

**PENGARUH KONSENTRASI ENZIM PAPAIN TERHADAP  
KADAR PROKSIMAT DAN NILAI RENDEMEN  
HIDROLISAT PROTEIN IKAN BANDENG  
(*Chanos chanos* Forsskal)**

*Ima Wijayanti, Romadhon, Laras Rianingsih*

*Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Jurusan Perikanan, FPIK UNDIP*

**Abstrak**

Ikan bandeng dengan kandungan protein yang tinggi dapat berpotensi sebagai bahan baku HPI dan kajian HPI ikan tersebut masih belum dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi enzim papain terhadap kualitas hidrolisat protein ikan bandeng (*Chanos chanos Forsskal*) segar. Penelitian dilakukan secara eksperimental laboratoris. Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan acak lengkap untuk menganalisis pengaruh konsentrasi enzim papain (4%, 5% dan 6%) terhadap mutu hidrolisat protein ikan bandeng. Hidrolisat protein ikan bandeng dapat dihasilkan melalui hidrolisis enzimatis menggunakan enzim papain. Parameter yang diamati adalah rendemen dan kadar proksimat (kadar protein, lemak, air dan abu). Jenis Enzim dan konsentersasi berpengaruh nyata pada kadar proksimat protein, lemak, air dan rendemen, tetapi tidak berpengaruh nyata pada kadar abu. Kondisi optimum untuk menghidrolisis daging ikan bandeng menjadi hidrolisat protein dengan konsentrasi enzim papain sebesar 5% (b/v).

Kata kunci : ikan bandeng (*Chanos chanos*), hidrolisat protein ikan, enzim papain

**Abstract**

Milkfish with high protein content has potential as the raw material of HPI and HPI review of the fish has not been implemented. This study aims to determine the effect of the concentration of the enzyme papain to the quality of the protein hydrolyzate of fresh milkfish (*Chanos Chanos Forsskal*). This study was conducted laboratory experimentally. The trial design used in this study was complete random design to analyze the effect of papain enzyme concentrations (4%, 5%, and 6%) toward the quality of protein hydrolyzate of milkfish. Protein hydrolyzate of milkfish could be produced by enzymatic hydrolysis using papain enzyme. The observed parameters were the yield and the proximate level (level of protein, fat, water, and ash). Type of enzyme and concentration had significant effect toward the proximate level of protein, fat, water, and yield, but not significant toward the level of ash. The optimal condition to hydrolyze milkfish flesh into protein hydrolyzate was by using papain enzyme with concentration of 5% (b/v).

Keyword: Milkfish, hydrolyzate of protein, enzyme papain

**PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan negara maritim yang mempunyai potensi besar dalam perikanan, baik perikanan air tawar, air payau,

maupun air laut. Menurut Saparinto (2007), potensi akuakultur air payau, yakni dengan sistem tambak diperkirakan mencapai 931.000 ha dan hampir telah dimanfaatkan

potensinya hingga 100% dan sebagian besar digunakan untuk memelihara ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsk) dan udang (*Penaeus* sp.).

Bandeng merupakan salah satu ikan laut yang banyak dikonsumsi dan diproduksi di Indonesia. Hal tersebut karena bandeng dapat dibudidaya di air laut, payau, tawar dan termasuk ikan yang mudah beradaptasi dengan lingkungan serta tahan terhadap penyakit (Kordi 2009). Jawa Tengah merupakan salah satu sentra budidaya bandeng di Indonesia dan potensi lahan untuk bandeng mencapai 6.975 Ha. Data produksi bandeng tahun 2009 sekitar 86.000 ton dan mengalami kenaikan 14,5% selama kurun waktu 5 tahun (2005-2009). Produksi bandeng nasional ditargetkan mencapai 600.000 ton di tahun 2013 (Ditjen budidaya, 2006).

Produksi bandeng yang cukup besar berpotensi untuk diolah menjadi berbagai produk yang bernilai tambah. Beberapa produk olahan bandeng yang sudah dikenal antara lain: bandeng tanpa duri, bandeng duri lunak, bandeng asap dan lain-lain. Bandeng merupakan

ikan yang rasanya gurih dan mempunyai nilai nutrisi yang tinggi sehingga digemari oleh masyarakat. Bandeng mengandung protein yang tinggi yaitu mencapai 20% oleh sebab itu berpotensi juga diolah menjadi hidrolisat protein ikan.

Hidrolisat protein merupakan protein yang mengalami degradasi hidrolitik dengan asam, basa, atau enzim proteolitik. Hasilnya berupa asam amino dan peptida. Hidrolisat protein memiliki beberapa kegunaan pada industri pangan maupun farmasi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa hidrolisat protein ikan digunakan sebagai bahan makanan tambahan dalam sup, kuah daging, penyedap sosis, biskuit, dan crackers. Selain itu hidrolisat protein juga dapat disertakan untuk diet pada penderita gangguan pencernaan (Pigot dan Tucker, 1990). Proses pembuatan hidrolisat protein di dalam industri menggunakan proses enzimatik, yang dipandang lebih sesuai dan lebih murah. Proses pengolahannya lebih cepat dan memberikan hidrolisat protein tanpa kehilangan banyak asam amino esensial. Kajian mengenai hidrolisat protein ikan

(HPI) sudah cukup banyak dilakukan. Penggunaan enzim protease pada proses hidrolisat protein ikan dilakukan untuk memperoleh produk yang berkualitas. Enzim papain merupakan salah satu enzim protease yang dapat digunakan pada pembuatan HPI. Hidrolisat protein ikan dari ikan selar, lele dumbo dan ikan rucah, menunjukkan konsentrasi enzim papain 5% dengan waktu hidrolisis rata-rata 6 jam memberikan hasil terbaik (Hidayat, 2005; Koesoemawardani *et al.*, 2008; Widadi, 2011) Penelitian lain menunjukkan HPI dari kerang Mas Ngur membutuhkan konsentrasi enzim 6% (Purbasari, 2008). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi enzim papain terhadap kualitas hidrolisat protein ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsskal) segar.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan selama enam bulan, yaitu mulai bulan Mei sampai dengan bulan Oktober 2014. Tempat yang digunakan selama penelitian adalah

Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro.

### **Bahan dan Alat**

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan bandeng segar, enzim papain dan enzim bromelin. Bahan kimia yang digunakan untuk menganalisa produk hidrolisat adalah  $K_2SO_4$ ,  $MgO$ ,  $H_2SO_4$ ,  $H_3PO_3$ ,  $MgCO_3$ ,  $NaOH$ ,  $CH_3COOH$ ,  $HCl$ ,  $Na_2S_2O_3$ ,  $AgNO_3$ ,  $BaCl$ , heksana untuk analisis kadar proksimat.

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain adalah kain saring, gelas ukur, *erlenmeyer* dan pendingin tegak, pemanas air (*hot plate*) dengan pengatur suhu, *centrifuge* dan pengering beku (*freeze dryer*), seperangkat peralatan laboratorium untuk analisa kimia produk hidrolisat ikan seperti labu kjeldahl, perangkat alat destilasi, perangkat alat ekstraksi soxlet, oven, desikator, cawan porselin, tanur pengabuan, kertas saring whatman.

## **Prosedur Pembuatan Hidrolisat Protein Ikan**

Daging ikan yang telah dicincang dicampur dengan air (1 : 4) dan enzim (papain dan bromelin) dengan berbagai konsentrasi (4%, 5%, 6%), kemudian dilakukan hidrolisis pada suhu 55°C dengan menggunakan pemanas air dengan pengatur suhu selama 6 jam. Untuk menjaga kestabilan pH tetap 7 pada saat proses hidrolisis berlangsung digunakan CHCOOH sebagai pengatur suasana asam dan NaOH sebagai pengatur suasana basa. Selanjutnya dilakukan penginaktifan enzim pada suhu 90°C selama 20 menit, penyaringan, sentrifuse sehingga diperoleh fraksi larutan yang kemudian dipekatkan dengan *freeze dryer* untuk menghilangkan air yang ditambahkan pada proses awal hidrolisa sehingga diperoleh pekatan hidrolisat protein ikan. Terhadap produk hidrolisat ini dilakukan uji kadar proksimat (kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein) dan rendemen.

## **Rancangan Penelitian dan Analisis Data**

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah

rancangan acak lengkap menganalisis pengaruh konsentrasi enzim papain (4%, 5% dan 6%) terhadap mutu hidrolisat protein ikan bandeng. Analisis data yang digunakan adalah analisis ragam (ANOVA), apabila data F hitung lebih besar dari F table maka dilanjutkan dengan uji beda nyata jujur (BNJ) untuk melihat perbedaan masing-masing perlakuan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Komposisi Kimia (Proksimat)**

#### **Hidrolisat Protein Ikan Bandeng**

Komposisi kimia hidrolisat protein ikan (HPI) bandeng (*Chanos chanos*) ditentukan dengan komposisi proksimat berupa kadar protein, lemak air dan abu.

### **Protein**

Protein merupakan komponen terpenting dalam produk hidrolisat protein ikan yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan protein hewani, khususnya dari hasil perikanan. Tingkat mutu dari produk hidrolisat ini sangat ditentukan oleh kadar zat terlarut, terutama kadar proteinnya, yang dihitung dengan kadar total nitrogen (Syahrizal, 1991).

Kandungan protein HPI ikan Bandeng dengan enzim dan konsentrasi berbeda disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Protein Hidrolisat Protein Ikan Bandeng dengan Konsentrasi Enzim Papain Berbeda

Konsentrasi (%)	Kadar Protein (%)
4	61,44±0,9 <sup>a</sup>
5	66,33±0,86 <sup>b</sup>
6	66,07±0,15 <sup>b</sup>

Superskrip dengan huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

Hasil analisis ragam menunjukkan konsentersasi enzim berpengaruh nyata terhadap kadar protein HPI bandeng ( $P < 0,05$ ). Kadar protein HPI dengan hidrolisis enzim papain menunjukkan konsentrasi 5% dan 6% tidak berbeda nyata. Hasil ini tidak jauh berbeda dengan beberapa penelitian yang menunjukkan konsentersasi 5% optimal untuk produksi HPI pada ikan rucah (Koesoemawardani *et.al*, 2011) dan ikan lele (Widadi, 2011) dengan kadar protein masing-masing 24,7% dan 53,9%. Sedangkan Hasil Penelitian Purbasari (2008) menunjukkan konsentrasi optimum adalah 6% dengan kadar protein sebesar 77,58%.

Kandungan protein produk hidrolisat lebih tinggi dari pada

bahan baku awal yang digunakan. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kadar protein setelah proses hidrolisis. Protein yang terdapat pada produk hidrolisat ini adalah protein terlarut, sedangkan protein yang tidak larut sudah terbuang pada saat proses penyaringan. Peningkatan kandungan protein dalam produk hidrolisat disebabkan selama proses hidrolisis terjadi konversi protein yang bersifat tidak larut menjadi senyawa nitrogen yang bersifat larut, selanjutnya terurai menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana, seperti peptida dan asam amino sehingga mudah diserap oleh tubuh (Kirk dan Orthmer, 1953). Shahidi *et al.* (1995) menyatakan bahwa pada reaksi hidrolisis protein enzimatis, terjadi perubahan struktur jaringan ikan dengan sangat cepat. Pengamatan dengan mikroskop elektron pada otot ikan *Cod* memperlihatkan bahwa protein miofibril terdegradasi selama proses hidrolisis. Proses hidrolisis secara enzimatis melibatkan proses pemutusan ikatan peptida dalam protein oleh enzim proteolitik sehingga terbentuk senyawa nitrogen

yang terlarut dalam larutan hidrolisat protein ikan.

### **Lemak**

Kandungan lemak pada HPI merupakan komponen yang cukup penting. Kadar lemak sebaiknya rendah supaya tidak mudah terjadi oksidasi sehingga mempunyai daya tahan yang lama. Kadar lemak HPI ikan bandeng disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar Lemak Hidrolisat Protein Ikan Bandeng dengan Jenis dan Konsentrasi Enzim Berbeda

Konsentrasi (%)	Kadar Lemak (%)
4	2,69±0,16 <sup>c</sup>
5	2,34±0,06 <sup>ab</sup>
6	2,52±0,06 <sup>bc</sup>

Superskrip dengan huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

Hasil analisis ragam menunjukkan terdapat pengaruh nyata konsentrasi enzim terhadap kadar lemak HPI bandeng ( $P < 0,05$ ). Hal tersebut menunjukkan nilai kadar lemak dipengaruhi konsentersasi enzim papain. Kadar lemak terendah pada HPI dengan enzim papain 5%. Lemak tertinggi terdapat pada HPI dengan enzim papain 4%.

Kadar lemak HPI ikan bandeng sedikit lebih rendah dengan HPI hasil

penelitian lain yaitu HPI ikan selar 5,37% (Hidayat, 2005) dan lebih tinggi dibanding HPI lele 1,94% (Widadi, 2011) dan *Kingfish* 0,98% (Abdulazees *et al.*, 2013).

Shahidi and Botta (1994) melaporkan bahwa penurunan kadar lemak pada produk hidrolisat protein ikan disebabkan pada saat proses hidrolisis enzimatis terjadi perubahan struktur jaringan ikan yang sangat cepat. Pengamatan dengan mikroskop elektron terhadap bagian tipis dari otot ikan memperlihatkan bahwa protein miofibril banyak berkurang selama proses hidrolisis, sedangkan sistem membran sel otot terlihat relatif resisten dari kerusakan. Pada saat proses hidrolisis, membran ini cenderung berkumpul dan membentuk gelembung yang tak larut, mengakibatkan hilangnya membran lipid.

Kadar lemak HPI ikan bandeng kurang dari 5%. Produk hidrolisat protein dengan kadar lemak rendah umumnya lebih stabil dan tahan lama jika dibandingkan dengan produk hidrolisat yang mempunyai kadar lemak yang tinggi. Selain itu, rendahnya kadar lemak pada produk

hidrolisat dapat digunakan sebagai bahan makanan diet, yaitu makanan dengan kandungan lemak kurang dari 5 % dan sebagai suplemen pada pembuatan roti tawar dan makanan bayi (Pigot dan Tucker, 1990).

### **Air**

Air merupakan komponen terbesar yang menyusun berbagai jenis bahan pangan. Air berperan sebagai tempat terjadinya reaksi kimia dan merupakan pereaksi utama dalam reaksi hidrolisis (Belitz *et al.* 2009). Kadar air HPI ikan bandeng disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kadar Air Hidrolisat Protein Ikan Bandeng dengan Jenis dan Konsentrasi Enzim Berbeda

Konsentrasi (%)	Kadar Air(%)
4	6,75±0,05 <sup>b</sup>
5	6,47±0,03 <sup>a</sup>
6	6,62±0,03 <sup>a</sup>

Superskrip dengan huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata (P<0,05)

Hasil analisis ragam menunjukkan konsentrasi enzim berpengaruh nyata terhadap kadar air HPI bandeng (P<0,05). Kadar air terendah pada HPI dengan enzim bromelin 5%. Kadar air hidrolisat protein ikan bandeng dengan konsentrasi enzim papain yang berbeda menunjukkan nilai pada

kisaran 6,47% hingga 6,75 % sedikit lebih tinggi dibandingkan kadar air HPI ikan lele 5,46% (Widadi, 2011). Perbedaan kadar air dapat disebabkan oleh penggunaan metode pengeringan yang berbeda, yaitu hidrolisat protein ikan lele dumbo menggunakan metode *spray drying*, sedangkan hidrolisat protein ikan bandeng menggunakan metode *freeze drying*.

### **Abu**

Sebagian besar bahan pangan terdiri atas 96% bahan organik dan air, nya terdiri atas unsur-unsur mineral. Proses pembakaran bahan pangan pada suhu 600 °C akan menyebabkan bahan organik terbakar, namun bahan anorganik tidak terbakar, yaitu dalam bentuk abu yang terdiri atas berbagai unsur mineral seperti Ca, Mg, Na, P, K, Fe, Mn dan Cu. Kadar abu menunjukkan kandungan mineral dalam bahan pangan (Winarno, 2008). Kadar abu HPI ikan bandeng disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kadar Abu Hidrolisat Protein Ikan Bandeng dengan Jenis dan Konsentrasi Enzim Berbeda

Konsentrasi (%)	Kadar Abu(%)
4	10,53±0,15
5	10,67±0,21
6	10,58±0,13

Superskrip dengan huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

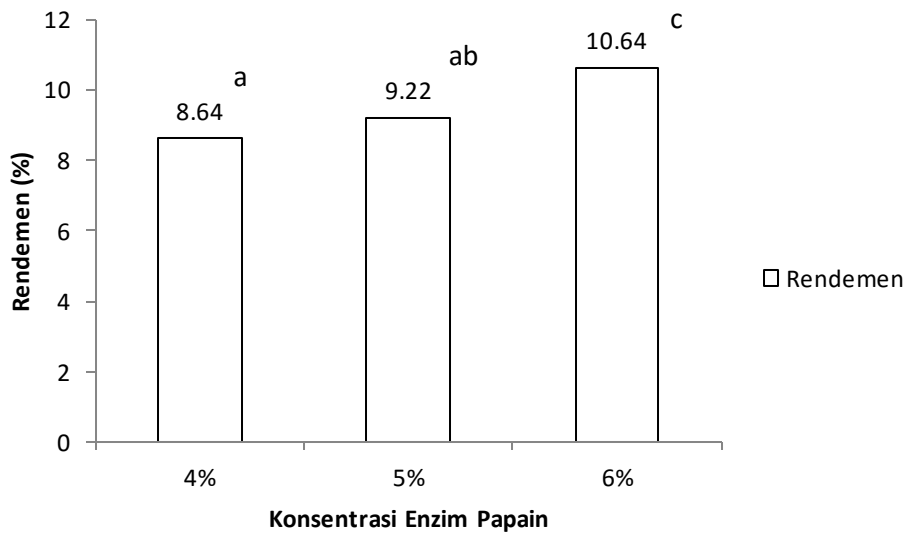
Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terdapat interaksi nyata antara jenis enzim dan konsentrasi ( $P > 0,05$ ). Hal tersebut menunjukkan nilai kadar abu tidak dipengaruhi konsentersasi enzim. Kadar abu pada hidrolisat protein ikan bandeng lebih tinggi dibandingkan kadar abu pada hidrolisat protein ikan lele dumbo (Widadi, 2011); kerang masngur (Purbasari, 2008); *Kingfish* (Abdulazees *et al.*, 2013). Penambahan senyawa alkali, seperti NaOH, dan atau senyawa asam, seperti HCl, dalam proses hidrolisis protein bertujuan untuk mencapai nilai pH optimum enzim dan menjaga agar pH tetap konstan selama proses hidrolisis sehingga pemutusan ikatan peptida oleh enzim dapat tetap berlangsung. Liceaga

dan Li-Chan (1999) menyatakan bahwa pencampuran senyawa asam dan alkali dalam larutan hidrolisat protein akan menyebabkan terbentuknya senyawa garam, sehingga dapat meningkatkan kadar abu pada hidrolisat protein.

### Rendemen Hidrolisat Protein Ikan Bandeng

Jenis dan konsentrasi enzim merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kecepatan tingkat degradasi enzim proteolitik. Pada proses hidrolisis dengan menggunakan enzim, substrat yang digunakan akan diubah menjadi produk hidrolisat. Persentase banyaknya produk hidrolisat yang dihasilkan terhadap berat bahan baku sebelum dihidrolisis disebut rendemen produk hidrolisat. Terlarutnya komponen gizi seperti lemak, protein, dan mineral selama proses hidrolisis mempengaruhi besarnya rendemen produk hidrolisat yang dihasilkan (Shahidi and Botta, 1994). Rendemen HPI bandeng dengan enzim papain konsentrasi berbeda disajikan pada Gambar 1.





Gambar 1. Nilai Rendemen Hidrolisat Protein Ikan Bandeng dengan Konsentrasi Enzim Papain Berbeda. Superskrip dengan huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

Hasil analisis ragam menunjukkan konsentrasi enzim berpengaruh nyata terhadap rendemen HPI bandeng ( $P < 0,05$ ). Rendemen tertinggi pada HPI dengan enzim papain konsentrasi 6% . Gambar 1 memperlihatkan peningkatan nilai rendemen produk hidrolisat ikan bandeng seiring dengan penambahan enzim papain dan bromelin. Hidrolisis substrat dengan perlakuan penambahan enzim papain 4% menghasilkan rendemen produk hidrolisat yang lebih rendah jika dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Rendemen yang dihasilkan pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan penelitian HPI kerang

masngur (Purbasari, 2008) dan juga HPI lele dumbo (Widadi, 2011) yang mempunyai rendemen dengan kisaran 17-25% pada konsentersasi enzim papain 4-6%.

Hidrolisis protein melibatkan pemberian air sehingga jumlah air yang berada dalam proses menjadi lebih besar dibandingkan dengan jumlah substrat yang digunakan. Pemberian air dalam proses hidrolisis berfungsi untuk menstabilkan nilai pH dalam proses hidrolisis protein, dapat mempermudah pengadukan dan homogenisasi antara enzim dan substrat yang tersedia, dan berpengaruh terhadap laju reaksi enzimatik. Penggunaan air juga

mampu memperluas bidang kontak antara enzim dan substrat, sehingga pada rentang waktu tertentu dapat dihasilkan produk hidrolisat yang lebih besar (Piggot and Tucker, 1990).

### KESIMPULAN

Hidrolisat protein ikan bandeng dapat dihasilkan melalui hidrolisis enzimatis menggunakan enzim papain. Konsentrasi berpengaruh nyata pada kadar protein, lemak, air dan rendemen, tetapi tidak berpengaruh nyata pada kadar abu. Kondisi optimum untuk menghidrolisis daging ikan bandeng menjadi hidrolisat protein adalah konsentrasi enzim papain sebesar 5% (b/v) .

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Dinas Pendidikan Provinsi Jawa Tengah yang telah membiayai Penelitian Dosen Muda ini dengan Tahun Anggaran 2014, sesuai Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Hibah Dinas Provinsi Jawa Tengah 2014 Nomor: 978.3/74/2014, tanggal 2 Desember 2014 dan Universitas Diponegoro Nomor : 2041/H7.5.1/KS/2014

### DAFTAR PUSTAKA

- Abdulazees SS, Ramamoorthy B, Ponnusamy P. 2013. Proximate Analysis And Production Of Protein Hydrolysate From King Fish Of Arabian Gulf Coast - Saudi Arabia. *International Journal of Pharmacy and Biological Sciences*. 3(1): 138-144.
- Belitz HD, Grosch W, Schieberle P. 2009. *Food Chemistry*. Germany: Springer- Verlag.
- Ditjen Budidaya (Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya). 2006. *Rencana Strategis Perikanan Budidaya 2005-2009*. Departemen Kelautan dan Perikanan, hlm 96
- Hidayat T. 2005. *Pembuatan Hidrolisat Protein dari Ikan Selar Kuning (Caranx leptolepis) dengan Menggunakan Enzim Papain*. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB.
- Kirk RE dan Othmer DF. 1953. *Encyclopedia of Chemical Technology*. New York : The Interscience Publ. Inc. Volume 11.
- Koesoemawardani D, Nurainy F, Hidayati S. 2011. Proses Pembuatan Hidrolisat Protein Ikan Rucah. *Jurnal Natur Indonesia* 13 (3): 258-261
- Kordi GM. 2009. *Sukses Memproduksi Bandeng Super untuk Umpan, Ekspor dan*

- Indukan*. Jakarta: Andi, hlm 148.
- Liceaga-Gesualdo, and A., Li-Chan, E.C.Y. (1999). Functional properties of fish protein hydrolysate from herring (*Clupea harengus*). *Journal of Food Science*, 64(6): 1000-1004.
- Pigot, G.M. and Tucker, B.W. 1990. Utility fish flesh effectively while maintaining nutritional qualities. *Seafood Effects of Technology on Nutrition*. New York : Marcel Decker, Inc.
- Purbasari, D. 2008. *Produksi dan Karakterisasi Hidrolisat Protein dari Kerang Mas Ngur (Atractodea striata)*. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB.
- Saparinto, Cahyo. 2007. *Membuat Aneka Olahan Bandeng*. Jakarta. Penebar Swadaya
- Shahidi F dan Botta JR. 1994. *Seafood: Chemistry, Processing Technology and Quality*. Glasgow: Blackie Academic and Professional.
- Shahidi F, Han XQ, Synowiecki J. 1995. Production and characteristics of protein hydrolysates from capelin (*Mallotus villosus*). *Food Chem* 53: 285-293.
- Syahrizal FSNA. 1991. *Mikrobiologi kecap ikan yang dibuat secara hidrolisis enzimatis* [skripsi]. Bogor : Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Widadi IR. 2011. *Pembuatan dan Karakterisasi Hidrolisat Protein dari Ikan Lele Dumbo (Clarias gariepinus) Menggunakan Enzim Papain* [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB.
- Winarno FG. 2008. *Kimia Pangan dan Gizi*. Bogor: M-Brio Press.