

**EKSTRAKSI PEPTON DARI LIMBAH PENGOLAHAN IKAN CUNANG
(*CONGRESOX TALABON*) SEBAGAI NUTRISI PADA MEDIUM
PERTUMBUHAN MIKROORGANISME**

Boy Laoli¹⁾, Sukirno²⁾, Edison²⁾

Email: boymartinus@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini telah dilakukan pada bulan Maret-April 2015 di Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan, Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau, Laboratorium Kimia Analitik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Riau dan Laboratorium Kimia Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Sumatera Utara. Penelitian ini bertujuan untuk memproduksi pepton dari limbah isi perut ikan cunang sebagai nutrisi bakteri dalam mendukung pertumbuhan bakteri pada medium pertumbuhan. Limbah isi perut ikan cunang dihidrolisis secara autolisis dengan mengaktifkan enzim proteolitik (pepsin) pada perut ikan menggunakan HCL 12 N pada kondisi pH (1,2,3 dan 4) dengan suhu hidrolisis 40°C selama 24 jam untuk mengetahui kondisi hidrolisis optimumnya. Kondisi hidrolisis optimum limbah isi perut ikan cunang terjadi pada pH 3, suhu hidrolisis 40°C dengan waktu hidrolisis selama 24 jam, larutan ekstrak pepton hasil hidrolisis disentrifus dan setelah itu dikeringkan dengan *freeze dryer*. Hasil penelitian menunjukkan pepton isi perut ikan cunang mempunyai kandungan kadar protein 79,06%; total nitrogen 12,66%; α -amino nitrogen bebas 1,97%; rasio AN/TN 15,56%; kadar air 5,43% dan kelarutan dalam air 93,03%. Uji pertumbuhan bakteri dengan bakteri *Escherichia coli* ATCC 8739 dan *Staphylococcus aureus* 6538 menunjukkan pepton isi perut ikan cunang dapat digunakan sebagai nutrisi pertumbuhan bakteri pada medium pertumbuhan.

Keywords : Pepton, ikan cunang, autolisi, enzim pepsin, *E. coli* ATCC 8739, *S. aureus* 6538

¹Mahasiswa Fakultas Perikanan dan ilmu kelautan Universitas Riau

²Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau

PEPTONE EXTRACTION OF YELLOW PIKE CONGER (*CONGRESOX TALABON*) PROCESSING WASTE AS A MEDIUM GROWTH NUTRITIONAL MICROORGANISMS

Boy Laoli¹⁾, Sukirno²⁾, Edison²⁾

Abstract

The research was conducted in March-April 2015 in the Laboratory of Fish Processing Technology, Laboratory of Microbiology and Biotechnology, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, University of Riau, Laboratory of Analytical Chemistry, Faculty of Mathematics and Science, University of Riau and the Laboratory of Chemical Physics, Faculty of Mathematics and Science, University of North Sumatra. This study aims to produce peptone from waste yellow pike conger entrails as bacterial nutrients to support the growth of bacteria in the growth medium. Waste yellow pike conger entrails autolysis hydrolysed by activating proteolytic enzymes (pepsin) in the stomach of fish using 12 N HCl at pH (1,2,3 and 4) the hydrolysis temperature 40°C for 24 hours to determine the optimum hydrolysis conditions. The optimum hydrolysis conditions of waste yellow pike conger entrails occurs at pH 3, the temperature of 40°C hydrolysis with hydrolysis time of 24 hours, the solution was centrifuged extract peptone hydrolysis and then dried with a freeze dryer. The results showed peptone fish entrails have cunang content of 79.06% protein content; total nitrogen 12.66%; free α -amino nitrogen 1.97%; the ratio AN / TN 15.56%; water content of 5.43% and 93.03% solubility in water. Growth of test bacteria *Escherichia coli* ATCC 8739 and *Staphylococcus aureus* 6538 showed peptone yellow pike conger entrails can be used as a nutrient growth of bacteria on the growth medium.

Keywords : Peptone, yellow pike conger, autolysis, enzyme pepsin, *E. coli* ATCC 8739, *S. aureus* 6538

¹**Student of Faculty of Fisheries and Marine Science University of Riau**

²**Lecturer of Faculty of Fisheries and Marines Science University of Riau**

PENDAHULUAN

Pepton merupakan derivat sekunder dari protein yang berfungsi sebagai sumber nitrogen pada media pertumbuhan bakteri. Perkembangan bidang bioteknologi di Indonesia membuat kebutuhan pepton di Indonesia menjadi semakin besar. Saat ini jumlah

kebutuhan pepton di Indonesia masih diperoleh dengan cara mengimpor dengan harga yang tinggi. Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat bahwa pada januari 2014, jumlah pepton yang diimpor secara kumulatif mencapai 2.282.854. kg dengan nilai 2.282.854 US\$ (BPS,2014).

Pepton merupakan hidrolisat protein yang mengandung asam amino, dipeptida, peptida dan campuran polipeptida yang dapat diperoleh dengan menghidrolisis bahan-bahan yang mengandung protein melalui reaksi hidrolisis asam atau secara enzimatis. Isi perut (usus dan lambung) ikan cunang (*Congresox talabon*) merupakan limbah pengolahan hasil perikanan yang mengandung protein. Poernomo (1997) menyatakan isi perut (usus dan lambung) ikan, selain mengandung protein juga mengandung enzim proteolitik sehingga dalam hidrolisisnya tidak diperlukan penambahan enzim dan proses pembuatannya adalah melalui proses ensilasi dengan penambahan asam, baik asam organik maupun asam mineral untuk mengaktifkan enzim (autolisis).

Pepsin adalah enzim yang ditemukan didalam cairan lambung sebagai hasil perubahan enzim pepsinogen oleh adanya asam lambung (HCL); berfungsi untuk memecahkan protein menjadi albumosa, pepton dan peptida (Ham, 2012). Enzim pepsin termasuk dalam aspartic proteinase dalam kelenjar getah lambung hewan vertebrata merupakan protease lain yang terdapat pada ikan. Berdasarkan kandungan protein dan enzim yang terdapat pada isi perut ikan, penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan memproduksi pepton dari limbah isi perut ikan cunang dengan

mengaktifkan enzim pepsin (autolisis) pada isi perut ikan. Pepton yang dihasilkan selanjutnya dipakai sebagai nutrisi pada medium pertumbuhan bakteri.

METODOLOGI

Bahan dan Alat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan, Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau, Laboratorium Kimia Analitik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Universitas Riau dan Laboratorium Kimia Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Universitas Sumatera Utara.

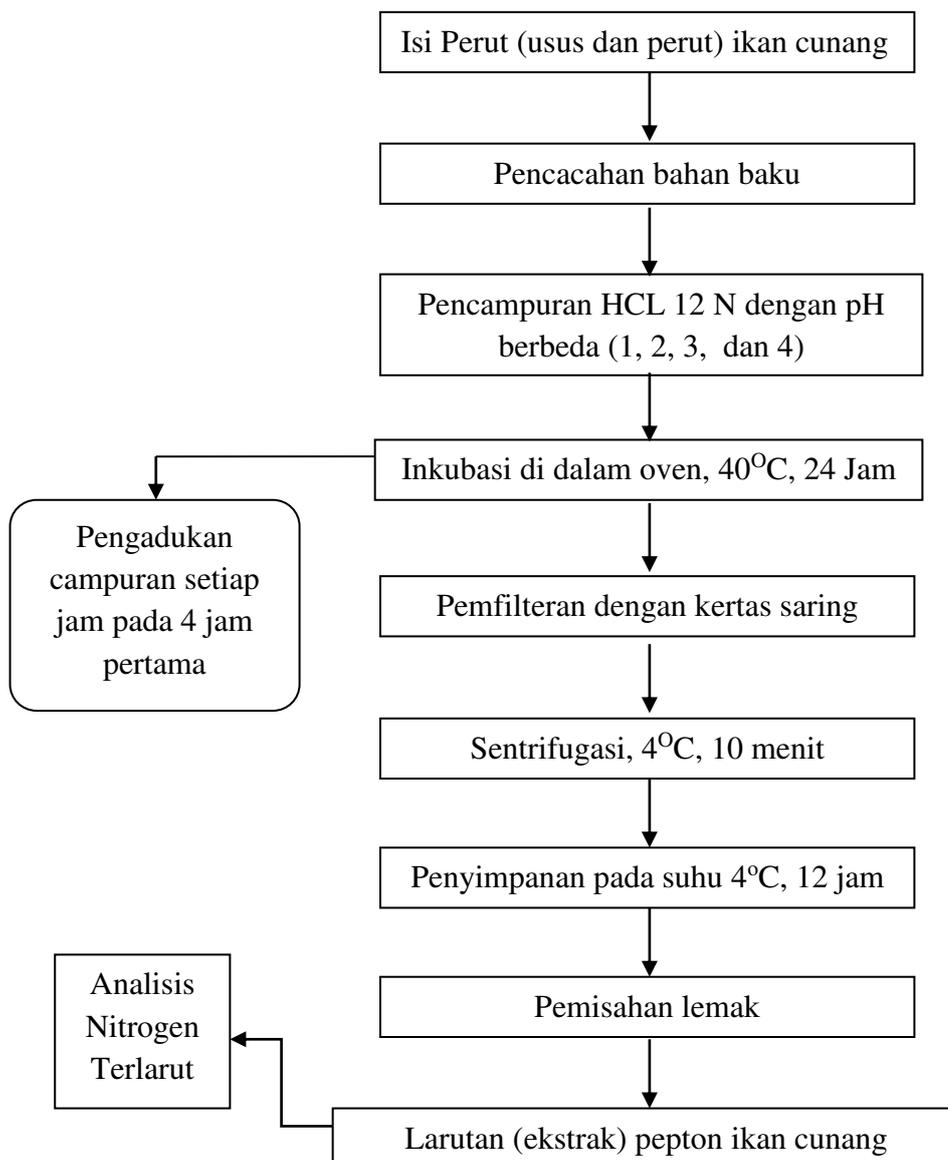
Bahan utama yang digunakan adalah isi perut (usus dan lambung) ikan cunang yang diperoleh dari UD Abadi Bersama Tanjungbalai Asahan, HCL 12 N. Bakteri uji *Escherichia coli* ATCC 8739 dan *Staphylococcus Aereus* ATCC 6538 yang diperoleh dari PT Dipa Puspa Labsains Jakarta. Sentrifus (Hitachi CT15RE), pH meter, Freeze dryer (Christ), laminar flow, incubator, autoclave dan spektrofotometer.

Metode Penelitian

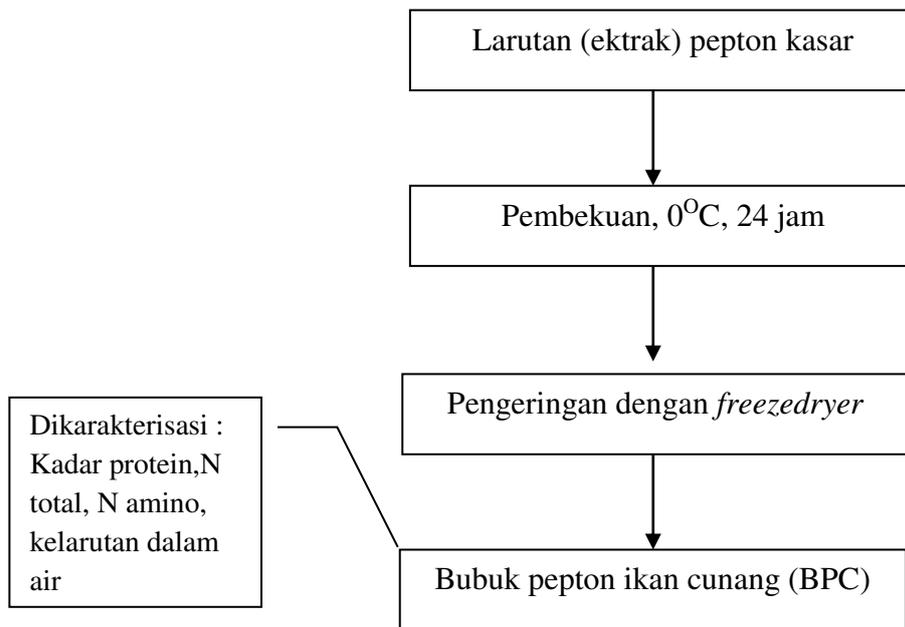
Penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap, yaitu (1) penelitian tahap pertama meliputi Analisa protein dan nitrogen total isi perut ikan cunang dan pengujian hidrolisis optimum dilakukan terhadap 10 gram isi perut ikan

cunang dengan penambahan HCL 12 N pada pH(1,2,3 dan 4) dengan suhu 40°C selama 24 jam, (2) penelitian tahap kedua yaitu pepton diproduksi pada kondisi hidrolisis optimum yang ditunjukkan jumlah Nitrogen Total Terlarut (NTT) larutan ekstrak pepton yang diketahui pada penelitian tahap pertama (Gambar 1) selanjutnya larutan ekstrak pepton dikeringkan dengan menggunakan *freeze dryer*,

dan dikarakterisasi meliputi nilai kadar protein, nitrogen total, α -amino nitrogen, kelarutan dalam air (gambar 2) serta (3) penelitian tahap ketiga yaitu Pepton yang dihasilkan kemudian diuji kemampuannya dalam mendukung pertumbuhan bakteri, dengan bakteri uji *Escherichia coli* ATCC 8739 dan *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 yang dikomparasi dengan pepton komersial (*bactopeptone*).



Gambar 1. Diagram alir proses produksi larutan (ekstrak) pepton dari isi perut ikan cunang melalui reaksi hidrolisis secara autolisis (enzim internal).



Gambar 2. Diagram alir produksi bubuk pepton ikan cunang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian Tahap Pertama

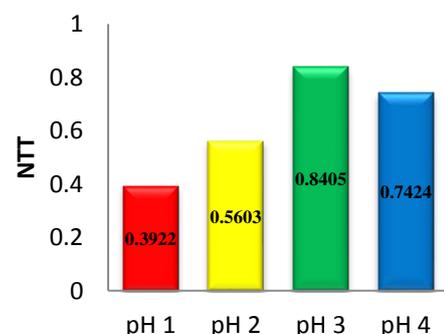
Penentuan kandungan protein dan nitrogen total isi perut ikan cunang diuji dengan metode kjedhal. Hasil analisis disajikan pada Tabel 1.

berbeda yaitu pH (1,2,3,4) dengan suhu hidrolisis 40°C selama 24 jam. dalam menentukan kondisi hidrolisis optimum isi perut ikan cunang, dapat ditentukan oleh jumlah nilai nitrogen terlarut. Disajikan pada Gambar 3.

Tabel 1. Kandungan protein dan nitrogen total isi perut ikan cunang (*Congresox talabon*)

No	Parameter	Komposisi (%)
1.	Protein	14,625
2.	Nitrogen total	2,34

kandungan protein pada isi perut ikan cunang adalah sebesar 14,625% dan nitrogen total sebesar 2,34%. Kandungan protein dalam isi perut ikan cunang tersebut yang akan dihidrolisis untuk diproduksi menjadi pepton, agar proses hidrolisis optimal maka dilakukan pengujian hidrolisis optimum terlebih dahulu untuk mengetahui kondisi optimum. Uji hidrolisis dilakukan pada kondisi pH



Gambar 3. Histogram nilai NTT limbah perut ikan cunang dengan nilai pH berbeda

Gambar 3 menunjukkan kondisi pH berpengaruh terhadap kondisi dimana jumlah NTT yang dihasilkan menunjukkan nilai yang berbeda. Pada penelitian ini didapat nilai NTT pada kondisi pH 1 (0,3292%), pada pH 2(0,5603%), kondisi pH 3 (0,8405%) dan pada pH 4 (0,7424%). Dari hasil analisis hidrolisis optimum berdasarkan nilai NTT tertinggi pada penelitian tahap pertama, dapat diketahui bahwa kondisi pH optimum menghasilkan larutan ekstrak pepton adalah pH 3.

Proses hidrolisis isi perut ikan cunang berlangsung secara autolisis, yaitu mengaktifkan enzim pepsin yang terdapat pada isi perut ikan cunang dengan menambahkan HCL 12 N, untuk mengatur kondisi pH aktif enzim pepsin. Asam klorida (HCL) akan mengubah pepsinogen menjadi enzim pepsin yang aktif

Enzim pepsin aktif memiliki 321 residu asam amino yang sangat aktif pada pH 1-4 (Winarno, 1995). Pepsin merupakan endopeptidase, yaitu enzim yang mengkatalisis hidrolisis ikatan peptida di tengah rantai peptida, bukan pada ujung-C atau ujung -N (Wilbraham dan Matta, 1984).

Penelitian Tahap Kedua

Pada penelitian tahap kedua, larutan ekstrak pepton yang dihasilkan dari hidrolisis optimum, dikeringkan menjadi bubuk pepton dengan menggunakan *freeze dryer*, selanjutnya dikarakterisasi berupa nilai kadar protein, N-Total, α -amino nitrogen, AN/TN kadar air dan kelarutan dalam air. Karakterisasi pepton disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik bubuk pepton cunang

Karakteristik	Pepton Cunang
Kadar Protein (%)	79,06
Total Nitrogen (%)	12,66
α -Amino Nitrogen Bebas (%)	1,97
AN/TN (%)	15,56
Kadar air (%)	5,43
Kelarutan (%)	93,03

Analisis protein bubuk pepton isi perut ikan cunang dengan metode kjedhal didapatkan nilai kadar protein bubuk pepton yang dihasilkan sebesar 79,06%. Kadar protein yang terkandung pada pepton menunjukkan kadar nitrogen total bubuk pepton isi perut ikan cunang. Sehingga dapat diasumsikan bahwa jumlah kadar protein pada bubuk pepton isi perut ikan cunang berbanding lurus dengan kandungan pepton didalam bubuk pepton hasil produksi. Kadar α -amino nitrogen bebas pada bubuk pepton adalah 1,97% menunjukkan kandungan asam-asam amino yang terkandung dalam bubuk pepton isi perut ikan cunang, semakin tinggi nilai amino nitrogen maka semakin tinggi kandungan asam amino yang terdapat didalam bubuk pepton.

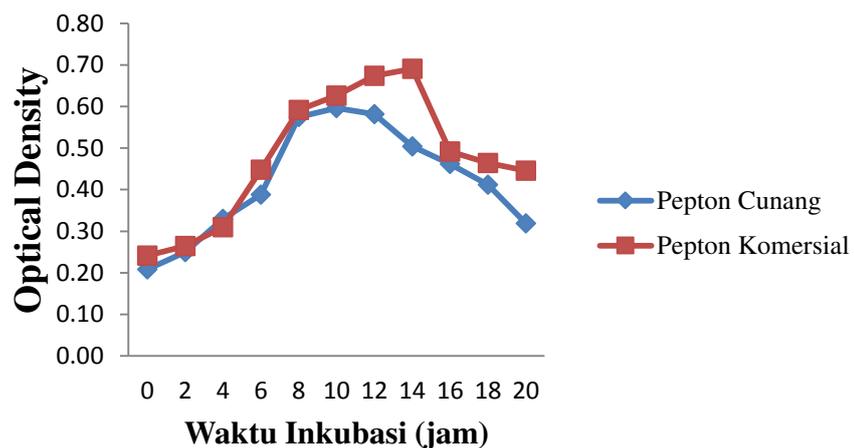
Kadar air bubuk pepton yang dihasilkan sebesar 5,43%. Proses pengeringan pepton dilakukan menggunakan *freeze dryer*, ketika proses pengeringan berlangsung es secara bertahap meninggalkan bagian dalam produk dalam bentuk uap air, menghasilkan rongga yang asalnya ditempati oleh kristal es sehingga produk mempunyai kualitas yang baik (Estiasih dan Ahmadi,2011). Winarno (1984) menyatakan, nilai kadar air didalam suatu produk keringa yang berkisar 3-7% akan

menurunkan nilai a_w produk sehingga air dalam bahan stabil dan produk menjadi lebih awet. Salah satu sifat kimia fisika pepton adalah larut didalam air, pada pepton isi perut ikan cunang kelarutan pepton adalah 93,03%. Nilai kelarutan ini dipengaruhi oleh metode pengeringan beku, sehingga bubuk pepton yang dihasilkan memiliki tekstur yang porous menjadikan pepton mudah menyerap air dan dipengaruhi pula beberapa golongan protein yang tidak larut didalam air.

Penelitian Tahap Ketiga

Uji aktivitas pertumbuhan bakteri

Pepton isi perut ikan cunang yang dihasilkan diuji kemampuannya untuk mendukung pertumbuhan bakteri pada medium pertumbuhan dengan mengkomparasi bubuk pepton isi prut ikan cunang dengan pepton komersial (*bactopeptone*). Bakteri uji yang digunakan untuk uji aktivitas pertumbuhan bakteri adalah bakteri *Escherichia coli* ATCC 8739 dan bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 6538. Pengamatan pertumbuhan bakteri dilakukan dengan menggunakan metode turbidimeter (*optical density*) yang dilakukan selama 20 jam, dengan waktu pengamatan setiap 2 jam. Dari hasil pengamatan untuk bakteri *E.coli* ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kurva pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* ATCC 8739

Gambar 4 menunjukkan nilai absorbansi pada pengukuran awal pada jam ke-0 berkisar diantara 0,208-0,241, dimana nilai absorbansi media pepton komersial lebih tinggi dibandingkan dengan media pepton isi perut ikan cunang, ini terjadi dikarenakan jumlah yang diinokulasikan tidak sama pada masing-masing media. Bakteri yang diinokulasikan merupakan bakteri yang terlarut dalam 1 ml larutan *nutrient broth* yang merupakan medium bakterisebelumnya sehingga jumlah banyaknya bakteri tidak dapat ditentukan. Pada kurva yang ditunjukkan pada Gambar 7 diketahui bahwa fase *log phase* bakteri *E.coli* yang ditumbuhkan pada media pepton isi perut ikan cunang terjadi pada jam ke-0 sampai jam ke 10 sedangkan *E.coli* pada media pepton komersial berlangsung hingga jam ke-12. Schlegel (1985) menyatakan bakteri *E.coli* yang ditumbuhkan pada suhu 37°C membelah diri kira-kira setiap 20

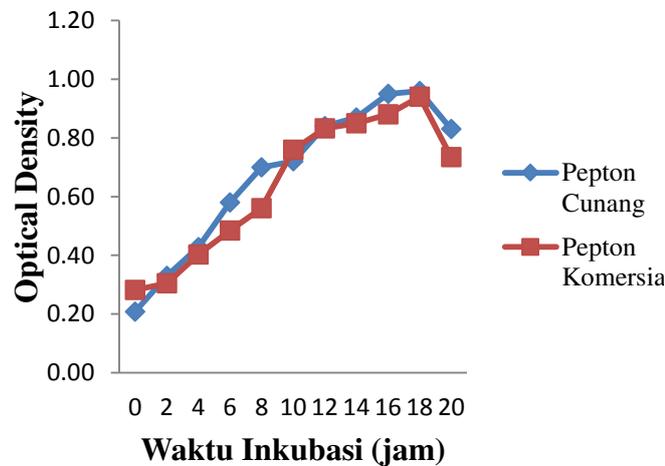
menit. Perubahan nilai Od yang tidak terlalu significant atau cenderung stagnan pada grafik menunjukkan bakteri telah memasuki fase stasioner. Pada bakteri *E.coli* yang ditumbuhkan dalam media pepton cunang, bakteri memasuki fase stasioner pada jam ke-10 dan pada pepton komersial, bakteri memasuki fase stasioner pada jam ke-12.

Setelah fase stasioner, bakteri selanjutnya memasuki fase kematian (*death phase*), ditunjukkan nilai OD yang terus menurun. Fase ini terjadi karena jumlah nutrisi pada media sudah habis dan sudah terbentuk senyawa toksik hasil metabolisme bakteri yang juga menyebabkan kematian bakteri. Fase kematian bakteri *E.coli* yang ditumbuhkan pada media pepton isi perut ikan cunang berlangsung mulai jam ke-12 sedangkan bakteri *E.coli* pada media pepton komersial dimulai saat jam ke-14. Kurva pertumbuhan bakteri menunjukkan pertumbuhan bakteri

yang diinokulasikan pada media pepton komersial lebih baik daripada pepton isi perut cunang diduga karena unsur nitrogen pada pepton komersial lebih mudah dipakai oleh bakteri *E.coli* dan dalam jumlah yang lebih banyak dari pepton isi perut ikan cunang.

Pepton juga diuji terhadap bakteri gram positif yaitu bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 sebagai bakteri uji. Kurva aktivitas pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dapat dilihat pada Gambar 5.

Kurva pertumbuhan bakteri menunjukkan, pertumbuhan bakteri mengalami fase logaritma mulai jam ke-0 dimana peningkatan terus terjadi sampai jam ke-18, dimana nilai absorbansi tertinggi diketahui pada jam ke-18 yaitu berkisar pada rentang 0,94-0,96. Nilai absorbansi media pepton isi perut ikan cunang lebih tinggi dari pepton komersial. Nilai absorbansi tersebut menunjukkan jumlah sel bakteri pada media pepton isi perut ikan cunang lebih banyak dibandingkan



Gambar 5. Kurva pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 pada media pepton

Pada gambar 5 menunjukkan perubahan nilai OD terlihat pada bakteri yang dikultur dalam media pepton isi perut ikan cunang dan pepton komersial. Nilai absorbansi pada awal pengukuran memiliki nilai berkisar 0,21-0,28 dimana nilai absorbansi pada media pepton komersial dikarenakan jumlah sel bakteri yang diinokulasikan pada masing-masing media tidak sama sehingga kerapatan (densitas)

berbeda.dengan bakteri yang ditumbuhkan pada media pepton komersial. Selanjutnya bakteri memasuki fase stasioner, yaitu fase dimana jumlah pertumbuhan bakteri sama dengan jumlah kematian bakteri disebabkan jumlah nutrisi pada media pepton sudah mulai habis dan telah terbentuknya senyawa toksik. Fase ini ditunjukkan oleh pergerakan grafik yang tidak signifikan.

Komparasi Karakterisasi Bubuk Pepton

Karakterisasi dari pepton dapat dijadikan sebagai parameter dalam menilai kualitas pepton, sebagai standar pepton dikomparasi dengan pepton komersial (*bactopeptone*) dan pepton dari limbah hasil perikanan yang diproduksi pada penelitian sebelumnya.

Perbandingan karakteristik pepton disajikan pada Tabel 2.

kelarutan didalam air, pepton komersial masih lebih baik dari pepton isi perut ikan cunang. Wirahadikusumah (2007) menyatakan pemurnian suatu macam protein pada umumnya dipengaruhi oleh keadaan luar seperti pH dan temperature sehingga diperlukan cara-cara yang lunak dengan kemampuan pemisahan yang tinggi. Karena itu mengisolasi pepton secara enzimatis merupakan salah satu cara yang sangat baik

Tabel 2. Komparasi karakteristik bubuk pepton

No	Karakteristik	Pepton Isi Perut Ikan Cunang	Pepton komersial (difco)	Pepton Jeroan Ikan Tongkol ¹⁾	Pepton Ikan Selar Kuning ²⁾
1	Protein (%)	79,13	77,88	50,19	65,19
2	Total Nitrogen (%)	12,66	12,46	8,03	10,43
3	α -Amino Nitrogen bebas(%)	1,97	2,59	1,12	0,78
4	AN/TN (%)	15,56	20,78	13,95	7,48
5	Kelarutan (dalam air %)	93,03	99,8	98,20	99,63

Sumber : Suhandana¹⁾(2010) ; Wijayanti²⁾(2009)

Tabel 2 menunjukkan pepton isi perut ikan cunang memiliki karakteristik yang hampir menyamai pepton komersial, untuk beberapa parameter pepton isi perut ikan cunang melebihi pepton komersial seperti kadar protein dan total nitrogen, sedangkan untuk kadar α -Amino Nitrogen bebas

karena enzim bekerja spesifik terhadap substratnya. Pepton yang merupakan derivat sekunder protein yang dihasilkan dari pemecahan protein yang terjadi dengan proses hidrolisis. Pepton terdiri dari asam amino dan peptida-peptida yang dihasilkan dari pemutusan rantai

ikatan peptida pada saat proses hidrolisis. Salah satu klasifikasi asam amino berdasarkan sifat kekutuban (polarity) gugus R yaitu asam amino dengan gugus R yang tidak mengutub (non polar) atau hidrofob. Golongan asam amino ini mempunyai sifat kurang dapat larut didalam air (Wirahadikusumah,1989). Diduga golongan asam amino yang tidak larut dalam air tersebut terkandung didalam pepton isi perut ikan cunang sehingga mempengaruhi kelarutan pepton didalam air.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pepton dapat diproduksi menggunakan bahan baku isi perut ikan cunang (*Congresox talabon*) secara autolisis. Kondisi pH optimum yang digunakan untuk hidrolisis adalah pada pH 3 dengan suhu hidrolisis 40°C selama 24 jam. Bubuk pepton isi perut ikan cunang memiliki karakterisasi sebagai berikut ; protein 79,13% (b/b), total nitrogen 12,66% (b/b), α -amino nitrogen 2,10 % (b/b), AN/TN 16,59% (b/b), kadar air 5,72% (b/b), kelarutan dalam air 93,03% (b/v).

Dari uji pertumbuhan bakteri, diketahui bahwa pepton isi perut ikan cunang dapat mendukung pertumbuhan bakteri dalam media terutama bakteri *Staphylococcus aereus* ditunjukkan nilai absorbansi tertinggi terdapat pada bakteri *S.aereus* yang ditumbuhkan pada pepton isi perut ikan cunang. Berdasarkan hal tersebut pepton isi perut ikan cunang

dapat dijadikan sebagai nutrisi pada medium pertumbuhan bakteri dan substitusi untuk penggunaan pepton komersial

Saran

Diperlukan penelitian selanjutnya dalam proses optimalisasi mutu pepton, seperti perlakuan penambahan zat pengisi pada hidrolisat pepton untuk meningkatkan nilai rendemen pepton dan mutu pepton. Diperlukan pengujian pepton terhadap mikroorganisme jenis lainnya seperti jamur, kapang dan bakteri lainnya. .Perlu pengkajian lanjut dalam penggunaan enzim komersial terhadap isi perut ikan cunang dalam proses hidrolisis untuk menghasilkan pepton.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. 2014. Buletin Statistik Perdagangan Luar Negeri (Impor) http://www.bps.go.id/hasil_publicasi/bul_impor_jan_2014/index3.php?pub=Buletin%20Statistik%20Perdagangan%20Luar%20Negeri%20Impor%20Januari%202014. (Diakses pada tanggal 19 Mei 2014, pukul 21:00 WIB).
- Estiasih dan Ahmadi.2011. Teknologi Pengolahan Pangan. Jakarta, Bumi Aksara, 274 hlm.
- Ham ,M. Kamus Kimia. Jakarta, Bumi Aksara, 514 hal.
- Poernomo, A. 1997.*The Utilization of Cowtail Ray Viscera. Di dalam: Siswanto, editor. Optimasi Produksi Bubuk*

Pepton Dari Limbah Perikanan Dengan Menggunakan Pengering Tipe Pengering Semprot (*Spray Dryer*). [Skripsi] .Bogor : Institut Pertanian Bogor.

Schlegel, HG dan Schmidt, K. 1994. Mikrobiologi Umum. Baskoro R.M.T; Yogyakarta; Gadjah Mada University Press. Terjemahan dari : *Allgemeine Mikrobiologie*.

Suhandana. 2009. Pemanfaatan Jeroan Ikan Tongkol Sebagai Bahan Baku Pembuatan Pepton Secara Enzimatis. [Skripsi] .Bogor : Institut Pertanian Bogor.

Wilbraham, A.,C dan Matta,M.S. 1984. Kimia Organik Dan Hayati. Achmadi S, penerjemah; Bandung; Penerbit ITB. Terjemahan dari : *Introduction to organic and biological chemistry*.

Winarno, F. G. 1995. Enzim Pangan. *Di dalam* : Indryasari, R., editor. Studi Tentang Karakteristik Tepung Ikan Tembang (*Sardinella fimbriata*) Hasil Reaksi Hidrolisis/Plastein Dengan Enzim Pepsin/Pepsin Dan Pepsin/Tripsin Terimobil.

Wirahadikusumah, M.1989. Biokimia ; Protein, Enzim dan Asam Nukleat. Bandung, Penerbit ITB,91 hlm.