

2 TINJAUAN PUSTAKA

A. TUNA

Ikan tuna termasuk dalam keluarga *Scombroidae*, tubuhnya seperti cerutu. mempunyai dua sirip punggung, sirip depan yang biasanya pendek dan terpisah dari sirip belakang. Mempunyai jari-jari sirip tambahan (*finlet*) di belakang sirip punggung dan sirip dubur. Sirip dada terletak agak ke atas, sirip perut kecil, sirip ekor bercagak agak ke dalam dengan jari-jari penyokong menutup seluruh ujung hipural. Tubuh ikan tuna tertutup oleh sisik-sisik kecil, berwarna biru tua dan agak gelap pada bagian atas tubuhnya, sebagian besar memiliki sirip tambahan yang berwarna kuning cerah dengan pinggiran berwarna gelap (Ditjen Perikanan, 1983)

Menurut Saanin (1984), klasifikasi ikan tuna adalah sebagai berikut :

Phylum : Chordata

Sub phylum : Vertebrata Thunnus

Class : Teleostei

Sub Class : Actinopterygii

Ordo : Perciformes

Sub ordo : Scombroidae

Genus : Thunnus

Species : *Thunnus alalunga* (Albacore)

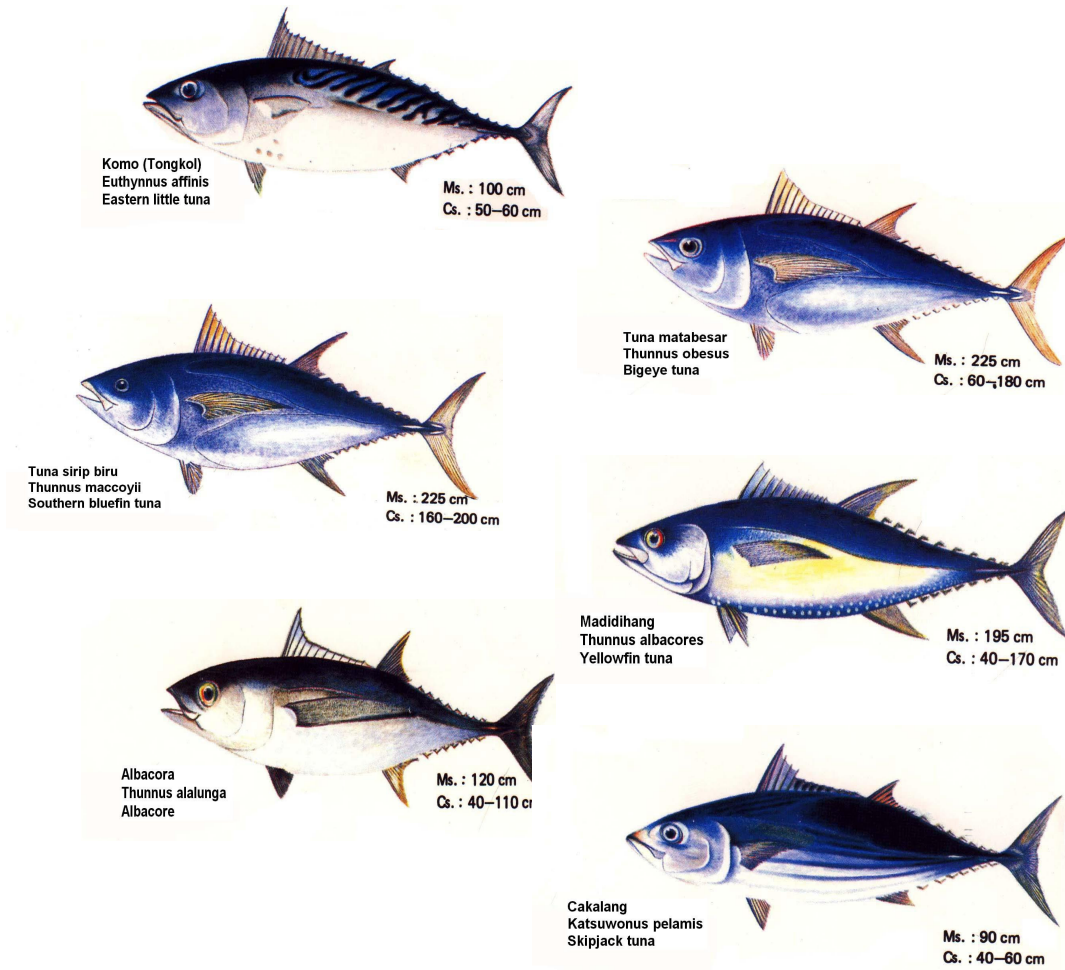
Thunnus albacores (Yellowfin Tuna)

Thunnus macoyii (Southern Bluefin Tuna)

Thunnus obesus (Big eye Tuna)

Thunnus tongkol (Longtail Tuna)

Tuna termasuk perenang cepat dan terkuat di antara ikan-ikan yang berangka tulang. Penyebaran ikan tuna mulai dari laut merah, laut India, Malaysia, Indonesia dan sekitarnya. Juga terdapat di laut daerah tropis dan daerah beriklim sedang (Djuhanda, 1981). Adapun bentuk tubuh beberapa species ikan tuna dapat dilihat pada Gambar 1.



Keterangan : Ms : Maximum size
Cs : Common size

1. Tongkol (*Euthynnus affinis*)
2. Mata besar (*Thunnus obesus*)
3. Tuna sirip biru (*Thunnus maccoyii*)
4. Madidihang (*Thunnus albacores*)
5. Albacor (*Thunnus alalunga*)
6. Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

Gambar 1 Bentuk tubuh beberapa spesies ikan tuna

(Sumber : Balai Besar Pengembangan & Pengendalian Hasil Perikanan Jakarta, 1999).

Ikan tuna adalah jenis ikan dengan kandungan protein yang tinggi dan lemak yang rendah. Ikan tuna mengandung protein antara 22,6 - 26,2 g/100 g daging. Lemak antara 0,2 - 2,7 g/100 g daging. Di samping itu ikan tuna mengandung mineral kalsium, fosfor, besi dan sodium, vitamin A (retinol), dan vitamin B (thiamin, riboflavin dan niasin) Departemen of Health Education and Welfare (1972 yang diacu Maghfiroh, 2000). Komposisi nilai gizi beberapa jenis ikan tuna dapat dilihat dalam Tabel 1 dan produksi ikan tuna di Indonesia disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 1 Komposisi nilai gizi beberapa jenis ikan tuna (*Thunnus sp*) per 100 g daging

Komposisi	Jenis Ikan Tuna			Satuan
	Bluefin	Skipjack	Yellowfin	
Energi	121,0	131,0	105,0	Kal
Protein	22,6	26,2	24,1	g
Lemak	2,7	2,1	0,1	g
Abu	1,2	1,3	1,2	g
Kalsium	8,0	8,0	9,0	mg
Fosfor	190,0	220,0	220,0	mg
Besi	2,7	4,0	1,1	mg
Sodium	90,0	52,0	78,0	mg
Retinol	10,0	10,0	5,0	mg
Thiamin	0,1	0,03	0,1	mg
Riboflavin	0,06	0,15	0,1	mg
Niasin	10,0	18,0	12,0	mg

Sumber : *Departement of Health, Education and Welfare (1972 yang diacu Maghfiroh, 2000)*

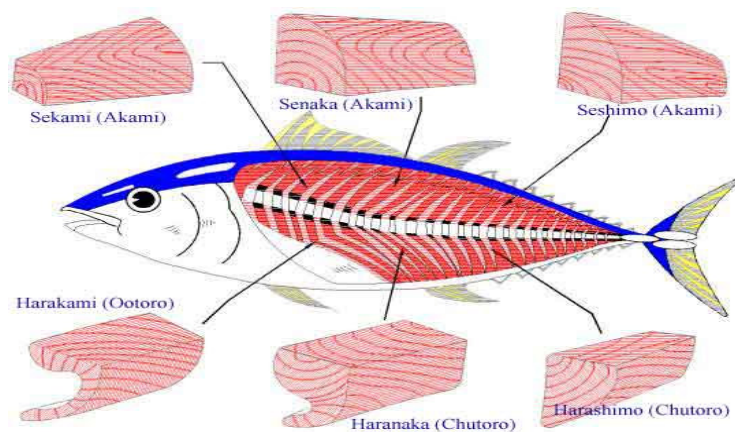
Tabel 2 Produksi ikan tuna tahun 1992- 2001

Tahun	Produksi (ton)
1992	90.451
1993	76.650
1994	89.330
1995	101.688
1996	115.549
1997	116.214
1998	168.122
1999	136.474
2000	163.241
2001	153.110

Sumber : Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap (2003)

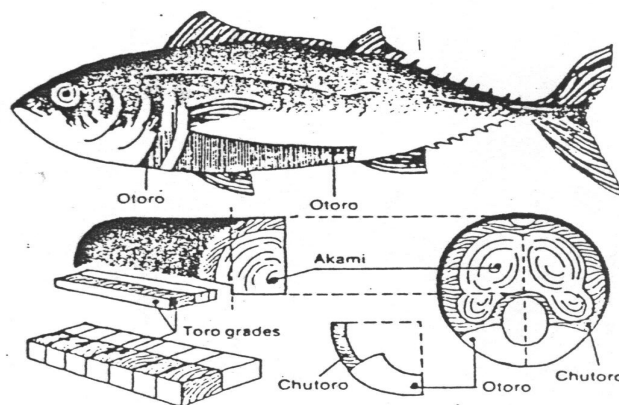
B. DAGING MERAH IKAN TUNA

Secara umum bagian ikan yang dapat dimakan (*edible portion*) berkisar antara 45 – 50 % dari tubuh ikan (Suzuki, 1981). Untuk kelompok ikan tuna, bagian ikan yang dapat dimakan berkisar antara 50 – 60 % (Stanby, 1963). Kadar protein daging putih ikan tuna lebih tinggi dari pada daging merahnya. Namun sebaliknya kadar lemak daging putih ikan tuna lebih rendah dari daging merahnya. Pembagian daging merah ikan tuna dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Letak daging merah pada jenis ikan tuna (<http://www.jakartafishport.com/ikan-tuna.jpg>)

Daging merah tuna dapat dibedakan berdasarkan lapisan lemaknya yaitu *otoro*, *chutoro* dan *akami* (Gambar 3). *Otoro* terdapat pada bagian perut bawah, berwarna lebih terang karena lebih banyak mengandung lemak dan lebih mahal dibandingkan *chutoro*.



Gambar 3 Pembagian daging merah tuna berdasarkan lapisan lemak

Daging merah ikan adalah lapisan daging ikan yang berpigmen kemerahan sepanjang tubuh ikan di bawah kulit tubuh. Jumlah daging merah bervariasi mulai kurang dari 1 – 2 % pada ikan yang tidak berlemak hingga 20 % pada ikan yang berlemak. Diameter sel atau jaringan otot pada daging merah lebih kecil (Okada, 1990). Daging merah kaya akan lemak, suplai oksigen dan mengandung mioglobin. Daging merah pada ikan pelagis memungkinkan jenis ikan ini berenang pada kecepatan yang tetap untuk memperoleh makanan dan untuk bermigrasi (Learson dan Kaylor, 1990).

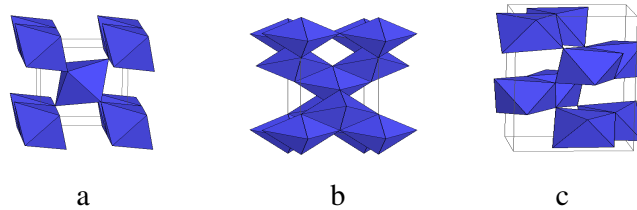
Okada (1990) menyatakan bahwa daging merah mengandung mioglobin dan hemoglobin yang bersifat prooksidan serta kaya akan lemak. Warna merah pada daging ikan disebabkan kandungan hemoproteinnya tinggi yang tersusun atas protein *moiety*, globin dan struktur *heme*. Di antara hemoprotein yang ada, mioglobin adalah hemoprotein yang terbanyak. Lebih 80 % hemoprotein pada daging merah adalah mioglobin dan hemoglobin. Kandungan mioglobin pada daging merah ikan tuna dapat lebih dari 3.500 mg/100 g (Watanabe, 1990). Hal ini yang menyebabkan mudahnya terjadi ketengikan pada daging merah ikan tuna (Okada, 1990).

C. TITANIUM DIOKSIDA (TiO₂)

Sebelum dikenal sebagai semikonduktor tipe-n yang memiliki celah energi relatif lebar dengan sifat super hidrofilik ketika terkena cahaya, TiO₂ dikenal sebagai senyawa dioksida berwarna putih yang tahan karat dan tidak beracun. Karena sifatnya ini TiO₂ telah lama digunakan sebagai bahan pemberi warna (pigmen) putih pada makanan maupun produk kosmetik. Dalam bentuk mikroskopis, TiO₂ diketahui memiliki dua bentuk utama yaitu kristal dan amorf (Gunlazuardi, 2001 yang diacu Sudana, 2003).

Konfigurasi elektron atom titanium (₂₂Ti) ialah $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$ sementara atom oksigen (₈O) yaitu $1s^2 2s^2 2p^4$. Secara sederhana orbital molekul TiO₂ terbentuk antara ikatan kulit 3d Ti dengan kulit 2p O. Tingkat energi kulit 3d menjadi daerah konduktif molekul sedangkan kulit 2p menjadi area valensi molekul.

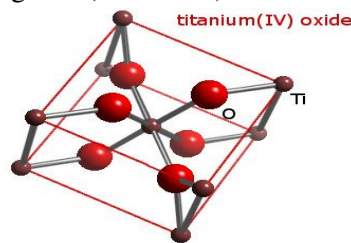
TiO₂ amorf seperti layaknya senyawa amorf lain tidak memiliki keteraturan susunan atom sehingga bahan tersebut tidak memiliki keteraturan pita konduksi dan valensi, akan tetapi TiO₂ amorf juga dikenal memiliki kemampuan untuk mendegradasi polutan dalam waktu yang tidak singkat. Sedangkan dalam bentuk kristal, TiO₂ diketahui memiliki tiga fase kristal yang berbeda yaitu *rutile*, *anatase* dan *brookite* (Gambar 4).



Gambar 4 a. Kristal rutile, b. Kristal anatase dan c. Kristal brookite
<http://ruby.colorado.edu/~smyth/min/tio2.html>

Rutile merupakan bentuk kristal yang paling stabil dibandingkan dua fase lainnya, oleh karena itu kristal jenis ini lebih mudah ditemukan dalam bentuk yang paling murni (biji). *Anatase* dikenal sebagai fase kristal yang paling reaktif terhadap cahaya, eksitasi elektron ke pita konduksi dapat dengan mudah terjadi apabila kristal ini dikenai cahaya dengan energi yang lebih besar dari pada celah energinya. Kristal ini juga dapat terbentuk akibat pemanasan TiO₂ amorf pada suhu 400°C hingga 600°C sedangkan pemanasan hingga 700°C akan menyebabkan kristal *anatase* bertransformasi menjadi *rutile*. Sedangkan *brookite* merupakan jenis kristal yang paling sulit diamati karena sifatnya yang tidak mudah dimurnikan (Diebold, 2003 yang diacu Marlupi, 2003).

Molekul TiO₂ dalam fase *anatase* atau *rutile* tersusun dari konfigurasi satu ion Ti⁺⁴ dan enam ion O⁻² yang membentuk konfigurasi bangun oktahedron dengan sistem kristal tetragonal (Gambar 5).



Gambar 5 Sistem kristal Titanium dioksida (TiO₂)
www.webelement.com/webelements/compounds.html

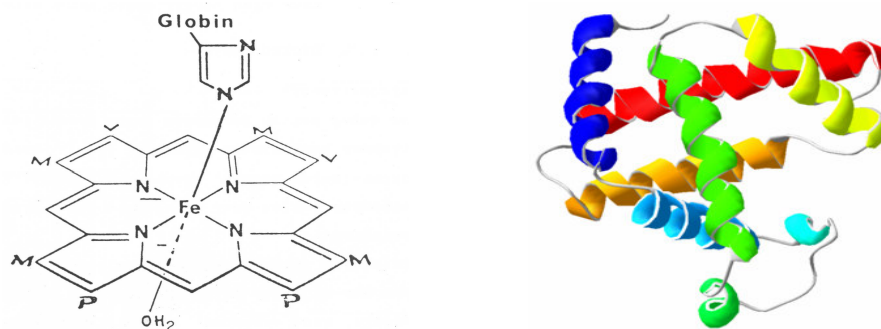
TiO₂ paling banyak digunakan sebagai material fotokatalisis karena paling stabil, tahan terhadap korosi, aman memiliki sifat ampifilik dan harganya relatif murah. Sifat ampifilik ditunjukkan dengan perubahan sifat permukaan TiO₂ yang super hidrofobik sebelum disinari UV menjadi super hidrofilik setelah disinari UV. Karakteristik ini dimanfaatkan dalam sistem desinfeksi, *antifogging*, dan self cleaning (Gunlazuardi, 2001 yang diacu Marlupi, 2003). Titanium dioksida (*Pigmen White 6 C I no : 77891*) biasa digunakan sebagai bahan tambahan dalam makanan (Depkes RI, 1999 dan MacDougall, 2002) dan penggunaannya tidak boleh melebihi 1%.

D. KANDUNGAN PIGMEN

❖ Myoglobin

Perbedaan utama antara daging putih dan daging merah adalah kandungan pigmennya, dimana *myoglobin* menjadi pigmen utama yang terdapat pada daging merah (Winarno, 1984).

Menurut Winarno (1984), myoglobin mirip dengan hemoglobin berbentuk lebih kecil, yaitu kira-kira satu per empat bagian dari besar hemoglobin. Satu molekul myoglobin terdiri dari satu rantai polipeptida yang terdiri satu rantai polipeptida yang terdiri dari 150 buah asam amino. Gambar 6 menunjukkan struktur molekul dari myoglobin.



Keterangan :

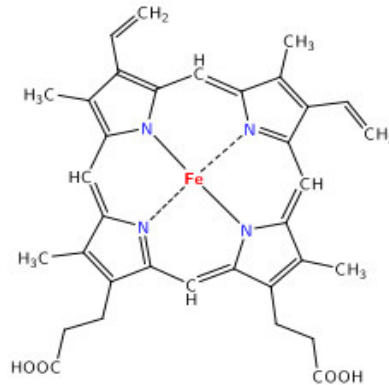
M = methyl (-CH₃)

V = vinyl (-CH-CH₂)

P = Propionic acid (CH₂CH₂COOH)

Gambar 6 Struktur molekul myoglobin (Simpson, 1962)

Menurut Gray dan Pearson (1984), gugus *heme* yang terdapat dalam molekul hemoglobin sama dengan gugus heme pada myoglobin, yaitu terdiri dari porfirin yang mengandung sebuah atom besi (Fe). Struktur molekul heme dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Struktur molekul heme

Berdasarkan sifat fisiknya, myoglobin merupakan bagian dari protein sarkoplasma daging, bersifat larut dalam air dan larutan garam encer (Clydesdale dan Francis, 1976)

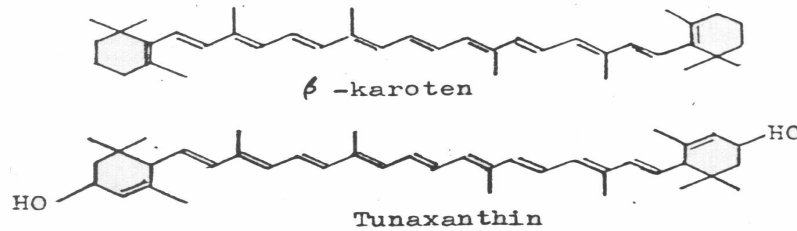
Kramlich *et al* (1973) menjelaskan beberapa faktor yang mempengaruhi jumlah hemoglobin dan myoglobin pada daging antara lain 1) tingkat aktivitas jaringan, (2) suplai darah, (3) tingkat kebutuhan oksigen, serta (4) umur dan species.

❖ Karotenoid

Karotenoid merupakan kelompok pigmen yang berwarna kuning, orange dan merah serta larut dalam minyak (Winarno, 1984). Karotenoid merupakan grup pigmen yang terdapat pada kulit, alat-alat dalam tubuh ikan dan bagian-bagian lainnya dari ikan (Simpson, 1962). Selanjutnya dinyatakan bahwa, ikan tuna termasuk jenis ikan yang banyak mengandung karotenoid. Kandungan pigmen ini dapat disebabkan karena beberapa jenis ikan dapat mengkonsumsi ikan-ikan lain atau kerang-kerangan yang lebih kecil yang mengandung karotenoid.

Pigmen yang telah diisolasi dari grup ikan tuna adalah “*tunaxanthin*” dan pigmen tersebut merupakan karakteristik utama ikan-ikan laut pada umumnya (Simpson, 1962).

Tunaxanhtin dan β – karoten mempunyai struktur yang mirip, terdiri dari delapan unit *isoprene* dan dua cincin ionon. Perbedaan terlihat pada adanya dua gugus hidroksil dan pada cincin ionon dari *tunaxanthin* seperti terlihat pada Gambar 7. Menurut Simpson (1962) β – karoten adalah karotenoid yang paling umum dan merupakan sumber utama bagi sintesa vitamin A pada hewan.



Gambar 8 Struktur *Tunaxanhtin* dan β – karoten (Simpson, 1962)

Selanjutnya Simpson (1962) menjelaskan bahwa pengurangan intensitas warna ikan yang berdaging merah lebih mudah terjadi pada suhu pembekuan (*refrigerasi*) dan bebas dari cahaya. Selain itu juga homogenisasi pada proses pengolahan ikan dapat pula mendegradasi *tunaxanhtin* dan β – karoten, terutama yang terletak pada jaringan di bawah kulit dan jaringan dekat hati, sehingga bagian tersebut berubah menjadi bagian yang tidak berwarna.

Kerusakan lanjut dari karotenoid dapat disebabkan oleh faktor-faktor cahaya, adanya enzim lipoksigenase dan perlakuan pengeringan (Simpson, 1962). Kerusakan tersebut dapat berupa perubahan warna secara bertahap dan terisomerisasi.

E. KOMPOSISI DAGING IKAN

❖ Protein

Kandungan protein ikan sangat tinggi dibandingkan dengan protein hewan lainnya, dengan asam amino esensial sempurna, karena hampir semua asam amino esensial terdapat pada daging ikan (Pigott dan Tucker, 1990). Berdasarkan lokasi terdapatnya dalam daging, yaitu protein sarkoplasma, miofibrillar dan

protein pengikat (stroma), protein pembentuk atau pembentuk enzim, koenzim dan hormon (Hadiwiyoto, 1993).

Jebsen (1983) membagi protein ikan menjadi 3 kelompok yaitu : 1), kelompok yang terdiri dari *tropomiosin*, *aktin*, *miosin* dan *aktomiosin* yang terdapat kira-kira 65 % dari total protein dan larut dalam natrium klorida netral dengan kekuatan ion lebih tinggi dari (0,50), 2) terdiri dari globin, miosin dan mioglobin yang terkandung sekitar 25 sampai 30 persen dari total protein yang diekstrak dengan larutan netral dengan kekuatan ion lebih rendah (0,15) 3), meliputi stroma protein yang terdapat kira-kira 3 persen dari protein ikan. Kelompok protein ini tidak dapat larut dalam larutan garam netral, asam encer atau alkali.

Suzuki (1981) menyatakan protein miofibrilar bersifat sedikit larut dalam air pada pH netral tetapi larut dalam larutan garam kuat. Protein miofibrilar adalah protein yang membentuk miofibril yang terdiri dari protein struktural (aktin, miosin dan aktomiosin) dan protein regulasi (troponin, tropomiosin dan aktinin). Protein miofibrilar merupakan bagian terbesar dari protein ikan, yaitu sekitar 66 – 77 % dari total protein ikan.

Pada proses pengolahan daging protein miofibrilar memegang peranan penting dalam struktur yang menentukan karakteristik produk yang diinginkan adalah miosin, Miosin adalah merupakan protein berserabut besar dengan berat molekul 500.000 dan terdapat sekitar 43 % dari total miofibrilar dalam jaringan otot (Xiong, 2000 yang diacu Nakai, 2000). Suzuki (1981) menyatakan bahwa aktivitas ATP-ase miosin dipengaruhi oleh ion K^+ , Mg^{2+} dan Ca^{2+} . Pada daging yang mengalami rigor mortis aktin akan berikatan dengan miosin membentuk aktomiosin. Aktin akan terekstrak bersama-sama dengan miosin dengan adanya garam dan polifosfat.

Xiong (2000 yang diacu Nakai, 2000) menyatakan bahwa protein kolagen merupakan serabut sarkoplasma yang penting adalah mioglobin yang sangat berperan dalam warna merah pada daging. Molekul mioglobin terdiri dari dua bagian yaitu : bagian protein (*globin*) dan bagian nonprotein (*heme*). Selanjutnya dinyatakan bahwa kandungan *mioglobin* dalam tiap daging berbeda tergantung jenisnya.

Kolagen adalah salah satu protein stroma (jaringan pengikat) yang tersusun dari asam-asam amino penyusun protein kecuali triptofan, sistin dan sistein (Hadiwiyoto, 1993). Stanley (1999) menyatakan bahwa merupakan serabut protein yang sangat penting dalam tekstur daging yang tersusun dari asam amino glisin (30%), proline dan hydroproline (25%). McCormick yang diacu Kinsman *et al* (1994) menyatakan bahwa kolagen adalah 2 – 6 % berat kering otot, tergantung jenis otot dan umur.

❖ Lemak

Suzuki (1991) menyatakan bahwa kandungan lemak ikan bermacam-macam tergantung pada jenis ikan, umur dan jumlah daging merah serta kondisi makanan. Kandungan lemak erat kaitannya dengan kandungan protein dan kandungan air, pada ikan yang kandungan lemaknya rendah umumnya mengandung protein dalam jumlah yang cukup besar

Winarno (1993) menyatakan bahwa berdasarkan kandungan lemaknya, ikan terbagi menjadi 3 golongan yaitu : ikan dengan kandungan lemak rendah (kurang dari 2%) terdapat pada kerang, cod, lobster, bawal, gabus, ikan dengan kandungan lemak sedang (2 – 5 %) terdapat pada rajungan, oyster, udang, ikan mas, lemuru, salmon dan ikan dengan kandungan lemak tinggi (4 – 5%) terdapat pada hering, mackerel, salmon, tuna, sepat, tawes dan nila.

Ikan banyak mengandung asam lemak bebas berantai karbon lebih dari 18. Asam lemak ikan lebih banyak mengandung ikatan rangkap atau asam lemak tak jenuh (PUFA) dari pada mamalia. Keseluruhan asam lemak yang terdapat pada daging ikan krang lebih 25 macam. Jumlah asam lemak jenuh 17 – 21% dan asam lemak tidak jenuh 79 – 83 % dari seluruh asam lemak yang terdapat pada daging ikan. Asam lemak tidak jenuh mempunyai ikatan rangkap α 1-6 (Hadiwiyoto, 1993).

❖ Karbohidrat

Karbohidrat dalam daging ikan merupakan polisakarida yaitu glikogen yang terdapat dalam sarkoplasma diantara miofibril-miofibril. Glikogen terdapat dalam jumlah banyak dari karbohidrat yang terdapat pada daging ikan

yaitu 0,05 – 0,085 %. Disamping itu terdapat juga glukosa (0,038 %), asam laktat (0,005 – 0,43 %) dan berbagai senyawa antara dalam metabolisme karbohidrat (Hadiwiyoto, 1993).

Lebih lanjut Hadiwiyoto (1993) menjelaskan bahwa hasil antara proses glikolisa juga terdapat dalam daging ikan ,yaitu : asam fruktosafosfor, asam fosfogliserat dan asam piruvat. Selain itu masih terdapat sejumlah kecil monosakarida dari golongan pentosa yaitu ribosa dan deoksiribosa yang merupakan hasil pemecahan asam asam nukleat. Kedua monosakarida ini dapat membentuk protein-protein kompleks.

❖ Air

Kadar air pada ikan adalah 66 – 84 %. Kadar air mempunyai hubungan yang berlawanan dengan kadar lemak. Makin tinggi kadar air, makin rendah kadar lemaknya. Air terdapat dalam ruang-ruang antar sel dan plasma (Suzuki, 1981). Air yang ditemukan dalam jaringan otot terdiri dari tiga tipe yaitu : air konstitusional merupakan air yang terletak dalam molekul protein (1%), air yang terikat kuat (0,3 g air/100 g protein) dan air permukaan yang terletak pada permukaan multi layer protein dan dalam celah-celah kecil. Sekitar 10 % dari air tersebut ditemukan dalam ruang ekstraseluler yang bisa bertukar dengan air sel pada kondisi tertentu sehingga mengakibatkan perubahan protein miofibril.

F. NUGGET IKAN (*FISH NUGGET*)

Pada tahun 1982, *Castle* dan *Cooke Foods* San Fransisco telah memasarkan produk *salmon nugget* dengan label *Bumble Bee* yang memiliki aroma, bau, rasa ikan salmon segar dengan bentuk baru dan menarik. Bentuk makanan *nugget* ikan berupa cincangan daging ikan yang memiliki kekenyalan khas, dibalut lapisan remah roti kering (*battered and breaded*) yang dapat diberi cita rasa khusus dengan ukuran sekitar 50 g, sehingga mudah disajikan bersama saus setelah digoreng dalam minyak terlebih dahulu. Pada saat disajikan berupa gumpalan berwarna coklat keemasan dengan bagian luar yang renyah (*crispy*) dan bagian tengahnya lunak – kenyal dengan aroma bau rasa ikan salmon.

Nugget adalah suatu bentuk produk olahan daging yang merupakan bentuk emulsi minyak dalam air (O/W). *Nugget* ikan yang sekarang dipasarkan di Indonesia umumnya menggunakan bahan baku ikan kakap merah (Manullang dan Tanoto, 1995). Penambahan polyphosphate pada pengolahan nugget diduga kuat juga mencegah timbulnya ketengikan pada produk *precooked* selama penyimpanan dan distribusinya (Brotsky, 1976 yang diacu Huffman *et al*, 1987). Alkalin polyphosphate telah diizinkan untuk digunakan sebagai pengawet flavor produk daging oleh USDA sejak tahun 1984 (Huffman *et al*, 1987).

Nugget adalah suatu bentuk produk olahan dari daging giling dan diberi bumbu-bumbu serta dicampur dengan bahan pengikat kemudian dicampur dengan bentuk-bentuk tertentu selanjutnya dilumuri dengan tepung roti (*coating*) dan digoreng. *Nugget* merupakan produk makanan baru yang dibekukan, rasanya lezat, gurih dapat dihidangkan dengan cepat karena hanya digoreng dan dapat langsung dimakan (Anonim, 1990). Pada umumnya *nugget* berbentuk persegi panjang ketika digoreng menjadi kekuningan dan kering. Hal yang terpenting dari *nugget* adalah penampakan produk akhir, warna, tekstur dan aroma. Pada saat pelumuran dengan tepung roti diusahakan secara merata jangan sampai adonan kelihatan. Tekstur dari *nugget* tergantung dari asal bahan baku (Maghfiroh, 2000).

Pada dasarnya produk *fish nugget* hampir sama dengan *chicken nugget* dan *shrimp nugget*. Perbedaannya terletak pada jenis dan karakteristik bahan baku yang digunakan (Aswar, 1995). Pembuatan *fish nugget* tidak jauh berbeda dengan pembuatan surimi seperti kamaboko, sosis, chikuwa dan ham ikan yang juga dibuat dari daging ikan giling (Suzuki, 1981). *Nugget* ikan tenggiri yang menggunakan bahan pengikat maizena dan emulsifier SPI (*Soy Protein Isolate*) menunjukkan hasil yang relatif lebih dapat diterima oleh panelis jika dibandingkan dengan kombinasi bahan pengikat dan emulsifier yang lain (terigu dan kasein). *Batter* yang digunakan berasal dari formula maizena 80 g, garam 12 g, bumbu nugget 3 g dan air 300 ml (Elingsari, 1995).

Hasil penelitian Aswar (1995) bahwa penggunaan bahan pengikat maizena sebanyak 15 % , emulsifier *lechitin* 2 % dengan *batter* maizena menghasilkan *nugget* ikan nila merah yang lebih disukai dibandingkan dengan menggunakan

bahan pengikat tapioka 15 %, emulsifier dan *batter* yang sama karena produk yang dihasilkan teksturnya lebih lembut serta warnanya kuning keemasan. Warna ini muncul setelah produk digoreng, diduga sebagai hasil reaksi Maillard. *Nugget* ikan yang digoreng akan menyerap minyak selama proses pemasakan sehingga rasanya lebih enak dan gurih. Formulasi bumbu *nugget* ikan terlihat dalam Tabel 4.

Menurut Maghfiroh (2000), bahwa *nugget* ikan dengan menggunakan tepung terigu 15 % sebagai bahan pengikat memiliki kemiripan dengan produk komersial. Kedua *nugget* tersebut mempunyai warna kuning kemerahan, penampakan utuh dan rapi, tekstur kompak, aroma dan rasa ikan. Komposisi bahan pengikat *nugget* ikan per 100 g daging ikan Tabel 5.

Tabel 3 Formulasi bumbu *nugget* ikan per 100 g daging ikan

Bahan	Jumlah (gram)
Bawang putih	2
Bawan bombay	42,17
Garam	4
Merica	1
Emulsifier (susu)	50
Tepung terigu	15
Putih telur	40
Telur utuh	120

Sumber : Maghfiroh (2000)

Tabel 4. Komposisi bahan pengikat *nugget* ikan per 100 g daging ikan

Bahan	Jumlah (gram)
Tepung terigu	100
Tepung maizena	5
Bawang putih	2
Merica	11
Garam	4
Breading	150

Sumber : Maghfiroh (2000)

Nilai log TPC *nugget* tuna meningkat dengan lama waktu penyimpanan, tetapi nilai hedonik *nugget* tuna setelah digoreng tidak dipengaruhi oleh waktu penyimpanan. Namun rata-rata penilaian panelis cenderung menurun seiring

dengan bertambahnya waktu penyimpanan suhu kamar , demikian halnya terhadap parameter warna dan penampakan *nugget* (Hidayati, 2002).

Dari hasil uji fisik terhadap dua bahan dasar *nugget* yaitu daging lumat dan surimi, meliputi daya ikat air, nilai kekerasan dan susut masak *fish nugget* menunjukkan bahwa sifat fisik tersebut tidak berbeda nyata pada setiap perlakuan yang diamati. Sedangkan hasil perhitungan Kruskal Wallis, diperoleh bahan dasar yang terbaik adalah surimi untuk penelitian lanjutan yaitu pemberian bahan pengisi dan bahan pengikat pada *nugget*. Hal ini dikarenakan pada daging lumat yang tidak mengalami pencucian dan perlakuan seperti surimi, sehingga daging merah yang banyak mengandung mioglobin yang mudah teroksidasi dan produk menjadi tengik dalam hal rasanya (Sianipar, 2003).

G. HISTAMIN DAN MUTU IKAN TUNA

Histamin adalah senyawa yang terdapat pada daging ikan dari famili *scombroidae*, subfamili *scombroidae*, atau ikan lain yang telah membusuk yang di dalam dagingnya terdapat kadar histidin yang tinggi. Histamin di dalam daging diproduksi oleh hasil karya enzim yang menyebabkan pemecahan histidinyaitu enzim *histidine dekarboksilase*. Melalui proses dekarboksilasi (pemotongan gugus karboksil) dihasilkan histamin. Satuan kadar histamin dalam daging tuna dapat dinyatakan dalam mg/100 g ; mg % atau ppm (mg/1000 g) (Hadiwiyoto, 1993)

”Histidin bebas” yang terdapat dari daging ikan erat sekali hubungannya dengan terbentuknya histamin dalam daging. Semua daging yang berwarna gelap tinggi kandungan histidin bebasnya. Kandungan histidin bebas dalam daging ikan tuna segar berkisar dari 745 sampai 1460 mg %. Sebaliknya, ikan-ikan berdaging putih rendah kandungan histidin bebasnya dan ketika busuk tidak menghasilkan histamin sampai 10 mg % setelah dibiarkan 48 jam pada suhu 25⁰C.

Pada jenis ikan tuna yang memiliki 2 jenis daging yaitu putih dan gelap, justru daging-daging putihlah yang tinggi histaminnya. Daging yang merah jauh lebih sedikit. Untuk konsumsi manusia, daging merah lebih aman daripada daging putihnya bila dipandang dari segi histamin. Mengapa daging merah justru kecil kandungan histaminnya, hal itu disebabkan daging merah tinggi kandungan

trimetil amina oksida (TMAO) yang berfungsi menghambat proses terbentuknya histamin (Winarno, 1993).

Meskipun enzim pemecah karboksil dapat berasal dari daging tubuh ikan sendiri, sebagian besar enzim pemecah tersebut dapat dihasilkan oleh mikroba yang terdapat dalam saluran pencernaan ikan serta mikroba lain yang mengkontaminasi ikan dari luar. Di Amerika Serikat, khususnya oleh US-FDA telah dikeluarkan pedoman kadar histamin dalam tuna, yaitu: 20 mg per 100 g menunjukkan indikasi penanganan yang tidak higienis pada beberapa tahap penanganan pasca tangkap dan 50 mg per 100 g menunjukkan bahwa ikan tuna tersebut telah membahayakan kesehatan konsumen bila dikonsumsi. Bagian depan tubuh ikan biasanya memiliki kadar histamin paling tinggi, dan terendah di bagian ekor (Winarno, 1993)

Ada 3 jenis bakteri yang mampu memproduksi histamin dari histidin dalam jumlah tinggi yaitu: *Proteus marginii* (*bigeye*, skipjack), *Enterobacteri aerogenes* (skipjack), *Clostridium pefringens* (skipjack). Hampir semua mikroba pembentuk histamin bersifat gram negatif dan berbentuk batang. Enzim lebih stabil dibandingkan bakteri pada suhu beku dan dapat reaktif dengan sangat cepat setelah *thawing* (FDA, 1998). Histamin dapat terakumulasi didalam daging ikan karena adanya kesalahan penanganan bahan baku sebelum dan sesudah pembekuan. Salah satu enzim yang masih terdapat sebelum pembekuan pada ikan ,hal ini dapat meneruskan pembentukan histamin di dalam daging ikan tanpa memperhatikan sel bakteri yang injury selama penyimpanan beku (Baranowski *et al*, 1985 ; FDA 1998 dalam Kim *et al*, 2002)

H. PEMBEKUAN

Menurut Hadiwiyoto (1993) pengolahan agar mempertahankan sifat segar ikan dengan suhu rendah. Penerapan suhu rendah antara lain yaitu dengan pendinginan dan pembekuan. Penerapan suhu rendah adalah untuk menghindari hasil perikanan terhadap kerusakan yang disebabkan oleh autolisa dan atau karena pertumbuhan mikroba. Baik aktifitas enzim maupun pertumbuhan mikroba sangat dipengaruhi oleh suhu. Pada kondisi tertentu aktifitasnya menjadi optimum dan pada kondisi lain aktifitasnya dapat menurun,

terhambat bahkan terhenti. Suhu optimum dimana enzim dan mikroba mempunyai aktifitas yang paling baik biasanya terletak pada suhu di antara sedikit di bawah dan di atas suhu kamar.

Menurut Muchtadi (1997) setiap bahan pangan mempunyai suhu yang optimum untuk berlangsungnya proses metabolisme secara normal. Suhu penyimpanan yang lebih tinggi dari suhu optimum akan mempercepat terjadinya proses pembusukan. Suhu rendah di atas suhu pembekuan dan di bawah 15°C efektif dalam mengurangi laju metabolisme. Suhu seperti ini diketahui sangat berguna untuk pengawetan jangka pendek. Setiap penurunan suhu 8°C menyebabkan laju metabolisme akan berkurang setengahnya. Menyimpan bahan pangan pada suhu sekitar -2°C sampai 10°C diharapkan dapat memperpanjang masa simpan bahan pangan. Hal ini disebabkan suhu rendah dapat memperlambat aktivitas metabolisme dan menghambat pertumbuhan mikroba. Selain itu juga mencegah terjadinya reaksi-reaksi kimia dan hilangnya kadar air dari bahan pangan.

Selama pendinginan dan pembekuan akan terjadi perubahan-perubahan sifat pada ikan. Perubahan tersebut meliputi perubahan sifat kimiawi, sifat fisikiawi dan perubahan organoleptik. Pada pendinginan tidak terlalu banyak perubahan yang terjadi dibandingkan pada proses pembekuan, karena terbentuknya kristal es yang terjadi di dalam jaringan daging ikan (Hadiwiyoto, 1983)

Pembentukan adonan dengan menggiling daging yang ditambahkan dengan es dimaksudkan agar suhu daging tetap dingin sehingga protein tidak terdenaturasi. Penghancuran daging bertujuan untuk memecah dinding sel serabut otot sehingga protein seperti miosin dan aktin dapat terekstrak dengan penggunaan larutan garam. Suhu optimum untuk mengekstrak protein serabut otot adalah $4 - 5^{\circ}\text{C}$ dan dipertahankan agar tidak melebihi 20°C , karena gesekan daging dengan alat penghalus grading seperti “*cutter*”, “*mixer*” atau alat pengemulsi lemak mengakibatkan terhambatnya ekstraksi protein serabut otot sehingga terjadi koagulasi protein (Pisula, 1984).

Penambahan air ke dalam adonan nugget pada waktu penggilingan berperan penting dalam membentuk adonan yang lebih baik dan untuk

mempertahankan temperatur selama pendinginan. selain itu air berfungsi sebagai fase pendispersi dalam emulsi daging dan melarutkan protein sarkoplasma, pelarut garam yang akan melarutkan protein miofibril (Kramlich, 1973).

Produk *nugget pre-cooked* merupakan produk basah yang harus disimpan pada suhu beku di bawah -18°C untuk menjaga mutunya. Perubahan sifat inderawi pada berbagai suhu penyimpanan adalah sama hanya prosesnya menjadi lebih lambat pada suhu penyimpanan yang lebih rendah. *Nugget* yang disimpan pada suhu beku (-25°C) sampai pada pengamatan minggu keenam tidak dapat diterima panelis karena terasa asam dan berlendir (Prayitno, 2003).

Menurut Fennema *et al* (1973) dan Ilyas (1972) selama penyimpanan beku produk perikanan akan kehilangan air, terjadi oksidasi, perubahan warna dan rasa, serta terjadi “*drip*”, yaitu cairan bening yang merembes keluar sewaktu produk dilelehkan. Proses pembekuan cenderung menyebabkan susunan mutu makanan berubah dan perubahan ini akan langsung berakibat pada susunan proteinnya (Connell, 1968). Dyer dan Dingle (1961) menjelaskan perubahan yang terjadi adalah denaturasi protein, perubahan dalam sistem garam, protein dan air selama pembekuan dan perubahan dalam sistem aktomiosin.

WHC atau daya ikat air *nugget* ikan manyung yang disimpan pada suhu beku rata-rata lebih rendah dibandingkan dengan *nugget* yang disimpan pada suhu ruang dan suhu dingin, hal tersebut ditandai dengan banyaknya jumlah air bebas yang tidak dapat diikat oleh protein pada *nugget* yang disimpan pada suhu beku, karena denaturasi protein yang terjadi. Hal ini menunjukkan bahwa daya mengikat airnya rendah. Banyaknya air yang bebas yang terjatuh dalam mikrostruktur jaringan dipengaruhi oleh suhu (Syartiwidya, 2003).

Menurut Suzuki (1981) ada beberapa teori, yang menjelaskan mekanisme denaturasi protein akibat pembekuan yaitu : 1) meningkatnya konsentrasi garam di dalam sel-sel otot akibat perubahan air menjadi kristal-kristal es, 2) hilangnya molekul air dari ruang menyebabkan molekul menjadi lebih dekat satu sama lain dan membentuk berbagai ikatan silang yang menimbulkan agregasi dan 3) terjadinya auto-oksidasi, pengaruh protein larut air, reaksi dengan lemak dan reaksi dengan formaldehida yang terbentuk dari trimetilamin (TMA). Denaturasi

atau degradasi protein yang disebabkan oleh penyimpanan beku yang dipercepat dengan adanya penggilingan dan pencincangan.

Degradasi enzimatis dari trimetilaminoksida (TMAO) menjadi dimetilamin (DMA) dan formaldehida dapat menyebabkan beberapa kerusakan tekstural, kerusakan ini disebabkan oleh karena adanya formaldehida yang berikatan dengan protein (Gratham, 1981). Menurut Kamallan (1988) selama penyimpanan beku elastisitas/kekenyalan produk akan menurun. Hal ini disebabkan adanya pelepasan sejumlah cairan dari dalam produk selama thawing, sehingga keteguhan gel menjadi berkurang akibat terbentuknya pori-pori pada produk.

Pada suhu beku peningkatan asam tiobarbiturat hanya mencapai 0,25 mg malonaldehid/kg sampai pada minggu ke- 10 (70 hari) , dan aroma nugget masih beraroma ikan. Hal ini terjadi karena penyimpanan pada suhu beku dapat menghambat reaksi oksidasi lemak (Syartiwidya, 2003)

Fennema *et al.* (1973) dan Ilyas (1972) menyatakan bahwa selama penyimpanan beku produk perikanan akan terjadi perubahan warna dan rasa. Proses mincing dan proses penghancuran produk yang dihasilkan berwarna lebih gelap. Semakin lama penyimpanan warna akan semakin gelap (Winarno, 1993).

FAO (1977 *dalam* Ilyas, 1993) *dalam Code of Practice for Frozen Fish* menyarankan agar produk ikan beku disimpan pada suhu yang tepat sesuai menurut jenis ikan, tipe produk dan lamanya waktu penyimpanan yang diinginkan. Bagi produk beku yang digudangkan sebagai bahan mentah bagi pengolahan selanjutnya dianjurkan menyimpan dalam gudang beku pada -18⁰C atau atau lebih rendah. Lebih jauh *International Institut of Refrigeration*, Paris *dalam* Ilyas (1993) menyarankanmeninjau kembali waktu simpan dengan usia simpan praktis, jangka waktu produk masih baik untuk konsumsi dan pengolahan selanjutnya : bagi ikan berlemak 4 bulan pada suhu -18⁰C, 8 bulan pada suhu -25⁰C dan 24 bulan pada suhu -30⁰C. Suhu penyimpanan beku bagi produk tuna yang akan dimanfaatkan untuk sashimi, dianjurkan pada suhu -50⁰C hingga -60⁰C

