

## PEMBUATAN KECAPIKAN PETEK (*Leiognathus splendens*) SECARA FERMENTASI ENZIMATIS

### *Enzyme Fermented Petek Fish (Leiognathus splendens) Sauce*

Winarti Zahiruddin<sup>1</sup>, Heni Sri Septiani<sup>2</sup>, Pipih Suptijah<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departemen Teknologi Hasil Perairan  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB

<sup>2</sup> Sub Unit LPMP Pelabuhanratu Dinas Perikanan Provinsi Jawa Barat

Diterima 26 Februari 2010/Disetujui 8 Oktober 2010

### Abstract

Fish sauce is one of fish-based processed food or fishery product from fermentation process. The appearance of fish sauce is clear brown liquid and it has unique taste and flavor so many people use this as addition ingredient or spices in food to increase its taste. In this study fish sauce was made from petek fish (*Leiognathus splendens*) that has low economic value and has not been used optimally. Pineapple was also added as source of bromelin enzyme. This study consisted of two phases which were pilot study and main study. In pilot study fish sauce was made by adding *tempe* concentration from 10%, 20%, and 30%. Then organoleptic test was done to determine the best fish sauce. The result showed that the most favorable fish sauce was made by adding 10% of *tempe* concentration. The characteristics of this product were as follows: the color of fish sauce was yellowish brown, its flavor was almost smelled like *tempe*, its taste was almost salty and its appearance was clear. In main study, *tempe* concentration was reduced to 5%, 10% and 15%. Organoleptic test showed that the best product was petek fish sauce by adding 15% *tempe* concentration. The characteristics of this fish sauce were: its color was yellowish brown, its flavor was almost smelled like *tempe*, its taste was almost tasty and its appearance is clear. The best petek fish sauce had 72,34% water concentration, 6,40% protein, 20,67% ash, 0,36% fat and 0,23% carbohydrate.

Keyword: enzyme fermentation, fish sauce, organoleptic test, petek fish, tempe

### PENDAHULUAN

Kecap ikan merupakan salah satu produk bahan makanan hasil olahan melalui proses fermentasi yang dibuat dari ikan maupun limbah ikan (lambung/organ jeroan), mempunyai rasa dan bau yang khas serta daya simpannya lama (Purwaningsih dan Nurjanah 1995). Menurut Sacenda *et al.* (1992) aroma dan rasa dari kecap sangat tergantung pada kandungan dan komposisi dari asam-asam volatil yang terdapat pada kecap tersebut. Namwong *et al.* (2005) menyatakan bahwa pada proses pengolahan kecap ikan terjadi aktivitas mikroba tertentu yang bersifat halofilik. Candra *et al.*

\* Korespondensi: Winarti Zahiruddin, Jln Lingkar Akademik, Kampus IPB Dermaga-Bogor 16680  
Telp. 0251- 8314914, Fax 0251-8622916

(2007) telah mengisolasi beberapa bakteri jenis asam laktat yang berperan dalam proses pembuatan bekasam ikan bandeng (*Chanos chanos*).

Pembuatan kecap ikan ada empat macam yaitu secara fermentasi, enzimatik, kimia dan kombinasi enzimatik dengan fermentasi (Purwaningsih dan Santoso 1997). Berdasarkan penelitian Purwaningsih dan Nurjanah (1995), pembuatan kecap ikan secara kombinasi enzimatik dan fermentasi dari jeroan ikan tuna (*Thunnus sp*) mempunyai beberapa keuntungan, yaitu membutuhkan waktu yang singkat, nilai protein tinggi dan mempunyai aroma dan rasa yang disukai oleh konsumen.

Pada penelitian ini bahan baku pembuatan kecap adalah ikan petek (*Leiognathus splendens*) yang berasal dari Pelabuhanratu, Jawa Barat. Ikan ini mempunyai nilai ekonomis yang rendah dan belum dimanfaatkan secara optimal. Proses fermentasi ikan yang menghasilkan kecap akan memerlukan waktu yang lama sehingga untuk mempercepat proses fermentasi dalam penelitian ini ditambahkan nanas sebagai sumber enzim dan tempe sebagai sumber kapang.

Hasil penelitian yang dilakukan dengan menambahkan kultur campuran bakteri dan kapang ternyata dapat meningkatkan mutu produk hasil fermentasi. Penggunaan kultur campuran yang terdiri dari *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactis*, *Saccharomyces cereviceae* Hansen dan *Monascus anka* serta dalam prosesnya aktivitas dekarboksilasinya negatif maka fermentasi yang terjadi dapat menghambat pembentukan *biogenic amin* dan meningkatkan kualitas hasil fermentasi surimi secara higienis (Yi *et al.* 2010).

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari proses pembuatan kecap ikan petek (*Leiognathus splendens*) secara fermentasi enzimatik, yaitu dengan menambahkan nanas sebagai sumber enzim bromelin serta mengetahui pengaruh penambahan tempe terhadap mutu dan cita rasa kecap ikan petek.

## **METODE**

### **Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari sampai Maret 2007 di Laboratorium Diversifikasi dan Pengolahan Hasil Perairan, Laboratorium Biokimia Hasil Perairan Dan Laboratorium Mikrobiologi Hasil Perairan, Departemen Teknologi Hasil Perairan,

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

### **Bahan dan Alat**

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan petek (*Leiognathus splendens*) yang diperoleh dari Pelabuhanratu. Bahan-bahan yang lainnya adalah tempe, nanas, garam, jahe dan asam. Bahan-bahan kimia yang digunakan adalah  $H_2SO_4$  pekat, asam borat, HCL 0,1 N, indikator merah metil (*methyl red*), petroleum eter atau dietil eter, kapas bebas lemak, tablet kjeltab, NaOH, indikator biru metil. Alat-alat untuk analisis kimia adalah cawan porselen, oven, desikator, neraca analitik, tanur, tabung *kjeltec*, erlenmeyer, labu lemak, dan penjepit refluks.

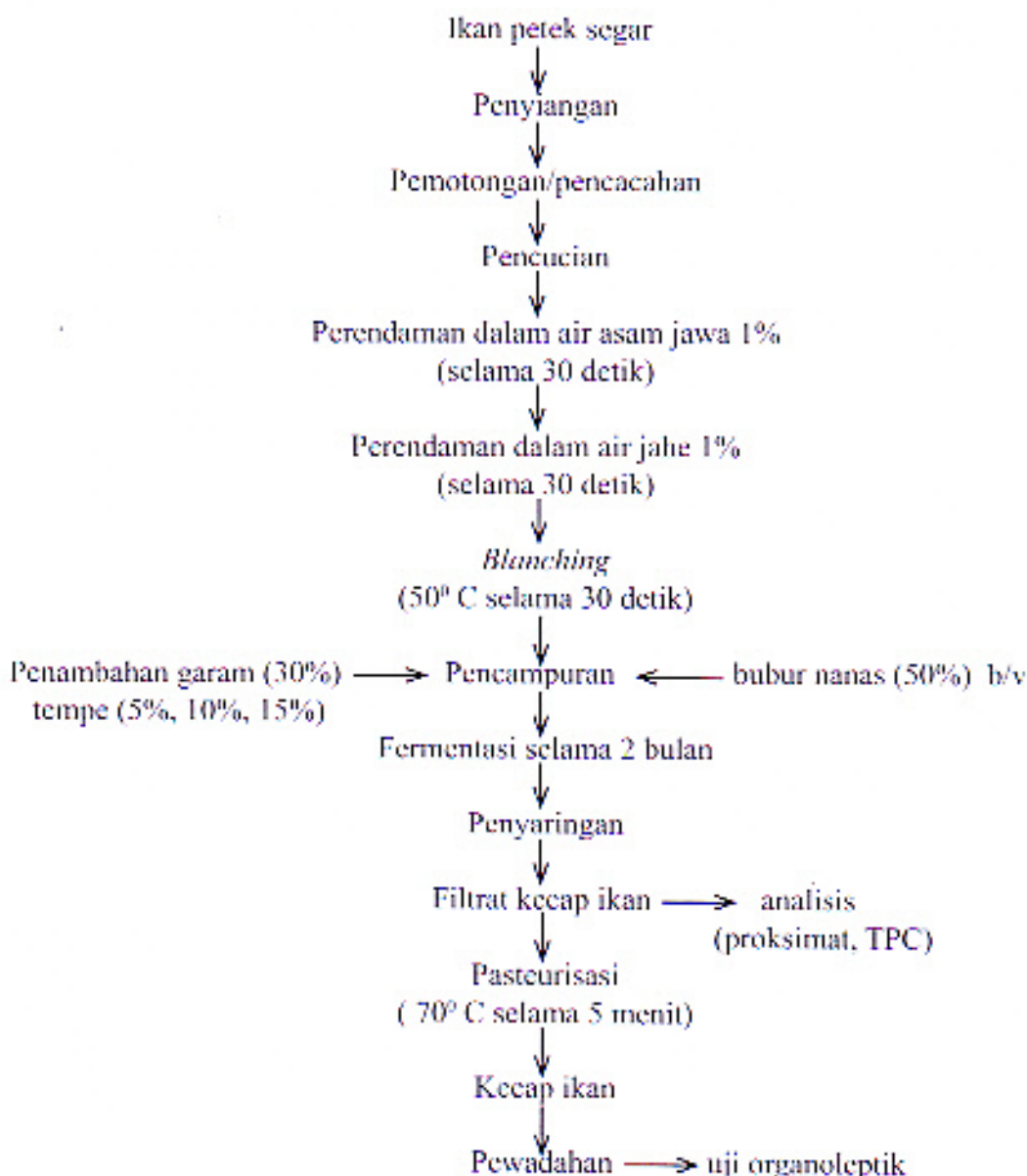
### **Lingkup Penelitian**

Penelitian terdiri dari dua tahap yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan bertujuan untuk menentukan produk kecap ikan terbaik yang dibuat dengan penambahan konsentrasi tempe yaitu 10%, 20% dan 30%. Untuk menentukan produk kecap terbaik dilakukan uji organoleptik yang meliputi penilaian terhadap rasa, aroma, warna, dan penampakan. Penelitian utama dilakukan untuk mengetahui produk kecap ikan yang disukai dengan konsentrasi penambahan tempe yang diperkecil yaitu 5%, 10% dan 15%. Analisis yang dilakukan pada produk kecap ikan yaitu uji organoleptik (warna, aroma, rasa dan penampakan), analisis proksimat (kadar air, kadar protein, kadar abu, kadar lemak dan kadar karbohidrat) serta uji mikrobiologi (TPC). Analisis statistik yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan acak lengkap dengan dua kali ulangan serta uji lanjut Tukey (Steel dan Torrie 1989). Proses pembuatan kecap ikan petek (*Leiognathus splendens*) secara fermentasi enzimatik dapat dilihat pada Gambar 1.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Penelitian Pendahuluan**

Pada penelitian pendahuluan dilakukan pembuatan kecap ikan petek dengan penambahan konsentrasi tempe 10%, 20% dan 30%. Hasil uji organoleptik dari ketiga kecap ikan adalah sebagai berikut: warna dengan nilai rata-rata berturut-turut (5,40; 5,30 dan 4,60), aroma (4,50; 4,20 dan 4,30), rasa (5,17; 4,80 dan 5,07) dan penampakan (4,80; 5,10 dan 5,00) (Gambar 2). Hasil uji organoleptik menunjukkan

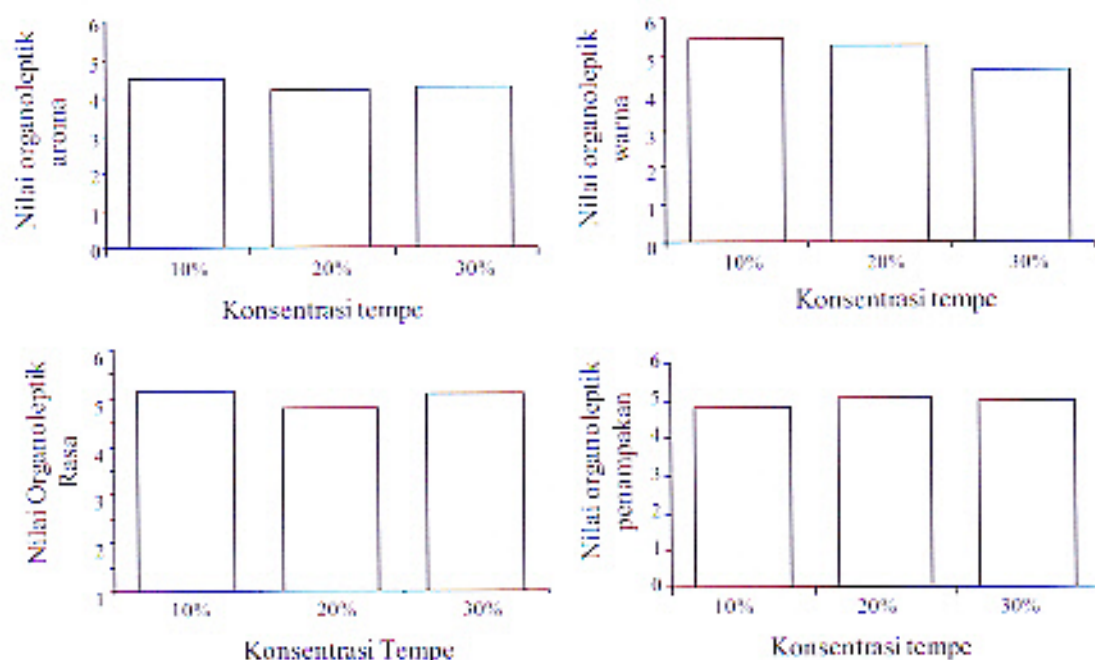


Gambar 1 Proses pembuatan kecap ikan petek (*Leiognathus splendens*) secara fermentasi enzimatis (modifikasi proses pembuatan kecap ikan dari PT. Mina Mandiri Sejahtera)

bahwa penambahan konsentrasi tempe 10% menghasilkan produk kecap ikan terbaik. Hasil uji Kruskal-Wallis terhadap uji organoleptik menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi tempe tidak berpengaruh pada aroma, rasa dan penampakan tetapi berpengaruh pada warna kecap ikan.

### Penelitian Utama

Pada penelitian utama pembuatan kecap ikan dilakukan dengan penambahan



Gambar 2 Hasil uji organoleptik pada kecap ikan petek

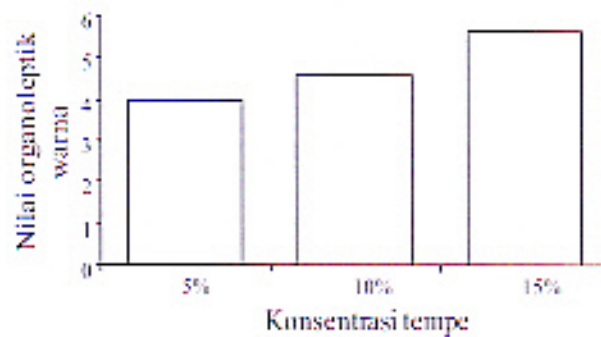
konsentrasi tempe 5%, 10% dan 15%. Kemudian diuji secara organoleptik yang meliputi parameter warna, aroma, rasa dan penampakan, analisis proksimat (kadar air, protein, abu, lemak dan karbohidrat) serta uji mikrobiologi (TPC).

#### Uji organoleptik

Uji yang dilakukan pada penelitian ini yaitu uji mutu hedonik dengan skala 1-7 yang meliputi penilaian terhadap warna, aroma, rasa dan penampakan. Tujuan dari pengujian mutu hedonik, yaitu mengetahui kesan mutu yang bersifat spesifik dari kecap ikan petek yang dihasilkan.

#### Warna

Berdasarkan uji organoleptik diketahui bahwa tingkat penerimaan panelis terhadap warna kecap ikan petek berada pada kisaran 4,0 (biasa) sampai 5,6 (suka). Diagram batang nilai rata-rata penerimaan panelis terhadap warna kecap ikan dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil pengamatan terhadap warna menunjukkan bahwa kecap ikan dengan konsentrasi tempe 5% mempunyai nilai terendah sebesar 4,0 dan mempunyai warna coklat muda kekuningan. Kecap ikan dengan konsentrasi tempe 10% mempunyai nilai rata-rata 4,6, berwarna coklat agak kekuningan. Kecap ikan dengan konsentrasi tempe 15% mempunyai nilai rata-rata tertinggi sebesar 5,6, mempunyai



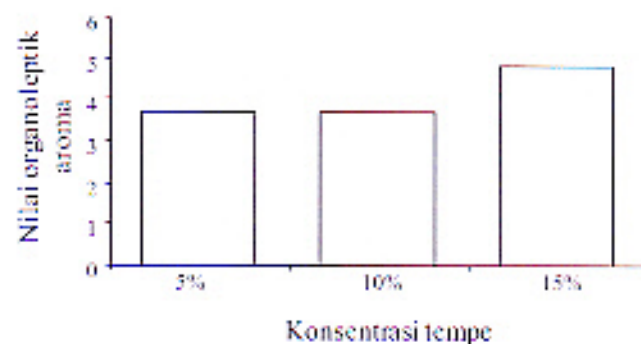
Gambar 3 Nilai organoleptik warna kecap ikan petek

warna coklat kekuningan. Perbedaan warna tersebut disebabkan adanya pengaruh konsentrasi tempe yang menimbulkan perubahan warna pada kecap ikan. Semakin banyak tempe yang ditambahkan maka warnanya semakin coklat kekuningan.

Hasil analisis menunjukkan penambahan tempe 15% memberikan pengaruh yang nyata terhadap perubahan warna. Semakin banyak tempe yang ditambahkan (hingga 15%) menyebabkan warna semakin coklat karena terjadinya reaksi pencoklatan. Hasil penelitian beberapa peneliti menunjukkan bahwa komponen amino seperti asam amino dan peptida akan bertindak sebagai antioksidan primer. Komponen tersebut akan berinteraksi dengan senyawa lain membentuk komponen yang mempunyai aktivitas antioksidan lebih nyata, diantaranya yang menyebabkan terjadinya reaksi maillard (MRPs) (Peralta *et al.* 2008). MRPs terbentuk akibat terjadinya reaksi antara gula reduksi dan asam amino, yang umum terjadi pada proses pengolahan pangan termasuk fermentasi produk perikanan (Peralta *et al.* 2008). Sumber asam amino dapat berasal dari ikan maupun penggunaan tempe dalam proses fermentasi.

#### Aroma

Penilaian panelis terhadap aroma kecap ikan petek berkisar antara 3,70 (biasa) sampai 4,80 (agak suka) (Gambar 4). Kecap ikan dengan konsentrasi tempe 5% mempunyai nilai rata-rata aroma terendah yaitu 3,70. Kecap dengan konsentrasi tempe 10% mempunyai nilai rata-rata 3,70, sedangkan untuk kecap dengan konsentrasi tempe 15% mempunyai nilai aroma rata-rata tertinggi yaitu 4,80. Hal ini diduga karena aroma kecap ikan dipengaruhi oleh adanya senyawa-senyawa asam amino yang berasal dari tempe. Semakin banyak tempe yang ditambahkan, semakin banyak senyawa-senyawa



Gambar 4 Nilai organoleptik aroma kecap ikan petek

pembentuk aroma yang terbentuk sehingga meningkatkan penilaian panelis

Hasil uji *Kruskal Wallis* menunjukkan bahwa penambahan tempe hingga 15% memberikan pengaruh yang nyata terhadap aroma kecap. Dalam tempe terkandung protein terhidrolisis akibat aktivitas enzim yang menghasilkan asam amino. Semakin banyak tempe yang ditambahkan (15%) maka akan semakin tercium aroma khas tempe yang berasal dari hasil fermentasi kedelai.

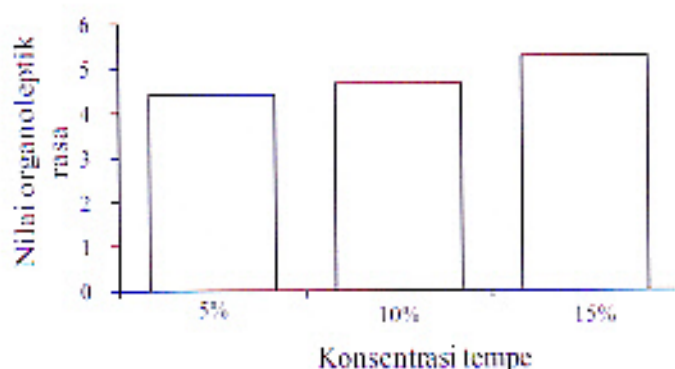
#### Rasa

Penilaian panelis terhadap rasa kecap ikan petek dengan perlakuan penambahan konsentrasi tempe 5% sampai 15% berkisar antara 4,40 (biasa) sampai 5,30 (agak suka). Diagram batang nilai rata-rata aroma kecap dapat terlihat pada Gambar 5. Hasil penilaian terhadap rasa untuk kecap ikan dengan konsentrasi tempe 5%, 10% dan 15% berturut-turut adalah 4,40, 4,70 dan 5,30. Kecap ikan dengan penambahan konsentrasi tempe 15% mempunyai nilai organoleptik rasa yang paling tinggi yaitu 5,30. Hal ini karena cita rasa kecap ikan akan dipengaruhi oleh adanya senyawa-senyawa asam amino yang berasal dari tempe, misalnya asam amino glutamat yang ada pada tempe kedelai sehingga akan menimbulkan rasa gurih dari kecap ikan tersebut.

Hasil uji *Kruskal Wallis* menunjukkan bahwa penambahan tempe hingga 15% memberikan pengaruh terhadap rasa kecap ikan. Komponen-komponen asam amino dalam tempe, yaitu asam glutamat, histidin, alanin dan prolin dapat meningkatkan cita rasa kecap (Sudiana 1999).

#### Penampakan

Penilaian panelis terhadap penampakan kecap ikan petek berada pada kisaran



Gambar 5 Nilai organoleptik rasa kecap ikan petek

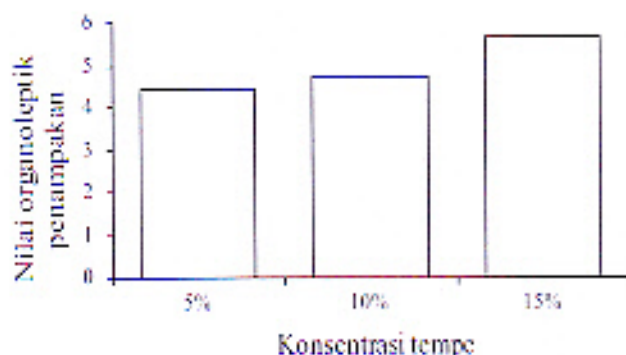
4,40 (biasa) sampai 5,70 (suka). Hasil pengamatan terhadap penampakan untuk kecap ikan dengan penambahan konsentrasi tempe 5% menunjukkan nilai rata-rata terendah, yaitu 4,40, kecap ikan dengan konsentrasi tempe 10% sebesar 5,10 dan kecap ikan dengan konsentrasi tempe 15% mempunyai nilai rata-rata tertinggi, yaitu sebesar 5,70.

Hasil uji *Kruskal Wallis* menunjukkan bahwa konsentrasi tempe hingga 15% memberikan pengaruh terhadap penampakan kecap ikan, artinya penambahan tempe (5%, 10% dan 15%) memberikan pengaruh terhadap penampakan kecap ikan petek. Hasil uji kesukaan terhadap penampakan kecap ikan petek disajikan pada Gambar 6. Semakin tinggi konsentrasi tempe yang ditambahkan menyebabkan penampakan kecap ikan yang semakin baik karena warnanya semakin coklat.

#### Analisis kimia dan mikrobiologi

##### Kadar air

Nilai rata-rata kadar air kecap ikan petek dengan penambahan tempe 5%, 10%



Gambar 6 Nilai organoleptik penampakan kecap ikan petek



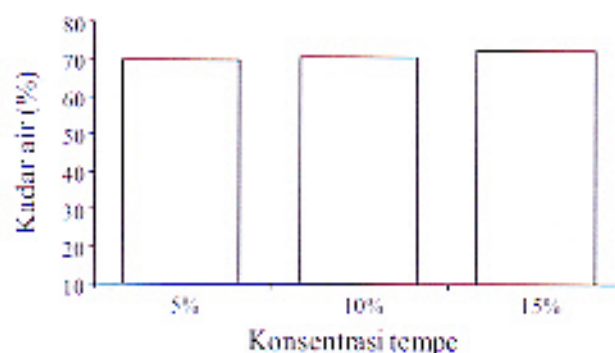
dan 15% berturut-turut adalah 69,97%; 70,59% dan 72,34%. Rata-rata kadar air tertinggi terdapat pada kecap ikan petek dengan penambahan tempe 15% sebesar 72,34% dan rata-rata terendah pada kecap dengan perlakuan tempe 5% yaitu sebesar 69,97% (Gambar 7).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi tempe hingga 15% memberikan pengaruh terhadap kadar air. Beberapa hal yang menyebabkan kadar air bahan pangan mengalami peningkatan, yaitu komponen bahan, kondensasi uap air di permukaan bahan dan hasil reaksi-reaksi kimia yang terdapat dalam bahan pangan, hasil metabolisme mikroba serta waktu fermentasi. Peningkatan kadar air kecap ikan dipengaruhi oleh adanya komponen bahan yang digunakan yaitu tempe yang memiliki kadar air tinggi. Berdasarkan hasil penelitian apabila waktu fermentasi diperpanjang maka tingkat hidrolisis, kandungan total nitrogen, kandungan amino nitrogen, dan kandungan hipoksantin akan meningkat sementara kandungan inosin, kadar air dan pH menurun (Tungkawachara *et al.* 2003).

#### Kadar protein

Kadar protein merupakan salah satu faktor yang menentukan mutu kecap. Pada umumnya semakin tinggi kadar protein suatu produk maka semakin baik pula mutu produk tersebut. Kadar protein kecap ikan petek yang dihasilkan mempunyai nilai rata-rata sebesar 4,23% sampai 6,40%. Kadar protein terendah sebesar 4,23% yaitu pada kecap ikan petek dengan penambahan tempe 5% dan yang tertinggi terdapat pada perlakuan penambahan tempe 15% sebesar 6,24% (Gambar 8).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi tempe 5%, 10% dan 15%



Gambar 7 Nilai rata-rata kadar air kecap ikan petek

memberikan pengaruh terhadap kadar protein kecap ikan. Semakin banyak tempe yang ditambahkan mengakibatkan kadar protein kecap ikan semakin meningkat. Dari aspek gizi, tempe merupakan sumber protein dengan kandungan delapan asam amino esensial yang jumlahnya akan meningkat akibat proses fermentasi.

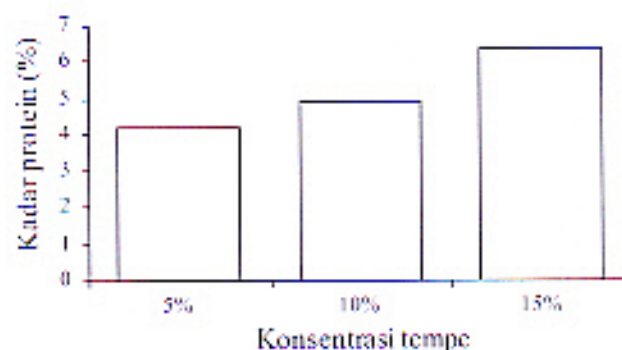
#### Kadar abu

Kadar abu tidak selalu ekuivalen dengan bahan mineral karena ada beberapa mineral yang hilang selama pembakaran dan penguapan. Kadar abu kecap ikan petek berkisar antara 20,67% sampai 23,36%. Rata-rata kadar abu tertinggi terdapat pada kecap ikan petek dengan perlakuan konsentrasi tempe 5% sebesar 23,36% dan rata-rata terendah pada kecap dengan perlakuan konsentrasi tempe 15% yaitu sebesar 20,67%.

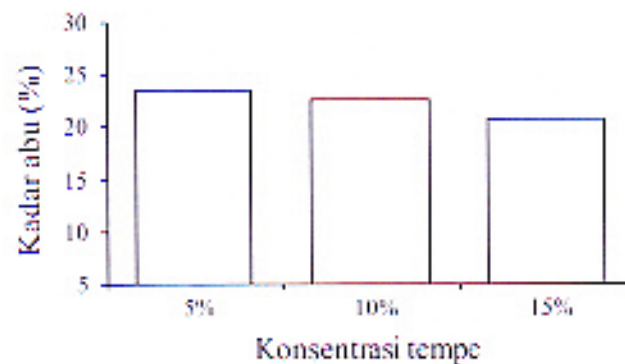
Berdasarkan hasil analisis ragam diketahui bahwa konsentrasi tempe 5%, 10% dan 15% memberikan pengaruh terhadap kadar abu kecap ikan petek. Tempe mempunyai kadar abu 0,9 g/100 g bahan dan kadar air 68,3 g/100 g bahan (Dep. Kesehatan 1995). Dengan penambahan tempe yang semakin banyak seharusnya kadar abu makin meningkat, namun jumlah air yang ada juga semakin meningkat. Kontribusi peningkatan kadar abu dalam kecap ikan relatif lebih kecil dibandingkan dengan kenaikan kadar airnya. Hal tersebut mengakibatkan semakin banyak tempe yang ditambahkan maka jumlah abu dalam kecap ikan tersebut akan semakin rendah. Nilai rata-rata kadar abu kecap ikan petek dapat dilihat pada Gambar 9.

#### Kadar lemak

Kadar lemak kecap ikan petek dengan perlakuan penambahan konsentrasi tempe 5%, 10% dan 15% berturut-turut sebesar 0,15%; 0,45% dan 0,36% (b/b) (Gambar 10).



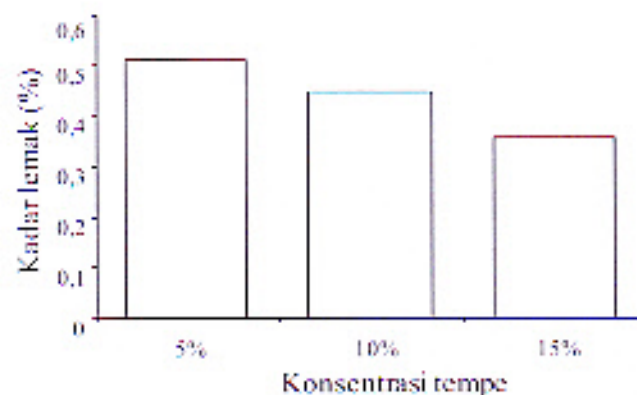
Gambar 8 Nilai rata-rata kadar protein kecap ikan petek



Gambar 9 Nilai rata-rata kadar abu kecap ikan petek

Dari hasil pengamatan tersebut, dapat diketahui bahwa kadar lemak pada kecap ikan mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya jumlah tempe yang ditambahkan. Aryanta (1994) menyatakan bahwa selama fermentasi berlangsung, lemak pada bahan pangan akan mengalami penurunan akibat terjadinya degradasi lemak menjadi asam-asam lemak. Hasil analisis menunjukkan bahwa penambahan tempe 5%, 10% dan 15% tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar lemak kecap ikan petek. Artinya bahwa penambahan tempe hingga 15% menghasilkan kecap ikan yang memiliki kadar lemak yang relatif sama.

Dari hasil pengamatan tersebut, dapat diketahui bahwa kadar lemak pada kecap ikan mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya jumlah tempe yang ditambahkan. Aryanta (1994) menyatakan bahwa selama fermentasi berlangsung, lemak pada bahan pangan akan mengalami penurunan akibat terjadinya degradasi lemak menjadi asam-asam lemak. Hasil analisis menunjukkan bahwa penambahan tempe 5%, 10% dan 15% tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar lemak



Gambar 10 Nilai rata-rata kadar lemak kecap ikan petek

kecap ikan petek. Artinya bahwa penambahan tempe hingga 15% menghasilkan kecap ikan yang memiliki kadar lemak yang relatif sama.

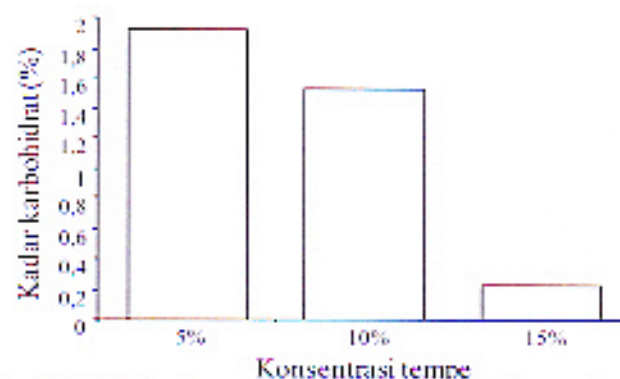
#### Kadar karbohidrat

Karbohidrat mempunyai peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan seperti warna, tekstur dan lain-lain. Kecap ikan petek mengalami penurunan kadar karbohidrat seiring dengan adanya peningkatan kadar air. Hal ini disebabkan perhitungan kadar karbohidrat dilakukan secara *by difference*. Kadar karbohidrat kecap ikan petek yang dihasilkan berkisar antara 0,23% sampai 1,93% (Gambar 11).

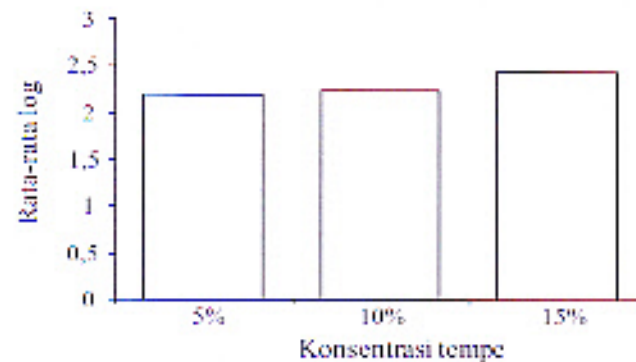
Hasil analisis menunjukkan konsentrasi tempe hingga 15% berpengaruh terhadap kadar karbohidrat. Banyaknya tempe yang ditambahkan pada kecap ikan (5%, 10% dan 15%) mengakibatkan penurunan kadar karbohidrat pada kecap ikan, walaupun penurunannya tidak signifikan. Hal ini disebabkan oleh adanya penguraian karbohidrat oleh enzim-enzim yang dihasilkan oleh kapang yang berasal dari tempe.

#### Uji mikrobiologi

Uji mikrobiologi dilakukan untuk mengetahui jumlah bakteri yang tumbuh dalam suatu bahan makanan. Untuk itu dilakukan penghitungan jumlah bakteri (TPC). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa jumlah bakteri pada kecap dengan penambahan tempe 5% adalah  $1,5 \times 10^2$  koloni/g, pada konsentrasi tempe 10% sebesar  $1,8 \times 10^2$  koloni/g, dan pada konsentrasi tempe 15% sebesar  $2,8 \times 10^2$  koloni/g (Gambar 12). Kecap ikan petek yang dihasilkan ini mempunyai nilai TPC maksimum  $2,8 \times 10^2$  koloni/g. Walaupun demikian jumlah bakteri dari kecap ikan petek yang dihasilkan masih memenuhi standar mutu kecap ikan SNI-01-4271-1996 yaitu maksimum



Gambar 11 Nilai rata-rata kadar karbohidrat kecap ikan petek



Gambar 12 Jumlah bakteri kecap ikan petek

$10^2$  koloni/g. Oleh karena itu kecap ikan petek yang dihasilkan tersebut aman untuk dikonsumsi.

Semakin banyak tempe yang ditambahkan hingga 15% mengakibatkan bakteri pada kecap ikan semakin meningkat. Hal ini disebabkan sejak dimulai proses fermentasi kecap ikan, pertumbuhan bakteri sudah terjadi dan terus akan meningkat selama proses fermentasi. Beberapa jasad renik juga dapat memecah komponen antibakteri yang terdapat dalam makanan. Rata-rata log jumlah bakteri kecap ikan petek dapat dilihat pada Gambar 12.

## KESIMPULAN

Produk terbaik berdasarkan hasil uji organoleptik adalah kecap ikan petek dengan penambahan konsentrasi tempe 15%. Ciri-ciri kecap tersebut mempunyai warna coklat kekuningan, tercium aroma khas tempe, rasa gurih dan penampakan jernih. Hasil analisis proksimat menunjukkan produk kecap ikan petek terbaik mempunyai kadar air 72,34%, protein 6,40%, abu 20,67%, lemak 0,36% dan karbohidrat 0,23%. Umur simpan kecap yang dihasilkan adalah 2 bulan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aryanta WR. 1994. Lactid Acid Fermented Fish Product. *Majalah Chemie Umud XXI* No. 42.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1996. *Kecap Ikan*. Jakarta: SNI-01-4271-1996.
- Chandra JI, Winarti, Desniar. 2007. Karakterisasi bakteri asam laktat dari produk bekasam ikan bandeng (*Chanos chanos*). *Buletin Teknologi Hasil Perikanan* 10(2):14-24

- Namwong S, Tanasupawat S, Smitinont T, Visessanguan W, Kudo T, Itoh T. 2005. Isolation of *Lentibacillus salicampi* strains and *Lentibacillus juripiscarius* sp. nov. from fish sauce in Thailand. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 55: 315-320.
- Peralta E M, Hatate H, Kawabe D, Kuwahara R, Wakamatsu S, Yuki T, Murata H. 2008. Improving antioksidant activity and nutritional components of philippine salt-fermented shrimp paste through prolonged fermentation. *Food Chemistry* 111:72-77.
- Purwaningsih S, Nurjanah. 1995. Pembuatan kecap ikan secara kombinasi enzimatik dan fermentasi dari jeroan ikan tuna (*Thunnus* sp). *Buletin Teknologi Hasil Perikanan* 1(1):14-18.
- Purwaningsih S, Santoso J. 1997. Pembuatan kecap ikan secara kombinasi enzimatik dan fermentasi dengan katepsin C dari limbah ikan tuna (*Thunnus* sp). *Buletin Teknologi Hasil Perikanan* 3(1):29-34.
- Sacenda NG, Kurata T, Suzuki Y, Arakawa N. 1992. Oxygen effect on volatile acids formation during fermentation in manufacture of fish sauce. *Journal of Food Science* 57:1120-1135.
- Steel RGD, Torrie JH. 1989. *Prinsip-Prinsip dan Prosedur Statistika*. Terjemahan dari: *Principles and Procedures of Statistics*. Soemantri B, Penerjemah. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Sudiana N. 1999. Mempelajari lama pengukusan terhadap mutu kripiik tempe. [skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Tungkawachara S, Park JW, Choi YJ. 2003. Biochemical properties and consumer acceptance of pacific whiting fish sauce. *Journal of Food Science* 68:855-860.
- Yi LZ, Hai LZ, Ling ZM, Ping DX. 2010. Effect of fermentation with mixed starter cultures on biogenic amines in bighead carp surimi. *Journal Institut of Food Science and Technology* 45:930-936.