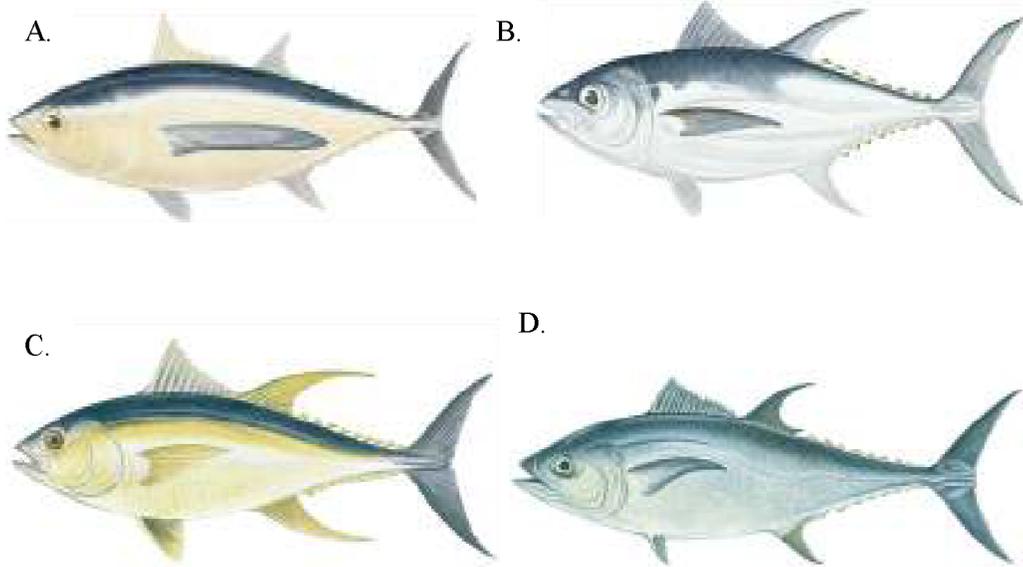


## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Ikan Tuna (*Thunnus* sp.)



A. *Albacore (Thunnus alalunga)* B. *Bigeye tuna (Thunnus obesus)*  
C. *Yellowfin tuna (Thunnus albacares)* D. *Southern Bluefin (Thunnus maccoyii)*

**Gambar 1. Ikan Tuna (Schultz, 2000)**

Klasifikasi ikan tuna menurut Saanin, 1983 adalah sebagai berikut:

- Kingdom : Animalia
- Filum : Chordata
- Subfilum : Vertebrata
- Kelas : Teleostei
- Subkelas : Actinopterygii
- Ordo : Perciformes
- Subordo : Scombridei
- Famili : Scombridae
- Genus : *Thunnus*
- Spesies : *Thunnus albacares* (yellowfin tuna)  
*Thunnus obesus* (bigeye tuna)  
*Thunnus alalunga* (albacore)  
*Thunnus tonggol* (longtail tuna)  
*Thunnus maccoyii* (Southern bluefin tuna)

Ikan tuna mempunyai bentuk badan seperti cerutu, menandakan kecepatan dalam pergerakannya. Ikan ini termasuk ke dalam kelompok pelagis besar dan sebagian besar memiliki jari-jari sirip tambahan (*finlet*) dibelakang punggung dan dubur yang berwarna kuning cerah dengan warna pinggiran gelap.

Potensi pelagis besar (termasuk tuna) secara nasional mencapai 1,17 ribu ton. Dalam statistik perikanan Indonesia, "tuna" digunakan sebagai nama grup dari beberapa jenis ikan yang terdiri dari jenis tuna besar (*Thunnus* spp, seperti *yellowfin* tuna, *big eye*, *southern bluefin* tuna dan *albacore*), dan jenis ikan mirip tuna (*tuna-like species*) seperti marlins dan *swordfish*. *Skipjack* tuna sering digolongkan sebagai "cakalang", sedangkan "tongkol" umumnya digunakan untuk jenis *eastern little* tuna (*Euthynus* spp), *frigate* dan *bullet* tuna (*Auxis* spp) dan *longtail* tuna (*Thunnus tonngol*) (Departemen Kelautan dan Perikanan, 2005).

Industri pengolahan pada umumnya mengolah tuna menjadi produk segar dalam bentuk utuh disiangi; produk beku dalam bentuk utuh disiangi, loin dan steak; serta produk dalam kaleng. Produk-produk itu sebagian besar diekspor ke manca negara dan hanya sebagian kecil saja yang dipasarkan di dalam negeri.

Analisa proksimat menunjukkan bahwa komposisi kimia ikan tuna bervariasi dari satu spesies dengan spesies yang lain, dan dengan umur, jenis kelamin, dan musim yang berbeda. Perbedaan yang utama adalah pada kandungan lemak ikan. Perbedaan kandungan lemak yang utama terlihat pada saat sebelum dan sesudah memijah. Kandungan lemak juga berbeda untuk bagian tubuh yang berbeda. Konsentrasi lemak yang paling tinggi biasanya terdapat di bagian dinding perut. Ini juga menjadi bagian yang paling mahal untuk produk *sashimi* dan *sushi*. Ikan tuna dengan lemak yang paling tinggi dianggap sebagai bahan baku terbaik untuk *sashimi*, terutama 1 sampai 3 bulan sebelum ikan memijah. Komposisi kimia rata-rata ikan tuna dapat dilihat pada Tabel 1.

**Table 1. Komposisi proksimat berbagai spesies ikan tuna (g/100g)**

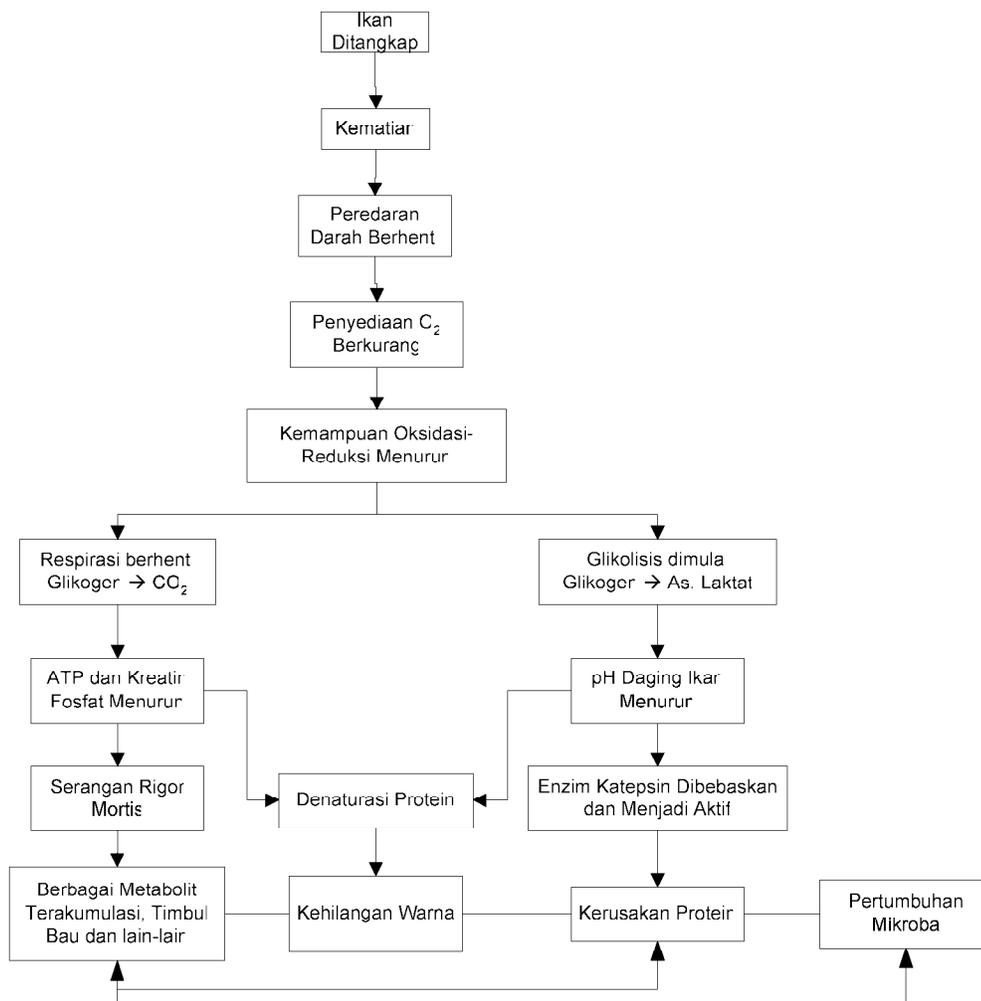
Spesies	Air	Protein	Lemak	Karbohidrat	Abu
<i>Bluefin</i>					
<i>Red meat (akami)</i>	68,7	28,3	1,4	0,1	1,5
<i>Fatty meat (toro)</i>	52,6	21,4	24,6	0,1	1,3
<i>Southern Bluefin</i>					
<i>Red meat (akami)</i>	5,6	23,6	9,3	0,1	1,4
<i>Fatty meat (toro)</i>	63,9	23,1	11,6	0,1	0,3
<i>Yellowfin</i>					
<i>Red meat (akami)</i>	74,2	22,2	2,1	0,1	1,4
<i>Marlin</i>	72,1	23,4	3,0	0,1	1,4
<i>Skipjack</i>	70,4	25,8	2,0	0,4	1,4
<i>Mackerel</i>	62,5	19,8	16,5	0,1	1,1

Sumber: Williams (1986) dalam Putro (2002)

Bahaya yang sering timbul jika mengonsumsi ikan *scombridae* adalah keracunan histamin. Histamin terutama dihasilkan dari ikan jenis *scombridae* yang dipengaruhi oleh suhu dan kandungan mikroba ikan tersebut yang dapat mempercepat perubahan histidin menjadi histamin. Selain kasus histamin, kandungan merkuri juga merupakan bahaya yang dapat timbul ketika mengonsumsi ikan *scombridae*. Merkuri secara alami terdapat pada lingkungan dan dapat diperoleh dari udara yang tercemar polusi industri. Bakteri yang hidup di dalam air dapat merubah merkuri menjadi metil merkuri, dan ikan dapat mengabsorpsi metil merkuri dari air dan pakan yang berupa organisme perairan. Ikan tuna yang lebih besar mengandung metil merkuri yang lebih banyak dibandingkan ikan tuna kecil (Josupeit dan Camillo, 2004).

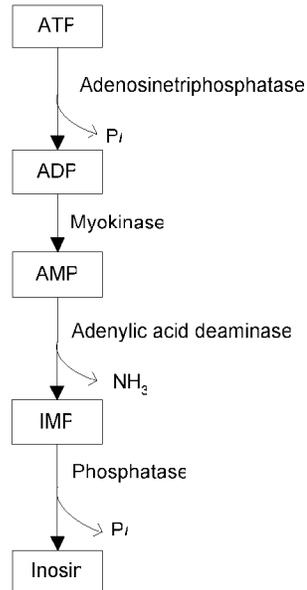
## 2.2 Kesegaran Ikan (Nilai-K)

Ikan segar merupakan ikan yang baru saja ditangkap, belum disimpan atau diawetkan dan mempunyai mutu yang tidak berubah serta tidak mengalami kerusakan (SNI 01-2729-1992). Perubahan pada ikan selama penyimpanan meliputi reaksi kimia, enzim autolisis dan aktifitas mikroba yang dapat dijadikan sebagai indikator mutu atau kebusukan. Pola kebusukan setelah ikan mati (*post mortem changes*) dapat disimpulkan pada Gambar 2.



**Gambar 2. Pola pembusukan setelah ikan mati (*post mortem changes*) (Eskin, 1990)**

Ketika ikan mati, sirkulasi darah berhenti dan persediaan oksigen berkurang. Pada saat ini yang paling banyak mengalami perubahan adalah degradasi ATP dan kreatin fosfat yang akan menghasilkan tenaga. Glikogen juga akan mengalami degradasi menjadi asam laktat melalui proses anaerobik menyebabkan keadaan daging menjadi asam sehingga pH daging ikan turun dan aktifitas enzim ATP-ase dan kreatinfosfokinase meningkat. Hal ini dapat menyebabkan denaturasi protein. Proses penurunan mutu ini terus berlanjut sehingga dapat mengakibatkan terakumulasinya berbagai metabolit, timbul bau, kehilangan warna, kerusakan protein dan meningkatnya pertumbuhan mikroba.

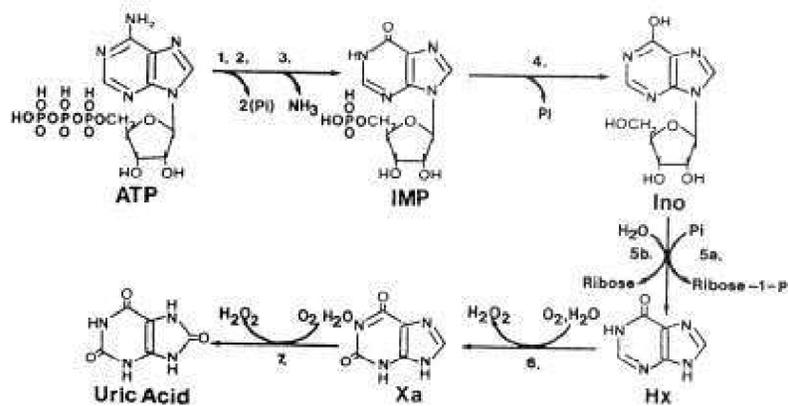


**Gambar 3. Degradasi *postmortem* ATP menjadi inosin pada ikan (Eskin, 1990)**

ATP merupakan penghasil energi yang juga diketahui memegang peranan penting pada pembentukan komponen cita rasa daging ikan segar. ATP mengalami degradasi menjadi adenosin difosfat (ADP), adenosin monofosfat (AMP), inosin monofosfat (IMP), inosin (Ino) dan hipoksantin (Hx) selama pengolahan dan penyimpanan ikan segar (Gambar 3). IMP yang merupakan asam inosinat dapat memberikan citarasa enak pada daging ikan. Degradasi ATP menjadi IMP berlangsung dalam dua tahapan proses, yaitu defosforisasi dan deaminasi. Tetapi proses degradasi ini berlangsung lama (Eskin, 1990; Huss, 1994).

Dari beberapa penelitian diketahui degradasi ATP akan diikuti pula dengan timbulnya amonia ( $\text{NH}_3$ ), karbohidrat (ribosa dan ribosafosfat), dan hipoksantin. Pemeriksaan dengan kromatografi menunjukkan bahwa disamping asam inosinat yang terbentuk, menghilangnya ATP juga diikuti dengan adanya puncak-puncak inosin trifosfat (ITP) dan inosin difosfat (IDP) dalam waktu yang agak lama setelah ikan mati. Timbulnya asam inosinat dapat memberikan citarasa lezat pada ikan, yang oleh beberapa ahli dianggap sebagai citarasa yang paling baik. Tetapi, asam inosinat akan segera terurai menjadi inosin yang menyebabkan ikan menjadi hambar. Inosin akan terurai menjadi hipoksantin yang memberikan rasa pahit pada

ikan dan sering dijadikan sebagai indeks kesegaran ikan. Proses penguraian ATP ini dipengaruhi oleh beberapa faktor terutama faktor suhu. Semakin tinggi suhu, maka proses akan berjalan lebih cepat dibandingkan suhu yang lebih rendah (Eskin, 1990).



Enzim yang terlibat: 1. ATP-ase; 2. myokinase; 3. AMP deaminase; 4.IMP phosphohydrolase; 5a. nucleoside phosphorylase; 5b. inosine nucleosidase; 6,7. xanthine oxidase.

**Gambar 4. Degradasi ATP *postmortem* pada daging ikan (Huss, 1994)**

Proses degradasi ATP ini dapat menjadi indikator penurunan mutu atau kebusukan ikan yang dapat ditentukan dengan menghitung nilai-K melalui persamaan sebagai berikut:

$$K - value = \frac{[Ino] + [Hx]}{[ATP] + [ADP] + [AMP] + [IMP] + [Ino] + [Hx]} \times 100$$

Semakin tinggi nilai-K pada daging ikan menunjukkan daging ikan tersebut semakin tidak segar (Huss, 1994).

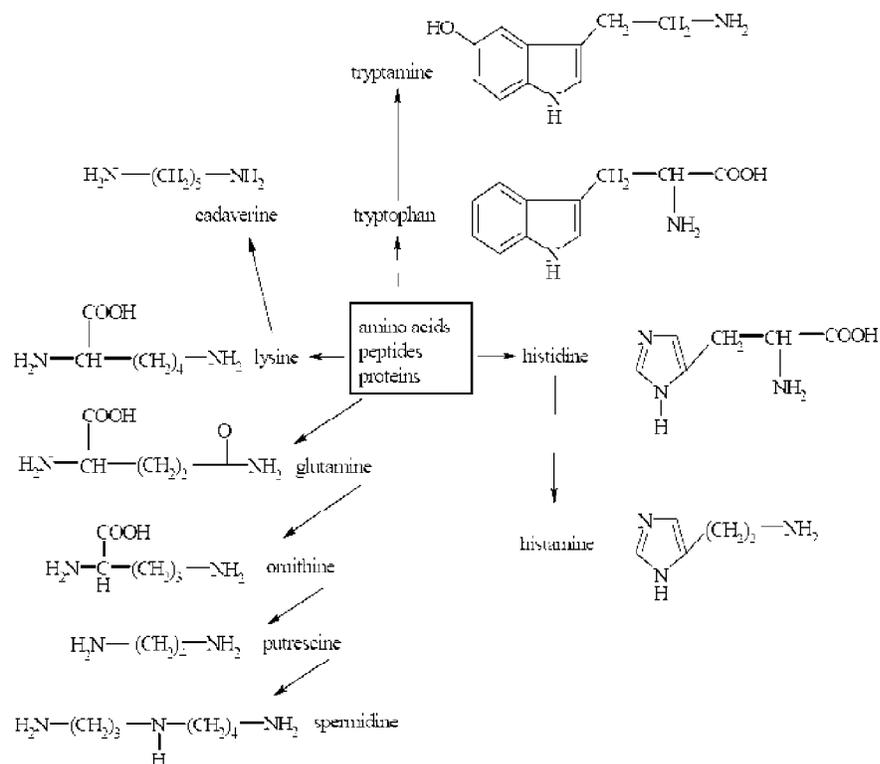
Hasil penelitian dari Alasalvar *et al.* (2002) menunjukkan hubungan nilai-K dengan uji organoleptik. Semakin rendah nilai organoleptik maka nilai-K nya semakin tinggi. Uji organoleptik menunjukkan bahwa ikan tuna yang disimpan dalam es pada suhu  $2 \pm 2^{\circ}\text{C}$  menunjukkan penolakan organoleptik pada hari ke 14-15 dengan nilai-K 55-60%.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Guizani *et al.* (2005) menunjukkan bahwa nilai-K 20% (*sashimi grade*) terjadi pada hari ke-2 dan nilai-K 50% (*shelf*

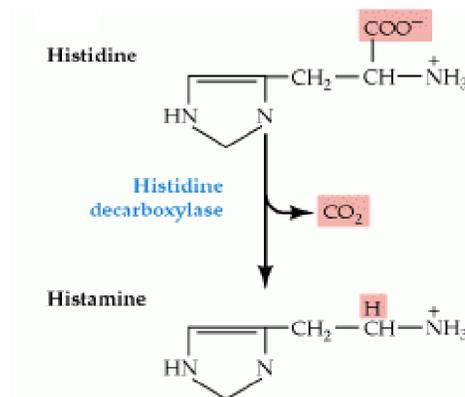
life) terjadi pada hari ke-12 pada penyimpanan suhu 0°C. Semakin tinggi suhu penyimpanan ikan, maka kenaikan nilai-K akan semakin cepat.

### 2.3 Histamin

Histamin adalah salah satu komponen dari grup amina biogenik. Putresin, kadaverin, dan triptamin juga dikenal sebagai amina biogenik (Gambar 5). Amina biogenik adalah komponen biologis aktif yang dihasilkan oleh proses dekarboksilasi asam amino bebas yang terdapat pada beberapa bahan pangan seperti ikan, produk pengolahan ikan, daging, anggur, keju dan lain-lain. Keberadaan histamin pada bahan pangan ini menandakan tingkat kemunduran mutu bahan tersebut. Pembentukan amina biogenik ini tergantung dari ketersediaan asam amino bebas, keberadaan dekarboksilase yang dikandung oleh mikroorganisme (bakteri dengan enzim yang dapat menyebabkan dekarboksilasi asam amino bebas) dan kondisi yang mendukung pertumbuhan mikroba dan aktifitas enzimatis (Putro, 2002).



**Gambar 5. Perubahan asam amino menjadi amina biogenik (Ko, 2006)**



**Gambar 6. Perubahan histidin menjadi histamin**  
(Purves *et al.*, 2001)

Histamin dihasilkan pada daging ikan melalui reaksi dekarboksilasi histidin bebas oleh bakteri yang mengandung enzim histidin dekarboksilase (Gambar 6), dengan suhu optimum untuk menghasilkan histamin adalah 25°C (Kim *et al.*, 1999). Konsumsi bahan pangan yang mengandung histamin dalam jumlah yang sedikit memberikan sedikit pengaruh pada manusia, tetapi konsumsi histamin dalam jumlah besar akan menyebabkan keracunan. Pada saluran pencernaan manusia mengandung enzim diamin oksidase (DAO) dan histamin N-metil transferase (HMT), yang mengubah histamin menjadi produk degradasi yang tidak berbahaya. Jika histamin dalam jumlah besar, kapasitas detoksifikasi DAO dan HMT berkurang, sehingga menyebabkan efek racun ketika histamin masuk ke dalam aliran darah. Selain itu, keracunan histamin karena makan ikan terjadi karena adanya zat-zat lain dalam ikan yang mampu menghalangi metabolisme histamin dengan menghalangi aktivitas enzim-enzim tersebut sehingga histamin diserap secara utuh dan menjadi toksis yaitu senyawa amin lainnya seperti kadaverin, putresin, tiramin, feniletilamin. Gejala keracunan yang timbul adalah muntah, diare, kejang perut, berkeringat terus menerus, timbul tanda kemerahan, sakit kepala dan rasa terbakar pada daerah mulut (Taylor, 1988).

Penyimpanan ikan pada kondisi refrigerasi sejak ikan ditangkap hingga dikonsumsi merupakan hal yang sangat penting untuk mengurangi kerusakan ikan dan menghindari terjadinya keracunan histamin. Suhu rendah dapat mengontrol bakteri penghasil histamin selama ikan ditangani dan diolah (Public Health Division, 2002).

Apabila histamin telah terbentuk selama penanganan, maka walau ikan tersebut dikalengkan atau dimasak pada suhu tinggi tidak akan merubah kadar histamin sehingga tetap potensial membahayakan manusia (Huss, 1994).

Histamin mempunyai fungsi penting dalam tubuh bila dihubungkan dengan fenomena fisiologis dan patologis terutama dengan pelepasan pada reaksi alergi. Alergi berarti masuknya suatu bahan asing yang menyebabkan reaksi tidak menyenangkan di dalam jaringan tubuh, namun tidak terjadi pada setiap orang. Sedangkan keracunan adalah efek dari mengkonsumsi pangan tertentu yang melebihi dari yang ditetapkan dan dapat terjadi pada setiap orang.

Alergi makanan adalah reaksi dari imunoglobulin E (Ig-E) yang merupakan sistem kekebalan tubuh terhadap makanan atau komponen makanan. Tingginya kandungan IgE menandakan adanya pemicu alergi. Alergi makanan disebabkan adanya ikatan silang antibodi IgE pada permukaan *mast* sel di jaringan atau di leukosit basofil di darah. Jika dua molekul IgE saling berpautan silang, sel akan melepaskan suatu bahan seperti histamin yang dapat menyebabkan reaksi alergi. Reaksi alergi akan dapat terlihat dalam 24-48 jam setelah kontak pertama dengan antigen (Yamada *et al.*, 2002).

Menurut Tjen (1991), secara garis besar reaksi alergi dapat dibagi atas tiga golongan yaitu reaksi pertama terjadi sangat cepat, reaksi ini terjadi sedemikian rupa sehingga bibir, lidah dan tenggorokan langsung membengkak dan menghalangi masuknya makanan. Manifestasi alerginya cepat sehingga mudah diketahui makanan yang mengandung *allergen*. Reaksi kedua terjadi lebih lambat perlu waktu berjam-jam lamanya dengan demikian lebih sukar untuk mengetahui makanan mana yang bertanggung jawab atas manifestasi alergi pada seorang penderita. Reaksi ketiga lebih lama lagi, manifestasi klinis dari reaksi ketiga ini biasanya berupa kemerahan pada kulit.

Ada lima gejala kunci alergi menurut Mumby (1995) yang dapat terjadi apabila seseorang mengkonsumsi bahan makanan yang mengandung alergen yaitu berat badan yang berlebih atau sebaliknya atau berat badan yang turun naik, kelemahan yang terus menerus dan tidak hilang walaupun beristirahat, kadang-kadang terjadi pembengkakan di sekitar mata, tangan, abdomen dan pergelangan,

denyut jantung yang cepat atau berdebar-debar khususnya terjadi setelah makan, keringat yang berlebihan walaupun tidak berolah raga.

Reaksi antigen, antibodi menyebabkan pelepasan histamin sehingga terjadi fase dilatasi, gatal dan edema. Pelepasan histamin selama terjadi reaksi antigen-antibodi telah diperlihatkan oleh para peneliti. Histamin telah diketahui merupakan perantara terjadinya fenomena hipersensitivitas (Syamsudin, 1980).

Keracunan histamin jarang terjadi dan biasanya terjadi karena overdosis. Gejala utama yang timbul yaitu sakit kepala, diare, muntah-muntah, bibir bengkak dan rasa terbakar di tenggorokan (Ronald *et al.*, 1979).

Menurut Hardy dan Smith (1976), keracunan histamin dapat dibagi dalam 3 kelompok yaitu (1) keracunan tingkat lemah apabila mengkonsumsi histamin 8-40 mg/100 g daging ikan. (2) keracunan sedang, apabila mengkonsumsi 70-100 mg/100 g daging ikan. (3) keracunan kuat apabila mengkonsumsi histamin 150-400 mg/100 g daging ikan.

Beberapa negara tidak mempunyai batas pengaturan histamin pada makanan seperti ikan karena tidak mengetahui mekanisme dari racun tersebut (Infofish, 2000). Pengaturan histamin pada beberapa negara dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Pengaturan batas histamin oleh beberapa negara**

No	Negara	Kriteria	Keterangan
1	Uni Eropa	10 mg/100 g daging ikan 20 mg/100 g daging ikan	Penanganan yang salah Berbahaya
2	USA (FDA)	5 mg/100 g daging ikan	Tidak diperbolehkan
3	Kanada	10 mg/100 g daging ikan	Gejala awal pembusukan
4	Jerman	10 mg/100 g daging ikan	Gejala awal pembusukan
5	Denmark	10 mg/100 g daging ikan	Berpengaruh pada kesehatan
6	Swedia	10 mg/100 g daging ikan	Berpengaruh pada kesehatan

Sumber : *European Communities* (2006), *FDA* (2002), *Infofish* (2000)

Jumlah histamin yang dihasilkan oleh ikan sangat tergantung dari suhu, waktu, dan kondisi penyimpanan serta spesies ikan tersebut. Ikan tuna yang disimpan pada suhu 22°C sudah tidak dapat dikonsumsi lagi pada penyimpanan hari ke-3, sedangkan pada suhu 10°C dan 4°C tidak dapat dikonsumsi lagi pada penyimpanan hari ke-5 dan ke-9 berturut-turut (Du *et al.*, 2002). Ikan tuna *skipjack* lebih banyak mengandung histamin dibandingkan ikan tuna *bigeye*. Ini disebabkan

oleh ikan tuna *skipjack* lebih banyak mengandung histidin dibandingkan ikan tuna *bigeye* (Silva *et al.*, 1998).

## 2.4 Logam Berat Hg dan Cd

Logam berat merupakan logam yang mempunyai berat jenis lebih tinggi dari 5 atau 6 g/cm<sup>3</sup>. Akan tetapi pengertian ini pada kenyataannya ditambah dengan logam yang mempunyai sifat yang berbahaya. Logam berat yang berbahaya itu antara lain Hg, As, Cd, Cr, Cu, Pb, Ni dan Zn. Logam Berat dapat diabsorpsi dan diakumulasi pada jaringan hidup. Asam amino dapat mengikat logam berat mengikuti aturan sebagai berikut: Hg>Cu>Ni>Pb>Co>Cd (Pallar, 1994). Jenis dan bentuk logam yang paling toksik adalah Hg, Pb dan Cu yang dapat berikatan dengan senyawa organik (Arisandi, 2001)

Merkuri terdapat secara alami pada lingkungan dan juga dapat berada di udara dan perairan dikarenakan oleh polusi dan limbah yang berasal dari transportasi, industri dan rumah tangga. Pada perairan, merkuri dapat menjadi metil merkuri yang dapat bersifat toksik. Ikan di perairan tersebut dapat menyerap metil merkuri dari air dan makanannya yang berupa organisme air (FDA, 2003).

Keracunan merkuri adalah keracunan logam pertama di Jepang yang pernah dilaporkan dan merupakan kasus pertama keracunan yang masuk dalam daftar undang-undang kesehatan industri. Toksisitas merkuri tergantung pada bentuk kimianya. Bentuk murni merkuri mudah menguap dan sangat beracun jika terhisap. Bentuk murni Hg diabsorpsi seluruhnya dalam paru-paru dan mudah sekali didistribusikan ke otak melalui darah yang menyebabkan gangguan pada sistem saraf pusat. Bentuk garam merkuri sering sekali mencemari udara. Bentuk toksik dari merkuri anorganik menimbulkan gejala rasa sakit pada saluran pernapasan dan ginjal. Dalam bentuk akut dan subakut gejalanya adalah stomatis (gangguan pada perut) salivasi, muntah, radang, perdarahan pada usus, anoreksia (kurang nafsu makan), dan kegagalan ginjal (FDA, 2003).

Merkuri yang paling toksik dan berbahaya adalah bentuk alkil merkuri yaitu metil dan etil merkuri yang banyak digunakan dalam pertanian untuk mencegah timbulnya jamur. Alkil merkuri terakumulasi dalam hati dan ginjal yang dikeluarkan melalui cairan empedu. Senyawa ini keluar dari tubuh melalui urin dan feses dengan waktu paruh 70 hari. Gejala yang timbul akibat keracunan merkuri

organik adalah gangguan saraf, lemah, hiper estete (peka), kebutaan, koma dan kematian (FDA, 2003).

Keracunan metil merkuri paling besar pada makhluk hidup timbul pada tahun 1950-an di Teluk Minamata, Jepang. Banyak ikan dan kerang mati terapung. Sebagian besar burung laut tidak dapat terbang dan kucing menunjukkan tingkah laku abnormal yang diikuti kematian mendadak. Wabah penyakit minamata melanda pantai Utara dan selatan Minamata. Gejala pertama yang timbul adalah rasa kaku pada pinggang dan sekitar mulut, gangguan saraf perasa, tremor, pendengaran dan penglihatan terganggu. Gejala ini semakin parah yang menyebabkan kelumpuhan total, perubahan bentuk pinggul, sulit menelan dan akhirnya kematian. Pada kasus yang terjadi di Teluk Minamata tersebut ditemukan kandungan metil merkuri diatas 29 mg/kg pada ikan dan kerang-kerangan (FDA, 2003).

Dampak dari keracunan logam berat baru terlihat setelah beberapa tahun dan dapat bersifat kronis serta menyebabkan cacat janin yaitu merusak perkembangan sistem saraf pada janin jika menyerang ibu hamil (Arisandi, 2001; FDA, 2001; Miller, 2002). Diperkirakan bahwa 80% merkuri yang ada diserap ke aliran darah, disirkulasikan ke seluruh tubuh dan dilanjutkan ke jaringan tubuh (Remington *et al.*, 1998).

Organisme yang pertama terpengaruh akibat penambahan polutan logam berat ke tanah atau habitat lainnya adalah organisme dan tanaman yang tumbuh di tanah atau habitat tersebut. Dalam ekosistem alam terdapat interaksi negatif yang menggambarkan bentuk-bentuk transfer energi antar populasi dalam komunitas tersebut. Dengan demikian pengaruh logam berat tersebut pada akhirnya akan mencapai hirarki rantai makanan tertinggi, yaitu manusia (Nugroho, 2001). Logam berat bersifat akumulatif dalam jaringan tubuh dan akan terus bertambah (biomagnifikasi) dengan bertambah tingginya tingkat tropik pada rantai makanan. Manusia sebagai top level dalam rantai makanan akan menjadi rantai terakhir dari proses biomagnifikasi ini, karena bahan makanan yang telah mengalami peningkatan kandungan logam berat mulai dari komponen di tingkat dasar (produsen) (Wilson, 1988).

Batas maksimum merkuri dalam makanan (ikan) yang ditetapkan oleh badan kesehatan dunia (WHO) sebesar 0,5 ppm, sama halnya dengan yang diterapkan oleh Depkes RI mengenai batas maksimum merkuri pada makanan juga sebesar 0,5 ppm, sedangkan untuk kadmium sebesar 0,3 ppm (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, 2007; European Communities, 2006).

Surtipanti dkk (1992) menyatakan bahwa merkuri memiliki sifat yang sama dengan kadmium yaitu selain bersifat esensial juga toksik terhadap organisme yang hidup di air. Oleh karena sifat tersebut, dalam berbagai penelitian logam berat, kedua jenis logam tersebut selalu mendapat prioritas untuk dianalisis dan dievaluasi.

Beberapa penelitian mengenai kadar logam berat merkuri dan kadmium telah dilakukan oleh beberapa peneliti, antara lain oleh Khansari *et al.* (2005) pada ikan tuna kaleng 0,117 ppm untuk merkuri dan 0,0223 ppm untuk kadmium; Storelli *et al.* (2005) kadar merkuri pada ikan *hake* (*Merluccius merluccius*) 0,09 ppm dan *striped mullet* (*Mullus barbatus*) 0,40 ppm.

## 2.5 Mikrobiologi Ikan Segar

Kandungan mikroorganisme pada ikan dipengaruhi oleh berbagai faktor yaitu spesies ikan, lingkungan air, tempat hidupnya, cuaca dan cara penangkapan.

Pengaruh spesies ikan terhadap populasi mikroorganisme terutama disebabkan perbedaan kandungan lendir pada kulit ikan antara satu spesies dengan spesies yang lain. Lendir yang menutupi ikan mengandung bakteri jenis *Pseudomonas*, *Sarcina*, *Serratia*, *Micrococcus*, *Vibrio* dan *Bacillus*. Bakteri yang berhasil diisolasi dari saluran usus ikan segar meliputi *Achromobacter*, *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Alcaligenes*, *Enterobacter*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas* dan *Xanthomonas* (Huss, 1995). Sebanyak 60 persen bakteri yang terdapat pada insang, usus dan lendir ikan terdiri dari jenis *Pseudomonas* dan *Achromobacter*, 20 persen terdiri dari jenis *Corynebacterium*, *Flavobacterium* dan *Micrococcus*, sedangkan sisanya adalah *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Proteus*, *Serratia*, *Graffkyia* dan *Escherichia coli* (Rahayu *et al.*, 1991). Enzim histidin dekarboksilase dihasilkan oleh bakteri pembentuk histamin yaitu *Klebsiella pneumonia*, *Hafnia alvei*, *Morganella morgantii*, *Clostridium perfringens*, *Lactobacillus* sp, *Escherichia* sp, *Salmonella* sp, *Photobacterium* sp serta *Vibrio* sp (Huss, 1994).

Lingkungan air mempengaruhi mikroorganisme pada ikan. Ikan yang hidup di laut utara membawa banyak bakteri psikropilik, sedangkan ikan yang berada di laut tropis lebih banyak membawa bakteri mesofilik. Ikan yang hidup di air tawar membawa bakteri jenis *Brevibacterium*, *Alcaligenes*, *Streptococcus* dan *Lactobacillus* (Frazier dan Westhoff, 1988). Meskipun ikan ditangkap di air laut, selama penyimpanan biasanya bakteri ikan air tawar menjadi dominan karena ikan disimpan di dalam es yang terbuat dari air tawar (Rahayu *et al.*, 1991).

Ikan biasanya diawetkan dengan cara pendinginan atau pemberian es, oleh karena itu mikroba yang biasanya sering tumbuh adalah sebagian besar tergolong mikroba psikrofilik yaitu yang mempunyai suhu optimum pertumbuhan 5-15 °C. Bakteri gram positif yang sering mengkontaminasi ikan yang didinginkan tergolong jenis *Pseudomonas* yaitu *P. fragi* (Fardiaz, 1993).

Bakteri patogen yang berhubungan dengan bahan pangan tidak dapat tumbuh di luar kisaran suhu dibawah -40 °C atau lebih dari 60 °C, sehingga bahan pangan yang disimpan pada suhu di bawah -40 °C atau di atas 60 °C akan aman (Buckle *et al.*, 1978).

Bakteri penyebab kerusakan suatu jenis ikan kemungkinan akan lain dengan penyebab kerusakan pada ikan yang lain. Demikian pula bakteri penyebab kerusakan ikan di suatu daerah mungkin juga berbeda dengan di daerah lainnya. Meskipun demikian, telah banyak penelitian yang mengemukakan berbagai jenis bakteri dengan tipe-tipe kerusakan yang ditimbulkan, atau sebaliknya pada kondisi kerusakan tertentu dapat dijumpai jenis bakteri tertentu pula (Huss, 1995).

Bakteri penghasil histamin termasuk pada golongan *Enterobacteriaceae*, beberapa *Vibrio* sp, *Clostridium* dan *Lactobacillus* sp. Penghasil histamin paling banyak adalah *Morganella morganii*, *Klebsiella pneumoniae* dan *Hafnia alvei*. Bakteri ini dapat ditemui pada hampir semua ikan, terutama yang telah terkontaminasi pasca tangkap. Mereka tumbuh dengan baik pada suhu 10 °C tetapi pada 5 °C pertumbuhan dapat dihambat dan tidak ada histamin yang terbentuk oleh *Morganella morganii* pada suhu < 5 °C. Beberapa penelitian menyimpulkan bakteri penghasil histamin adalah dari jenis mesofilik. Akan tetapi, beberapa penelitian menemukan *Photobacterium* sp dapat menghasilkan histamin pada suhu < 5 °C. Bakteri penghasil histamin pada prinsipnya dapat tumbuh dengan baik pada pH

netral. Tetapi mereka juga dapat tumbuh pada pH 4,7-8,1. organisme ini tidak begitu tahan pada NaCl, tetapi dapat tumbuh hingga kadar NaCl 5% (Huss, 1994).

## **2.6 Organoleptik Ikan Segar**

Analisis organoleptik merupakan ilmu multidisiplin yang menggunakan panelis manusia dengan indra penglihatan, pembauan, perasa, peraba dan pendengarannya untuk mengukur karakteristik organoleptik dan penerimaan produk pangan. Keadaan dengan tidak ada satupun alat yang dapat mengulang atau mengganti respon manusia, membuat evaluasi organoleptik merupakan komponen yang sangat penting pada pengetahuan pangan. Analisis organoleptik dapat diterapkan pada bermacam-macam bidang seperti pengembangan produk, perbaikan produk, pengendalian mutu, penelitian penyimpanan dan pengembangan proses. Pengujian menggunakan panelis harus dilaksanakan pada kondisi yang terkontrol, serta rancangan percobaan, metode uji dan analisis statistik yang tepat. Dengan cara ini analisis organoleptik dapat menghasilkan data yang konsisten dan dapat diulang (Watts *et al.*, 1989).

Metode organoleptik masih merupakan jalan yang paling banyak digunakan untuk mengukur kesegaran ikan dan produk perikanan. Uji ini dapat diterapkan pada semua spesies ikan, tidak membutuhkan peralatan laboratorium yang rumit, cepat dan tidak merusak sampel kecuali sampel yang dimasak terlebih dahulu (Alasalvar, 2002). Metode organoleptik tergantung kepada indra manusia dan digunakan industri perikanan untuk menentukan mutu dengan melihat, meraba (tekstur), mencium (bau), dan merasa (flavor). Aspek mutu ikan yang dapat diuji dengan indera ini dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Aspek mutu penilaian organoleptik**

<b>Indra Manusia</b>	<b>Aspek Mutu</b>
Penglihatan	Penampakan dan kondisi umum, ukuran, potongan, kerusakan fisik, warna, kecerahan dan identitas
Penciuman	Kesegaran, off-odour, off-flavour, bau busuk, bau minyak, tengik, bau asap
Rasa	Segar, off-taste, kebusukan, rasa minyak, tengik, rasa asap, astringen, pahit, getir, asin, manis asam
Perabaan	Tekstur umum, keras, lembut, elastis, rapuh, kasar, halus, berpasir, berlendir, lembab, kering, keberadaan tulang
Pendengaran	Rapuh, krispi

Sumber: Torry Research Station (2001)

Aspek mutu dapat membantu dalam menilai mutu atau kesegaran ikan yang dikonsumsi yang menyangkut proses yang dilaluinya mulai dari penangkapan, pendaratan, penanganan di kapal dan penanganan di darat, kondisi penyimpanan sebelum sampai ke konsumen yang berkaitan dengan suhu dan lama penyimpanan; yang keseluruhannya dapat mempengaruhi mutu ikan tersebut. Oleh karena itu, analisa organoleptik sangat diperlukan untuk menentukan, mengontrol dan menjamin standar mutu produk (Torry Research Station, 2001).