

KARAKTERISTIK HIDROLISAT PROTEIN IKAN BANDENG (*Chanos chanos* Forsk) DENGAN KONSENTRASI ENZIM BROMELIN YANG BERBEDA

*Characteristic of Milkfish (*Chanos chanos* Forsk) Protein Hydrolysate
as effect of Different Bromelin Enzyme Concentration*

Ima Wijayanti, Romadhon dan Laras Rianingsih
Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Jurusan Perikanan
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang, Semarang
Email : imasetianto@gmail.com

Diserahkan tanggal 7 Januari 2016, Diterima tanggal 1 Februari 2016

ABSTRAK

Ikan Bandeng berpotensi menjadi bahan baku hidrolisat protein ikan karena kandungan protein tinggi dan potensi produksi cukup melimpah. Enzim Bromelin merupakan salah satu enzim protease yang dapat membantu dalam mempercepat reaksi hidrolisa protein. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi enzim bromelin terhadap kualitas hidrolisat protein Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsk) segar. Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan acak lengkap dengan perlakuan konsentrasi enzim yang berbeda (4%, 5% dan 6%). Parameter yang diamati adalah nilai kadar protein, lemak, air, karbohidrat, serat kasar dan rendemen. Konsentrasi enzim bromelin berpengaruh nyata pada nilai kadar protein, lemak, air, abu, serat kasar dan rendemen ($P < 0,05$), tetapi tidak berpengaruh nyata pada kadar karbohidrat ($P > 0,05$). Kondisi optimum untuk menghidrolisis daging Ikan Bandeng menjadi hidrolisat protein adalah konsentrasi enzim bromelin 6% dengan waktu hidrolisis selama 6 jam.

Kata kunci: Ikan Bandeng (*Chanos chanos*), hidrolisat protein ikan, enzim bromelin

ABSTRACT

Milkfish is potentially become the raw material of fish protein hydrolyzate because of the high protein content and relatively abundant production. Bromelin is a protease enzyme that can help on improving protein hydrolyzate quality. This research aimed to determine the effect of bromelain enzyme concentration on the quality of the protein hydrolyzate of milkfish (*Chanos chanos* Forsk) fresh. The experimental design used in this study was completely randomized design with different concentrations of the enzyme (4%, 5% and 6%) as a treatment. The parameters measured were the contents of protein, fat, water, carbohydrates, crude fiber and yield. The concentration of enzyme bromelin significant effect on contents of protein, fat, water, ash, crude fiber and yield ($P < 0,05$), but no effect on carbohydrates content ($P > 0,05$). The optimum conditions to hydrolyze the milkfish meat into a protein hydrolyzate used 6% bromelin enzyme at the time of hydrolysis for 6 hours.

Keywords: Milkfish (*Chanos chanos*), fish protein hydrolyzate, bromelin enzym

PENDAHULUAN

Bandeng (*Chanos chanos* sp) merupakan salah satu jenis ikan air payau yang memiliki rasa yang spesifik dan telah dikenal di Indonesia bahkan di luar negeri. Ikan ini merupakan satu-satunya spesies yang masih ada dalam familia *Chanidae*. Produksi Bandeng hampir dapat dijumpai di seluruh provinsi di Indonesia. Pembudidayaan Bandeng, utamanya banyak diproduksi di Pulau Jawa, khususnya Jawa Timur, Jawa Barat, Jawa Tengah dan Banten. Total produksi bandeng pada tahun 2014 mencapai 631.125 ton atau 14,74% dari total keseluruhan produksi ikan budidaya. Kenaikan produksi Bandeng dari tahun 2010 hingga 2014 mencapai rata-rata 10,84%.

Sementara itu, produksi Bandeng tahun 2015 ditargetkan dapat mencapai 1,2 juta ton (www.wpi.kkp.go.id).

Protein Bandeng cukup tinggi mencapai 19,39% (Prasetyo *et al.*, 2015) berpotensi untuk diolah menjadi hidrolisat protein ikan. Hasil hidrolisis protein secara enzimatik berupa suatu hidrolisat yang mengandung peptida yang berat molekulnya lebih rendah dan asam amino bebas. Produk hidrolisat mempunyai kelarutan pada air yang tinggi, kapasitas emulsinya baik, kemampuan mengembang besar serta mudah diserap tubuh (Fox *et al.*, 1991). Hidrolisat protein dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang antara lain pada industri pangan maupun farmasi.

Kajian mengenai penggunaan enzim pada hidrolisat protein ikan (HPI) sudah dilakukan untuk menghasilkan

produk hidrolisat yang berkualitas. Enzim bromelin merupakan salah satu enzim proteolitik pada nanas yang harganya relatif murah sehingga berpotensi digunakan sebagai enzim pada proses pengolahan HPI. Penggunaan ekstrak enzim bromelin dari nanas dilakukan karena harga enzim bromelin murni relatif mahal. Kajian mengenai HPI dengan menggunakan enzim bromelin masih sangat terbatas. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa enzim bromelin berperan dalam proses hidrolisis ikan untuk pembuatan produk kecap Lemuru (Iskandar dan Desi, 2009) dan hidrolisat protein Lemuru (Handayani *et al.*, 2007). Koesoemawardani *et al.* (2011) melaporkan penggunaan enzim papain 5% lebih efektif dalam menghasilkan HPI ikan rucah dibandingkan 7%. Penelitian Taufik dan Desi (2009) menunjukkan konsentrasi enzim bromelin 8% paling optimal dalam proses hidrolisis untuk menghasilkan kecap Lemuru. Ikan Bandeng dengan kandungan protein yang tinggi dapat berpotensi sebagai bahan baku HPI dan kajian HPI ikan tersebut dengan menggunakan enzim bromelin masih belum dilakukan. Pada penelitian ini digunakan konsentrasi enzim bromelin 4%, 5% dan 6% dalam proses pengolahan HPI Bandeng. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi enzim bromelin terhadap kualitas hidrolisat protein Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsk) segar.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada Mei-Oktober 2014, bertempat di Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro; Laboratorium PAU Universitas Gajah Mada.

Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah Ikan Bandeng segar 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, asam asetat glasial, larutan kuprifosfat, larutan buffer dan akuades.

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, pH meter dan pengaduk.

Prosedur Pembuatan Hidrolisat Protein Ikan (Imm dan Lee, 1999)

Daging ikan yang telah dicincang dicampur dengan air (1:4) dan enzim 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 CH_3COOH sebagai pengatur suasana asam dan $NaOH$ sebagai pengatur suasana basa. Selanjutnya dilakukan penginaktifan enzim pada suhu 90 °C selama 20 menit, penyaringan, sentrifuse pada suhu 4

°C sehingga diperoleh fraksi larutan yang berupa hidrolisat protein ikan. Selanjutnya produk hidrolisat ini dilakukan uji proksimat (kadar protein, air, lemak, abu dan karbohidrat), serat kasar dan rendemen.

Prosedur Analisis

Analisis proksimat dan serat kasar (AOAC, 2005)

Analisis Kadar protein, lemak, air, abu dan karbohidrat serta serat kasar berdasarkan AOAC (2005).

Analisis rendemen (Hadiwiyoto, 1993)

Rendemen hidrolisat protein ikan Bandeng dihitung mengacu pada Hadiwiyoto (1993) dengan rumus sebagai berikut:

Rendemen HPI (%)=

$$\frac{\text{Berat hidrolisat protein ikan (g)}}{\text{Berat daging ikan cincang (g)}} \times 100\%$$

Rancangan Penelitian dan Analisis Data

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan acak lengkap untuk menganalisis pengaruh konsentrasi enzim bromelin terhadap mutu hidrolisat protein Ikan Bandeng. Analisis data menggunakan ANOVA untuk melihat pengaruh perbedaan konsentrasi dan dilanjutkan dengan uji Tukey 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 disajikan pada Tabel 1. Hasil Analisis ragam menunjukkan konsentrasi enzim berpengaruh nyata pada kadar protein, lemak, air dan abu ($P < 0,05$), namun tidak berpengaruh pada kadar karbohidrat ($P > 0,05$).

Kadar Protein

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi enzim bromelin berpengaruh nyata terhadap kadar protein hidrolisat protein Ikan Bandeng ($P < 0,05$). Nilai protein tertinggi dicapai oleh HPI dengan enzim bromelin 6% sedangkan terendah pada protein HPI dengan enzim bromelin 4%. Kadar protein HPI dengan enzim 5% dan 6% meningkat masing-masing 46% dan 55% dari kadar protein HPI dengan enzim bromelin 4%, namun kadar protein HPI dengan konsentrasi bromelin 5 % meningkat hanya 5% setelah konsentrasi enzim ditingkatkan menjadi 6%.

Kadar protein meningkat seiring bertambahnya konsentrasi enzim yang ditambahkan. Kenaikan nilai protein menunjukkan meningkatnya jumlah total nitrogen pada HPI karena metode analisis yang digunakan adalah metode Kjeldahl yang menggunakan jumlah nitrogen sebagai konversi pada perhitungan kadar protein. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan bertambahnya konsentrasi enzim maka kecepatan

reaksi hidrolisis pun semakin meningkat, namun demikian pada batas tertentu penambahan enzim yang berlebih akan berakibat pada jumlah hidrolisat yang konstan karena penambahan enzim sudah tidak aktif lagi. Penelitian Iskandar dan Desi (2009) menunjukkan kadar total nitrogen kecap lemuru meningkat setelah enzim bromelin nanas ditingkatkan dari 6% menjadi 8%, namun menurun setelah ditambahkan enzim 10%.

Kadar protein hasil penelitian ini menunjukkan konsentrasi 4% mempunyai kadar protein yang lebih tinggi dari penelitian HPI pada ikan rucah (20%) (Koesoemawardani *et al.*, 2011) dan HPI tambelo (*Bactronophorus sp.*)(22%) (Anwar dan Rosmawati, 2013); namun lebih rendah dari penelitian

Muzaifa *et al.* (2012) yang menggunakan 2% enzim alkalase dan flourenzime pada limbah ikan menunjukkan kadar protein HPI yang dihasilkan masing-masing 82,66% dan 73,51%, namun demikian pada konsentrasi enzim bromelin 6% HPI Ikan Bandeng mempunyai kadar protein lebih tinggi. Hal tersebut menunjukkan jenis enzim dan juga konsentrasi sangat berpengaruh terhadap produk hidrolisis. Sebagaimana dijelaskan Eed (2013) bahwa aktifitas enzim dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain konsentrasi enzim, temperatur dan pH dan setiap enzim memiliki preferensi yang berbeda terhadap faktor-faktor tersebut.

Tabel 1. Komposisi proksimat hidrolisat protein Ikan Bandeng dengan konsentrasi enzim bromelin berbeda

Konsentrasi enzim (%)	Protein (%Bk)	Lemak (%Bk)	Air (%)	Abu (%Bk)	Karbohidrat
4	54,98±0,43 ^a	0,90±0,08 ^b	96,30±0,04 ^a	12,91±0,26 ^b	0,12±0,01
5	80,27±0,55 ^b	0,61±0,07 ^a	96,46±0,02 ^{bc}	13,02±0,81 ^b	0,19±0,02
6	85,00±1,11 ^c	0,48±0,14 ^a	96,41±0,12 ^{ab}	10,61±1,40 ^a	0,18±0,05

Ket: ± Merupakan nilai standar deviasi dengan 3 ulangan. Superskrip dengan huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$)

Lemak

Hasil analisis ragam menunjukkan konsentrasi enzim bromelin berpengaruh nyata terhadap kadar lemak HPI ikan Bandeng ($P < 0,05$). Kadar lemak terendah pada HPI dengan enzim bromelin 6% dan tertinggi terdapat pada HPI dengan enzim bromelin 4%, namun demikian antara kadar lemak HPI dengan enzim bromelin 4% dan 6% tidak berbeda nyata.

Kadar lemak HPI penelitian ini pada semua konsentrasi enzim bromelin lebih rendah dengan HPI hasil penelitian lain yang menggunakan enzim papain yaitu HPI Lele 1,94% (Widadi, 2011) dan *Kingfish* 0,98% (Abdulazees, 2013). Namun kadar lemak HPI Ikan Bandeng pada semua konsentrasi enzim bromelin lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Muzaifa *et al.* (2012) dengan flourenzime 2% kadar lemak hanya 0,44%.

Shahidi *et al.* (1995) menjelaskan bahwa pada saat proses hidrolisis enzimatis terjadi perubahan struktur jaringan ikan yang sangat cepat sehingga menyebabkan kadar lemak menurun. Hasil pengamatan dengan mikroskop elektron terhadap bagian tipis dari otot ikan menunjukkan 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 yang berdampak pada penurunan kadar lemak.

Kadar lemak HPI Bandeng cukup rendah (<1%) 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).

Kadar Air

Hasil analisis ragam menunjukkan konsentrasi enzim bromelin berpengaruh nyata terhadap kadar air HPI Ikan Bandeng. Kadar air terendah pada HPI dengan enzim bromelin

4%, sedangkan pada enzim bromelin konsentersasi 5% dan 6% serta 4 dan 6% tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).

Kadar air meningkat seiring bertambahnya konsentrasi enzim, hal tersebut karena penambahan ekstrak nanas akan berpengaruh terhadap cairan yang dihasilkan. Sebagaimana diketahui bahwa pada reaksi hidrolisis senyawa protein menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana dan bersifat larut sehingga berimbas pada bertambahnya volume cairan yang pada akhirnya meningkatkan kadar air produk. Hasil penelitian Taufik dan Desi (2009) menunjukkan hidrolisis kecap Lemuru menghasilkan kenaikan volume cairan 17% ketika konsentrasi enzim bromelin ditingkatkan dari 6% menjadi 8%. Kadar air hidrolisat protein Ikan Bandeng hasil penelitian ini lebih besar dibanding hasil penelitian Nurhayati *et al.* (2011) pada HPI Kerang Hijau dengan enzim papain menunjukkan kadar air 84,4%.

Kadar Abu

Sebagian besar bahan pangan terdiri atas 96% bahan organik dan airnya terdiri atas unsur-unsur mineral. Proses pembakaran bahan pangan sampai 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.

Hasil analisis ragam menunjukkan konsentrasi enzim berpengaruh nyata pada kadar abu HPI Ikan Bandeng ($P < 0,05$). Kadar abu tertinggi pada HPI Ikan Bandeng dengan enzim bromelin 4% dan terendah pada konsentrasi enzim 6%. Kadar abu pada hidrolisat protein Ikan Bandeng lebih tinggi dibandingkan kadar abu pada hidrolisat protein Ikan Mele dumbo (Widadi, 2011); Kerang Masngur (Purbasari, 2008); Kerang Hijau (Nurhayati *et al.*, 2011); *Kingfish* (Abdulazees, 2013). Namun demikian kadar abu hasil penelitian ini tidak jauh berbeda pada hasil penelitian Muzaina *et al.* (2012) yang menunjukkan nilai kadar abu HPI pada limbah ikan dengan enzim alkalase dan flavourzyme masing-masing 9,61% dan 11,52%.

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. Gesualdo 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.

Kadar Karbohidrat

Hasil analisis Statistika konsentrasi enzim tidak berpengaruh nyata pada nilai karbohidrat HPI Ikan Bandeng ($P>0,05$). Nilai karbohidrat pada HPI Ikan Bandeng rendah karena bahan baku HPI adalah Ikan Bandeng yang mempunyai kadar karbohidrat yang rendah. Prasetio *et al.* (2015) melaporkan bahwa kadar lemak Bandeng segar 0,28% berdasar berat kering. Kadar karbohidrat HPI Bandeng jauh lebih rendah dibanding hasil penelitian Bhaskar dan Mahendrakar (2008) yang melaporkan nilai karbohidrat ikan Catla mencapai 4,88% basis kering. Nurhayati *et al.* (2014) menambahkan kadar karbohidrat hidrolisat jeroan Ikan Kakap putih mencapai 20,39% yang menunjukkan adanya kandungan glikogen berupa glukosa, fruktosa, sukrosa. Menurut Okuzumi dan Fuji (2000) dalam Nurhayati *et al.* (2014), kandungan karbohidrat dalam produk perikanan tidak mengandung serat kebanyakan dalam

bentuk glikogen dalam jumlah sedikit berupa glukosa, fruktosa, sukrosa, dan beberapa jenis monosakarida dan disakarida.

Serat Kasar Hidrolisat Protein Ikan Bandeng

Kandungan serat kasar HPI Bandeng disajikan pada Tabel 2. Hasil analisis ragam menunjukkan konsentrasi enzim bromelin berpengaruh nyata pada nilai serat kasar HPI Bandeng ($P<0,05$). Semakin besar konsentrasi menunjukkan serat kasar semakin menurun. Serat kasar terendah pada HPI ikan bandeng dengan konsentrasi enzim bromelin 6% namun demikian tidak berbeda nyata dengan konsentrasi enzim bromelin 5%.

Rendemen Hidrolisat Protein Ikan Bandeng

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 *et al.*, 1995). Rendemen HPI Bandeng dengan konsentrasi enzim bromelin yang berbeda disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Kadar serat kasar hidrolisat protein ikan bandeng dengan konsentrasi enzim yang berbeda.

Konsentrasi enzim (%)	Kadar Serat Kasar(%Bk)
4	0,075±0,002 ^b
5	0,057±0,007 ^a
6	0,053±0,003 ^a

Ket: ± Merupakan nilai standar deviasi dengan 3 ulangan. Superskrip dengan huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata ($P<0,05$)

Tabel 3. Rendemen hidrolisat protein Ikan Bandeng dengan konsentrasi enzim yang berbeda.

Konsentrasi enzim (%)	Rendemen (%)
4	9,22±0,11 ^a
5	9,43±0,08 ^a
6	11,41±0,37 ^b

Ket: ± Merupakan nilai standar deviasi dengan 3 ulangan. Superskrip dengan huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata ($P<0,05$)

Hasil analisis ragam menunjukkan konsentrasi enzim bromelin berpengaruh nyata terhadap rendemen HPI Ikan Bandeng ($P<0,05$). Rendemen tertinggi pada HPI dengan enzim bromelin 6%, namun rendemen pada konsentrasi 4% dan 5% tidak berbeda nyata ($P>0,05$). Tabel 3 memperlihatkan peningkatan nilai rendemen produk hidrolisat Ikan Bandeng seiring dengan penambahan konsentrasi enzim bromelin. Hidrolisis substrat dengan perlakuan penambahan enzim bromelin 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%.

Tucker (1995) menjelaskan bahwa hidrolisis protein melibatkan penambahan air sehingga jumlah air yang berada dalam proses menjadi lebih besar dibandingkan dengan jumlah substrat yang digunakan. Pemberian air dalam proses hidrolisis

bertujuan menstabilkan nilai pH dalam proses hidrolisis protein, mempermudah pengadukan dan homogenisasi antara enzim dan substrat yang ada serta 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.

KESIMPULAN

Hidrolisat protein Ikan Bandeng dapat dihasilkan melalui hidrolisis enzimatis menggunakan enzim bromelin. Konsentersasi enzim bromelin berpengaruh nyata pada kadar proksimat protein, lemak, air dan abu tetapi tidak berpengaruh nyata pada kadar karbohidrat. Kondisi optimum untuk menghidrolisis daging ikan Bandeng menjadi hidrolisat protein adalah konsentrasi enzim bromelin 6% dengan waktu hidrolisis selama 6 jam.

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., B. Ramamoorthy and P. Ponnusamy. 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.
- Anwar, LO., dan Rosmawati. 2013. Karakteristik Hidrolisat Protein Tambelo (*Bactronophoru* spp.) yang Dihidrolisis Menggunakan Enzim Papain. *Biogenesis Jurnal Ilmiah Biologi* 1(2):133-140.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2005. Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist. Arlington, Virginia USA : AOAC Inc.
- Belitz HD, Grosch W, Schieberle P. 2009. Food Chemistry. Germany: Springer- Verlag.
- Bhaskar, N. dan N.S. Mahendrakar. 2008. Protein hydrolysate from visceral waste protein of catla (Catla catla): optimization of hydrolysis condition for a commercial neutral protease. *Journal Bioresource Technology*. 99: 4105-4111.
- Eed, J. 2013. Factors Affecting Enzyme Activity. *ESSAI*. 10: Article 19
- Fox, P.F., P.A. Morrissy and D.M. Mulvihill. 1991. Chemical and Enzymatic Modification of Food Protein. London: Development in Food Protein. APPL.Sci.Pbl.
- Gesualdo, A.M. and E.C.Y. li-Chan. 1999. Functional properties of fish protein hydrolysate from Herring (*Clupea harengus*). *Journal of Food Science*. 64(6): 1000-1004.
- Hadiwiyoto, S. 1993. Dasar-dasar Teknologi Hasil Perikanan. Yogyakarta: Liberty.
- Handayani, W., A.A.I. Ratnadewi dan AB Santoso. 2007. Pengaruh Variasi Konsentrasi Sodium Klorida terhadap Hidrolisis Protein Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru* Bleeker, 1853) oleh Protease EkstrakNanas (*Ananas comosus* [L.] Merr. var. *Dulcis*). *Jurnal Teknologi Proses*. 6 (1): 1-9
- Imm, J.Y. dan C.M. Lee. 1999. Production of Seafood Flavor from Red Hake (*Urophycis chuss*) by Enzymatic Hydrolysis. *Journal Agric. Food Chem*. 47 : 2360-2366.
- Koesoemawardani, D., F. Nurainy dan S.Hidayati. 2011. Proses Pembuatan Hidrolisat Protein Ikan Rucah. *Jurnal Natur Indonesia*. 13(3): 258-261.
- Muzaifa, M., N. Safriani dan F. Zakaria. 2012. Production of Protein Hydrolysates from Fish by Product prepared by enzymatic Hydrolysis. Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation. *International Journal of The Bioflux Society*. 5 (1): 36-39.
- Nurhayati, T., E. Salamah, A. Elin. 2011. Pemanfaatan Kerang Hijau (*Mytilus viridis*) dalam Pembuatan Hidrolisat Protein Menggunakan Enzim Papain. *AKUATIK-Jurnal Sumberdaya Perairan*. 5(1): 13-16.
- Nurhayati T, E. Salamah, Cholifah dan R. Nugraha. 2014. Optimalisasi Proses Pembuatan Hidrolisat Jeroan Ikan Kakap Putih. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 17(1): 42-52.
- Pigot, G.M. and B.W. Tucker. 1990. Utility fish flesh effectively while maintaining nutritional qualities. *Seafood Effects of Technology on Nutrition*. New York: Marcel Decker, Inc.
- Prasetyo, D.Y.B, Y.S. Darmanto, F. Swastawati. 2015. Efek Perbedaan Suhu dan Lama Pengasapan terhadap Kualitas Ikan Bandeng (*Chanos chanos Forsk*) Cabut Duri Asap. *Jurnal Teknologi Aplikasi Pangan*. 4(3): 94-98.
- Purbasari, D. 2008. Produksi dan Karakterisasi Hidrolisat Protein dari Kerang Mas Ngur (*Atactodea striata*). [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB.
- Shahidi, F., X.Q. Han, J. Synowiecki. 1995. Production and characteristics of protein hydrolysates from capelin (*Mallotus villosus*). *Food Chem*. 53: 285-293.
- Taufik, I. dan A.W. Desi. 2009. Pengaruh Enzim Bromelin dan Waktu Inkubasi pada Proses Hidrolisis Ikan Lemuru menjadi Kecap. *Jurnal Buana Sains*. 9(2): 183-189.
- Widadi, I.R. 2011. Pembuatan dan Karakterisasi Hidrolisat Protein dari Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Menggunakan Enzim Papain [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB.
- Winarno, F.G. 2008. Kimia Pangan dan Gizi. Bogor: M-Brio Press.
- Profil Komoditas Ikan Bandeng. Diakses 22 Februari 2016 pada www.wpi.kkp.go.id.