

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PERIKANAN MENGGUNAKAN KONSORSIUM MIKROBA *INDIGENOUS* PROTEOLITIK DAN LIPOLITIK

Devi Ambarwaty Oktavia¹, Djumali Mangunwidjaja², Singgih Wibowo³,
Titi Candra Sunarti⁴ dan Mulyorini Rahayuningsih⁴
^{1,2,4}Teknologi Industri Pertanian FATETA-IPB
³BBP4BKP

ABSTRACT

Fish processing industries produce liquid waste at different capacity in every level from production line. Because of less attention and knowledge, wastes become worse. The aim of this study was to discover potential microbial consortium that can degrade protein and fat of liquid waste from fish production processing. The consortiums formula were chosen from bacteria that have the highest specific growth. Formulation A which degraded soluble protein than others. Formulation of B which degraded fat than others. All formulation had pH in range are 6 - 9. Liquid waste which autoclaved had degraded protein, soluble protein and pH parameters.

Key words: liquid waste, fisheries industries, formulation, consortium microbia

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang sangat kaya akan hasil laut. Umumnya hasil laut tersebut dikonsumsi dalam bentuk segar ataupun olahan. Berbagai macam jenis olahan hasil laut dapat dijumpai di berbagai wilayah di Indonesia. Industri olahan yang ada di Indonesia umumnya masih konvensional atau miniplan di mana lokasi industri masih berdekatan dengan tempat penangkapan ikan sebagai tempat penyediaan sumber bahan baku olahan.

Produksi tangkapan laut Indonesia yang dimanfaatkan dalam bentuk basah sebesar 57,05%, bentuk olahan tradisional sebesar 30,19% dan bentuk olahan modern sebesar 10,90%, serta olahan lainnya sebesar 1,86% (Rahmania 2007). Volume ekspor daging segar rajungan dalam bentuk beku cukup tinggi. Pada tahun 2000 hingga 2009 berkisar antara 6,77%-12,99%, selanjutnya mengalami peningkatan setiap tahunnya (Kementerian Kelautan dan Perikanan 2010).

Perebusan daging rajungan yang dilakukan oleh miniplan sebelum dikirim ke pengumpul masih mengandung protein dan zat padatan terlarut (TDS) tinggi. Umumnya pengolah tradisional tidak melakukan penanganan limbah yang dihasilkan sebelum membuang air hasil perebusan daging

rajungan, sehingga terjadi pencemaran air dan menimbulkan bau khas rajungan yang tercium di sekitar pengolahan tradisional. Demikian halnya pada limbah air pencucian surimi yang masih mempunyai kandungan protein, lemak dan zat padat terlarut yang tinggi. Beberapa perusahaan pengolahan surimi sudah melakukan penanganan air pencucian surimi sebelum dibuang ke saluran air. Menurut Colic *et al.* (2011) menuliskan bahwa tipe utama dari limbah yang ditemukan pada industri pengolahan perikanan adalah darah, kulit, kepala ikan, sisik, tulang ataupun sisa daging yang menempel pada tulang. Proses operasi utama termasuk penerimaan produk, penyortiran dan penimbangan, persiapan (pemotongan daging ikan, pemfiletan, penghilangan sisik, kulit dan kepala juga isi perut), perendaman, proses produksi seperti fermentasi dengan garam ataupun proses lain seperti pengalengan dan pembotolan, pengemasan dan pengepakan.

Dampak yang ditimbulkan limbah cair bagi lingkungan dan juga sektor industri adalah sangat penting sehingga perlu dipahami dasar-dasar teknologi pengolahan limbah cair. Teknologi pengolahan air limbah adalah kunci dalam memelihara kelestarian lingkungan. Apapun macam teknologi pengolahan air limbah domestik maupun agroindustri yang dibangun harus dapat

dioperasikan dan dipelihara oleh masyarakat setempat.

Bahan organik terlarut dan tersuspensi dapat menjadi sangat tinggi pada limbah cair proses pengolahan perikanan karena akan meningkatkan BOD dan COD. Selain itu, peningkatan kadar lemak dan minyak pada limbah juga meningkat. Timbulnya bau busuk disebabkan oleh dekomposisi lanjut protein, yang kaya akan asam amino bersulfur (sistein), menghasilkan asam sulfida, gugus thiol, dan amoniak. Asam lemak rantai pendek hasil dekomposisi bahan organik juga menyebabkan bau busuk. Minyak dan lemak di permukaan air akan menghambat proses biologis dalam air dan menghasilkan gas yang berbau (Suyasa 2011). Limbah cair dari proses pengolahan perikanan mempunyai kandungan BOD, lemak dan nitrogen. Menurut Tay *et al.* (2006) operasi pengolahan menunjukkan produksi BOD per ton produk sebesar 1 – 72,5 kg, sedangkan pemfiletan ikan memproduksi 12,5 – 37,5 kg BOD per ton produk. Keberadaan BOD dikarenakan hasil proses pembersihan dan adanya nitrogen berasal dari darah yang terdapat pada limbah cair.

Penanganan limbah cair perikanan seperti penambahan nutrisi (umumnya adalah nitrogen dan fosfor) sangat jarang terjadi, akan tetapi adanya oksigen merupakan hal penting untuk suksesnya penanganan limbah cair ini. Proses aerob yang sering terjadi adalah sistem lumpur aktif, laguna, *trickling filter* dan *rotating disc contactor* (Tay *et al.*, 2006). Kolam aerasi saat ini paling banyak diterapkan oleh industri perikanan, karena paling sederhana dan dianggap murah. Akan tetapi kualitas limbah yang dihasilkan tidak menjamin sesuai dengan baku mutu yang ditentukan dan sulit untuk dikendalikan.

Pada lingkungan yang telah lama tercemar serta kolam pengolahan limbah dimungkinkan terdapat bakteri pendegradasi minyak atau lemak tersebut secara alamiah, bersaing maupun berkonsorsia dengan mikroorganisme lainnya (Cooper *et al.* 1990 dalam Suyasa 2011). Konsorsium adalah kombinasi dari kultur murni yang disebut sebagai inokulum campuran. Penggunaan kultur murni dalam proses fermentasi memiliki dampak besar pada semua aspek peradaban manusia. Namun dalam rangka

untuk merancang proses fermentasi baru atau mengoptimalkan yang sudah ada, penelitian konsorsium harus dipertimbangkan dalam rangka untuk mengambil keuntungan dari interaksi antar anggota konsorsium (Navarrete-Bolanos *et al.*, 2007). Konsorsium alami memang sudah ada di habitat aslinya yaitu limbah cair, baik itu bakteri pendegradasi karbohidrat, bakteri pendegradasi lemak ataupun bakteri pendegradasi protein. Bakteri yang saling berinteraksi dalam bentuk konsorsium dan yang diisolasi dari limbah asal (*indigenous*) diharapkan akan mempercepat proses degradasi polutan asal sehingga mempunyai baku mutu yang sesuai saat dibuang ke badan air.

Penelitian ini diawali dengan melakukan karakterisasi limbah cair industri perikanan yaitu industri rajungan dan surimi untuk mengetahui beban polutan yang ada pada limbah tersebut. Setelah diketahui karakter dari limbah yang ada, dilakukan formulasi konsorsium mikroba yang memiliki kemampuan dalam mendegradasi protein dan lemak kemudian mengaplikasikannya pada limbah cair industri. Persentase laju degradasi protein dan lemak pada limbah cair industri perikanan tertinggi merupakan rekomendasi formulasi konsorsium mikroba pendegradasi protein dan lemak yang efektif untuk digunakan di lingkungan industri perikanan.

METODE PENELITIAN

Pengambilan Sampel Limbah Cair pada Industri Pengolahan Perikanan (rajungan dan surimi)

Sampel limbah cair diambil secara langsung dari setiap lokasi pembuangan limbah menggunakan botol sampel steril volume 500 ml (SCHOTT DURAN, Jerman). Sampel diambil pada bagian *outlet* (pengeluaran air) yang tidak terdapat sirkulasi air. Sampel air tersebut dimasukkan dalam kotak es dengan volume 24 l (Marina Cooler, model 24 S LION STAR) yang sudah diberi es batu.

Karakterisasi Limbah Cair Industri Perikanan

Pengamatan sampel limbah cair dilakukan analisis proksimat yaitu protein dan lemak. Parameter lainnya yaitu kualitas air meliputi pH, suhu, amonia, COD dan BOD. Pengamatan sampel dilakukan secara *in situ* dan *ex situ*. Jumlah mikroba pada limbah diukur pada media pertumbuhan yang digunakan yaitu media umum (agar nutrien) dan media seleksi proteolitik maupun lipolitik dengan cara TPC (Fardiaz, 1987).

Formulasi konsorsium mikroba untuk pengolahan limbah cair pada skala laboratorium

Konsorsium bakteri dilakukan dengan menyeleksi isolat yang menghasilkan aktivitas degradasi limbah tertinggi pada skala laboratorium. Formulasi untuk konsorsium mikroba ditentukan berdasarkan laju pertumbuhan maksimum bakteri proteolitik dan lipolitik. Limbah cair yang digunakan untuk skala laboratorium adalah sebanyak 11, diambil dari industri pengolahan surimi di daerah Pekalongan, Jawa Tengah. Limbah cair diperlakukan dengan pemanasan menggunakan otoklaf. Perlakuan formulasi konsorsium mikroba ada 3 jenis formulasi dan waktu pengamatan yaitu 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 36, 42 dan 54 jam dengan 3 kali ulangan untuk melihat perubahan degradasi yang terjadi (Sarkar *et al.* 2011 yang telah dimodifikasi). Parameter limbah hasil degradasi meliputi pH, protein, lemak dan bobot kering.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Limbah Cair Industri Perikanan

Limbah cair hasil buangan industri pengolahan hasil laut mengandung berbagai macam bahan organik seperti sisa daging, isi perut, protein, lemak dan karbohidrat yang akan berpengaruh terhadap karakteristik limbah cair tersebut. Selain komposisi bahan baku, teknologi proses yang digunakan juga turut menentukan karakteristiknya (Gonzales, 1996). Oleh karena itu, karakterisasi awal dilakukan untuk mengetahui sifat fisik dan

kimia limbah penting dilakukan untuk mengetahui cara penanganan limbah terbaik yang harus dilakukan. Karakteristik limbah cair industri perikanan di daerah Cirebon dan Pekalongan yang menjadi lokasi penelitian disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik limbah pengolahan perikanan pada Tabel 1, terdapat beberapa parameter baku mutu limbah yang melebihi standar baku mutu yang telah ditetapkan seperti TDS, sulfida, kadar lemak, BOD dan COD baik pada industri rajungan maupun surimi. Tingginya kadar sulfida pada industri rajungan B dan surimi akan berpengaruh terhadap lingkungan sekitar yang menimbulkan pencemaran udara berupa bau busuk. Tingginya kadar sulfida dipengaruhi oleh degradasi protein dan lemak oleh mikroba pembusuk yang menghasilkan senyawa H₂S. Selain itu, kadar COD dan BOD₅ yang tinggi menunjukkan besarnya kandungan bahan organik yang ada pada limbah cair tersebut karena semakin tinggi COD dan BOD maka semakin banyak oksigen yang dibutuhkan untuk mendegradasi bahan organik yang ada. Limbah industri surimi memiliki kandungan BOD dan COD yang jauh lebih tinggi dibandingkan industri rajungan. Hal ini disebabkan karena industri surimi biasanya menggunakan ikan-ikan yang kualitasnya tidak terlalu bagus.

Kadar lemak yang tinggi pada limbah sebagian besar berasal dari proses pemotongan dan pembersihan ikan. Selain itu, lemak juga berasal dari minyak yang digunakan pada proses pengalengan ataupun dari pelumas pada mesin atau peralatan produksi (Nova Tec 1994). Lemak yang ada pada limbah harus dihilangkan karena akan menutupi permukaan badan air sehingga mengganggu proses transfer oksigen ke air. Akibatnya akan berpengaruh pada keberlangsungan hidup organisme yang hidup di air tersebut karena kekurangan oksigen. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan sehingga limbah yang akan dibuang pada perairan diharapkan sesuai dengan standar baku mutu yang telah ditetapkan. Pengolahan limbah ini dapat dilakukan secara kimia, fisika, dan biologis. Secara biologis, pengolahan limbah dilakukan dengan

memanfaatkan mikroba potensial pada limbah tersebut.

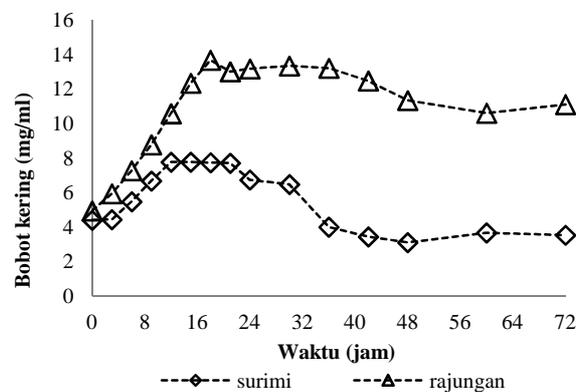
dihasilkan di tiap jam pengamatan pada limbah cair yang dikarakterisasi.

Dilakukan pengukuran bobot kering (Gambar 1) dan pH (Gambar 2) yang

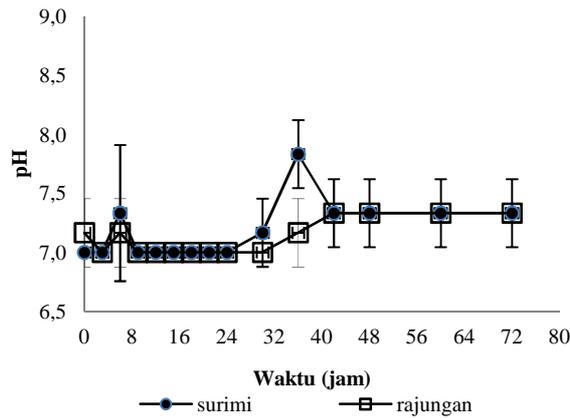
Tabel 1 Karakteristik limbah cair industri perikanan

Parameter	Batas maksimal yang dianjurkan	Satuan	Hasil analisis limbah cair		
			Rajungan		Surimi
			PT. A	PT. B	
FISIKA					
Suhu	40	$^{\circ}\text{C}$	29	29	25,6
TDS	4000	ppm	980	4310*	3320
TSS	400	ppm	47	47	3
KIMIA					
pH	6 – 9	-	7,5	6,8	7,5
Sulfida (H_2S)	0,1	mg/L	0,09	0,21*	0,150*
Amonia bebas ($\text{NH}_3\text{-N}$)	5	mg/L	0,829	0,6922	1,7
Nitrat (NO_3)	30	mg/L	6,1120	8,1700	2,50
Nitrit (NO_2)	3	mg/L	0,3922	0,4110	0,2
BOD ₅	150	mg/L	39	270*	1100*
COD	300	mg/L	116	410*	1650*
Minyak/lemak	10	mg/L		< 1	39,6*

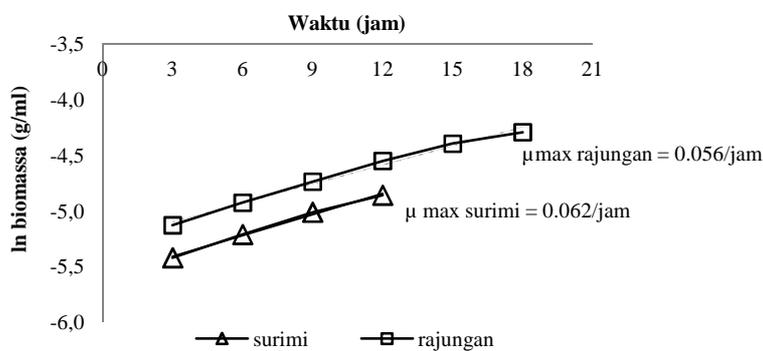
* Hasil analisis kualitas limbah cair pengolahan rajungan, menggunakan baku mutu untuk limbah cair yaitu KEP-51/MENLH/10/1995.



Gambar 1. Bobot kering limbah



Gambar 2. pH limbah



Gambar 3. Penentuan laju pertumbuhan maksimum (μ_{max}) mikroba pada limbah surimi dan rajungan

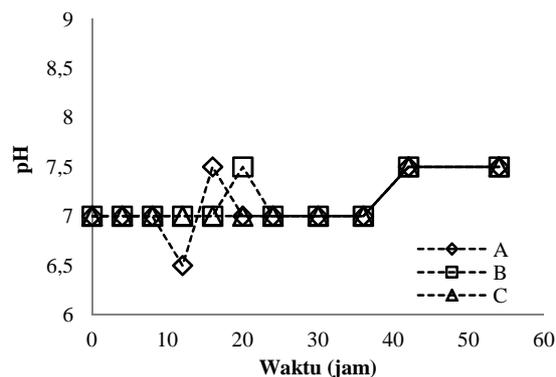
Bobot kering tertinggi dihasilkan dari limbah rajungan yaitu pada jam ke-18 sebesar 13,667 mg/ml, sedangkan pada limbah surimi dihasilkan bobot kering tertinggi pada jam ke-12 sebesar 7,767 mg/ml. Pengukuran pH kedua media tidak ada perubahan signifikan. Akan tetapi, terjadi peningkatan pH pada kedua limbah jam ke-36 menjadi 7,8 dan selanjutnya menurun kembali pada jam ke-42. Perbedaan pH pada kedua limbah masih pada kisaran pH yang ditolerir mikroba, hal ini sesuai dengan Tabel 1.

Berdasarkan hasil pengukuran laju pertumbuhan bakteri, diketahui bahwa laju pertumbuhan maksimum dihasilkan pada

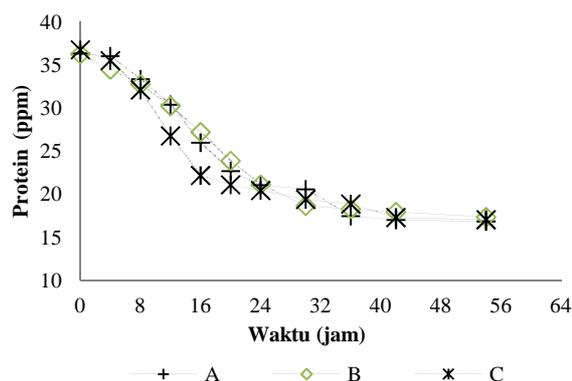
limbah surimi yaitu sebesar 0,062/jam dan 0,056/jam pada limbah rajungan (Gambar 3).

Formulasi Konsorsium Mikroba Pengolah Limbah Cair Skala Laboratorium

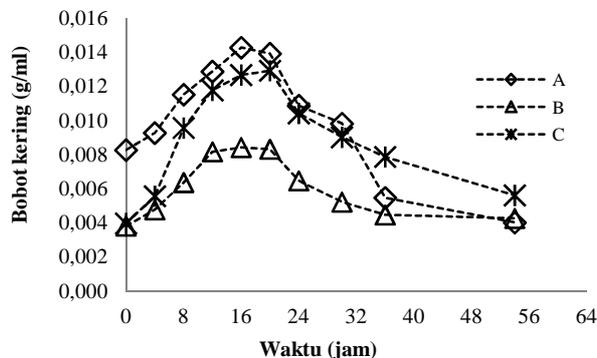
Formulasi dilakukan pada semua isolat potensial baik proteolitik maupun lipolitik. Berdasarkan formulasi bakteri yang dilakukan dalam penguraian limbah diperoleh beberapa parameter yaitu pH, bobot kering, protein, lemak, TSS dan Dissolve Oxygen (DO).



Gambar 4. pH limbah setelah formulasi konsorsium mikroba



Gambar 5. Kadar protein limbah setelah formulasi konsorsium mikroba



Gambar 6. Bobot kering limbah setelah formulasi konsorsium mikroba

Berdasarkan Gambar 5 dan 6, dapat dilihat bahwa formulasi konsorsium pada kedua limbah yang diberi perlakuan dapat menurunkan beberapa parameter yang diujikan. Bobot kering formulasi konsorsium tertinggi dihasilkan pada A yaitu 0,0143 g/ml, sedangkan bobot kering terendah dihasilkan pada formulasi B (Gambar 6).

Formulasi bakteri yang menghasilkan laju penurunan tertinggi pada parameter protein total adalah formulasi C yaitu 67,98%, akan tetapi laju penurunan tertinggi pada parameter protein terlarut

adalah formulasi A sebesar 70,27%. Formulasi B mempunyai laju penurunan lemak tertinggi yaitu 12,59% dibandingkan dengan formulasi yang lain. Walaupun pH limbah formulasi mengalami kenaikan dan penurunan, hal ini masih ada di kisaran pH limbah yang sesuai KEP-51/MENLH/10/1995 yaitu 6 – 9.

KESIMPULAN

Limbah surimi dan rajungan memiliki potensi untuk digunakan sebagai

sumber mikroba potensial baik proteolitik maupun lipolitik. Isolat proteolitik yang dihasilkan sebanyak 3 isolat, sedangkan isolat lipolitik diperoleh sebanyak 5 isolat. Dilakukan formulasi konsorsium mikroba proteolitik dan lipolitik pada limbah surimi yang diberi perlakuan otoklaf. Berdasarkan formulasi yang dihasilkan, maka terjadi penurunan beberapa parameter yang diujikan yaitu pH, kadar lemak, protein total, dan protein terlarut. Terlihat dari laju penurunan protein terlarut dan lemak adalah formulasi yang diberi perlakuan limbah dengan cara diotoklaf. Kisaran pH limbah hasil formulasi konsorsium masih ada pada standar baku mutu limbah cair. Formulasi A mempunyai laju penurunan protein terlarut tertinggi sebesar 70,27%, sedangkan formulasi B mempunyai laju penurunan lemak tertinggi yaitu 12,59%.

DAFTAR PUSTAKA

- Colic M, W Morse, J Hicks, A Lechter and JD Miller. 2011. Case study : Fish processing plant wastewater treatment. Clean Water Technology, Inc. Goleta, CA.
- Fardiaz S. 1987. Penuntun praktek mikrobiologi pangan. Penerbit Lembaga Sumberdaya Informasi. IPB. pp. 142.
- Gonzalez JF. 1996. Wastewater Treatment in the Fishery Industry. FAO Fisheries Technical Paper (FAO), No. 355/FAO, Rome (Italy), Fisheries Dept.
- Jenie BSL dan WP Rahayu. 1993. Penanganan limbah industri pangan. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2010. Statistik ekspor hasil perikanan 2009. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Navarrete-Bolanos JL, O Serrato-Joya, Botello-Alvarez E, Jimenez-Islas H, Cardenas-Manriquez M, Conde-Barajas E and Rico-Martinez R. 2007. Analyzing microbial consortia for biotechnological processes design. *Communicating Current Research and Educational Topics and Trends in Applied Microbiology*. p. 437 – 449. [Diakses tanggal 3 Des. 2011] <http://www.formatex.org/microbio/pdf/Pages437-449.pdf>
- NovaTec Consultants Inc. and EVS Environmental Consultants, 1994. Wastewater Characterization of Fish Processing Plant Effluents – A Report to Water Quality/Waste Management Committee. Fraser River Estuary Management Program. Available from: <<http://www.rem.sfu.ca/FRAP/9339.pdf>> (accessed on 20.05.2008).
- Rahmania I. 2007. Dukungan teknologi dalam rangka menghasilkan produk yang bermutu dan aman konsumsi. *Craby & Starky*. Buletin Pengolahan dan Pemasaran Perikanan. Edisi November 2007. Diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perikanan DKP. Jakarta.
- Sarkar P, Meghvanshi M dan Singh R. 2011. Microbial consortium : A new approach in effective degradation of organic kitchen wastes. *Int J of Environ Sci and Dev*. **2(3)** : 170 – 174.
- Sirisha E, Rajasekar N and Lakshmi Narasu M. 2010. Isolation and optimization of lipase producing bacteria from oil contaminated soils. *Advances in Biological Research* **4(5)**: 249-252.
- Stanbury PF, Whitaker A, Hall SJ. 1994. *Principles of Fermentation Technology*. Edisi ke-2. Elsevier Science L.
- Suyasa IWB. 2011. Isolasi bakteri pendegradasi minyak/lemak dari beberapa sedimen perairan tercemar dan bak penampungan limbah.
- Tay Joo-Hwa, Show Kuan-Yeow and Hung Yung-Tse. 2006. Seafood processing wastewater treatment. Taylor & Francis Group, LLC.
- Wahyuntari B, NR Mubarik dan M Anggarani. 2004. Isolation and selection of alkaline proteolytic bacteria from leather processing waste and enzyme characterization. *Bio Tropia* **22** : 29 – 39.