

## PENGGUNAAN EKSTRAK TEH HIJAU (*Camellia sinensis*) SEBAGAI PENGHAMBAT PEMBENTUKAN HISTAMIN PADA IKAN SEBELUM DIOLAH

Endang Sri Heruwati<sup>\*)</sup>, Farida Ariyani<sup>\*)</sup>, Radestya Triwibowo<sup>\*)</sup>, Novalia Rachmawati<sup>\*)</sup>, dan Irma Hermana<sup>\*)</sup>

### ABSTRAK

Penelitian penggunaan ekstrak teh hijau (*Camellia sinensis*) sebagai penghambat pembentukan histamin pada ikan telah dilakukan. Ikan, terutama dari jenis skombroid, sangat rentan mengalami kerusakan karena terjadinya perubahan asam amino histidin yang terkandung dalam ikan menjadi senyawa histamin yang bersifat alergen, yang dikatalisasi oleh enzim histamin dekarboksilase (HDC). Teh hijau diketahui mengandung polifenol berupa senyawa epigalokatekin-galat (EGCG) yang merupakan penghambat enzim HDC, sehingga dekarboksilasi histidin menjadi histamin dapat dicegah. Perendaman ikan tongkol dalam ekstrak teh hijau pada konsentrasi 0, 2, dan 4% dilakukan selama 30 menit, diikuti dengan pemindangan dalam larutan garam 15% selama 30 menit diteruskan dengan penyimpanan ikan pindang pada suhu kamar. Pengambilan sampel dilakukan setiap hari selama 4 hari penyimpanan untuk diamati perubahan mutu kimiawi (TVB dan kadar histamin), mikrobiologi (TPC dan bakteri pembentuk histamin), serta organoleptik (kenampakan, bau, tekstur, lendir, rasa). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan yang direndam dalam ekstrak teh 4% mempunyai kadar histamin 21,3 ppm, jauh lebih rendah dibandingkan dengan ikan yang direndam dalam ekstrak teh 2% dan 0% yang masing-masing mencapai 64,4 ppm dan 101,4 ppm. Penghambatan pembentukan histamin oleh ekstrak teh hijau masih terjadi selama penyimpanan, yang terlihat dari rendahnya jumlah bakteri pembentuk histamin dan kadar histamin dibandingkan dengan kontrol. Pada penyimpanan hari ke-3, penghambatan pembentukan histamin oleh ekstrak teh hijau tidak efektif, kemungkinan karena terlalu tingginya jumlah bakteri pembentuk histamin, yaitu mencapai  $10^8$  cfu/g.

**ABSTRACT:** *The use of green tea (Camellia sinensis) extract as histamine formation inhibitor on fish before processing. By: Endang Sri Heruwati, Farida Ariyani, Radestya Triwibowo, Novalia Rachmawati and Irma Hermana*

*Experiment on the use of green tea (Camellia sinensis) extract has been conducted. Fish, especially the scombroid, are vulnerable to deterioration due to the decomposition of one of its amino acids, histidine, into histamine, an allergenic compound, which is catalyzed by histamine decarboxylase (HDC) enzyme. Green tea is known to contain polyphenols in the form of epigallocatechin gallate (EGCG) which is an HDC inhibitor, so that the decarboxylation of histidine into histamine could be prevented in the presence of green tea extract. Soaking of fish in green tea extract at concentration of 0, 2 and 4% was conducted for 30 minutes followed by boiling the fish in 15% brine for 30 minutes and storing the salted boiled fish at ambient temperature. Sampling was done daily for 4-days to assess the chemical changes (TVB and histamine content), microbial changes (TPC and histamine forming bacteria), and organoleptical changes (appearance, odor, texture, slime, taste). Result of the experiment revealed that fish immersed in 4% green tea extract for 30 minutes contained 21.3 ppm histamine, lower than other treatments, i.e. immersion in 2% and 0% extract, which were 64.4 ppm and 101.4 ppm respectively. Inhibition of histamine formation by green tea extract still continued during storage, shown by the low number of histamine forming bacteria and the histamine content of the boiled salted fish compared to control. At the 3<sup>rd</sup> day of storage, the inhibition of histamine formation by green tea extract was no longer effective due to the tremendously high number of the histamine producers in fish, which reached  $10^8$  cfu/g.*

**KEYWORDS:** *green tea (Camellia sinensis), histamine decarboxylase, histamine forming bacteria, scombroid fish*

### PENDAHULUAN

Histamin merupakan senyawa bioamin yang tidak menguap yang dihasilkan dari proses dekarboksilasi histidin bebas. Pembentukan histamin dikatalisis oleh

enzim histidin dekarboksilase (HDC). Pada ikan, senyawa amin biogenik ini dapat terbentuk karena dekarboksilasi endogenik, yaitu yang dilakukan oleh enzim yang terdapat dalam sel ikan itu sendiri, maupun eksogenik yang merupakan proses

<sup>\*)</sup> Peneliti pada Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, DKP

dekarboksilasi oleh mikroorganisme yang mengeluarkan enzim dekarboksilase ekstraseluler. *Morganella morganii*, *Microbacterium testaceum*, *Raoultella terrigena*, and *Micrococcus diversus* merupakan bakteri yang bertanggung jawab dalam pembentukan histamin pada ikan di Indonesia (Indriati *et al.*, 2006). Jenis ikan skombroid mempunyai kandungan histidin bebas yang tinggi yaitu antara 300–2000 mg/100 g ikan (Lukton & Olcott, 1958; Perez-Martin *et al.*, 1988; Antoine *et al.*, 1999) dan berpotensi menghasilkan histamin (Gonowiak *et al.*, 1990).

Pada kadar tertentu, histamin dalam ikan dapat menimbulkan rasa gatal pada lidah konsumen, bahkan untuk sebagian orang yang rentan, histamin dalam ikan dapat menyebabkan penyakit karena alergi. Meskipun pada kadar rendah (10–15mg/100 g) histamin tidak terlalu berbahaya bagi kesehatan manusia yang mengkonsumsinya (Ozogul *et al.*, 2004; Craven *et al.*, 2001 dalam Ko, 2006), namun demikian kemungkinan terjadinya keracunan histamin tetap perlu diwaspadai karena sistem detoksifikasi histamin hanya bekerja pada kondisi asupan (*intake*) harian yang normal. Pada asupan yang sangat tinggi, sistem itu sudah tidak mampu lagi mendetoksifikasi racun. Sebagai gambaran, sampel ikan asin yang diambil dari Jakarta, Bogor, dan Indramayu dilaporkan mengandung 73,9–123,9 ppm histamin. Meskipun demikian, kadar histamin dari sampel ikan segar dan ikan pindang yang diambil dari Pelabuhan Ratu masing-masing mencapai 179,1–289,7 mg/100 g dan 247,6–298,0 mg/100 g (Heruwati *et al.*, 2003).

FDA (2001) dalam Ko (2006) mengatakan bahwa penyakit karena keracunan histamin baru terjadi di atas kadar 200 ppm, akan tetapi mengingat histamin seringkali tidak terdistribusi merata pada ikan, maka kadar 50 ppm digunakan sebagai pedoman yang aman. Uni Eropa mensyaratkan sembilan sampel setiap *batch*, dengan rata-rata kadar histamin tidak lebih dari 100 ppm. Dua di antara sembilan sampel tersebut boleh di atas 100 ppm tetapi tidak lebih dari 200 ppm (European Commission, 1991 dalam Ko, 2006). Menurut Rigg (1997), kadar histamin yang diijinkan dalam sampel komposit ikan dan produk perikanan (tidak termasuk krustasea dan mamalia) di Australia adalah tidak lebih dari 100 ppm, sementara itu, di New Zealand kadar yang diijinkan adalah tidak lebih dari 200 ppm (New Zealand Food Safety Authority, 2009).

Pertumbuhan bakteri pembentuk histamin maupun produksi enzim histidin dekarboksilase pada umumnya dapat dihambat pada suhu 5°C atau lebih rendah (Ko, 2006). Namun demikian, karena keterbatasan fasilitas, penyimpanan suhu rendah seringkali tidak

memungkinkan, sehingga diperlukan suatu cara untuk menghambat aktivitas enzim.

Penelitian dengan merendam ikan dalam asam laktat atau asam sitrat pada pH 4 selama 15–45 menit sebelum pemindangan (Dwiyitno *et al.*, 2005) terbukti dapat mereduksi pembentukan histamin pada ikan kembung (*Scomber australasicus*). Penelitian lain melaporkan bahwa pembentukan histamin dapat dikurangi menjadi 63–67% dengan penambahan 3–5% arang kayu (Subaryono *et al.*, 2004). Ekstrak daun sirih, yang diketahui mengandung kavikol yang bersifat antibakterial, pada kadar 0,75% mampu menurunkan kadar histamin menjadi 33,37mg% (Indriati & Kusmarwati, 2008). Dari percobaan secara *in-vitro*, ekstrak biji picung juga dilaporkan dapat menghambat pertumbuhan bakteri pembentuk histamin (Kusmarwati & Indriati, 2008).

Penghambatan aktivitas enzim HDC merupakan salah satu cara untuk mengontrol terbentuknya histamin, karena apabila histamin telah terbentuk, maka akan sulit untuk menghilangkan histamin pada ikan baik dengan cara pemanasan atau pembekuan (Wendakoon & Sakaguchi, 1995). Inhibitor alami enzim HDC di antaranya adalah ekstrak berbagai jenis rempah-rempah seperti lada hitam, kayu manis, dan saga (4% v/v) (Wendakoon & Sakaguchi, 1995) dan 5,5'-dithiobis (2-nitrobenzoic acid) (DTNB) (Lane & Snell, 1976). Beberapa turunan asam benzoat seperti 4-chlorobenzoic acid dan p-chlorobenzoic acid (NSC 8444) atau 4-aminobenzoic acid atau p-aminobenzoic acid (NSC 7627) juga dilaporkan sebagai inhibitor bagi enzim histidin dekarboksilase (Anon., 2008). Senyawa benzoat dapat menghambat pertumbuhan kapang dan khamir, bakteri penghasil racun, spora bakteri, bakteri pembusuk (Anon., 2005) dan kerja enzim. Asam benzoat juga dilaporkan mampu menghambat pertumbuhan bakteri pembentuk histamin maupun produksi histamin pada ikan (Heruwati *et al.*, 2008). Selain itu, senyawa epigalokatekin-3-galat dari teh hijau dilaporkan dapat menghambat enzim HDC (Rodríguez-Caso *et al.*, 2003). Sebelumnya, Matsuo *et al.* (1996) juga melaporkan bahwa epigalokatekin-galat (EGCG) dari teh memberikan efek penghambatan kuat dalam pelepasan histamin pada sel eksudat peritoneal tikus dibandingkan dengan epikatekin-galat (ECG) dan epigalokatekin (EGC) sehingga potensial digunakan sebagai antialergi. Meskipun penelitian tersebut ditujukan untuk mencegah pembentukan histamin di dalam tubuh (manusia ataupun hewan percobaan), tidak tertutup kemungkinan senyawa polifenol dalam teh mampu menghambat pembentukan histamin pada ikan mengingat keberadaan dua faktor penting dalam ikan, yaitu histidin dan bakteri yang memproduksi enzim HDC. Bila pembentukan histamin pada ikan sebelum

diolah dapat dicegah, maka dengan asumsi pengolahan dan penyimpanan dilakukan dengan benar, keracunan histamin akibat mengkonsumsi ikan olahan pun dapat dicegah. Hal ini penting karena histamin bersifat tidak menguap dan tidak dapat dihilangkan dengan pemanasan (Patange *et al.*, 2005).

Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh perendaman ikan dalam ekstrak teh hijau terhadap penghambatan pembentukan histamin pada ikan tongkol lisong (*Scomber australasicus* CV) sebelum pemindangan.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Ikan tongkol lisong (*Scomber australasicus* CV) berukuran sekitar 150-200 g/ekor dibeli di pasar, hasil tangkapan yang dibekukan di kapal. Teh hijau (*Camellia sinensis*) yang telah mengalami proses pelayuan, penggulangan, serta pengeringan I, II, dan III, dengan kualitas ekspor dan kadar air 4% diperoleh dari kebun percobaan Pasir Sarongge, Cianjur, Bogor. Adapun garam kasar dibeli dari pasar.

### Metode

Ekstrak teh hijau 2% dan 4% dibuat dengan merebus masing-masing 0,5 kg dan 1 kg teh hijau kering (kadar air 4%) dalam air mendidih selama 15 menit, disaring, kemudian diencerkan dengan menambahkan 20 L air ke dalam setiap ekstrak pekat tersebut.

Ikan beku dilelehkan pada suhu 5°C selama 12 jam, kemudian direndam dalam ekstrak teh hijau dengan kadar 0, 2, dan 4% selama 30 menit. Ikan kemudian disusun dalam keranjang bambu (*naya*) lalu dipindang dengan cara dimasukkan ke dalam larutan garam 15% yang sudah mendidih. Waktu yang diperlukan untuk penyusunan dalam keranjang dan persiapan pemindangan adalah sekitar 30 menit. Pemindangan dilakukan selama 30 menit dihitung sejak larutan garam mendidih kembali. Setelah dingin, ikan disimpan selama 4 hari dalam almari berdingin kawat kasa pada suhu ruang.

Sampel diambil setiap hari, dimulai sejak selesai pemindangan, untuk dilakukan analisis kimia yang meliputi total basa menguap atau TVB (AOAC, 1980), dan kadar histamin (Hardy & Smith, 1976); analisis mikrobiologi yang terdiri atas jumlah bakteri total atau TPC (SNI, 2006) dan bakteri pembentuk histamin (Poerwadi & Indriati, 1984); serta pengamatan organoleptik yang mencakup uji perbedaan atribut kenampakan, bau, tekstur, lendir, dan rasa serta uji hedonik untuk tingkat penerimaan yang dilakukan

oleh delapan panelis terlatih. Skor atribut adalah 1 untuk mutu terendah dan 5 untuk mutu terbaik, sedangkan skor penerimaan adalah 1 untuk sangat tidak suka dan 5 untuk sangat suka.

Di samping itu juga dilakukan analisis komposisi proksimat (kadar air, abu, lemak, protein: AOAC 1980), TVB, dan kadar histamin; analisis TPC dan bakteri pembentuk histamin; serta pengamatan organoleptik terhadap bahan baku sebelum diolah untuk mengetahui karakteristik dan kesegaran bahan baku yang digunakan.

Percobaan dilakukan dengan rancangan acak lengkap menggunakan tiga ulangan dengan analisis multivariat dengan uji perbedaan Tuckey.

## HASIL DAN BAHASAN

### Karakteristik dan Kesegaran Bahan Baku

Dari pengamatan mutu secara obyektif diketahui bahwa bahan baku ikan dapat dikategorikan dalam kualitas segar dengan karakteristik kadar air sekitar 71,9–72,4%; abu 1,3–1,4%; lemak 1,5–1,8%; dan protein 25,0–25,7%. Jumlah basa menguap (TVB) mencapai 11,6–12,3 mgN%, dan kadar histamin 36,8–50,1 ppm. Jumlah bakteri mencapai  $27 \times 10^2$ – $30 \times 10^3$  cfu/g dan bakteri pembentuk histamin sekitar  $28 \times 10^1$ – $51 \times 10^3$  cfu/g. Dari pengamatan organoleptik terlihat bahwa kondisi ikan masih dalam kategori segar dengan karakteristik kenampakan antara cerah dan agak kusam, kulit lunak, sisik agak mudah lepas, lendir di permukaan tipis hampir tidak ada, kekakuan setelah rigor, mata agak berkabut, bentuk mata agak cekung, pupil kelihatan, dan agak berdarah. Insang agak pudar, hampir tidak berlendir dan berbau segar; anus normal berbau netral, rongga perut bercahaya dengan warna spesifik dengan darah warna gelap. Dalam keadaan matang, ikan yang digunakan sebagai bahan baku juga masih dalam kondisi segar dengan karakteristik bau ikan segar, rasa dengan intensitas manis dan spesifik jenis yang sedikit berkurang, dan tekstur yang kompak, lentur, dan *juicy*.

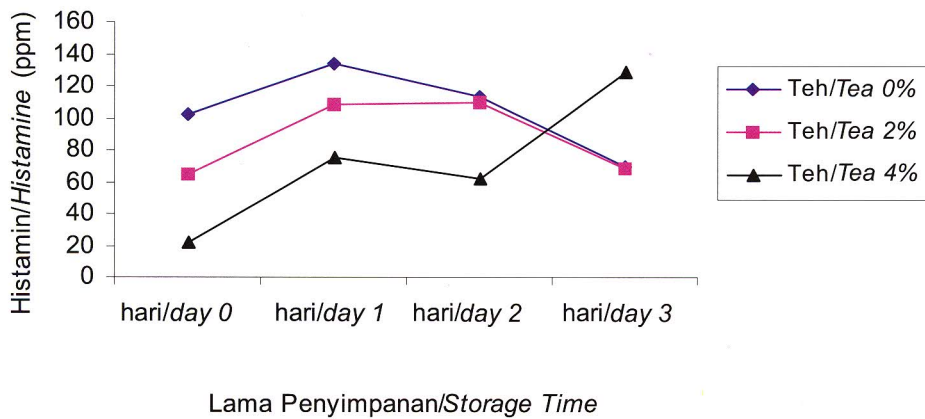
### Kadar Histamin

Dari hasil analisis terlihat bahwa teh hijau mempunyai pengaruh yang sangat nyata dalam pencegahan pembentukan histamin selama preparasi menjelang pemindangan. Bahan baku ikan pada awalnya mengandung 36,7–50,1 ppm histamin, saat selesai pemindangan, ikan yang direndam dalam ekstrak teh 4% mempunyai kadar histamin 21,3 ppm, jauh lebih rendah dibandingkan dengan yang direndam dalam ekstrak teh 2% dan 0% yang masing-masing mencapai 64,4 ppm dan 101,4 ppm. Tanpa perendaman dalam ekstrak teh, peningkatan kadar

histamin selama persiapan pemindangan, yang hanya memerlukan waktu sekitar 1 jam, mencapai lebih dari dua kali lipat. Hal ini kemungkinan terjadi karena jumlah bakteri pembentuk histamin meningkat dengan sangat pesat.

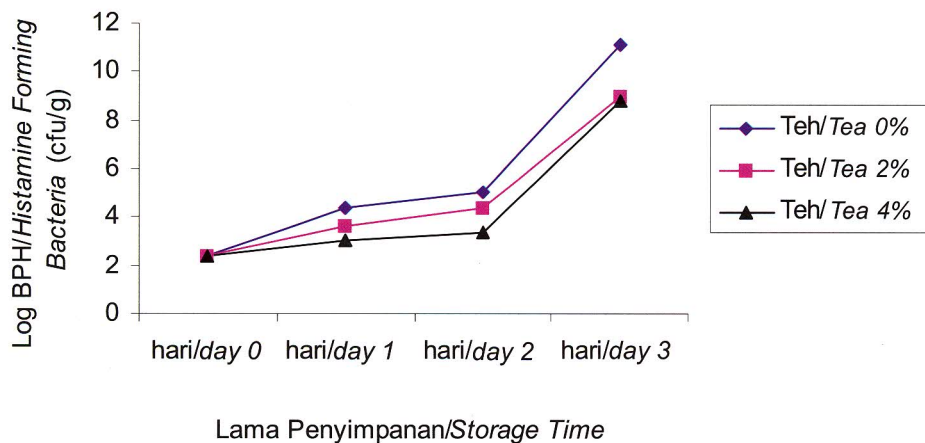
Penghambatan enzim histidin dekarboksilase oleh ekstrak teh bahkan masih berlangsung saat ikan pindang disimpan. Ini ditunjukkan dari pola perubahan yang sama yang masih terlihat hingga penyimpanan ikan selama 2 hari, yaitu pada perlakuan ekstrak teh 4% mempunyai kadar histamin 65,5 ppm, sedangkan yang direndam dalam ekstrak teh 2% dan 0% masing-masing telah mencapai 108,6 ppm dan 113,1 ppm. (Gambar 1). Hasil ini menunjukkan bahwa teh hijau mampu mencegah pembentukan histamin pada ikan

sebelum dan setelah diolah, bahkan selama penyimpanan 2 hari pada suhu kamar. Mulai hari ke-3, penghambatan enzim histidin dekarboksilase sudah tidak efektif karena terlalu tingginya jumlah bakteri pembentuk histamin, yang saat itu telah mencapai lebih dari  $10^8$ cfu/g. Pada hari ke-3, pembentukan histamin pada kontrol dan perlakuan ekstrak teh 2% justru lebih rendah dari perlakuan ekstrak teh 4% (Gambar 2). Hal ini kemungkinan disebabkan karena pada saat yang bersamaan, bakteri yang bukan pembentuk histamin pun sudah tinggi jumlahnya, lebih dari  $10^7$ cfu/g (Gambar 4), sehingga pembentukan histamin sudah dipengaruhi oleh banyak faktor sehingga tidak lagi mengikuti pola yang teratur.



Gambar 1. Kadar histamin ikan pindang dengan berbagai perlakuan konsentrasi teh hijau selama penyimpanan pada suhu kamar.

Figure 1. Histamine content of boiled salted fish of various green tea concentration treatments during storage at ambient temperature.



Gambar 2. Jumlah bakteri pembentuk histamin pada ikan pindang dengan berbagai perlakuan konsentrasi teh hijau selama penyimpanan pada suhu kamar

Figure 2. Number of histamine producers in boiled salted fish of various green tea concentration treatments during storage at ambient temperature.

### Jumlah Bakteri Pembentuk Histamin

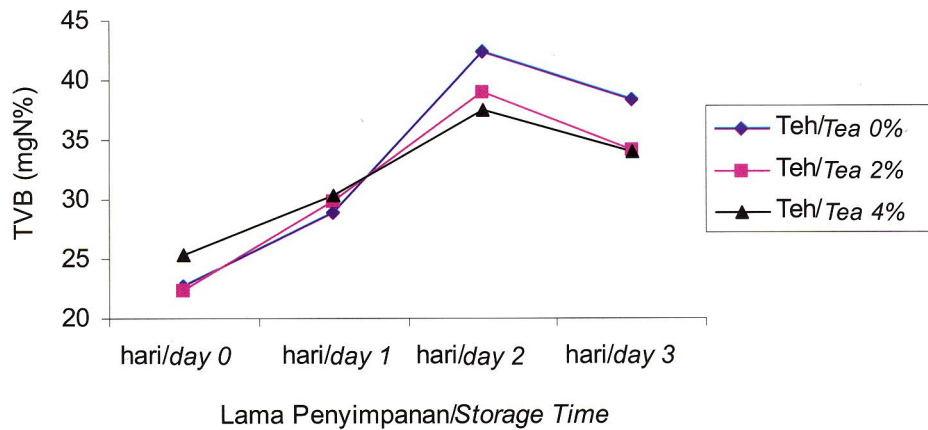
Jumlah bakteri pembentuk histamin pada bahan baku ikan yang semula sekitar  $10^2$  hingga  $10^4$  cfu/g, kemungkinan mengalami peningkatan selama persiapan perebusan, yang tercermin dari tingginya kadar histamin pada ikan saat selesai direbus (Gambar 1). Namun demikian setelah perebusan, jumlah bakteri pembentuk histamin pada ikan pindang berkurang menjadi  $10^2$  cfu/g. Ini kemungkinan terjadi karena proses pemanasan, tanpa adanya pengaruh perlakuan teh hijau.

Selanjutnya, selama penyimpanan ikan pindang, jumlah bakteri dari jenis yang bertanggung jawab dalam pembentukan histamin juga terus meningkat yaitu dari sekitar  $10^2$  menjadi  $10^{11}$  cfu/g. Pada tahap

ini, pengaruh teh hijau sangat nyata baik pada kadar 4% maupun 2% karena jumlah bakteri pembentuk histamin lebih rendah dari kontrol (0%). Namun demikian kondisi ini hanya sampai penyimpanan hari ke-2. Hal ini terjadi karena jumlah bakteri pembentuk histamin yang sangat tinggi pada hari ke-3 penyimpanan (Gambar 2), sehingga senyawa polifenol dalam teh hijau sudah tidak mampu lagi mencegah aktivitas enzim dekarboksilase yang diproduksi oleh bakteri tersebut.

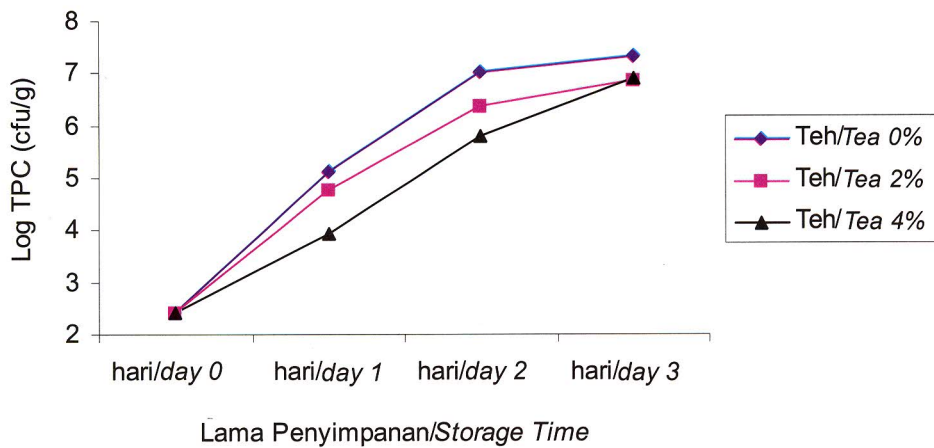
### Jumlah Basa Menguap (TVB)

Pengamatan TVB memang tidak dikaitkan dengan pengaruh teh hijau, namun perlu dilakukan untuk melihat kemunduran mutu ikan pindang selama penyimpanan suhu kamar. Seperti telah diduga,



Gambar 3. Kadar TVB ikan pindang dengan berbagai perlakuan konsentrasi teh hijau selama penyimpanan pada suhu kamar.

Figure 3. TVB content of boiled salted fish of various green tea concentration treatments during storage at ambient temperature.



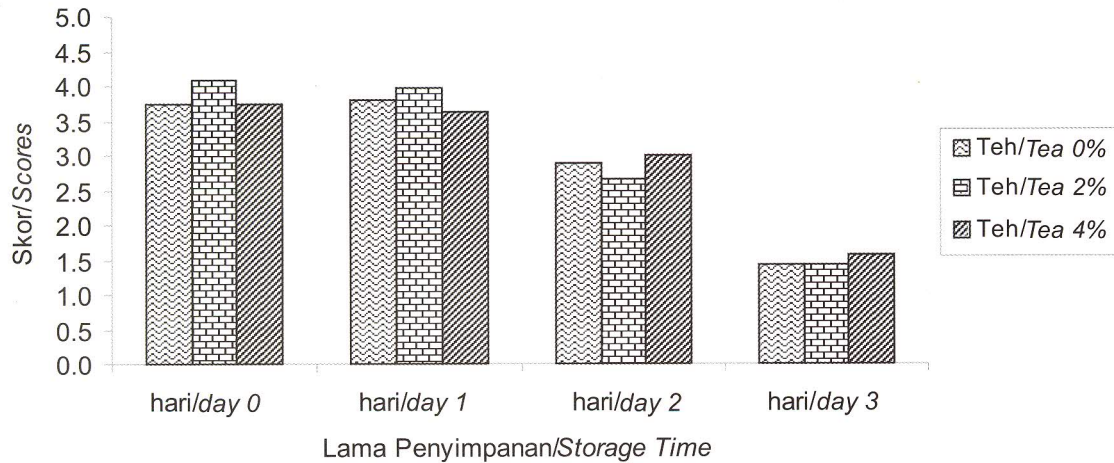
Gambar 4. Jumlah bakteri total ikan pindang dengan berbagai perlakuan konsentrasi teh hijau selama penyimpanan pada suhu kamar.

Figure 4. Number of bacteria in boiled salted fish of various green tea concentrations during storage at ambient temperature.

kenaikan TVB hanya dipengaruhi oleh waktu penyimpanan, tidak oleh perlakuan teh hijau (Gambar 3). Tahap persiapan pemindangan telah meningkatkan kadar TVB yang semula 11,6–12,3 mgN% pada bahan baku ikan menjadi 22,6–25,4 mgN% setelah ikan dipindang. Selama penyimpanan, TVB ikan pindang meningkat menjadi 33,9–38,4 mgN% pada hari ke-3 tanpa adanya perbedaan nyata antar perlakuan. Hal ini kemungkinan berkaitan dengan peningkatan jumlah bakteri total (Gambar 4) sebagai penyebab pembentukan TVB.

**Jumlah Bakteri Total (TPC)**

Seperti halnya pengamatan TVB, pengamatan jumlah bakteri dimaksudkan untuk melihat pola kemunduran mutu ikan dari berbagai perlakuan selama penyimpanan pada suhu kamar. Jumlah bakteri bahan baku yang semula  $27 \times 10^2$ – $30 \times 10^3$  cfu/g kemungkinan sudah bertambah selama tahap persiapan pemindangan, tetapi kemudian turun menjadi  $2,5 \times 10^2$  cfu/g setelah pemindangan. Selama penyimpanan ikan pindang pada suhu kamar, pola peningkatan TPC juga



Gambar 5. Nilai penerimaan ikan pindang dengan berbagai perlakuan konsentrasi teh hijau selama penyimpanan pada suhu kamar.

Figure 5. Acceptance scores of boiled salted fish of various green tea concentration treatments during storage at ambient temperature.

Tabel 1. Nilai atribut kenampakan, bau, tekstur, lendir, dan rasa ikan pindang dengan berbagai perlakuan konsentrasi teh hijau selama penyimpanan pada suhu kamar

Table 1. Attribute scores of the appearance, odor, texture, slime, and taste of boiled salted fish of various green tea concentration treatments during storage at ambient temperature

Contoh/Sampel (Hari ke/Day of)	Kenampakan/ Appearance	Bau/ Odor	Tekstur/ Texture	Lendir/ Slime	Rasa/ Taste
Teh hijau/Green tea, 0%					
0	4.34	4.09	4.88	5.00	4.46
1	4.29	4.42	4.88	5.00	4.17
2	3.78	3.11	4.50	4.28	3.22
3	3.06	2.28	4.56	2.89	2.00
Teh hijau/Green tea, 2%					
0	4.42	4.38	5.00	5.00	4.71
1	4.42	4.55	4.88	5.00	4.50
2	4.11	3.17	4.61	4.17	3.28
3	2.28	2.22	4.61	2.39	2.00
Teh hijau/Green tea, 4%					
0	4.17	4.46	4.92	5.00	4.25
1	4.29	4.50	4.88	4.96	4.21
2	3.78	3.44	4.50	4.50	3.11
3	3.06	2.22	4.56	2.72	2.00

sama dengan pola peningkatan TVB, yaitu meningkat dari  $2,5 \times 10^2$  cfu/g pada hari ke-0 menjadi  $7,4 \times 10^6$ - $2,1 \times 10^7$  cfu/g pada hari ke-3 tanpa adanya perbedaan antar perlakuan (Gambar 4).

#### Perubahan mutu organoleptik

Secara umum, penerimaan panelis terhadap ikan pindang adalah dari suka hingga agak suka pada hari ke-0 dan ke-1, kemudian menjadi agak suka pada hari ke-2, dan menjadi tidak suka pada hari ke-3, saat pengamatan organoleptik dihentikan. Tidak terlihat perbedaan antar perlakuan (Gambar 5).

Hasil uji perbedaan atribut untuk parameter kenampakan, bau, tekstur, lendir, dan rasa tertera pada Tabel 1. Secara umum dapat dikatakan bahwa baik kenampakan, bau, tekstur, lendir, dan rasa mencapai nilai di bawah ambang batas kesegaran pada hari ke-3. Hal ini sejalan dengan pola kemunduran mutu yang ditandai dengan puncak peningkatan jumlah bakteri maupun TVB yang terjadi pada saat itu. Rasa gatal pun timbul pada hari tersebut untuk semua perlakuan teh hijau maupun kontrol.

#### KESIMPULAN DAN SARAN

- Teh hijau mempunyai pengaruh yang sangat nyata dalam pencegahan pembentukan histamin selama preparasi menjelang pemindangan. Tanpa perendaman dalam ekstrak teh hijau, peningkatan kadar histamin selama persiapan perebusan, yang hanya memerlukan waktu sekitar 1 jam, mencapai lebih dari dua kali lipat, yang sangat mungkin terjadi karena berkembangnya bakteri pembentuk histamin.
- Penghambatan pembentukan histamin oleh ekstrak teh hijau masih terjadi selama penyimpanan, yang terlihat dari rendahnya jumlah bakteri pembentuk histamin dan kadar histamin dibandingkan dengan kontrol.
- Pada penyimpanan hari ke-3 penghambatan histamin oleh ekstrak teh hijau sudah tidak efektif karena terlalu tingginya jumlah bakteri pembentuk histamin, yaitu mencapai  $10^8$  cfu/g.
- Ekstrak teh hijau pada kadar 4% memberikan pengaruh penghambatan yang lebih baik dibandingkan pada kadar 2%.
- Perendaman ikan dengan ekstrak teh hijau selama proses persiapan pengolahan ikan skombroid dapat dilakukan di sentra-sentra pengolahan yang sulit mendapatkan akses es sebagai bahan pengawet, untuk mereduksi pembentukan histamin pada ikan. Untuk alasan biaya produksi, penggunaan teh hijau dengan kualitas yang lebih rendah disarankan untuk dicoba.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2005. Pengolahan pangan. *www.iptek.net.id*. Diakses pada tanggal 27 Desember 2005.
- Anonymous. 2008. *NCI Database Query Result Table: NSC Number 8444*. *cache.nci.nih.gov/ggi-bin/nciz/tcl?opi=nscl*. Diakses pada tanggal 19 Maret 2008.
- Antoine, F.R, Wei, C.I., Little, R.C., and Marshall, M.R. 1999. HPLC method for analysis of free amino acids in fish using o-phthalaldehyde precolumn derivatization. *J. Agric. Food Chem.* 47(12): 5100–5107
- AOAC. 1980. *Official Methods of Analysis*. 13<sup>th</sup> ed. Association Official of Analytical Chemist. Washington DC. 1018 pp.
- Dwiyitno, Ariyani, F., Kusmiyati, T., dan Harmita. 2005. Perlakuan perendaman dalam larutan asam untuk menghambat perkembangan histamin pada pindang ikan lisong (*Scomber australasicus* CV). *J. Penel. Perik. Indonesia*. 11(8): 1–8.
- Gonowiak, Z., Gajewska, R., and Lipka, E. 1990. Histidine decarboxylase activity and free histidine and histamine levels in fish meat. *Pantstw Zokl Hiq.* 41(1–2): 50–57.
- Hardy, R. and Smith, J.G.M. 1976. The storage of mackerel (*Scomber scombus*). Development of histamine and rancidity. *J. Sci. Food.* 27: 595–599.
- Heruwati, E.S., Indriati, N., Ariyani, F., Dwiyitno, Subaryono, dan Suryanti. 2003. Riset keamanan produk perikanan selama penanganan dan Pengolahan. *Laporan Teknis*. Bagian Proyek Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan.
- Heruwati, E.S., Sophia, R.A., dan Mangunwardoyo, W. 2008. Penghambatan enzim L-histidine decarboxylase dari bakteri pembentuk histamin menggunakan asam benzoat. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 3(2): 97–106.
- Indriati, N. dan Kusmarwati, A. 2008. Penggunaan ekstrak daun sirih untuk menghambat pertumbuhan bakteri penghasil histamin. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan, Bidang Pengolahan Produk dan Bioteknologi kelautan*. UNIBRAW-BBRSEKP-BBRP2B. 273 pp.
- Indriati, N., Rispayeni, dan Heruwati, E.S. 2006. Studi bakteri pembentuk histamin pada ikan kembung pada selama proses pengolahan. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 1(2): 117–123.
- Ko, IS. 2006. *Factors Affecting Histamine Level In Indonesian Canned Albacore Tuna (Thunnus alalunga)*. Thesis. Dep. of Marine Biotechnology. Norwegian College of Fishery Science, Univ. of Tromso, Norway. 64 pp.
- Kusmarwati, A. dan Indriati, N. 2008. Daya hambat ekstrak bahan aktif biji picung (*Pangium edule* Reinw.) terhadap pertumbuhan bakteri penghasil histamin. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 3(1): 29–36.

- Lane, R.S. and Snell, E.E. 1976. Histidine decarboxylase of *Lactobacillus* 30a: function and reactivity of sulfhydryl groups. *Biochemistry*. 15(19): 4175–4179.
- Lukton, A. and Olcott, HS. 1958. Content of free imidazole compounds in the muscle tissue of aquatic animals. *J. Food Res.* 23: 518–561.
- Matsuo, N., Yamada, K., Yamashita, K., Shoji, K., Mori, M., and Sugano, M. 1996. Inhibitory effect of tea polyphenols on histamine and leukotriene B<sub>4</sub> release from rat peritoneal exudates cells. *In Vitro Cellular & Development Biology Animal*. Springerlink-Springer Berlin/Heidelberg. 32(6): 340–344
- New Zealand Food Safety Authority, 2009. Imported Food Requirements: Fish species susceptible to production of histamine. <http://www.nzfsa.govt.nz/importing/documents/imported-food-requirement/fish-histamine-susceptible/index.htm>. Accessed November 2009.
- Ozogul, F., Polat, A., and Ozogul, Y. 2004. The effect of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on chemical, sensory and microbiological changes of sardines (*Sardinella pilchardus*). *J. Food. Chem.* 85(1): 49–57.
- Patange, S.B., Mukundan, M.K., dan Kumar, K.A. 2005. A simple and rapid method for colorimetric determination of histamine in fish flesh. *Food Control* 16: 465-472.
- Perez-Martin, RI, Franco, J.M., Aubourg, S., and Gallardo, J.M. 1988. Changes in free amino acids content in albacore (*Thunnus alalunga*) muscle during thermal processing. *European Food Res. and Technol.* 187(5): 678–682
- Poerwadi and Indriati, N. 1984. *A preliminary Study of Bacteria and Histamine Production in Dried Salted Chub Mackerel (Rastrelliger neglectus) from Indonesia*. Report on visit by RIFT personnel to Hobart, Tasmania (Australia). Uni. of Tasmania, CSIRO, ACIAR.
- Rigg, A. 1997. Biogenic amines in fish and fish products. Australian Capital Territory. Dept. of Health ACT Government Health Information. <http://www.health.act.gov.au/c/health?a=da&did=10017393&pid=1053607839>.
- Rodriguez-Caso, C., Rodriguez-Agudo, D., Sánchez-Jiménez, F., and Medina, M.A. 2003. Green tea epigallocatechin-3-gallate is an inhibitor of mammalian histidine decarboxylase. *Cell Mol Life Sci. Spingerlink*. 60(8): 1760–1763.
- SNI. 2006. SNI 01.2332.3-2006. *Cara Uji Mikrobiologi-Bag.3. Penentuan Angka Lempeng Total (ALT) pada Produk Perikanan*. BSN, Jakarta.
- Subaryono, Ariyani, F., dan Dwiyitno. 2004. Penggunaan arang untuk mengurangi kadar histamin pada ikan tongkol batik (*Euthynnus affinis*). *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 10(3): 27–34.
- Wendakoon, C.N. and M. Sakaguchi. 1995. Inhibition of amino acid decarboxylase of *Enterobacter aerogenes* by active components in spices. *J.Food Prot.* 58(3): 280–283.