

PENGARUH *BATING AGENT*DARI RAGI TEMPE (*Rhizopus oligosporus*) TERHADAP KUALITAS KULIT IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) SAMAK

*The Effect of Bating Agent from Ragi Tempe(Rhizopus oligosporus)
to the Quality of Nila (Oreochromis niloticus) Leather*

Arlina Hidayati, Putut Har Riyadi, Laras Rianingsih

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, S.H Tembalang. Semarang

Email : arlinahidayati23@gmail.com, laras_rianingsih@yahoo.com

Diserahkan tanggal 25 Juni 2015., Diterima tanggal 24 Juli 2015

ABSTRAK

Isolat *Rhizopus oligosporus*, mengandung enzim protease yang mudah diperoleh dalam bentuk ragi tempe dan terjangkau harganya sehingga dapat digunakan sebagai alternatif pengganti *bating agent* komersial yang harganya mahal serta tidak ramah lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh *Rhizopus oligosporus* sebagai *bating agent* terhadap kualitas kulit ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) samak dan mencari konsentrasi dan lama *bating* terbaik dari isolat *Rhizopus oligosporus* sebagai *bating agent*. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan isolat *Rhizopus oligosporus* dari ragi tempe komersial merk RAPRIMA. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental lapangan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan Pola Faktorial yaitu faktor A (konsentrasi isolat *Rhizopus oligosporus*: 0,5%; 1%; 1,5%; 2%; dan 2,5%) dan Faktor B (Lama *bating* : 30 menit, 60 menit dan 90 menit). Parameter yang di uji adalah kadar protein terlarut pada limbah *bating*, kadar krom, kadar abu, kekuatan tarik, kemuluran, kekuatan sobek, dan suhu kerut. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai kadar protein terlarut pada limbah *bating* antara 0,28 – 1,08%; kadar krom 2,19 – 2,43%; kadar abu 4,38% – 4,95%; kekuatan tarik 1647,43 – 2161,93 N/cm²; kemuluran 90,36 – 109,11%; kekuatan sobek 297,94 – 472,85 N/cm; dan suhu kerut 98,33 – 101 °C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor perbedaan konsentrasi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar protein terlarut, kadar krom, kadar abu, kekuatan tarik, kemuluran, kekuatan sobek, dan suhu kerut. Sedangkan faktor lama *bating* berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar protein terlarut, kadar krom, kadar abu, kekuatan tarik, kemuluran, kekuatan sobek, dan suhu kerut. Interaksi kedua faktor berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar protein terlarut, kadar krom, dan kekuatan tarik, kekuatan sobek. Perlakuan terbaik yaitu pada penggunaan konsentrasi *Rhizopus oligosporus* 2% dengan lama *bating* 90 menit dengan suhu kerut (101°C), protein terlarut (0,88%) dari limbah *bating* dan telah memenuhi persyaratan mutu untuk kekuatan tarik (2161,93 N/cm²), dan kekuatan sobek (441,31N/cm) untuk kulit Ular Air Tawar (SNI 06-4586-1998), namun tidak memenuhi persyaratan mutu kulit dari nilai kemuluran (92,73%), kadar krom (2,36%) dan kadar abu (4,84%).

Kata kunci : Kulit ikan Nila, *Bating agent*, Protease, *Rhizopus oligosporus*

ABSTRACT

Rhizopus oligosporus isolate have the protease enzyme. This isolate is easily to find in the market in the form of tempeh starter and cheap so it can be used as an alternative to the commercial bating agent that are expensive and not environmentally friendly. The aim of the research is to know the effect of *Rhizopus oligosporus* as bating agent to the quality of leather and to find the best concentration and duration of bating from tempeh starter as bating agent. The material used in this research were Nila (*Oreochromis niloticus*) skin and isolate of *Rhizopus oligosporus* from commercial tempeh starter RAPRIMA. The research method used was experimental field. Analysis data in this research used an completely randomized factorial experimental design. Factor A (concentrations of isolate *Rhizopus oligosporus*: 0,5%; 1%; 1,5%; 2%; and 2,5%) and factor B (duration of bating : 30 minute, 60 minute and 90 minute). The parameter tested in this reseach are soluble protein from bating waste, chrome content, ash content, tensile strength, % elongation, tearing strength, and shrinkage temperature. Based on the result, the value of soluble protein from bating waste 0,28 – 1,08%; chrome content 2,19 – 2,43%; ash content 4,38% – 4,95%; tensile strength 1647,43 – 2161,93 N/cm²; % elongation 90,36 – 109,11%; tearing strength 297,94 – 472,85 N/cm; and shrinkage temperature 98,33 – 101 °C. The results of the research showed that concentration of *Rhizopus oligosporus*, had significantly ($P < 0.05$) for soluble protein from bating waste, chrome content, ash content, tensile strength, % elongation, tearing strength, and shrinkage temperature. Meanwhile duration of bating factor had significantly ($P < 0.05$) for soluble protein from bating waste, chrome content, ash content, tensile strength, % elongation, tearing strength, and shrinkage temperature. Interaction of each factor had significantly ($P < 0.05$) for soluble protein from bating waste, chrome content, tensile strength, and tearing strength. Concentration of *Rhizopus oligosporus* 2,0% with duration 90 minute was the best treatment with shrinkage temperature (101°C), soluble protein content (0,88%) and fulfilled the

quality criteria tensile strength (2161,93 N/cm²), tearing strength (441,31 N/cm) for Fresh Water Snake Leather (SNI 06-4586-1998). However not fulfilled in elongation at break (92,73%),chrome content (2,36%) and ash content (4,84%).

Keywords : Nila's skin, Bating Agent, Protease, *Rhizopus oligosporus*

PENDAHULUAN

Penyamakan adalah suatu proses pengerjaan pada kulit dengan penambahan zat-zat atau bahan-bahan penyamak sehingga kulit yang semula labil terhadap pengaruh kimia, fisik dan biologis menjadi stabil terhadap pengaruh tersebut (Judoamijojo, 1974). Salah satu kendala yang dihadapi industri penyamakan kulit selain pencemaran yang ditimbulkan juga ketersediaan bahan baku kulit mentah. Industri pemotongan dalam negeri hanya mampu menyediakan kulit mentah 40% untuk kulit sapi dan 20% untuk kulit domba atau kambing. Teknologi yang sudah dikuasai oleh para pengrajin dapat diupayakan untuk diterapkan pada usaha yang sama dengan diversifikasi bahan baku dan produk (Prayitno *et al.*, 2012). Alternatif yang dapat dilakukan untuk menutupi kekurangan bahan baku kulit yang berasal dari hewan ternak yaitu dengan menggunakan kulit yang berasal dari ikan (Alfindo, 2009).

Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) banyak diolah menjadi *fillet* ikan beku yang merupakan bahan baku industri pengolahan produk perikanan untuk diekspor ke beberapa negara. Pengolahan *fillet* ikan Nila (*O. niloticus*) menghasilkan hasil samping berupa kulit ikan dengan rendemen sebesar 8,7% dari berat total ikan (Peranginangin *et al.*, 2006). Pada umumnya limbah kulit ikan Nila (*O. niloticus*) dimanfaatkan menjadi kerupuk kulit. Kulit ikan Nila (*O. niloticus*) dapat dimanfaatkan untuk memenuhi ketersediaan bahan baku kulit pada proses penyamakan (Murniyati, *et al.*, 2012).

Produk kulit yang baik, dipengaruhi oleh perlakuan pada saat sebelum penyamakan, saat proses penyamakan dan pada saat pengujian. Perlakuan penyamakan kulit akan memperbaiki sifat-sifat kulit, antara lain kulit lebih tahan terhadap panas, pengaruh kimia dan aktivitas mikroorganisme serta meningkatkan kekuatan dan kelenturan kulit samak (Mustakim, 2010). Salah satu proses pra penyamakan yaitu *bating*. *Bating* merupakan suatu proses untuk menghilangkan sebagian atau seluruh zat kulit yang bukan kolagen agar diperoleh kulit jadi yang mempunyai kelembasan yang bagus dan untuk menghilangkan protein tersebut diperlukan enzim pengurai protein yaitu protease (Indaryati, 2001).

Bating agent yang sering digunakan adalah dari bahan kimia misalnya oropon. Bahan ini mahal harganya dan tidak ramah lingkungan

Isolat *Rhizopus oligosporus*, mengandung enzim protease yang mudah diperoleh dan terjangkau harganya sehingga dapat digunakan sebagai alternatif pengganti *bating agent* komersial. Yusriah dan Dwianita (2013) menambahkan bahwa, mikroorganisme merupakan sumber enzim dan lebih menguntungkan karena pertumbuhannya cepat, dapat tumbuh pada substrat yang murah, lebih mudah ditingkatkan hasilnya melalui pengaturan kondisi pertumbuhan dan rekayasa genetika, serta mampu menghasilkan enzim yang ekstrim.

Penelitian ini menggunakan *bating agent* dari isolat *R. oligosporus* dengan konsentrasi dan lama *bating* yang berbeda. Enzim protease yang berasal dari isolat *R.*

oligosporus diharapkan mampu menghilangkan protein non kolagen pada kulit ikan Nila (*O. niloticus*) sehingga bahan penyamak mudah berikatan dengan kolagen dan kulit Nila (*O. niloticus*) samak yang dihasilkan memiliki kualitas baik.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan bating agent dari ragi tempe (*R. oligosporus*) terhadap kualitas kulit ikan Nila (*O. niloticus*) samak dan mencari konsentrasi dan waktu terbaik dari penggunaan isolat *R. oligosporus* sebagai *bating agent*.

METODE PENELITIAN

Materi yang digunakan padapenelitian adalah kulit ikan Nila (*O. niloticus*) dan ragi tempe RAPRIMA. Kulit ikan Nila (*O. niloticus*) diperoleh langsung dari PT Aquafarm, Semarang. Bahan yang digunakan untuk produksi protease kasar adalah NaNO₃, KH₂PO₄, MgSO₄.7H₂O, FeSO₄.7H₂O, ZnSO₄.7H₂O, KCl, dan dedak halus. Bahan untuk proses penyamakan kulit adalah *Teepol*, Na₂S, kapur, NH₄Cl, NaCl, FA, H₂SO₄, krom, Na Asetat, *kationik oil*, soda kue, *glutaraldehyde*, *tanigan PAK*, akrilik, *syntan*, *melamin*, minyak sulfitasi, *emulsifier*, *waterproof*, *fixing agent*, dan anti jamur. Bahan yang digunakan untuk analisis kadar krom adalah KNaCO₃, Na₂B₄O₇.10H₂O, air suling, HCl 10%, asam fosfat, kalium yodida, amilum, dan natrium tio sulfat 0.1 N. Bahan yang digunakan untuk analisis kadar protein terlarut adalah reagen *Lowry A*, reagen *Lowry B*, reagen *Lowry C*, reagen *Folin-Ciocalteu 2N*, dan larutan BSA. Bahan yang digunakan untuk pengukuran suhu kerut adalah gliserin.

Alat yang digunakan adalah *autoclave*, inkubator, *vortex*, blender, oven, drum penyamakan. Analisis kadar protein terlarut dengan menggunakan *spektrofotometer UV Shimadzu*, tungku listrik, alat titrasi, eksikator, tungku listrik, *thickness gauge* dan *tensile strength machine*.

Produksi Enzim (Fitriyanto *et al.*, 2004)

Ragi tempe sebanyak 1 gram dihomogenkan dengan 9 ml akuades steril, larutan ragi di *spread* pada media PDA cawan kemudian diinkubasi pada suhu 37^oC selama 2 hari, jamur yang telah tumbuh pada media PDA cawan diinokulasikan (*streak*) pada media PDA miring kemudian diinkubasi pada suhu 37^oC selama 2 hari, jamur yang tumbuh diambil menggunakan jarum ose kemudian dihomogenisasi dengan 10 ml akuades steril menggunakan *vortex*, larutan kapang diinokulasikan ke dalam campuran dedak steril dan larutan garam (2 gr NaNO₃, 1 gr KH₂PO₄, 0,5 gr MgSO₄.7H₂O, 10 gr FeSO₄.7H₂O, ZnSO₄.7H₂O dan 0,5 gr KCl dan ditambahkan 100 ml akuades), campuran dedak, larutan garam dan kapang diinkubasi pada suhu 37^oC selama 2 hari, dedak yang telah ditumbuhi kapang, dikeringkan dengan oven maksimum 40^oC sampai kering dan dihaluskan dengan cara di blender. Enzim protease *R. oligosporus* kasar dapat diaplikasikan.

Penyamakan Kulit Ikan

Tahapan penyamakan kulit ikan adalah perendaman kulit (*soaking*), penghilangan sisik (*descaling*), penghilangan daging (*flashing*), pengapuran (*liming*), pengapuran ulang (*reliming*), penghilangan kapur (*deliming*), pengikisan protein (*bating*), pengasaman (*pickling*), penyamakan (*tanning*), basisitasi, penyamakan ulang (*retanning 1*), netralisasi, penyamakan ulang (*retanning 2*), peminyakan, fiksasi, dan pementangan.

Penelitian dilakukan dengan metode percobaan eksperimental lapangan dengan rancangan acak lengkap pola faktorial. faktor A (konsentrasi isolat *Rhizopus oligosporus*: 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5%) dan Faktor B (lamabating: 30 menit, 60 menit dan 90 menit). Parameter yang di uji adalah kadar protein terlarut pada limbah *bating*, kadar krom, kadar abu, kekuatan tarik, kemuluran, kekuatan sobek, dan suhu kerut

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kadar Protein Terlarut

Kadar protein terlarut dalam limbah *bating* menunjukkan banyaknya zat-zat kulit yang tidak diperlukan yang dapat terkikis oleh enzim. Proses *bating* dapat menghilangkan protein non kolagen sehingga dapat mempermudah krom berikatan dengan kolagen. Menurut Prayitno (1998), proses *bating* bertujuan untuk menghilangkan protein non kolagen untuk menjadikan kulit lunak dan mempunyai kekuatan yang baik karena protein non kolagen yang masih tersisa menyebabkan serabut-serabut mengeras pada proses pengeringan sehingga kulit akan kehilangan fleksibilitas. Hasil rata-rata kadar protein terlarut pada limbah *bating* perlakuan konsentrasi *Bating agent* dari isolat *R. oligosporus* dan Lama *Bating* tersaji pada Tabel 1.\

Tabel 1. Hasil Uji Kadar Protein Terlarut

Waktu (Menit)	Konsentrasi (%)				
	0,5	1	1,5	2	2,5
30	0,28±0,03 ^a	0,30±0,02 ^a	0,43±0,02 ^{cd}	0,60±0,02 ^c	0,78±0,03 ^f
60	0,29±0,03 ^a	0,34±0,02 ^{ab}	0,47±0,02 ^d	0,65±0,01 ^c	0,88±0,02 ^g
90	0,37±0,03 ^{bc}	0,49±0,03 ^d	0,63±0,01 ^e	0,88±0,02 ^g	1,08±0,02 ^h

Keterangan: *Superscript* yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05) diantara perlakuan

Nilai kadar protein tertinggi yaitu 1,08 ± 0,02% pada konsentrasi 2,5% lama waktu 90 menit sedangkan kadar protein terendah pada konsentrasi 0,5% dengan lama waktu 30 menit yaitu 0,28 ± 0,03%. Apabila dibandingkan dengan lama *bating* 60 menit pada konsentrasi isolat *R. oligosporus* 2% menghasilkan nilai kadar protein terlarut dengan kenaikan lebih rendah yaitu 0,05% dibandingkan dengan konsentrasi yang sama pada lama *bating* 90 menit yaitu 0,23%. Pada konsentrasi yang sama, kadar protein terlarut meningkat berbanding lurus dengan lamanya waktu *bating*. Hal tersebut menunjukkan adanya hubungan antara konsentrasi dan waktu *bating* terhadap jumlah protein terlarut yang dihasilkan. Menurut Handayani *et al.*, (2013), enzim dan substrat akan membentuk kompleks enzim substrat sebelum akhirnya terbentuk produk. Apabila waktu reaksi bertambah maka artinya waktu pembentukan kompleks substrat juga bertambah, dapat disimpulkan bahwa aktivitas enzim akan meningkat dengan bertambahnya waktu reaksi hingga mencapai waktu optimum.

Kenaikan nilai kadar protein terlarut tertinggi pada limbah *bating* yaitu perlakuan konsentrasi isolat *R. oligosporus* 2% dan lama *bating* 90 menit sebesar 0,25% dibandingkan dengan perlakuan lama *bating* yang sama pada konsentrasi isolat *R. oligosporus* 2,5% menghasilkan nilai kadar protein terlarut dengan kenaikan lebih rendah yaitu 0,20%. Kenaikan nilai kadar protein terlarut pada konsentrasi 2,5% lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi 2% dikarenakan jumlah substrat yang tersedia sudah mulai berkurang sehingga dengan sendirinya produk olahan enzim juga akan berkurang. Selain itu dapat disebabkan hasil hidrolisis enzim yang terbentuk. Produk yang terbentuk akan menjadi penghambat reaksi antara enzim dan substrat. Menurut

Handayani *et al.*, (2013), jika penambahan enzim semakin banyak maka kompleks substratpun akan lebih banyak terbentuk. Pada proses hidrolisa, keberadaan produk dalam kondisi tertentu justru akan menjadi inhibitor yang akan menghambat kinerja enzim karena bersifat kompetitif. Keberadaan inhibitor kompetitif dalam proses hidrolisa mempunyai struktur yang sama dengan substrat sehingga akan berkompetisi untuk berikatan dengan tempat aktif enzim. Penggunaan *R. oligosporus* 2.5% selama 90 menit perendaman menghasilkan protein terlarut paling tinggi pada limbah perendaman yaitu 1,08% yang artinya paling tinggi mengikis protein pada kulit. Semakin tinggi protein non kolagen yang dapat terkikis diharapkan dapat mempermudah krom berikatan dengan kolagen.

Analisis Kadar Krom

Kadar krom kulit ikan Nila (*O. niloticus*) samak menunjukkan banyaknya krom yang dapat terikat oleh kolagen kulit. Proses *bating* dapat menghilangkan komponen-komponen kulit yang tidak diperlukan sehingga dapat mempermudah krom berikatan dengan kolagen. Hal tersebut berdasarkan pada Mustika (2001), serat-serat kulit yang telah terbuka dan bersihnya kulit dari zat-zat non kolagen menyebabkan zat penyamak dapat berikatan dengan kolagen kulit dengan baik. Ikatan yang terbentuk antara krom dan protein kolagen akan menyebabkan berubahnya sifat kulit mentah menjadi lebih tahan terhadap pengaruh fisis maupun khemis. Hasil rata-rata kadar krom pada kulit ikan Nila (*O. niloticus*) samak perlakuan konsentrasi *bating agent* dari isolat *R. oligosporus* dan Lama *Bating* tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Kadar Krom

Waktu (Menit)	Konsentrasi (%)				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
30	2,19±0,01 ^a	2,20±0,01 ^a	2,21±0,02 ^a	2,24±0,02 ^{ab}	2,27±0,02 ^{bc}
60	2,20±0,01 ^a	2,22±0,03 ^{ab}	2,25±0,02 ^{bc}	2,29±0,02 ^c	2,34±0,02 ^d
90	2,22±0,02 ^{ab}	2,24±0,02 ^{ab}	2,30±0,01 ^{cd}	2,36±0,01 ^d	2,43±0,03 ^e

Keterangan: *Superscript* yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) diantara perlakuan

Nilai kadar krom tertinggi yaitu $2,43 \pm 0,03\%$ pada konsentrasi 2,5% lama waktu 90 menit sedangkan kadar krom terendah pada konsentrasi 0,5% dengan lama waktu 30 menit yaitu $2,19 \pm 0,01\%$. Kenaikan nilai kadar krom pada kulit ikan Nila (*O. niloticus*) yang tertinggi yaitu pada perlakuan lama *bating* 90 menit dan konsentrasi isolat *R. oligosporus* 2,5% yaitu sebesar 0,09% dibandingkan dengan konsentrasi isolat *R. oligosporus* yang sama pada lama *bating* 60 menit menghasilkan nilai kadar krom dengan kenaikan lebih rendah yaitu 0,07%. Apabila dibandingkan pada perlakuan lama *bating* yang sama yaitu 90 menit, kenaikan nilai kadar krom dengan perlakuan konsentrasi 2,5% dengan lama *bating* 90 menit (0,07%) lebih tinggi dibandingkan dengan kenaikan kadar krom pada konsentrasi 2% (0,06%). Hal tersebut terjadi karena semakin tinggi konsentrasi isolat *R. oligosporus* dan semakin lama *bating* menyebabkan struktur kulit semakin terbuka sehingga memudahkan zat penyamak berikatan dengan kolagen. Menurut Purnomo (1987), proses *bating* pada penyamakan kulit akan menyebabkan zat-zat kulit yang tidak diperlukan seperti protein elastin, globular dan epidermis hilang sehingga memudahkan terjadinya pengikatan krom dengan kolagen kulit.

Rataan kadar krom pada semua perlakuan yaitu antara 2,19 - 2,43%. Rataan kadar krom kulit ikan Nila (*O. niloticus*) semua perlakuan *bating agent* dari isolat *R. oligosporus* tidak memenuhi persyaratan pada standar mutu kulit jadi Kulit Ular Air Tawar (SNI 06-4586-1998) yaitu minimal 2,5%. Hal tersebut dikarenakan masih adanya kapur yang tertinggal dalam kulit akibat proses pembuangan kapur yang kurang baik

sehingga menghalangi ikatan antara krom dan kolagen. Kapur yang menghalangi masuknya bahan penyamak disebabkan karena asam yang digunakan pada preparasi *bating* menggunakan enzim yang aktif pada pH rendah belum mampu untuk menyempurnakan pembuangan kapur pada kulit berbeda dengan penggunaan garam ammonium pada *bating agent* yang aktif pada suasana basa. Garam ammonium merupakan bahan yang digunakan pada proses pembuangan kapur. Penambahan garam ammonium pada *bating agent* bertujuan untuk menyempurnakan proses pembuangan kapur. Menurut Fahidin dan Muslich (1999), secara umum garam yang dapat bekerja sebagai aktivator adalah garam ammonium, semakin besar daya aktivatornya akan semakin membengkakkan kulit. Purnomo (1985), salah satu tujuan proses *bating* adalah menghilangkan sisa-sisa kapur yang masih tertinggal. Suradi *et al.*, (2011), menambahkan bahwa bila pembuangan zat-zat kulit yang tidak dibutuhkan tidak sempurna akan menyebabkan terjadinya hambatan penetrasi zat penyamak.

Analisis Kadar Abu

Kadar abu kulit ikan Nila (*O. niloticus*) samak menunjukkan banyaknya kandungan mineral total yang terdapat pada kulit. Proses *bating* dapat menghilangkan komponen-komponen kulit yang tidak diperlukan termasuk sisa kapur dari proses pengapuran sehingga dapat mempermudah krom berikatan dengan kolagen. Hasil rata-rata kadar abu pada kulit ikan Nila (*O. niloticus*) samak perlakuan konsentrasi *bating agent* dari isolat *R. oligosporus* dan lama *bating* tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Kadar Abu

Waktu (Menit)	Konsentrasi (%)				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
30	4,38±0,04 ^a	4,41±0,08 ^a	4,52±0,12 ^a	4,61±0,09 ^a	4,73±0,12 ^a
60	4,47±0,08 ^a	4,51±0,07 ^a	4,56±0,10 ^a	4,67±0,15 ^a	4,82±0,16 ^a
90	4,57±0,07 ^a	4,62±0,12 ^a	4,73±0,09 ^a	4,84±0,12 ^a	4,95±0,05 ^a

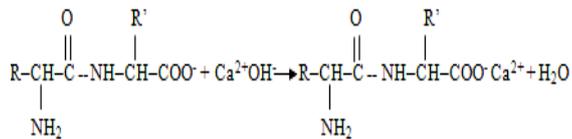
Keterangan: *Superscript* yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) diantara perlakuan

Nilai kadar abu tertinggi pada kulit ikan Nila (*O. niloticus*) samak yaitu pada perlakuan konsentrasi *bating agent* dari isolat *R. oligosporus* 2,5% lama *bating* 90 menit ($4,95 \pm 0,04$) dan terendah yaitu konsentrasi *bating agent* dari isolat *R. oligosporus* 0,5% lama *bating* 30 menit ($4,38 \pm 0,04$). Nilai kadar abu yang tinggi pada perlakuan tersebut disebabkan enzim protease dapat menghilangkan protein non kolagen lebih banyak sehingga kolagen dapat mudah berikatan dengan krom yaitu sebesar 2,43% pada perlakuan yang sama. Semakin tinggi kulit mengikat krom maka semakin tinggi kadar abu pada kulit. Menurut Herawati (1996) dalam Mustika (2001), nilai kadar abu dapat disebabkan penambahan krom dalam proses penyamakan. Bahan penyamak inilah yang merupakan

senyawa anorganik (abu) yang terdapat dalam kulit jadi pada saat dilaksanakan uji kadar abu. Menurut BBKPP (1989) dalam Indaryati (2001), umumnya kadar abu dan kadar krom kulit samak akan berbanding lurus. Jika kadar krom oksidanya tinggi maka kadar abunya juga tinggi.

Selisih antara kadar abu dengan kadar krom yang diperoleh tidak memenuhi standar mutu kulit Ular Air Tawar (SNI 06-4586-1998) yaitu maksimum 2%. Semua perlakuan mempunyai selisih kadar abu dan krom diatas standar yang dipersyaratkan yaitu antara 2,19 - 2,52%. Hal ini mungkin disebabkan kulit dapat mengikat mineral tambahan dari proses pengapuran, proses penghilangan kapur yang kurang sempurna pada proses penghilangan kapur (*deliming*) dan isolat *R.*

oligosphorustidak mampu menyempurnakan proses pembuangan kapur. Hal tersebut berdasarkan pada Mustika (2001), faktor lain yang mempengaruhi nilai kadar abu adalah kemampuan kulit untuk mengikat mineral tambahan. Purnomo (1985), proses buang kapur yang tidak dilakukan dengan baik maka kadar abu yang diperoleh akan sangat tinggi. Menurut Fahrul (2005), kapur (CaO) digunakan dalam proses pengapuran menyebabkan meningkatnya kadar abu terutama dalam bentuk garam-garam karboksilat. Reaksi pembentukan garam kalsium karboksilat adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Reaksi Pembentukan Garam Kalsium Karbonat
 Sumber : Christianto (2001) dalam Fahrul (2005)

Analisis Kekuatan Tarik Kulit

Kekuatan tarik adalah kemampuan kulit untuk menahan beban dengan berat tertentu yang merupakan salah satu

indikator untuk mengetahui kualitas kulit samak. Menurut Budiyanto (2010), kekuatan tarik menggambarkan kuatnya ikatan antara serat kolagen penyusun kulit dengan zat penyamak. Hasil pengujian kekuatan tarik pada kulit ikan Nila (*O. niloticus*) samak perlakuan konsentrasi *bating agent* dari isolat *R. oligosporus* dan lama *bating* teraji pada Tabel 4.

Kenaikan nilai kekuatan tarik kulit ikan Nila (*O. niloticus*) samak tertinggi yaitu pada perlakuan lama *bating* 90 menit dan konsentrasi isolat *R. oligosporus* 2% yaitu sebesar 222,87 N/cm² (11,5%) dibandingkan dengan lama *bating* 60 menit pada konsentrasi isolat *R. oligosporus* yang sama menghasilkan kekuatan tarik dengan kenaikan lebih rendah yaitu 177,23 N/cm² (10%). Pada perlakuan lama waktu *bating* 90 menit konsentrasi isolat *R. oligosporus* 2% menghasilkan struktur kulit yang lebih terbuka sehingga bahan penyamak mudah berikatan dengan kolagen. Menurut Syafie *et al.*, (2013), semakin optimal enzim menghidrolisis protein non kolagen menyebabkan struktur jaringan kulit menjadi lebih terbuka dan bahan penyamak lebih mudah berinteraksi dengan kulit sehingga menghasilkan nilai kekuatan tarik yang semakin tinggi.

Tabel 4. Hasil Uji Kekuatan Tarik Kulit

Waktu (Menit)	Konsentrasi (%)				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
30	1647,43±6,27 ^a	1658,83±6,30 ^{ab}	1769,67±7,78 ^d	1856,68±6,91 ^f	1875,12±6,86 ^f
60	1661,73±6,87 ^{ab}	1710,73±6,77 ^c	1848,64±6,81 ^e	1939,06±6,45 ^f	2055,95±6,33 ^g
90	1699,61±6,19 ^c	1780,16±6,61 ^d	1967,37±6,13 ^f	2161,93±5,79 ^h	2062,95±6,43 ^g

Keterangan: *Superscript* yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05) diantara perlakuan

Terjadi penurunan nilai kekuatan tarik sebesar 98,98 N/cm² (4,6%) pada konsentrasi 2,5% dengan lama waktu *bating* 90 menit dikarenakan semakin banyak protein yang dapat terhidrolisis menyebabkan semakin mudah krom dapat berikatan dengan kulit. Besarnya konsentrasi bahan penyamak yang berikatan dengan kulit berpengaruh terhadap kestabilan kulit samak yang dihasilkan. O'Flaherty (1978), menyatakan bahwa konsentrasi *bating agent* yang terlalu tinggi dapat melemahkan struktur kulit sehingga kulit menjadi rapuh. Kadar bahan penyamak yang berlebihan dalam kolagen akan menurunkan kekuatan kulit karena rantai polipeptida terlalu banyak menerima bahan penyamak yang melebihi batas muatan serabut kulit dan serabut kolagen pun akan mudah terputus.

Berdasarkan hasil uji kekuatan tarik pada kulit Nila (*O. niloticus*) samak yang dihasilkan dengan perlakuan konsentrasi *bating agent* dari isolat *R. oligosporus* dan lama waktu *bating* telah memenuhi persyaratan mutu SNI 06-4586-1998 tentang kulit Ular Air Tawar yaitu minimal 1000 N/cm². Dengan demikian, kulit ikan Nila (*O. niloticus*) baik dari perlakuan menggunakan *bating agent* dari isolat *R. oligosporus* layak dijadikan sebagai bahan baku untuk bahan baku kulit seperti sepatu dan industri kreatif. Budiyanto (2010), kekuatan tarik suatu kulit tersamak dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain: proses peminyakan kulit, ketebalan kulit, struktur kulit dan besarnya konsentrasi krom yang digunakan. Kulit yang terlalu tipis atau terlalu tebal akan menghasilkan uji tarik yang kurang bagus. Struktur kulit yang kurang bagus, dengan kandungan kolagen yang kurang akan menyebabkan penyerapan krom kurang sempurna sehingga mutu uji tarik

yang dihasilkan kurang maksimal. Proses peminyakan bertujuan menjadikan serat-serat kulit menjadi lembut dan fleksibel saat dipegang. Semakin tinggi konsentrasi krom pengikatan minyak akan semakin tinggi pula.

Analisis Kemuluran

Kemuluran atau kekuatan regang kulit merupakan salah satu parameter kualitas kulit samak yang menunjukkan pertambahan panjang kulit pada saat ditarik sampai putus dibagi dengan panjang semula, dan dinyatakan dalam bentuk persen kemuluran. Menurut Budiyanto (2010), nilai uji regang menggambarkan sifat elastisitas kulit tersamak. Kulit yang elastis akan memudahkan proses pengolahan lebih lanjut dan mempunyai daya awet yang tinggi. Hasil pengujian kemuluran kulit ikan Nila (*O. niloticus*) samak dengan perlakuan konsentrasi *bating agent* dari isolat *R. oligosporus* dan lama *bating* tersaji pada Tabel 5.

Kemuluran cenderung menurun dengan bertambahnya krom yang dapat berikatan dengan kulit. Nilai kemuluran kulit ikan Nila (*O. niloticus*) terendah adalah pada perlakuan konsentrasi isolat *R. oligosporus* 2,5% dengan lama waktu 90 menit yaitu 90,36 ± 1,51. Hal tersebut dikarenakan pada perlakuan tersebut banyak protein non kolagen yang dapat dihilangkan sehingga semakin banyak bahan penyamak yang dapat berikatan dengan kolagen. Semakin banyak bahan penyamak yang berikatan dengan kolagen menyebabkan kulit memiliki nilai kemuluran yang semakin rendah. Hal ini sesuai dengan Hastuti (2014), bertambahnya konsentrasi bahan penyamak menjadikan kulit samak kaku akibat banyaknya ikatan yang terjadi antara kolagen dan bahan penyamak.

Berdasarkan hasil uji kemuluran pada kulit Nila (*O. niloticus*) yang dihasilkan dengan perlakuan konsentrasi bahan *bating* dari isolat *R. oligosporus* tidak memenuhi persyaratan SNI 06-4586-1998 tentang Kulit Ular Air Tawar dengan nilai kemuluran yaitu maksimum 30%. Hal tersebut dapat terjadi karena elastin tidak hilang pada tahap *bating* karena isolat *R. oligosporus* tidak memiliki enzim elastase yang dapat menghilangkan elastin. Elastin tereduksi pada proses pengapuran namun tidak hilang pada tahap *bating* sehingga nilai kemuluran kulit ikan Nila (*O. niloticus*) samak yang dihasilkan dari perlakuan *bating* yang berasal dari isolat *R. oligosporus* mempunyai nilai kemuluran atau kekuatan regang tinggi. Sahaya et al., (2012), menyatakan bahwa kekuatan regang kulit berkaitan dengan kelemasan atau elastisitas kulit yang dihasilkan. Kulit samak menjadi lemas karena terjadi reduksi elastin. Menurut (Thortensen, 1985), elastin akan mengalami reaksi reduksi pada proses pengapuran dan reaksi ini akan terus dilanjutkan pada proses pengikisan protein dengan menggunakan enzim, sehingga akan terbuang dari kulit. Judoamidjojo (1981), mengemukakan bahwa serabut

elastin yang lebih tegak dengan anyaman rapat (padat) menghasilkan kulit yang mempunyai daya kekuatan regang yang kecil tetapi bila serabut lebih horizontal dan anyaman lebih longgar (lunak) maka kulit akan lebih mulur.

Analisis Kekuatan Sobek

Kekuatan sobek adalah besarnya gaya maksimal yang diperlukan untuk menyobek cuplikan sampai sobek yang dinyatakan dalam satuan N per cm tebal kulit. Semakin banyak protein non kolagen yang terkikis maka akan mempermudah bahan penyamak berikatan dengan kolagen. Mustakim (2010), menambahkan bahwa, kekuatan sobek ekuivalen dengan kekuatan tarik kulit samak dan berbanding terbalik dengan kemuluran. Pada kulit samak, jika kekuatan tariknya tinggi maka kekuatan sobeknya juga tinggi. Hasil pengujian kekuatan sobek kulit ikan Nila (*O. niloticus*) samak dengan perlakuan konsentrasi *bating agent* dari isolat *R. oligosporus* dan lama *bating* tersaji pada Tabel 6.

Tabel 5. Hasil Uji Kemuluran Kulit

Waktu (Menit)	Konsentrasi (%)				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
30	109,11±3,01 ^a	108,11±3,17 ^a	104,81±1,89 ^a	101,82±2,57 ^a	98,15±2,87 ^a
60	106,00±5,99 ^a	104,01±2,99 ^a	102,67±2,18 ^a	99,26±2,28 ^a	95,76±3,17 ^a
90	99,44±2,37 ^a	97,79±1,92 ^a	95,94±1,59 ^a	92,73±2,57 ^a	90,36±1,51 ^a

Keterangan: *Superscript* yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) diantara perlakuan

Tabel 6. Hasil Uji Kekuatan Sobek

Waktu (Menit)	Konsentrasi (%)				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
30	297,94 ± 3,10 ^a	309,08 ± 2,90 ^b	321,37 ± 3,14 ^c	342,10 ± 2,64 ^d	371,86 ± 2,78 ^e
60	311,56 ± 2,07 ^b	328,79 ± 2,40 ^c	345,86 ± 2,49 ^d	383,61 ± 2,08 ^f	426,20 ± 2,29 ^h
90	343,38 ± 3,01 ^d	367,34 ± 2,81 ^e	392,98 ± 2,57 ^g	441,31 ± 2,70 ⁱ	472,85 ± 2,55 ^j

Keterangan: *Superscript* yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) diantara perlakuan

Berdasarkan hasil pengukuran kekuatan sobek kulit ikan Nila (*O. niloticus*) samak, dapat diperoleh bahwa kekuatan sobek terendah pada perlakuan konsentrasi 0,5% dengan lama waktu 30 menit dengan nilai kekuatan sobek sebesar 297,94 ± 3,10 N/cm sedangkan kekuatan sobek tertinggi pada perlakuan konsentrasi 2,5% waktu 90 menit sebesar 472,85 ± 2,55 N/cm. Kenaikan nilai kekuatan sobek tertinggi yaitu pada perlakuan lama *bating* 90 menit dan konsentrasi isolat *R. oligosporus* 2% yaitu sebesar 57,16 N/cm (14,9%) dibandingkan dengan perlakuan pada lama *bating* 60 menit pada konsentrasi isolat *R. oligosporus* yang sama menghasilkan nilai kekuatan sobek dengan kenaikan lebih rendah yaitu 41,5 N/cm (12,1%). Apabila dibandingkan pada perlakuan lama *bating* yang sama yaitu 90 menit, kenaikan nilai kekuatan sobek dengan perlakuan lama *bating* 90 menit dengan konsentrasi 2% sebesar 48,8 N/cm (12,4%) lebih tinggi dibandingkan dengan kenaikan kekuatan sobek pada konsentrasi 2,5% 31,45 N/cm (7,1%). Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak protein non kolagen yang hilang akan mempermudah bahan penyamak berikatan dengan kolagen. Semakin banyak kolagen yang berikatan dengan bahan penyamak menyebabkan ketebalan kulit samak yang dihasilkan bertambah sehingga kekuatan sobek yang

dihasilkan semakin tinggi. Sarkar et al., (1995) menyatakan bahwa besar kecilnya kekuatan sobek sejalan dengan kadar penyamak yang terkandung dalam kulit samaknya dan penampilan fisik kulit akan mencerminkan kandungan zat penyamak di dalam kulit tersebut. Purnomo (1992) menyatakan bahwa faktor lain yang mempengaruhi kekuatan sobek adalah tebal tipisnya kulit. Kulit yang tipis memiliki serat kolagen yang longgar sehingga mempunyai daya sobek yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kulit yang lebih tebal. Penambahan zat-zat pembantu dan zat penyamak akan menentukan karakter kulit tersamak yang dihasilkan, seperti elastisitas/kelenturan, warna, dan karakter lainnya Febianti (2011) menambahkan bahwa, nilai kuat sobek yang dihasilkan dipengaruhi oleh ketebalan kulit, arah serat kolagen, sudut antara serat dan lapisan grain dan lokasi sampel pada kulit. ketebalan kulit mempengaruhi nilai kuat sobek karena kulit yang tebal memiliki tenunan serat-serat kolagen yang berikatan lebih banyak.

Berdasarkan hasil uji kekuatan sobek pada kulit Nila (*O. niloticus*) samak dengan perlakuan konsentrasi bahan *bating* dari isolat *R. oligosporus* dan lama waktu *bating* telah memenuhi persyaratan SNI 06-4586-1998 tentang Kulit Ular

Air Tawar yaitu 150 N/cm. Dengan demikian kulit ikan Nila (*O. niloticus*) samak yang dihasilkan layak dijadikan sebagai bahan baku untuk bahan baku kulit untuk industri kreatif. Menurut (Judoamidjojo 1981), kulit yang disamak dengan krom akan memiliki ketahanan sobek yang tinggi. Semakin banyak krom yang terikat dalam protein kulit maka akan semakin tinggi kekuatan sobeknya. Komposisi serat di dalam kulit juga akan mempengaruhi kekuatan sobek. Kolagen adalah salah satu protein serat yang merupakan komponen utama dalam kulit samak. Protein serat ini berperan sebagai

penunjang mekanis, yang menyebabkan kekuatan pada tulang dan daya tahan sobek pada kulit.

Analisis Suhu Kerut

Derajat kestabilan suatu kulit samak dapat diketahui melalui nilai suhu kerutnya. Menurut Yahua *et al.*, (2001), suhu kerut merupakan suhu dimana kulit mulai mengerut di dalam air atau media pemanas lainnya. Berdasarkan pengujian suhu kerut kulit ikan Nila (*O. niloticus*) dengan perlakuan konsentrasi *bating agent* dari isolat *R. oligosporus* dan lama *bating* tersaji pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Suhu Kerut

Waktu (Menit)	Konsentrasi (%)				
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
30	98,00±1,00 ^a	98,33±0,58 ^a	98,67±0,58 ^a	98,67±0,58 ^a	99,67±0,58 ^a
60	98,33±0,58 ^a	99,33±0,58 ^a	99,33±0,58 ^a	99,67±0,58 ^a	100,33±0,58 ^a
90	98,33±0,58 ^a	99,00±1,00 ^a	99,33±0,58 ^a	100,33±0,58 ^a	101,00±1,00 ^a

Keterangan: *Superscript* yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05) diantara perlakuan

Nilai suhu kerut pada kult ikan Nila (*O. niloticus*) samak tertinggi yaitu pada konsentrasi 2,5% dengan lama proses 90 menit yaitu 101,00 ± 1,00. Hal tersebut dikarenakan enzim dalam isolat *R. oligosporus* dapat menghilangkan protein yang tidak diperlukan dalam kulit sehingga bahan penyamak dapat berikatan dengan kolagen membentuk ikatan yang stabil dan tahan terhadap suhu tinggi. Menurut Fitriyanto *et al.*, (2004), tingginya suhu kerut dipengaruhi oleh ikatan protein kulit dengan bahan penyamak. Adanya penetrasi bahan penyamak menyebabkan kestabilan protein kulit terhadap panas meningkat. Hal ini yang menyebabkan kulit mempunyai suhu kerut yang lebih tinggi. Menurut Thorstensen (1993), reaksi antara penyamak krom dan kolagen kulit akan meningkatkan stabilitas kulit dengan adanya ikatan silang yang terjadi, sehingga struktur kulit yang awalnya terpisah menjadi bergabung bersama menjadi struktur yang lebih kuat.

Berdasarkan hasil uji suhu kerut pada kulit ikan Nila (*O. niloticus*) samak dengan perlakuan konsentrasi *bating agent* dari isolat *R. oligosporus* dan lama *bating* telah memenuhi persyaratan SNI 06-4586-1998 tentang Kulit Ular Air Tawar yaitu 150 N/cm. Dengan demikian kulit ikan Nila (*O. niloticus*) samak yang dihasilkan layak dijadikan sebagai bahan baku untuk bahan baku kulit untuk industri kreatif.

KESIMPULAN

Penggunaan *bating agent Rhizopus oligosporus* menghasilkan kulit samak yang sesuai untuk kulit Ular Air Tawar (SNI 06-4586-1998), pada parameter kekuatan tarik dan kekuatan sobek namun belum memenuhi persyaratan mutu pada nilai kemuluran, kadar krom dan kadar abu. Perlakuan terbaik yaitu pada penggunaan konsentrasi *Rhizopus oligosporus* 2% dengan lama waktu 90 menit dengan suhu kerut (101°C), protein terlarut (0,88%) dari limbah *bating*, kekuatan tarik (2161,93 N/cm²), kekuatan sobek (441,31 N/cm) nilai kemuluran (92,73%), kadar krom (2,36%) dan kadar abu (4,84%).

DAFTAR PUSTAKA

- Alfindo, T. 2009. Penyamakan Kulit Ikan Tuna (*Thunnus* sp) Menggunakan Kulit Kayu Akasia terhadap Mutu Fisik Kulit. [Skripsi]. Teknologi Hasil Perikanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Badan Standardisasi Nasional. 1998. Kulit Jadi dari Kulit Ular Air Tawar Samak Krom. SNI 06-4586-1998. BSNI, Jakarta.
- Budiyanto, R.A. 2010. Pengaruh Kadar (Cr2O3) terhadap Mutu Kulit Ikan Kakap (*Lutjanus* sp) Tersamak. [Skripsi]. Teknologi Hasil Perikanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Fahidin dan Muslich. 1999. Ilmu dan Teknologi Kulit. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Fahrul. 2005. Kajian Ekstraksi Gelatin dari Kulit Ikan tuna (*Thunnus alalunga*) dan Karakteristiknya sebagai Bahan Baku Industri Farmasi. [Tesis]. Teknologi Pasca Panen. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Febianti I. 2011. Penentuan Waktu Oksidasi Terbaik untuk Proses Penyamakan Kulit Samoa Menggunakan Minyak Biji Karet dengan Oksidator Natrium Hipoklorit. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Fitriyanto, N.A., Suharjono, T. dan Yuny, E. 2004. Pengaruh Protease *Aspergillus* sp pada Proses *Soaking* Kulit Domba Lokal terhadap Parameter Kualitas Fisik Kulit Samak. Buletin Peternakan Vol 28 (3): 104-113.
- Handayani, H., Pamarta S. dan Nur Rokhati. 2013. Depolimerisasi Kitosan dengan Hidrolisa Enzimatis Menggunakan Enzim α -Amilase. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri. Vol. 2(4): 55-64.
- Hastuti, T.U. 2014. Penyamakan Kulit Ikan Tuna (*Thunnus* sp) dengan Kombinasi Krom dan Nabati. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

- Indaryati, T. 2001. Kualitas Kimia dan Organoleptik Kulit Jadi yang berasal dari Kulit Biawak Awet Garam dengan Berbagai Bahan *Bating*. [Skripsi]. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Judoamidjojo, R.M. 1974. Dasar Teknologi dan Kimia Kulit. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- _____. 1981. Dasar Defek-Defek pada Kulit Mentah, Kulit Samak. Bahatara karya Aksara, Jakarta.
- Mustakim, A.S.W. dan A.P. Kurniawan. 2010. Perbedaan Kualitas Kulit Kambing Peranakan Etawa (PE) dan Peranakan Boor (PB) yang Disamak Krom. *Jurnal Ternak Tropika*. Vol. 11(1): 38-50.
- Murniyati, Peranginangin, R., Tazwir, Hak, N., Nurhayati, dan Dewi, F.R. 2012. Penelitian pemanfaatan limbah hasil perikanan pada Produk Pangan dan NonPangan. *Laporan Teknis Penelitian pengolahan Produk*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan.
- Mustika, D. 2001. Kualitas Kimia dan Organoleptik Kulit Biawak Jadi Asal Awet Kering dengan Berbagai Jenis dan Konsentrasi Bahan *Bating*. [Skripsi]. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- O'Flaherty, F.R. 1978. *Types of Tannage, Chapter 3 in The Chemistry and Technology of Leather*. Robert E. Krieger Pub. Co, Huntington. New York.
- Peranginangin, R., Tazwir, Hak, N., Suryanti, Ayudiarti, D.L., dan Haryanto. 2006. Riset Optimasi Pemanfaatan Limbah Perikanan Tulang dan Kulit Ikan. Laporan Teknis Penelitian Pengolahan Produk. Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, Jakarta.
- Prayitno. 1998. Penggunaan Enzim Proteolitik pada Industri Penyamakan Kulit. *Majalah Barang Kulit, Karet dan Plastik*. Vol. XIII (2555).
- Prayitno, Emiliana, K. dan Nur Wachid S. 2012. Pemanfaatan Limbah Kulit Ikan Nila dari Industri Filet untuk Kulit Jacket. *Majalah Barang Kulit, Karet dan Plastik*. Vol. 28 (1): 51 – 59.
- Purnomo, E. 1985. Pengetahuan Dasar Teknologi Penyamakan Kulit. Akademi Teknologi Kulit, Yogyakarta.
- _____. 1987. Transformasi Kulit Reptil dari Kulit Mentah menjadi Kulit Tersamak. Akademi Teknologi Kulit, Yogyakarta.
- Sahaya, R., R, Kusmajadi S, dan Husni Y. 2012. Pengaruh Penggunaan Enzim Papain sebagai *Bating Agent* pada Proses Penyamakan Fur Kelinci terhadap Kualitas Fisik. *Minat Studi Teknologi Hasil Ternak*, Universitas Padjajaran, Bandung.
- Sarkar, K.T. 1995. *Theory and Practice of Leather Manufacture*. The Author Publishing, India.
- Suradi, Kusmajadi, Denny Suryanto, dan Opik T Hidayat. 2011. Pengaruh Tingkat Pemberian Oropon pada Proses *Bating* terhadap Kualitas Fisik Kulit Domba Priangan sebagai Bahan Jacket. *Prosiding Workshop Penelitian dan pengembangan Kulit, Karet dan Plastik*, Yogyakarta.
- Thorstensen, T.C. 1993. *Practical Leather Technology*. Kreiger Publishing Company, Florida.
- Yusriah dan Dwianita, K. 2013. Pengaruh pH dan Suhu terhadap Aktivitas Protease *Penicillum* sp. *Jurnal Sains dan Seni OMITS*. Vol 2(1): 48-50.