

PENGGUNAAN PROTEASE *ASPERGILLUS* sp. DAN *RHIZOPUS* sp. DENGAN KONSENTRASI YANG BERBEDA DALAM TAHAPAN *UNHAIRING* TERHADAP KUALITAS FISIK DAN LIMBAH CAIR PADA PENYAMAKAN KULIT DOMBA

***THE UTILIZATION OF ASPERGILLUS* sp. AND *RHIZOPUS* sp. PROTEASE AT DIFFERENT CONCENTRATION IN UNHAIRING PHASE OF TANNING ON PHYSICAL QUALITY OF SHEEP LEATHER AND LIQUID WASTE**

Yunus Syafie^{1*}, Suharjono Triatmojo², dan Ambar Pertiwiningrum²

¹Fakultas Pertanian, Universitas Khairun, Maluku Utara, Jl. Kampus Gambesi, Kota Ternate Selatan

²Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada, Jl. Fauna No. 3, Bulaksumur, Yogyakarta, 55281

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas proteolitik yang dihasilkan jamur *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp. dalam tahapan *unhairing* (buang rambut) pada proses penyamakan kulit domba serta pengaruh penggunaan dengan konsentrasi berbeda, terhadap kuat tarik, kemuluran, suhu kerut, dan kualitas limbah (pH, BOD, dan COD). Materi yang digunakan yaitu 15 lembar kulit domba awetan garam dibagi 2 bagian sepanjang garis lurus punggung sehingga diperoleh 30 lembar kulit, kulit dibagi secara acak menjadi 10 kelompok. Perlakuan terdiri dari dua belas kombinasi yaitu protease dari *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp. serta gabungan antara *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp. dengan konsentrasi protease 2% (P1), 2,5% (P2), 3% (P3), dan sebagai kontrol P0. Proses *unhairing* secara konvensional menggunakan bahan kimia Na₂S (3%) dan kapur Ca(OH)₂ 6% dengan 3 ulangan. Sampel air limbah setelah proses *unhairing* diambil dan dibawa ke laboratorium untuk uji kualitas. Kulit diproses lebih lanjut menjadi kulit samak glazed. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Rancangan Acak Lengkap pola faktorial 3 x 4, apabila berbeda nyata dilakukan uji banding dengan uji *Duncan's new Multiple Range Test* (DMRT). Hasil uji aktivitas proteolitik paling tinggi adalah gabungan antara protease dari *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp. yaitu sebesar 1.079,17 µM/ml/menit, sedangkan protease *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp. masing-masing memiliki aktivitas proteolitik sebesar 542,96 µM/ml/menit dan 392,89 µM/ml/menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan protease dengan konsentrasi yang berbeda dapat memberikan efek yang positif terhadap kualitas fisik dan limbah cair proses *unhairing* kulit domba. Konsentrasi protease 2,5% dan 3% dapat meningkatkan nilai kuat tarik dan suhu kerut kulit domba serta menghasilkan kulit yang bersih tanpa ada rambut yang menempel dan struktur serabut kolagen terbuka. Perlakuan protease sangat potensial karena dapat menekan angka BOD dan COD limbah sebesar 69%. Tidak terjadi interaksi antara konsentrasi protease dan sumber protease dalam penelitian ini.

(Kata kunci: Protease *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp., *Unhairing*, Konsentrasi, Kualitas fisik kulit, dan Limbah cair)

ABSTRACT

This research was done to study the activity of protease which produced from Aspergillus sp. and Rhizopus sp. and also the effect of it utilization at different concentration in unhairing phase of tanning on the power of pulling, flexibility and temperature of curl of sheep leather and also the quality of waste (pH, BOD and COD). The material that used were 15 slices of sheep leather which was preserved with salt, then cut into two parts that resulting 30 slices. The leathers were divided randomly into 10 groups. The treatment consists of 12 combinations, namely: protease from Aspergillus sp., from Rhizopus sp. and the combination of Aspergillus sp. and Rhizopus sp. with protease concentration were: 2%, 2.5%, 3%, as the control was the conventional unhairing process by using chemical material Na₂S (3%) and lime Ca(OH)₂ (6%). After unhairing process, the liquid waste samples were taken and be brought to the laboratory for quality analysis. The leather then were processed to become tannin leather. Obtained data were analyzed using variance analysis of 3x4 factorial of Completely Randomized Design and followed by Duncan's new Multiple Range Test (DMRT). The result showed the highest proteolysis activity was the combinations of protease of Aspergillus sp. and Rhizopus sp. (1.079,17 µM/ml/minute). While the protease of Aspergillus sp. and Rhizopus sp. activity respectively were 542.96 µM/ml/minute and 392.89 µM/ml/minute. Utilization of protease in different concentration gave positive effect on physical quality and liquid waste in unhairing process of sheep leather tanning. The protease concentration of 2.5% and 3% increased the value of pulling power and the temperature of curl. The protease treatment was very potential because it reduce the BOD and COD of waste as much as 69%. However no interaction between protease concentration and protease resources in this research.

(Key words: Protease *Aspergillus* sp. and *Rhizopus* sp., *Unhairing*, Concentration, Physical quality of leather and Liquid waste)

* Korespondensi (corresponding author):

Telp. +62 821 9565 2515, E-mail: unu.syafie@yahoo.com

Pendahuluan

Unhairing atau proses buang rambut adalah tahapan proses yang biasa dilakukan oleh industri penyamakan kulit, setelah proses *soaking*. Secara konvensional proses ini menggunakan bahan kimia berupa Na_2S dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang bertujuan untuk menghilangkan epidermis, rambut, kelenjar keringat, kelenjar minyak serta mempermudah pelepasan subkutis serta saponifikasi lemak. Penggunaan bahan kimia tersebut selain memperbesar beban cemaran dalam limbah sulfida juga menyebabkan limbah rambut menjadi terpotong sehingga sulit dipisahkan dari limbah cair.

Enzim merupakan salah satu alternatif yang dianggap bisa menggantikan berbagai proses kimiawi dalam suatu produk sehingga menciptakan produk yang ramah lingkungan. Protease merupakan enzim yang penting dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi karena aplikasinya sangat luas. Hasil penelitian menjelaskan bahwa jamur *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp. mempunyai aktivitas proteolitik pada kisaran pH 8-10 dan suhu 40-50°C (Triatmojo et al., 2004; Ediari et al., 2002). Secara teoritis enzim yang dihasilkan oleh kedua jamur ini dapat digunakan sebagai agensia *unhairing* pada proses penyamakan kulit.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui sifat proteolitik yang dihasilkan oleh protease isolasi dari *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp., serta pengaruh penggunaan dengan konsentrasi berbeda terhadap kuat tarik, kemuluran, suhu kerut, histologi kulit, dan kualitas limbah cair dalam tahapan *unhairing* pada proses penyamakan kulit. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan kepada masyarakat di bidang industri kulit dengan memanfaatkan protease *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp. sebagai agensia *unhairing* pada proses penyamakan kulit.

Materi dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan selama sebelas bulan. Pengujian aktivitas protease dan pembuatan masa jamur dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Ikutan Ternak dan Lingkungan, Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada. Proses penyamakan dan uji kualitas fisik dilaksanakan di Balai Besar Kulit, Karet, dan Plastik (BBKKP) Yogyakarta. Pembuatan preparat histologi dilakukan di Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Gadjah Mada, sedangkan untuk pengujian limbah cair berupa BOD, COD, dan sulfida dilaksanakan di Balai Teknik Kesehatan Lingkungan, Yogyakarta.

Alat yang digunakan selama penelitian adalah spektrofotometer, *waterbath*, *autoklaf*, oven, drum penyamakan, blender, *tensile strength meter*, tabung reaksi, cawan petri, tabung erlenmeyer, pipet volume, beker glass, gelas ukur, kertas whatman no 1, kertas saring, timbangan analitik, ose, lampu bunsen, besek, dan pH meter.

Bahan yang digunakan adalah kulit domba lokal awetan garam dengan spesifikasi umur dan jenis kelamin yang sama sebanyak 15 lembar serta kultur stater *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp., Potato Dextrose Agar (PDA), NaCl, kaolin, kapur, natrium sulfida (NaS), asam sulfat, asam formiat, larutan garam mineral (NaNO_3 , KH_2PO_4 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, KCl, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, dan $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), Trichloro Acetic Acid (TCA), tirosin, buffer glisin NaOH pH 9,5, asam formiat 10%, dan bahan penyamak.

Penelitian ini dilakukan melalui dua tahap, pada tahap pertama dilakukan karakterisasi enzim protease yang dihasilkan oleh jamur *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp., sedangkan tahapan kedua dilakukan aplikasi enzim protease sebagai agensia *unhairing* pada proses penyamakan kulit.

Kulit domba sebanyak 15 lembar dibelah 2 sehingga diperoleh 30 belahan yang digunakan sebagai obyek percobaan tahapan *unhairing* (buang rambut). Kemudian diaplikasikan ke dalam 4 perlakuan dimana P_0 (kontrol), P_1 , P_2 , dan P_3 buang rambut dengan protease *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp. dan kombinasi keduanya dengan masing-masing konsentrasi enzim sebanyak 2%, 2,5%, dan 3%.

Secara enzimatik *unhairing* atau buang rambut dilakukan dengan cara mengoleskan kulit dengan pasta yang terdiri dari 7% kaloin dan enzim sesuai dengan perlakuannya, pH diatur menjadi 9,5 dengan penambahan kapur kemudian didiamkan selama 20 jam. Kulit diputar dalam drum penyamakan yang berisi 100% air, kemudian dilanjutkan dengan buang rambut. Selanjutnya sampel air limbah diambil untuk dianalisis pH, BOD, dan COD. Kemudian proses dilakukan secara bersamaan pada tahapan penyamakan hingga diperoleh kulit samak untuk pengambilan sampel pengujian fisik.

Analisis data

Data kualitas fisik kulit dan limbah cair dianalisis secara statistik menggunakan analisis variansi dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap pola faktorial 3 x 4, jika terdapat perbedaan antara perlakuan akan dilanjutkan dengan uji *Duncan's new Multiple Range Test* (DMRT), sedangkan data aktivitas enzim dan histologi kulit dijelaskan secara deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

Aktivitas enzim

Aktivitas protease yang diperoleh dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa isolat jamur yang memiliki aktivitas proteolitik paling tinggi adalah gabungan antara jamur *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp. yaitu sebesar 1.079,17 μ /mg protein, sedangkan untuk jenis jamur *Aspergillus* sp dan *Rhizopus* sp masing-masing memiliki aktivitas proteolitik sebesar 542,96 dan 392,89 μ /mg protein.

Kuat tarik kulit

Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa konsentrasi enzim protease mempunyai pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kuat tarik kulit, sedangkan jenis jamur memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap kuat tarik kulit. Penggunaan *Aspergillus* sp. *Rhizopus* sp. serta kombinasinya, terutama pada perlakuan 2,5% dan 3% memacu peningkatan aktivitas enzim protease dalam memecah protein globular (*non* kolagen). Konsentrasi enzim semakin besar membuat kerja enzim semakin optimal untuk menghidrolisis protein *non* kolagen sehingga menyebabkan struktur jaringan kulit menjadi lebih terbuka dan bahan

penyamak lebih mudah berinteraksi dengan kulit dan menghasilkan nilai kuat tarik semakin tinggi.

Perbedaan jenis jamur penghasil protease berpengaruh nyata terhadap nilai kuat tarik kulit. Protease yang dihasilkan oleh kombinasi jamur *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp. serta jamur *Aspergillus* sp. mempunyai akitvitas lebih tinggi dibandingkan dengan *Rhizopus* sp. Triatmojo *et al.* (2004) menyatakan bahwa aktivitas enzim protease yang dihasilkan oleh jamur *Aspergillus* sp. adalah 13,61 U/mg, sedangkan Widowati *et al.* (2002) melaporkan bahwa protease yang dihasilkan oleh *Rhizopus* sp. adalah 8,57 U/mg. Besarnya aktivitas protease yang dihasilkan membuat kerja enzim lebih optimal untuk menghidrolisis protein *non* kolagen sehingga menyebabkan struktur jaringan kulit menjadi lebih terbuka dan bahan penyamak lebih mudah berinteraksi dengan kulit sehingga menghasilkan nilai kuat tarik yang tinggi. Keseluruhan nilai rerata kuat tarik pada penelitian ini mempunyai nilai di atas batas minimum yang diperbolehkan dalam SNI 06-0234-1989 yaitu 150 kg/cm². Interaksi antara faktor konsentrasi enzim dan jenis jamur penghasil protease terhadap kuat tarik kulit domba memberikan perbedaan yang tidak nyata.

Tabel 1. Rerata nilai kualitas fisik kulit samak proses *unhairing* menggunakan enzim protease *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp. serta gabungan *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp. (*average of physical quality of tannin leather that using protease of Aspergillus sp., Rhizopus sp. and combined of them on unhairing process*)

Parameter	Perlakuan (<i>treatment</i>)				Rerata (<i>average</i>)
	P0	P1	P2	P3	
Kuat tarik (kg/cm ²) (<i>pulling power (kg/cm²)</i>)					
<i>Aspergillus</i> sp.	154,90	161,57	196,22	220,24	183,23 ^a
<i>Rhizopus</i> sp.	157,46	157,90	187,88	206,50	177,44 ^b
<i>Aspergillus</i> sp. + <i>Rhizopus</i> sp.	157,46	161,57	196,22	220,24	183,87 ^a
Rerata (<i>average</i>)	156,61 ^c	160,35 ^c	193,44 ^b	215,66 ^a	
Kemuluran (%) (<i>flexibility (%)</i>) ^{ns}					
<i>Aspergillus</i> sp.	40,00	39,33	38,00	37,33	38,67
<i>Rhizopus</i> sp.	38,00	40,67	37,33	36,67	38,17
<i>Aspergillus</i> sp. + <i>Rhizopus</i> sp.	38,00	39,33	38,67	36,67	38,17
Rerata (<i>average</i>) ^{ns}	38,67	39,78	38,00	36,89	
Suhu kerut kulit (°C) (<i>curl temperature (°C)</i>)					
<i>Aspergillus</i> sp.	113,00	111,67	116,33	119,67	115,17 ^b
<i>Rhizopus</i> sp.	104,33	107,00	110,00	113,67	108,75 ^c
<i>Aspergillus</i> sp. + <i>Rhyzopus</i> sp.	113,3	116,67	121,00	125,33	119,08 ^a
Rerata (<i>average</i>)	110,22 ^c	111,78 ^c	115,78 ^b	119,56 ^a	

^{a,b,c} Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan ($P < 0,05$) (*different superscripts at the same row indicate significant differences (P < 0.05)*).

^{ns} *non significant*.

Kemuluran kulit

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa konsentrasi enzim dan jenis jamur penghasil protease tidak berpengaruh nyata terhadap kemuluran kulit domba. Nilai rerata kemuluran kulit domba pada penelitian ini bila dibandingkan dengan nilai kuat tarik kulit pada Tabel 1 menunjukkan angka berbanding terbalik, yaitu kulit yang mempunyai nilai kekuatan tarik yang tinggi akan mempunyai nilai kemuluran yang rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kanagy (1977) yang mengatakan bahwa kekuatan tarik dan kemuluran kulit umumnya menunjukkan nilai yang saling berkebalikan, kulit mempunyai nilai kuat tarik yang tinggi biasanya menghasilkan tingkat kemuluran yang rendah, begitu juga sebaliknya. Keseluruhan hasil uji kemuluran kulit samak ini telah memenuhi standar yang telah ditentukan oleh SNI 06-0234-1989 yaitu kemuluran maksimal untuk kulit samak adalah sebesar 55%.

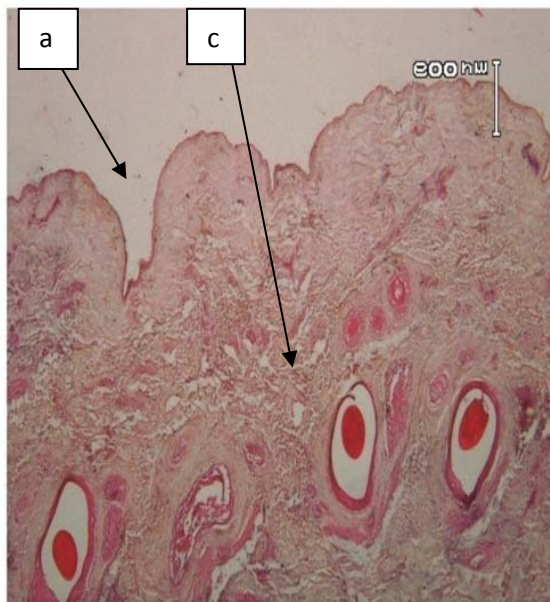
Suhu kerut kulit

Hasil analisis variansi faktor konsentrasi dan jenis jamur penghasil protease menunjukkan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap suhu kerut kulit domba. Peningkatan nilai suhu kerut kulit samak domba dengan protease pada proses *unhairing* disebabkan karena perlakuan enzimatis,

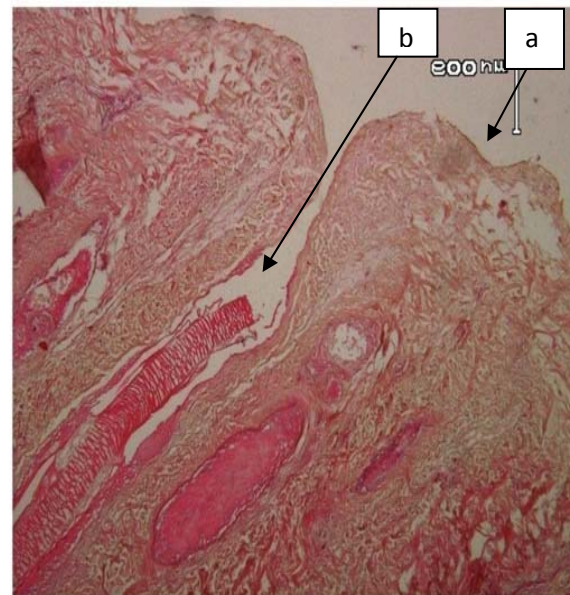
dimana fungsinya untuk melonggarkan struktur kolagen dan menghilangkan semua protein kulit *non* kolagen yang tidak dibutuhkan pada proses penyamakan sehingga kulit siap berinteraksi dengan bahan penyamak. Semakin banyak jumlah bahan penyamak yang berikatan maka semakin tinggi suhu kerut kulit (Nayudamma, 1978), selanjutnya dinyatakan pada kulit samak krom, suhu pengkerutan kulit akan meningkat dengan bertambahnya kandungan krom dalam kulit jadi. Interaksi antara konsentrasi enzim dan jenis jamur penghasil protease terhadap nilai suhu kerut memberikan perbedaan yang tidak nyata.

Histologi kulit

Hasil kenampakan penampang histologi kulit setelah proses *unhairing* dengan menggunakan protease sebanyak 2,5% dan 3%, baik *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp. dan gabungan dari keduanya menunjukkan bahwa kulit bersih dari sisa-sisa bulu atau rambut (b) serta struktur serabut yang terbukti (d). Hal ini disebabkan karena enzim protease yang digunakan dalam proses *unhairing* mampu mencerna sel-sel lapisan malphigi juga sel-sel basal sekitar akar bulu/rambut. Protease mampu mencerna soft keratin pada sel-sel lapisan malphigi dan akar rambut, sehingga rambut dapat tercabut sampai akar-akarnya (Triatmojo et al., 2004).

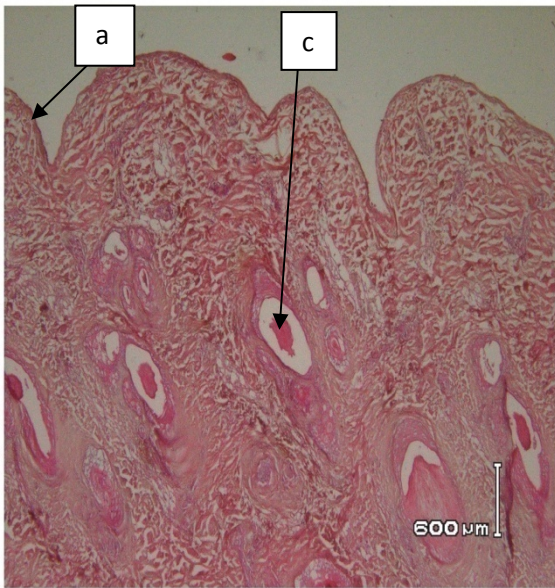


Penampang melintang kulit domba proses *unhairing* tanpa enzim perbesaran 400X

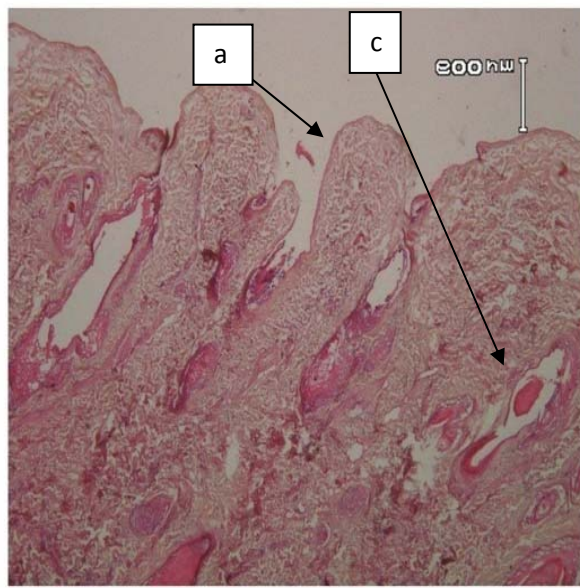


Penampang melintang kulit domba proses *unhairing* protease *Aspergillus* sp. perbesaran 400X

Gambar 1. Fotomikrograf penampang melintang kulit domba proses *unhairing* tanpa enzim dan menggunakan enzim protease *Aspergillus* sp. 2% (a. epidermis, b. rambut, c. folikel rambut) (photomicrograph of cross section of sheep leather with *unhairing* without enzyme and used 2% enzyme of *Aspergillus* sp. (a. epidermis, b. hair, c. follicle hair)).

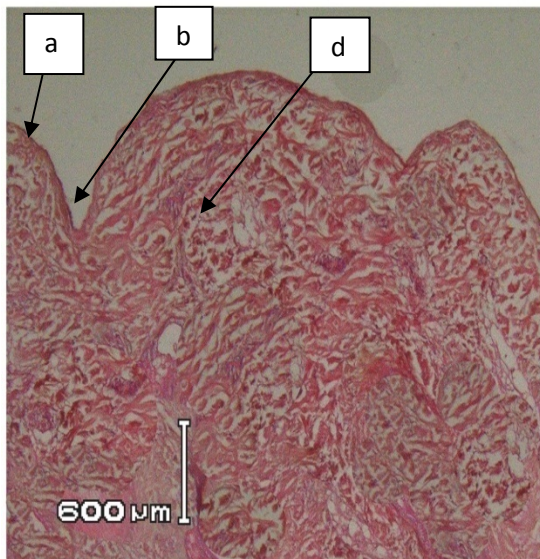


Penampang melintang kulit domba proses unhairing protease *Rhizopus* sp. 2% perbesaran 400 X

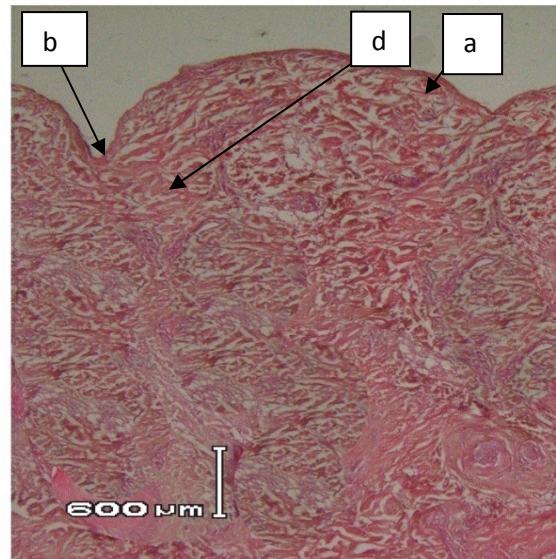


Penampang melintang kulit domba proses unhairing protease *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp. 2% perbesaran 400 X

Gambar 2. Fotomikrograf penampang melintang kulit domba proses unhairing menggunakan enzim protease *Rhizopus* sp. 2% serta gabungan antara *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp. 2% (a. epidermis, c. folikel rambut) (photomicrograph of cross section of sheep leather with unhairing process using 2% protease enzyme of *Rhizopus* sp. and 2% enzyme of combined of *Aspergillus* sp. and *Rhizopus* sp. (a. epidermis, c. follicle hair)).



Penampang melintang kulit domba proses unhairing protease *Aspergillus* sp. 2,5% perbesaran 400 X



Penampang melintang kulit domba proses unhairing protease *Rhizopus* sp. 2,5% perbesaran 400 X

Gambar 3. Fotomikrograf penampang melintang kulit domba proses unhairing menggunakan enzim protease *Aspergillus* sp. 2,5% dan *Rhizopus* sp. 2,5% (a. epidermis, b. rambut, d. struktur kulit/papilar) (photomicrograph of cross section of sheep leather with unhairing process using 2.5% protease enzyme of *Aspergillus* sp. and 2.5% of *Rhizopus* sp. (a. epidermis, b. hair, d. structure of the skin/papillary)).

Selanjutnya dinyatakan pemakaian enzim untuk proses *unhairing* adalah rambut yang dihasilkan relatif utuh.

Nilai pH

Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa perlakuan enzimatik *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp. dan kombinasi antara *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp. berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai pH. Pada perlakuan enzimatik, penggunaan *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp. serta kombinasi antara *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp. dengan konsentrasi yang berbeda tidak meningkatkan nilai pH secara signifikan, yaitu sekitar 9,8 sampai 10,4, karena di dalam masa berjamur *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp. yang ditambahkan juga terdapat bahan organik yang dapat meningkatkan pH. Penambahan kapur pada perlakuan enzimatik untuk menaikkan nilai pH menjadi 9,5 guna meningkatkan kerja enzim protease *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp. dan kombinasi antara *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp. karena enzim protease dari kedua jenis jamur dapat bekerja pada pH 9,5. Kamini et al. (1998) menyatakan bahwa pH 10 efektif untuk buang rambut, dan penggunaan kapur konsentrasi tinggi akan menghasilkan lingkungan alkalin yang ekstrim.

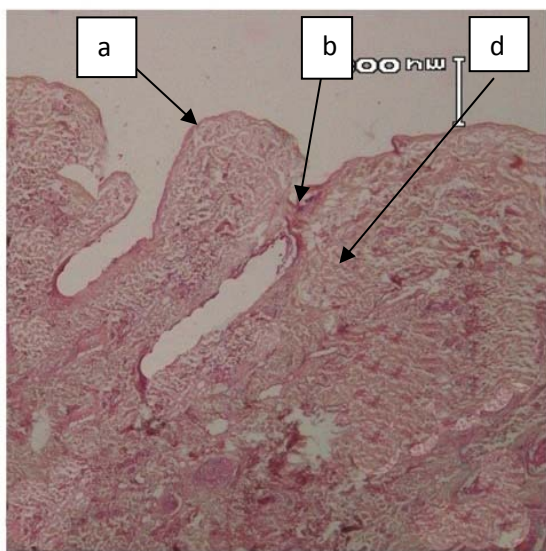
Penurunan nilai pH ini menguntungkan dan lebih ramah lingkungan karena mendekati nilai pH

netral. Semakin tinggi konsentrasi yang digunakan semakin tinggi nilai pH yang didapat, hal ini disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi yang diberikan maka konsentrasi substrat juga makin tinggi, substrat yang merupakan bahan organik akan meningkatkan nilai pH. Tchobanoglous dan Burton (1992) mengatakan bahwa bahan organik akan menambah konsentrasi ion hidrogen dan meningkatkan nilai pH interaksi antara konsentrasi enzim dan jenis jamur penghasil protease terhadap nilai pH memberikan perbedaan yang tidak nyata.

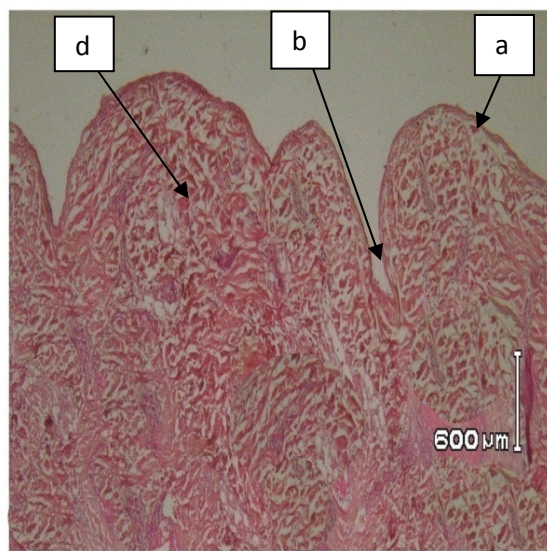
Nilai BOD

Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa perlakuan dengan konsentrasi protease berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai BOD, sedangkan perlakuan dengan jenis jamur dalam penelitian ini memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata terhadap nilai BOD.

Penurunan nilai BOD secara enzimatik pada konsentrasi perlakuan 2%, 2,5%, dan 3% pada penelitian ini dikarenakan enzim mencerna sel basal dari folikel rambut diikuti dengan memecah pelindung akar dari bagian rambut yang bukan keratin, sehingga menyebabkan tercabutnya akar rambut dan terbukanya ikatan serabut, maka rambut dapat terlepas dengan utuh. Selain itu enzim tidak dapat menghancurkan ikatan disulfida pada struktur keratin, maka struktur yang sudah terlepas tidak

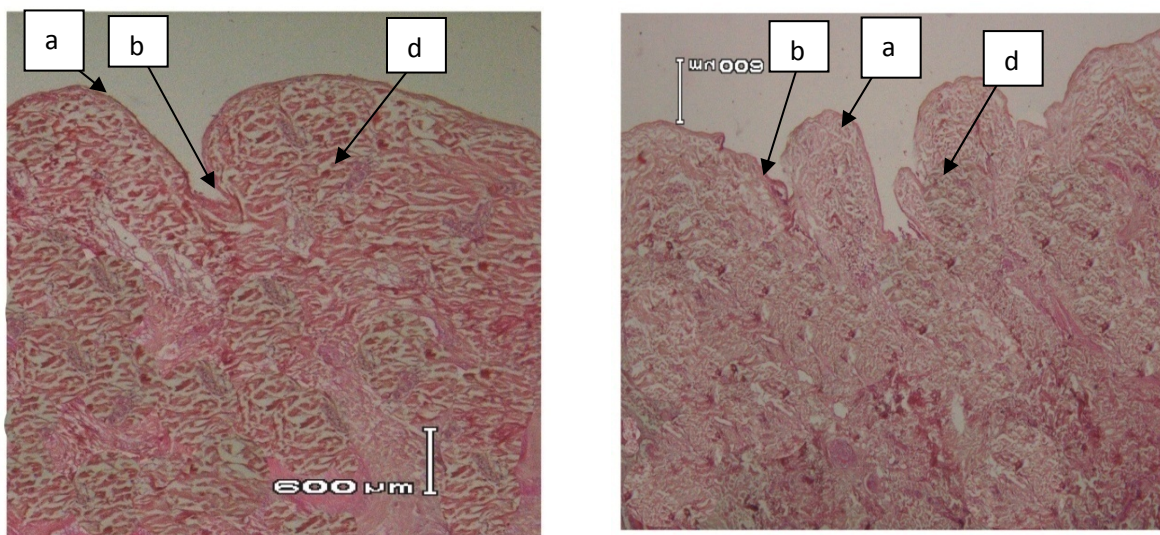


Penampang melintang kulit domba proses *unhairing* protease *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp. 2,5% perbesaran 400 X



Penampang melintang kulit domba proses *unhairing* protease *Aspergillus* sp. 3% perbesaran 400 X

Gambar 4. Fotomikrograf penampang melintang kulit domba proses *unhairing* menggunakan enzim protease gabungan antara *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp. 2,5% serta protease *Aspergillus* sp. 3% (a. epidermis, b. rambut, d. struktur kulit/papilar) (photomicrograph of cross section of sheep leather with *unhairing* process using 2.5% protease enzyme of combined *Aspergillus* sp. and *Rhizopus* sp. and 3% protease enzyme of *Aspergillus* sp. (a. epidermis, b. hair, d. structure of the skin/papillary)).



Penampang melintang kulit domba proses unhairing protease *Rhizopus* sp. 3% perbesaran 400 X

Penampang melintang kulit domba proses unhairing protease *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp. 3% perbesaran 400 X

Gambar 5. Fotomikrograf penampang melintang kulit domba proses unhairing menggunakan enzim protease *Rhizopus* sp. 3% serta gabungan antara *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp. 3% (a. epidermis, b. rambut, d. struktur kulit/papilar) (photomicrograph of cross section of sheep leather with unhairing process using 3% protease enzyme of *Rhizopus* sp. and 3% protease enzyme of combined of *Aspergillus* sp. and *Rhizopus* sp. (a. epidermis, b. hair, d. structure of the skin/papillary)).

Tabel 2. Rerata nilai kualitas limbah cair samak proses unhairing menggunakan enzim protease *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp. serta gabungan *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp. (average of quality ow waste water of unhairing process using protease enzyme of *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp. and combined of *Aspergillus* sp. and *Rhizopus* sp.)

Parameter	Perlakuan (treatment)				Rerata (average)
	P0	P1	P2	P3	
pH (pH value)					
<i>Aspergillus</i> sp.	12.67	10.37	10.40	10.53	10.99 ^a
<i>Rhizopus</i> sp.	13.00	9.73	10.80	11.33	11.21 ^a
<i>Aspergillus</i> sp. + <i>Rhizopus</i> sp.	12.50	9.30	9.37	9.47	10.16 ^b
Rerata (average)	12.72 ^a	9.80 ^b	10.19 ^b	10.44 ^b	
Nilai BOD (mg/L) (BOD value (mg/L)) ^{ns}					
<i>Aspergillus</i> sp.	19.900,00	6.966,67	6.200,00	5.586,67	9.663,335
<i>Rhizopus</i> sp.	19.200,00	7.566,67	6.640,00	5.466,67	9.718,335
<i>Aspergillus</i> sp. + <i>Rhizopus</i> sp.	22.666,67	7.090,00	5.566,67	5.440,00	10.190,84
Rerata (average)	20.588,89 ^a	7.207,78 ^b	6.135,56 ^b	5.497,78 ^b	
Nilai COD (mg/L) (COD value (mg/L)) ^{ns}					
<i>Aspergillus</i> sp.	43.666,67	13.733,33	13.500,00	13.600,00	21.125,00
<i>Rhizopus</i> sp.	43.266,67	13.466,67	13.530,67	13.281,00	20.886,25
<i>Aspergillus</i> sp. + <i>Rhizopus</i> sp.	44.366,67	13.433,33	13.633,33	13.470,00	21.225,83
Rerata (average)	43.766,67 ^a	13.544,44 ^b	13.554,67 ^b	13.450,33 ^b	

^{a,b} Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan (P<0,05) (different superscripts at the same row indicate significant differences (P<0.05)).

^{ns} non significant.

dapat dihancurkan dan rambut tetap utuh, sehingga limbah yang diperoleh rambutnya tetap utuh dan mudah dipisahkan. Kondisi ini menyebabkan bahan-bahan yang terkandung dalam limbah cair pada proses enzimatik lebih sedikit sehingga oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme lebih sedikit untuk mengoksidasi bahan-bahan tersebut dapat menurunkan nilai BOD dalam cemaran.

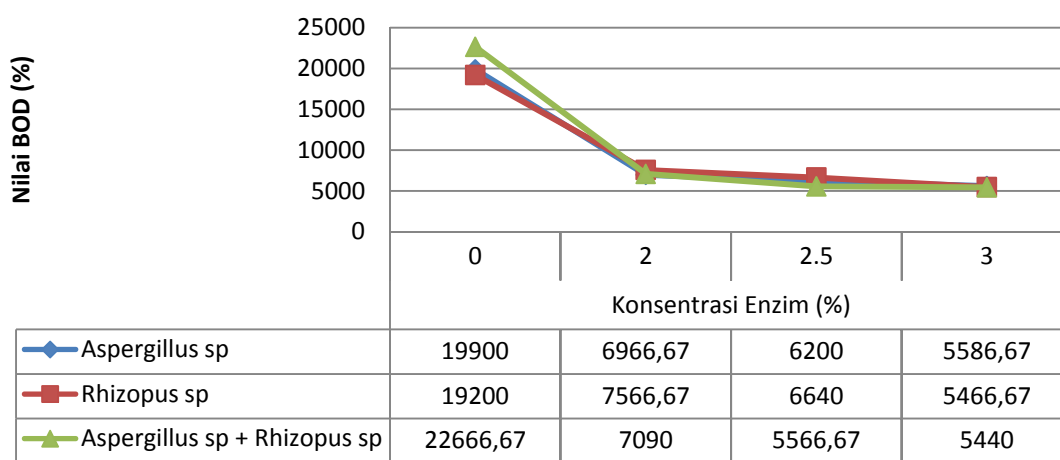
Triatmojo et al. (2004) menyatakan bahwa enzim protease mampu mencerna soft keratin pada sel-sel lapisan malpigi dan akar rambut, sehingga rambut dapat dicabut sampai ke akar-akarnya. Selanjutnya dikatakan pemakaian enzim untuk proses *unhairing* adalah rambut yang dihasilkan

relatif utuh, mengurangi penggunaan sulfida sekitar 60% serta menurunkan nilai BOD.

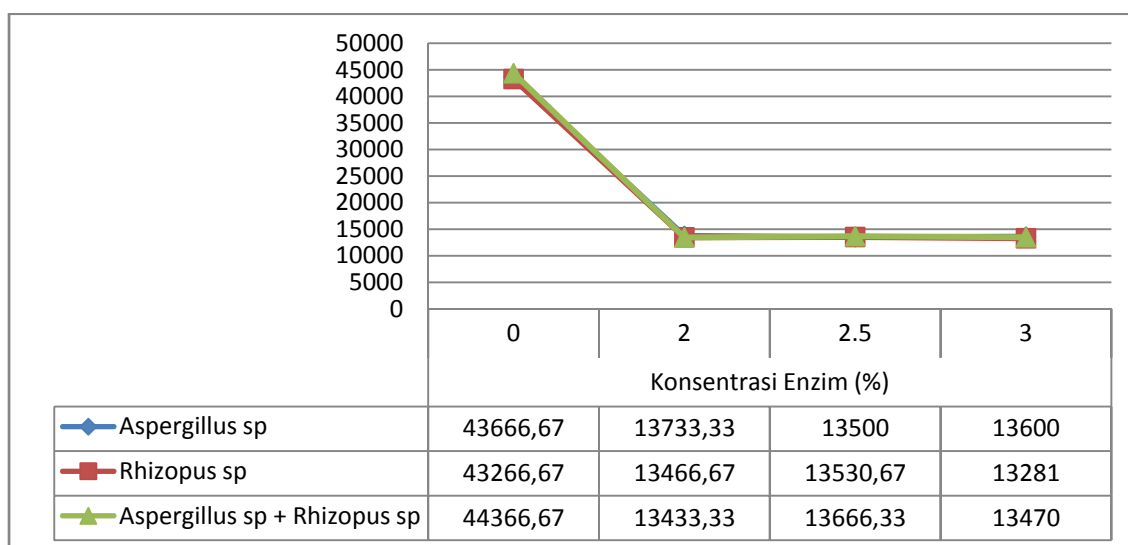
Semakin besar konsentrasi enzim yang digunakan maka semakin rendah nilai BOD yang dihasilkan, karena semakin besar konsentrasi enzim yang digunakan dapat mendegradasi bahan organik. Terjadi penurunan nilai BOD dengan perlakuan enzimatik pada konsentrasi 2%, 2,5% dan 3% sebesar 7207.78, 6135.56 dan 5497.78, ini menunjukkan bahwa perlakuan enzimatik dapat menurunkan nilai BOD (Gambar 6).

Nilai COD

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan dengan faktor konsentrasi enzim



Gambar 6. Grafik nilai BOD limbah cair samak *unhairing* menggunakan enzim protease *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp. serta gabungan *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp. (graphic of BOD's waste water of *unhairing* process using protease enzyme of *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp. and combined of *Aspergillus* sp. and *Rhizopus* sp.).



Gambar 7. Grafik nilai COD limbah cair samak *unhairing* menggunakan enzim protease *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp. serta gabungan *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp. (graphic of COD's waste water of *unhairing* process using protease enzyme of *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp. and combined of *Aspergillus* sp. and *Rhizopus* sp.).

memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai COD, sedangkan perlakuan dengan faktor jenis jamur pada penelitian ini memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap nilai COD.

Pada perlakuan enzimatik terjadi penurunan nilai COD yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dengan perlakuan konvensional. Hal ini disebabkan karena bahan-bahan organik yang terkandung dalam limbah cair pada perlakuan enzimatik tidak sebanyak seperti pada perlakuan proses *unhairing* secara konvensional. Pada proses enzimatik, enzim mencerna sel basal dari folikel rambut diikuti dengan memecah pelindung akar dan bagian dari rambut yang bukan keratin, sehingga menyebabkan tercabutnya akar rambut dan terbukanya ikatan serabut maka rambut dapat terlepas dengan utuh. Kondisi ini menyebabkan bahan-bahan organik yang terkandung dalam limbah cair proses *unhairing* secara enzimatik dapat disaring. Oleh karena itu kandungan bahan organik dalam limbah cair menjadi sedikit dan oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik tidak banyak.

Perlakuan enzimatik pada penelitian ini sangat potensial karena mampu mengeliminir nilai COD sampai 69%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Triatmojo *et al.* (2004), bahwa pemakaian enzim untuk proses *unhairing* adalah rambut yang dihasilkan relatif utuh serta dapat menurunkan nilai COD dalam limbah cair sekitar 40-50% lebih rendah dari pada proses *unhairing* secara konvensional.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan sebagai berikut: perlakuan konsentrasi protease yang berbeda pada proses *unhairing* memberikan efek yang positif terhadap kualitas fisik kulit dan limbah cair, perlakuan protease pada konsentrasi 2,5% dan 3% dapat meningkatkan nilai

kuat tarik dan suhu kerut kulit domba, histologi kulit yang dihasilkan proses *unhairing* pada konsentrasi 2,5% dan 3% masing-masing jenis jamur terlihat struktur kolagen mulai terbuka, kulit bersih dan tidak terdapat sisa rambut yang menempel, perlakuan protease sangat potensial karena dapat menekan hasil limbah BOD dan COD sebesar 69% pada penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Ediari, P., T. P. Widowati, H. Mustofa, T. C. B. Supriyono dan R. J. Susila. 2002. Penerapan protease *Rhizopus* sp. pada proses buang bulu ramah lingkungan. Prosiding Seminar Nasional II Industri Kulit, Karet dan Plastik. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Barang Kulit, Karet, dan Plastik, Yogyakarta.
- Kamini, N. R., C. Hemachander, J. G. S. Mala and R. Puvanakrishnan. 1998. Microbial Enzymes Technology as an Alternative Chemicals in Leather Industry. Department of Biotechnology, Central Leather Research Institute, Adyar, Chennai, India.
- Kanagy, J. R. 1977. Physical and performance properties of leather. In : The Chemistry and Technology of Leather Vol. IV. Edited by: Publishing Company, Huntington, New York.
- Tchobanoglous, G. and F. L. Burton. 1992. Wastewater Engineering, Treatment, Disposal and Reuse. 3rd ed. McGraw-Hill, Inc. Toronto.
- Triatmojo, S., Y. Erwanto, dan N. A. Fitriyanto. 2004. Penerapan protease *Aspergillus* sp pada proses buang rambut ramah lingkungan. Buletin Peternakan 28: 195-203.
- Widowati, T. P., P. Ediari, H. Mustofa, R. J. Susila, dan T. C. B. Supriyono. 2002. Penggunaan protease *Rhizopus* sp sebagai agensia proses buang bulu. JNK 9: 23-26.