



PEMBUATAN KECAP DARI IKAN GABUS SECARA HIDROLISIS ENZIMATIS MENGGUNAKAN SARI NANAS

Maulana Nur Prasetyo dan Nirmala Sari, C. Sri Budiati*)
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058

Abstrak

Salah satu upaya untuk meningkatkan nilai tambah ikan bernilai ekonomis rendah dan meningkatkan daya simpan gizi ikan adalah dengan memanfaatkannya menjadi kecap ikan. Untuk itu telah dipelajari proses pembuatan kecap ikan dari bahan baku ikan gabus (*Ophiocephalus striatus* atau *Channa striata*) secara hidrolisis enzimatis. Pada penelitian ini proses hidrolisis dilakukan dengan menambahkan sari nanas yang mengandung enzim bromelin ke dalam cacahan daging ikan gabus dengan konsentrasi 6, 8 dan 10% (b/b). Penambahan garam (NaCl) sebagai pengawet ke dalam campuran ikan gabus dan sari nanas sebanyak 3%, 5% dan 7% (b/b). Proses hidrolisis enzimatis dilakukan selama 1, 2 dan 3 hari lama inkubasi secara anaerob dan temperatur ruang. Analisis dilakukan terhadap produk kecap ikan yang meliputi tingkat konsentrasi protein dalam produk dan analisa jumlah mikroba pada produk. Hasil percobaan menunjukkan bahwa kecap ikan secara optimum dapat diproduksi dari ikan gabus dengan sari nanas yang mengandung enzim bromelin sebanyak 10%, waktu hidrolisis 3 hari dan penambahan 5% NaCl. Jumlah mikroba terlihat paling sedikit pada produk dengan penambahan 7% NaCl, 1 hari hidrolisis dan 6% sari nanas (4×10^2).

Kata kunci : ikan gabus, hidrolisis enzimatis, sari nanas

Abstract

One of the effort to increase added value in fish with low economic value and increase the shelf life of fish nutrition is to produce a fish sauce. For that purpose, it has been studied the process of making fish sauce from snakehead fish meat (*Ophiocephalus striatus* or *Channa striata*) by using enzymatic hydrolysis. In this study, the hydrolysis process is done by adding pineapple juice which containing bromelain enzymes into chopped snakehead fish meat with the concentration of 6, 8, and 10% (w / w). The addition of salt (NaCl) as a preservative to the mixture of cork fish and pineapple juice as much as 3%, 5%, and 7% (w / w). Enzymatic hydrolysis process carried out for 1, 2, and 3 days old and anaerobic incubation in room temperature. Analysis was performed on the fish sauce products that include protein concentration levels in products and analysis of the number of microbes on the product. The results showed that the optimum fish sauce can be produced from snakehead fish with pineapple juice which contains bromelain enzymes as much as 10% at 3 days hydrolysis time and the addition of 5% NaCl. The number of microbes is seen at least on the product with the addition of 7% NaCl, 1 day of hydrolysis and 6% pineapple juice (4×10^2).

Key words : snakehead fish; enzymatic hydrolysis; pineapple juice

1. Pendahuluan

Ikan merupakan sumber protein hewani utama di banyak negara-negara di Asia Tenggara. Namun, karena sifat fisik ikan cepat mengalami pembusukan, khususnya pada iklim tropis dan kelembaban yang tinggi. Fermentasi ikan secara tradisional merupakan salah satu dari metode pengawetan berbiaya rendah dan digunakan secara luas di Asia Tenggara. Kecap ikan dapat dibuat dari berbagai jenis ikan, baik dari air tawar maupun dari laut menggunakan berbagai metode pembuatan kecap. Ikan yang biasanya di jadikan bahan baku kecap ikan antara lain ikan makarel (*rastrelliger spp.*) dan ikan hering (*clupea spp.*) (Lopetcharat *et al.*, 2001).

Ikan gabus (*Ophiocephalus striatus* atau *Channa striata*) merupakan salah satu ikan air tawar yang mempunyai kandungan protein cukup tinggi. Kadar protein ikan gabus lebih tinggi dibandingkan dengan ikan bandeng, ikan emas, ikan kakap maupun ikan sarden. Ikan gabus juga mengandung protein albumin yang

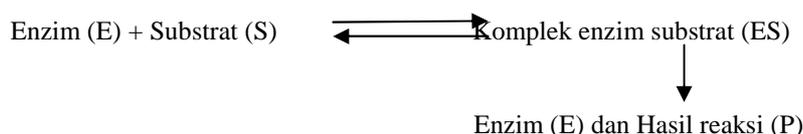
*) Penulis Penanggung Jawab (Email: Budiati@undip.ac.id)

merupakan salah satu jenis protein globular yang dapat larut dalam air, larutan garam dan dapat terdenaturasi oleh panas. Albumin biasanya di jual dalam bentuk serum atau bubuk dengan harga yang mahal.

Pada kawasan Indonesia yang beriklim tropis, ikan sangat mudah membusuk terutama ikan air tawar, maka pengawetan ikan merupakan salah satu cara untuk menyimpan gizi ikan dalam jangka waktu yang lama. Selain pengasinan dan pengasapan ikan yang sering dipilih sebagai alternatif pengawetan ikan, kecap ikan juga termasuk dalam teknologi pengawetan ikan, akan tetapi jarang dilakukan oleh penduduk pesisir pantai karena proses produksinya yang memakan waktu yang lama.

Nanas (*Ananas comosus* (L) Merr) merupakan salah satu jenis buah tropis Indonesia, mempunyai sifat mudah rusak dan busuk sehingga tidak tahan lama disimpan. Zat yang terdapat pada nanas yaitu karbohidrat, protein, kanji, lemak, asam nikotin, kalsium, fosfor, besi, asam organik, enzim nanas dan sebagainya. Daging buah berwarna kuning pucat dengan bau yang harum, rasanya manis dan mengandung banyak jus (Dai-yin Fang dan Liu Cheng-jun, 2001).

Buah nanas mengandung enzim proteolitik yaitu bromelin yang merupakan enzim protease yang mampu memecah protein, oleh karena itu dapat meningkatkan kadar protein terlarut. Enzim bromelin mempunyai arti penting seperti halnya enzim papain yang dihasilkan tanaman pepaya (Indrawati, 1992). Berdasarkan penelitian Muhidin (1999), enzim bromelin pada buah nanas dapat digunakan pada proses pengolahan bungkil kacang-kacangan menjadi konsentrat protein nabati. Sedangkan pada penelitian Dhian Ariyani (2004), lama perendaman dan konsentrasi bromelin berpengaruh terhadap kadar protein dan organoleptik pada daging kambing. Enzim bromelin digunakan secara autolysis pada pH 4,6, tidak hanya dapat menghidrolisis ikatan asam amino tapi juga pada ikatan glisin, alanin dan serin (Boyer, 1970). Bromelin juga merupakan salah satu enzim sulfhidril (mempunyai keaktifan terhadap protein dengan gugus $-S-$, yaitu *sistein* dan *metionine*) yang memerlukan pengaktifan oleh sistein ataupun sianid untuk mencapai keaktifan maksimum (Tokong., 1979). Penguraian suatu senyawa atau substrat atau suatu enzim secara sederhana dapat dilukiskan sebagai berikut :



Metode produksi untuk kecap ikan bisa berbeda di setiap negara, tetapi prinsip dasarnya adalah sangat mirip. metode produksi kecap ikan dibagi menjadi dua yaitu metode fermentasi tradisional biasanya menggunakan bakteri halofilik yang terdapat di organ dalam ikan atau menggunakan garam dan metode hidrolisis yang terbagi lagi menjadi dua cara yaitu hidrolisis enzimatis yang menggunakan enzim proteolitik dan hidrolisis asam yang menggunakan zat asam. Pada dasarnya pembuatan kecap fermentasi garam dibuat dengan perbandingan berat ikan dan garam 3 : 1 atau 2 :1 yang dicampur menjadi satu dan difermentasi selama 6 bulan pada suhu 30°C – 35°C untuk mencapai penyempurnaan hydrolysis protein dan kualitas rasa (Jay, 1996). Garam berfungsi sebagai zat anti bakteri, sehingga dalam proses pembuatan kecap dapat mencegah bakteri atau fungi yang tidak diinginkan ikut berkembang dalam produk. Penggunaan garam NaCl telah banyak dilakukan berkenaan dengan prasyarat organoleptik sebuah produk pangan. Pengaruh lebih lanjut terhadap nilai gizi makanan belum mendapatkan perhatian yang begitu besar. Menurut Hudaya dan Daradjat (1981), konsentrasi NaCl yang tinggi mampu mengubah banyak faktor dalam komposisi nilai gizi berbagai pangan. Pada aplikasinya, Konsentrasi garam NaCl yang terlalu tinggi akan menghambat pertumbuhan bakteri proteolitik pada bahan makanan (Winarno 1982).

Pada Fermentasi Kecap Ikan menggunakan bakteri halofilik, kecepatan produksi tergantung pada keaktifan enzim bakteri pada ikan. Fermentasi biasanya membutuhkan waktu yang lama hingga menghasilkan produk karena bakteri halophilic yang berada pada ikan membutuhkan waktu yang lama untuk adaptasi dan menghasilkan enzim proteolitik guna menghidrolisis protein dalam ikan.

Hal-Hal yang dapat mempengaruhi produksi kecap ikan yaitu :

1. Menaikkan suhu fermentasi

Pada produksi kecap ikan, peningkatan suhu (45°C) serta mengurangi kadar konsentrasi garam dapat mengurangi waktu fermentasi (Lopetcharat *et al.*, 2001). Lopetcharat dan Park (2002) melaporkan bahwa fermentasi kecap ikan pada suhu 50°C menghasilkan kandungan total nitrogen lebih tinggi dibanding fermentasi pada suhu 35°C. Untuk itu, meningkatkan suhu fermentasi dapat mempertinggi derajat kecepatan hidrolisis, dimana dapat mempercepat proses fermentasi. Meskipun begitu, fermentasi pada suhu tertinggi (50°C-65°C) dapat menghasilkan aroma matang yang kurang disukai (Yongsawatdigul *et al.*, 2004).

2. Hidrolisis asam

Penambahan asam disarankan untuk mempercepat proses fermentasi kecap ikan (Beddows and Ardeshir, 1979a,b). Kekurangan dari proses ini yaitu aroma dan rasa yang dihasilkan. Oldberg *et al* (1984) menemukan hidrolisis kecap ikan dapat dipercepat dengan proses autolysis pada pH 4 dan konsentrasi garam yang rendah, yang diikuti dengan netralisasi dan penambahan garam. Produk akhir, walaupun memiliki rasa dan aroma yang kurang, tetapi secara karakteristik sama dengan kecap ikan tradisional selama penyimpanan (Gildberg *et al.*, 1984).

3. Hidrolisis alkalin

Penggunaan alkalin untuk hidrolisis protein selalu menghasilkan fungsi yang sedikit dan efek yang merugikan nilai gizi dari hidrolisat, karena pada proses hidrolisis dengan asam maupun basa dapat merusak sebagian asam amino dan juga menghasilkan senyawa beracun seperti lysinoalanin (Lahl dan Braun, 1994). Tannenbaum *et al* (1970) melaporkan perlakuan alkalin dapat membantu memodifikasi protein yang tidak larut.

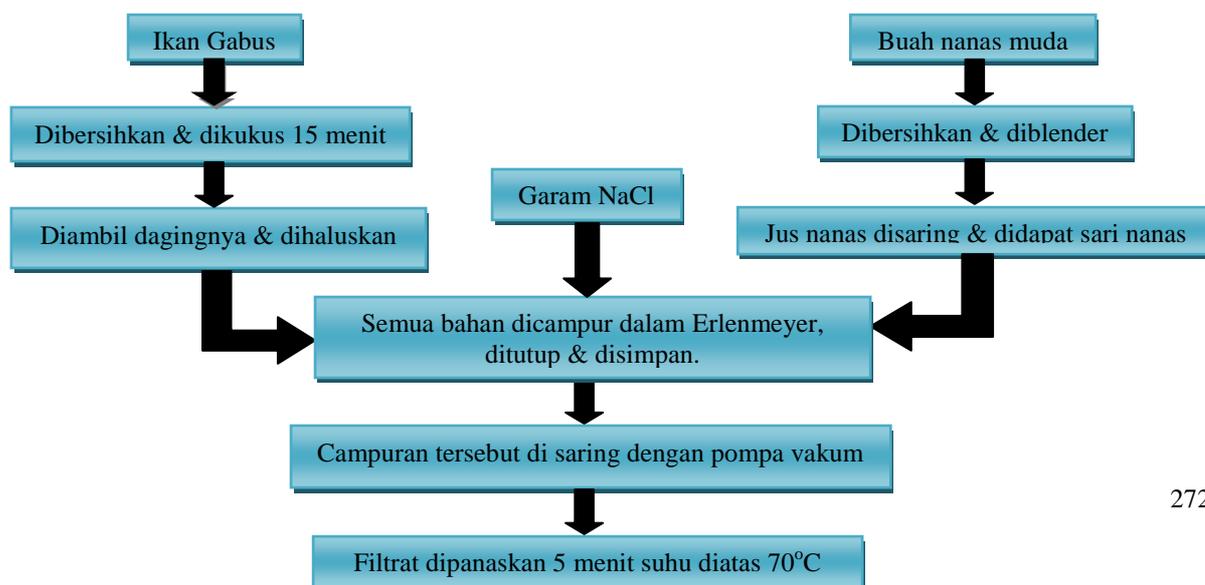
4. Hidrolisis enzim

Fermentasi kecap ikan dapat ditingkatkan dengan penambahan enzim (biasanya papain, bromelin atau bakteri protease lainnya) (Baddows dan Ardeshir., 1979a). Penambahan bromelin, ficin dan papain dapat memperpendek waktu fermentasi kecap ikan (Choi *et al.*, 1999). Baddows dan Ardeshir (1979a) menemukan bahwa enzim tumbuhan termasuk bromelin, ficin dan papain dapat mencerna jaringan otot ikan dalam waktu yang pendek, kemudian memproduksi hidrolisat dengan distribusi dan komponen konsentrasi nitrogenus yang hampir sama dengan kecap ikan tapi mempunyai aroma yang berbeda. Penambahan bromelin mempercepat proteolisis tapi typical aroma tradisional yang dihasilkan kecap ikan belum ditinjau secara luas (Ooshireo *et al.*, 1971).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui lebih jauh pembuatan kecap dari ikan gabus. Sasaran yang lebih jauh yang diinginkan untuk menentukan kondisi optimum pada pembuatan kecap ikan. Pada penelitian pula, metode hidrolisis enzimatis yang akan digunakan dalam pembuatan kecap ikan dari ikan gabus serta penggunaan garam NaCl sebagai faktor pengawetnya.

2. Bahan dan Metodologi Penelitian

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan gabus (*Ophiocephalus striatus* atau *Channa striata*) yang merupakan ikan bernilai ekonomis rendah sebanyak 100 gr untuk tiap sampelnya. Bahan penghidrolisisnya yaitu sari nanas yang mengandung enzim bromelin dan garam NaCl sebagai bahan pengawet pada produk kecap ikan. Konsentrasi sari nanas yang ditambahkan adalah 6, 8 dan 10% (b/b). Konsentrasi garam NaCl yang digunakan yaitu 3, 5 dan 7% (b/b). lama waktu hidrolisis yang diberikan adalah 1, 2 dan 3 hari.



Gambar 1. Skema Pembuatan Kecap Ikan

Analisis dilakukan terhadap bahan baku dan produk kecap ikan. Bahan baku ikan dianalisis kandungan protein, lemak, air, abu dan karbohidratnya (Miwa dan Ji, 1992). Evaluasi produk kecap ikan dilakukan dengan analisis protein metode Lowry menggunakan spektrofotometer UV dan analisis jumlah mikroba metode SPC.

3. Hasil dan Pembahasan

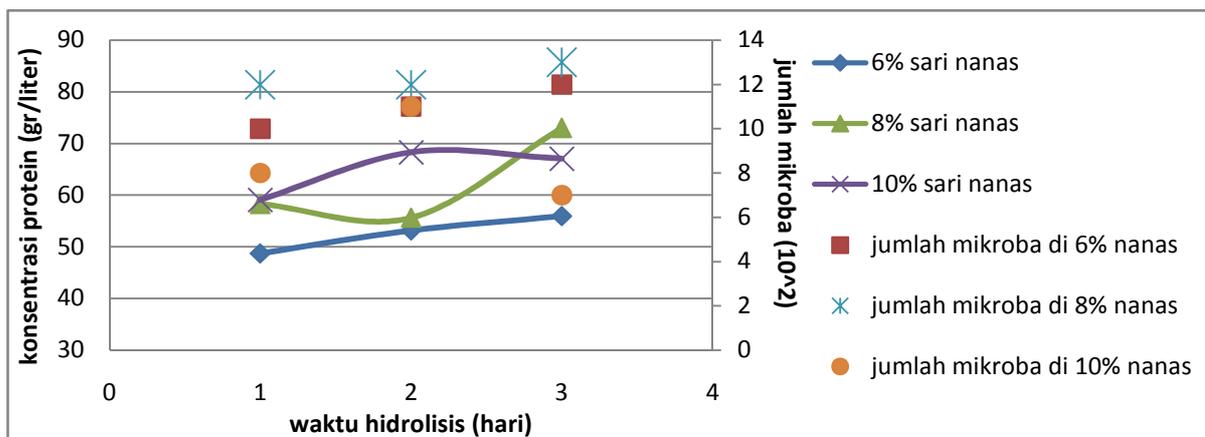
3.1. Hasil Analisa Bahan Baku

Tabel 4.1. Hasil analisa proksimat dan pustaka bahan baku

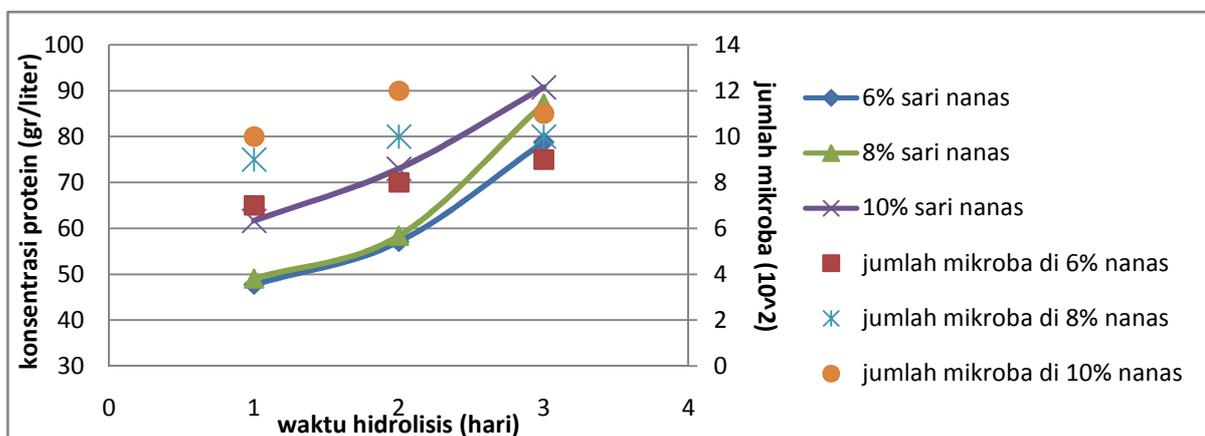
No.	Komponen	Hasil analisa (%)	Pustaka (%)
1	Air	66,65	69
2	Abu	4,5	2.39
3	Lemak	4	1,7
4	Karbohidrat	0,3	1.71
5	Protein	24,55	25,2

Sumber : Sedjaetama, 1985

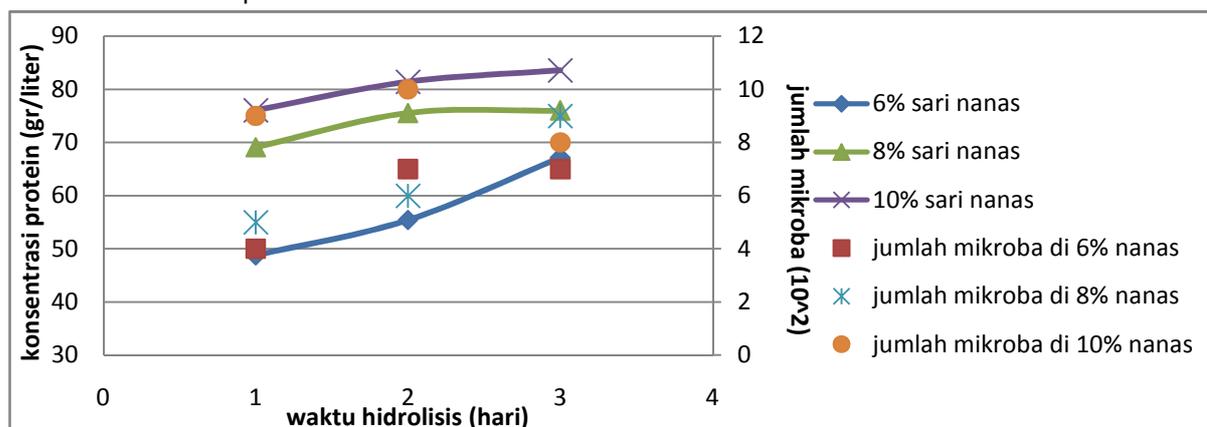
3.2. Hubungan waktu hidrolisis, volume sari nanas terhadap konsentrasi protein dan jumlah mikroba



Gambar 2. Grafik hubungan waktu hidrolisis dan sari nanas terhadap konsentrasi protein dan jumlah mikroba pada konsentrasi 3 % W NaCl.



Gambar 3. Grafik hubungan sari nanas dan waktu hidrolisis terhadap konsentrasi protein dan jumlah mikroba pada konsentrasi 5 %W NaCl.



Gambar 4. Grafik hubungan sari nanas dan waktu hidrolisis terhadap konsentrasi protein dan jumlah mikroba pada konsentrasi 7%W NaCl.

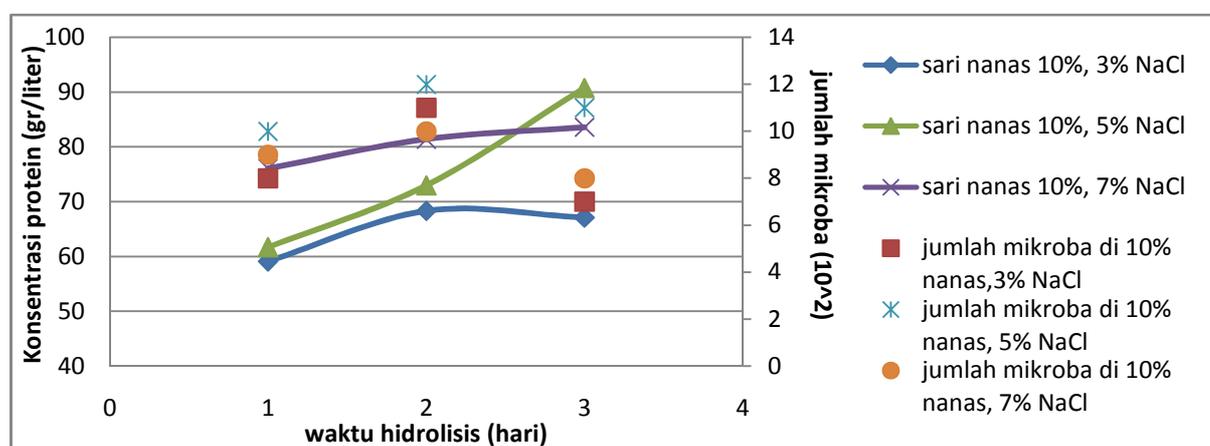
Pada ketiga gambar diatas, menunjukkan fenomena semakin banyak sari nanas yang ditambahkan maka kadar protein hasil proses hidrolisis semakin besar, hal ini disebabkan sari nanas mengandung enzim bromelin yang bersifat hidrolase, yaitu enzim yang bekerja dengan adanya air (Budiarti, 2010). Enzim bromelin ini akan menghidrolisis jaringan ikat lebih banyak dan menyebabkan struktur daging lebih renggang serta protein yang terhidrolisis mudah terlarut. Enzim bromelin sebagai enzim protease yang dapat mengurai protein dalam kolagen dan serat otot. Proteolisis kolagen dan serat otot dapat mengakibatkan *shear force* kolagen dan serat otot berkurang, sehingga kepadatan daging ikut berkurang (Lee *et al* 1994). Proteolisis miofibril menghasilkan fragmen protein dengan rantai peptida lebih pendek, semakin banyak proteolisis pada miofibril, maka jumlah protein terlarut semakin besar. Semakin banyak volume nanas yang ditambahkan maka konsentrasi enzim yang terkandung didalamnya pun semakin besar, sedangkan kecepatan hidrolisis akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi enzim.

Pada gambar 2, 3 dan 4, penambahan sari nanas 10 % dengan waktu 3 hari terjadi penurunan hasil protein, hal ini disebabkan hidrolisis dihambat oleh produk hidrolisis atau oleh pemutusan rantai pada semua ikatan peptida yang dihidrolisis oleh enzim. Interaksi protein-protein terlarut yang lebih besar, menyebabkan penurunan aktivitas pelarutan sehingga kelarutan protein dalam pelarut akan berkurang dan pada akhirnya protein akan mengendap secara langsung.

Berdasarkan ketiga gambar diatas menunjukkan semakin lama waktu hidrolisis menyebabkan konsentrasi protein hasil hidrolisis meningkat, hal ini disebabkan lamanya waktu kerja enzim mempengaruhi keaktifannya sedangkan kecepatan katalis enzim akan meningkat dengan lamanya waktu reaksi (Ferdiansyah, 2005). Waktu hidrolisis merupakan faktor yang berpengaruh terhadap banyaknya jaringan ikat yang terhidrolisis, waktu yang lebih lama menyebabkan jaringan ikat yang terhidrolisis lebih banyak. Penambahan enzim pada konsentrasi tertentu membutuhkan waktu untuk inkubasi tertentu.

Jumlah kontaminasi mikroba pada penambahan 6% dan 8% sari nenas menunjukkan seiring lamanya waktu hidrolisis, maka jumlah kontaminasi mikroba ikut bertambah, hal ini disebabkan karena waktu hidrolisis mempengaruhi jumlah senyawa organik yang terhidrolisis menjadi ikatan sederhana sehingga dapat lebih mudah dicerna oleh mikroba, faktor ini menjadi pemicu kontaminasi mikroba dan menyebabkan jumlah mikroba bertambah. Menurut Nurwantoro dan Djarijah (2001), adanya kontaminasi mikroba pembusuk pada protein bahan pangan dengan cepat menggunakan dan memetabolisme senyawa-senyawa organik yang mempunyai bobot molekul rendah seperti asam amino, dipeptida, asam laktat dan gula menjadi metabolit-metabolit berbau busuk seperti kadaverin, putresin, asam-asam organik, CO₂, H₂S dan NH₃ yang karakteristiknya tergantung pada jenis kebusukan pangan. asam amino dan dipeptida hasil hidrolisis dapat digunakan oleh mikroba yang bersifat proteolitik lemah sebagai salahsatu faktor pendukung pertumbuhannya. Sedangkan pada 10% sari nenas, jumlah mikroba sempat naik pada 48 jam hidrolisis tetapi menurun pada 72 jam, hal ini disebabkan pertumbuhan mikroba dipengaruhi aktivitas air, jumlah nutrisi serta faktor lingkungan seperti suhu dan pH. Pada hasil hidrolisis 10% sari nenas didapat konsentrasi protein lebih rendah daripada 8% sari nenas, hal ini mengakibatkan nutrisi untuk metabolisme mikroba lebih sedikit, selain itu penambahan 10% sari nenas mengandung asam organik lebih dari 6% dan 8% sari nenas dapat menghambat pertumbuhan mikroba sehingga jumlah mikroba lebih sedikit dibanding yang lain. Menurut Buckle *et al.* (1985), asam organik mempunyai sifat anti-mikroorganisme yang dipengaruhi oleh rendahnya pH dan sifat racun dari asam.

3.3. Hubungan Antara Kadar Garam (NaCl) Terhadap Jumlah Inkubasi Mikroba



Gambar 5. Grafik hubungan sari nenas dan waktu hidrolisis terhadap konsentrasi protein dan jumlah mikroba.

Dari gambar 5, dapat dilihat semakin besar kadar garam yang ditambahkan, maka semakin sedikit jumlah mikroba yang dapat menginkubasi produk. Hal ini disebabkan karena garam dalam konsentrasi tinggi dapat menghambat pertumbuhan mikroba pembusuk dan pathogen. Penambahan garam menyebabkan penurunan nilai aktivitas air (aW) dan garam dapat terionisasi dalam air menjadi ion Cl⁻ yang bersifat toksik bagi mikroba (Sri Mulya, 2006). Semakin banyak konsentrasi garam yang ditambahkan maka semakin sedikit mikroba yang dapat mencemari produk, begitu juga sebaliknya. Gula, garam dan polihidrat lain bersifat humektan dan *bactericidal*. Humektan adalah senyawa kimia bersifat higroskopis dan mampu menurunkan aw dalam bahan pangan. Selain memiliki kemampuan mengikat air dan menurunkan aW, humektan juga berarti bersifat

antimikroba, memperbaiki tekstur, citarasa dan dapat meningkatkan nilai kalori (Labuza, 1975 dalam Marpaung, 2001).

Berdasarkan gambar 5, semakin tinggi protein yang dihasilkan proses hidrolisis, maka semakin besar jumlah inkubasi mikroba pada produk. Hal ini seperti penjelasan pada gambar sebelumnya yaitu asam amino, dipeptida, asam laktat dan gula merupakan makanan bagi mikroba untuk mendukung pertumbuhannya. Semakin besar konsentrasi protein yang dihasilkan maka harus semakin besar pula kadar garam yang ditambahkan sebagai penghambat pertumbuhan mikroba pada produk.

Pada sari nanas terdapat kandungan air, protein, lemak, karbohidrat, serat, vitamin A dan C, magnesium, besi, natrium, dan kalium. Kandungan air dan karbohidrat yang cukup besar bisa menjadi faktor pendukung pertumbuhan mikroba dan dapat mengundang mikroba patogen untuk mencemari produk. Peran garam dalam makanan sebagai penghambat selektif pada mikroorganisme pencemar tertentu. Kemampuan garam untuk mencegah pertumbuhan mikroba tergantung pada konsentrasi garam yang digunakan (Desrosier, 1977). Beberapa mikroba proteolitik dan bakteri penyebab kebusukan tidak toleran pada konsentrasi garam 2,5%.

4. Kesimpulan

- a. Konsentrasi protein terbanyak didapat dari variabel 3 hari, 10% W nanas dan 5% NaCl yaitu 90,76 gram/liter.
- b. Waktu hidrolisis optimum didapat pada hari ke-3, semakin lama waktu hidrolisis yang diberikan maka semakin optimal enzim dapat menghidrolisis protein substrat.
- c. Penambahan NaCl dapat menghambat inkubasi mikroba kedalam sampel, semakin banyak NaCl yang ditambahkan maka semakin sedikit mikroba yang dapat mencemari sampel.

5. Saran

- a. Penambahan bumbu rempah seperti lengkuas, wijen, bawang putih dan pekak kedalam produk dapat menambah cita rasa.
- b. Penelitian dapat dilanjutkan dengan memperbanyak volume sari nanas dan waktu hidrolisis, serta penambahan NaCl yang lebih banyak agar dapat menambah ketahanan produk terhadap inkubasi mikroba.

Ucapan

Terima kasih kami sampaikan kepada ibu Ir. C. Sri Budayati., M.T, selaku dosen pembimbing laporan penelitian ini, sehingga kami dapat menyelesaikan dengan baik

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, Wazna dan Leksono, Tjipto., 2001, "Analisis Pertumbuhan Mikroba Ikan Jambal Siam (*Pangasius sutchi*) Asap yang Telah Diawetkan Secara Ensiling". Jurnal Natur Indonesia.
- Astuti, Sri Mulia., 2006, "Teknik Pelaksanaan Percobaan Pengaruh Konsentrasi Garam dan Blanching Terhadap Mutu Acar Buncis". Buletin Teknik Pertanian Vol. 11 No. 2.
- Barus, Pina., 2005, "Studi Penentuan Kandungan Karbohidrat, Protein dan Mineral Dalam Air Rebusan Beras Sebagai Minuman Pengganti Susu", Jurnal Sains Kimia (Suplemen) Vol 9, No.3: 15-16.
- Bin Wan Daud, Wa Ramli., Bin Yusoff, Mohd. Fauzi., dan Rao, Krishna., 1990, "Proses Penghasilan Bromelin daripada Batang Nenas" Jurnal Pertanian 13(1), page 113-121.
- Chuapoehek, Pranisa., dan Raksakulthai, Nongnuch., 1992, "Use of Papain and Bromelain in the Production of Oyster Sauce". ASEAN Food Jurnal Vol.7, No.4.
- Handayani, W., Ratnadewi, A.A.I., dan Santoso, A.B., 2007, "Pengaruh Variasi Konsentrasi Sodium Klorida terhadap Hidrolisis Protein Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru* Bleeker, 1853) oleh Protease Ekstrak Nanas (*Ananas comosus* [L.] Merr. var. *Dulcis*)", Jurnal Teknologi Proses.
- Hyeung-Rak Kim, Hae Jeom Seo, Dae Seok Byun, Min-Soo Heu, dan Jae-Hyeung Pyeun, 2001, "Proteolytic enzymes from fish and their utilization". Faculty of Food Science and Biotechnology, Pukyong National University, Pusan.
- Koesoemawardani, Dyah., 2009, "Kajian Hidrolisat Protein dari Ikan Runcuh Sebagai Bahan Fortifikasi Makanan (*Study of Hydrolisates Protein of Trash Fish as Food Fortification Materials*)", Seminar Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat, Unila.

- Kusumawardhani, Trully., 2004, "Pemberian Diet Formula Tepung Ikan Gabus pada Penderita Sindrom Nefrotik" Skripsi program pendidikan Spesialis I Bagian Ilmu Kesehatan Anak Universitas Diponegoro.
- Leksono, Tjipto., dan Syahrul., 2001, "Studi Mutu dan Penerimaan Konsumen Terhadap Abon Ikan". Jurnal Natur Indonesia III.
- Nio, Dra. Oey Kam., "Daftar Analisis Bahan Makanan", Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta, 1992.
- P. Bourseau, A. Chabeauda, L. Vandanjona, A. Masséb, P. Jaouenb, J. Fleurencec and J-P. Bergéd, 2009, "Enzymatic hydrolysis combined to membranes for upgrading seafood by-products", <http://www.ifremer.fr/docelec>, Archive Institutionnelle de l'Ifremer, Archimer.
- Rakhmanda, Adi Putra., 2008, "Perbandingan Efek Antibakteri Jus Nanas (*Ananas comosus L.merr*) Pada Berbagai Konsentrasi Terhadap *Streptococcus mutans*", Skripsi Strata 1 Fakultas kedokteran, Universitas Diponegoro.
- Rinto, Elmezi Arafah dan Susila, Budi Utama., 2009, "Kajian Pangan (Formalin, Garam dan Mikrobial) Pada Ikan Sepat Asin Produksi Indralaya", Jurnal Pembangunan Manusia, Vol.8, No.2.
- Rohmayati, Choirin., dan Khotimah, Khusnul., 2008, "Pemanfaatan Ekstrak Daun Nimbi untuk Pengawetan Makanan", Skripsi Strata 1 Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro.
- Sebayang, Firman., 2006, "Pengujian Stabilitas Enzim Bromelin yang Diisolasi dari Bonggol Nanas Serta Imobilisasi Menggunakan Kappa Karagenan". Jurnal Sains Kimia Vol 10, No.1.
- Suthasinee Nilsang, Sittiwat Lertsiri, Manop Suphantharika, Apinya Assavanig., 2004, "Optimization of enzymatic hydrolysis of fish soluble concentrate by commercial proteases", www.sciencedirect.com. Journal Of Food Engineering, ELSEVIER.
- U.S. Fish and Wildlife Service., 2002, "Invasive Species Program Snakeheads - The Newest Aquatic Invader".
- Utami, Dhiah Putri., 2010, "Pengaruh Penambahan Ekstrak Buah Nanas (*Ananas comosus L. Merr*) dan Waktu Pemasakan Yang Berbeda Terhadap Kualitas Daging Itik Afkir", Skripsi Strata 1 Jurusan Peternakan, Universitas Sebelas Maret.
- Wiryadi, Rizky., 2006, "Pengaruh Waktu Fermentasi dan Lama Pengerinan Terhadap Mutu Tepung Coklat(*Theobroma cocoa L*)", Universitas Syah Kuala, Fakultas Pertanian.