048–2075.
- <http://dx.doi.org/10.1080/10643389.2010.497434>
- Suparno, O., Covington, A. D., & Evans, C. S. (2010). Teknologi baru penyamakan kulit ramah lingkungan: Penyamakan kombinasi menggunakan penyamak nabati, naftol dan oksazolidin. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 18, 79-84.
- Yeni, G., Syamsu, K., Suparno, O., Mardliyati, E., & Muchtar, H. (2014). Repeated extraction process of raw gambiers (*Uncaria gambier Robx.*) for the catechin production as an antioxidant. *International Journal of Applied Engineering Research*, 9(24), 24565-24578.
- Zinz, B., Luck, W., & Rosentreter, W. (1987). *Practical experiences in connection with the manufacture of vegetable- tanned leather according to the C-RFP process*. Germany: Bayer.

