

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tumbuhan dalam Prespektif Islam

Firman Allah Subhanallahu wata'ala dalam Qs.As Syu'araa (26) :7,

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾

*Artinya: Dan Apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik? (Qs. As Syu'araa/26 :7)*

M.Quraish Shihab dalam Tafsir Al-Misbah menjelaskan bahwa kata “*karim*” digunakan untuk menggambarkan segala sesuatu yang baik bagi setiap objek yang disifatinya. Tumbuhan yang baik adalah tumbuhan yang subur dan bermanfaat. Aneka tumbuhan yang terhampar di bumi dengan segala manfaatnya menyimpan tanda-tanda kekuasaan Sang Pencipta. Hal ini mengisyaratkan kita untuk memperhatikan dan memikirkan segala sesuatu yang telah diciptakan Allah Subhanallahu wata'ala. Allah berfirman dalam surat al An'aam (6) :99,

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا مَخْرُجًا مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِن طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ أَنْظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٩٩﴾

*Artinya: “Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan Maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang*

*menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman” (Qs. Al-Ana’am/6:99)*

Sayid Quthb menyebutkan air mempunyai peranan yang cukup penting dalam menumbuhkan segala sesuatu yang ada di bumi. Mulai dari proses perubahan permukaan tanah (penggemburan tanah) sehingga dapat ditumbuhi tanaman, penyubur tanah, hingga berperan dalam proses pertumbuhan tanaman.

Ayat tersebut tidak harus memerintahkan untuk memakan buah dari pohonnya. Namun juga menganjurkan untuk memperhatikan proses dari terbentuknya buah tersebut. Konteks pembicaraan yang dimaksudkan dalam ayat tersebut adalah untuk *mentadabburi* tanda-tanda kekuasaan Allah Subhanallahu wata’ala dan keagungan ciptaan-Nya dalam lingkungan kehidupan.

Ayat di atas diakhiri dengan kalimat “*Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah Subhanallahu wata’ala) bagi orang-orang yang beriman*”. Hanya orang-orang yang beriman yang dapat melihat tanda-tanda kekuasaan Allah Subnallahu wata’ala. Karena keimananlah yang akan menggerakkan hati manusia kepada keimanan terhadap Allah Yang Maha Pencipta segala makhluk hidup.

Ada banyak macam tumbuh-tumbuhan yang ada di bumi dengan beraneka ragam bentuk, rasa, dan warna. Salah satunya adalah belimbing wuluh. Tanaman ini banyak dijumpai di perkarangan rumah. Masyarakat memanfaatkan tumbuhan ini sebagai sayuran dan obat tradisional

## 2.2 Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) berasal dari kawasan Malaysia, kemudian menyebar ke daerah-daerah tropik lainnya termasuk ke Indonesia. Di pulau Jawa banyak ditanam di perkarangan karena memang banyak gunanya. Buah belimbing wuluh biasanya digunakan dalam bumbu masakan sebagai ganti asam Jawa, terutama untuk memasak ikan, daging, dan ayam. Disamping itu buahnya dapat pula dibuat menjadi manisan ataupun untuk keperluan obat (Sugeng, 1984).

Klasifikasi ilmiah tanaman belimbing wuluh yaitu (Siswadi, 2006).

Kingdom	: Plantae (tumbuhan)
Subkingdom	: Tracheobionta (berpembuluh)
Superdivisio	: Spermatophyta (menghasilkan biji)
Divisio	: Magnoliophyta (berbunga)
Kelas	: Magnoliopsida (berkeping dua / dikotil)
Sub-kelas	: Rosidae
Ordo	: Geraniales
Familia	: Oxalidaceae (suku belimbing-belimbingan)
Genus	: <i>Averrhoa</i>
Spesies	: <i>Averrhoa bilimbi</i> L.

### 2.2.1 Morfologi Buah Belimbing Wuluh

Buah belimbing wuluh berbentuk silinder agak pentagonal dengan panjang 5-10 cm dengan bobot sekitar 20 gr. Buah pertama muncul setelah tanaman berumur 4 sampai 5 tahun. Buah belimbing wuluh mengandung banyak air dan rasanya asam segar. Buah muda berwarna hijau dengan sisa kelopak bunga menempel di ujungnya. Buah masak berwarna kuning atau kuning pucat (Sugeng, 2084:83).



Gambar 2.1. Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)  
dokumentasi sendiri

### 2.2.2 Kandungan Kimia Buah Belimbing Wuluh

Tanaman belimbing wuluh ini memiliki kandungan kimia yang dibutuhkan manusia. Pada batangnya terkandung saponin, tanin, glucoside, kalsium oxalate, sulfur, asam format, dan feroksidase. Sementara itu pada daunnya mengandung tanin, sulfur, asam format, peroksidase, kalsium oxalate, dan kalium sitrat (Permadi, 2008). Uji golongan senyawa aktif yang dilakukan oleh Latifah (2008) menunjukkan bahwa dalam ekstrak terbaik buah belimbing wuluh terkandung golongan senyawa flavonoid dan triterpenoid. Flavonoid diduga merupakan senyawa aktif antibakteri yang terkandung dalam buah belimbing wuluh (Zakaria *et al.*, 2007).

Komposisi dan kandungan asam organik dalam buah belimbing wuluh dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut:

**Tabel 2.1 Kandungan asam organik pada buah belimbing wuluh**

Asam organik	Jumlah (meq asam/100 gr total padatan)
Asam asetat	1,6 – 1,9
Asam sitrat	92,6 – 133,8
Asam format	0,4 – 0,9
Asam laktat	0,1 – 1,2
Asam oksalat	5,5 – 8,9
Sedikit asam malat	

Sumber: Subhadrabandhu (2001)

Menurut penelitian yang dilakukan Robiyah (2013) bahwa belimbing wuluh bersifat asam, dengan pH 4,47. Zat-zat yang terkandung dalam 100 gr buah belimbing wuluh antara lain protein sebanyak 0,61 gr, fosfat sebanyak 11,1 mg, zat besi 1,01 mg, karoten 0,035 mg, tiamin 0,010 mg, riboflavin 0,026 mg, niasin sebanyak 0,302 mg, dan asam askorbat (vitamin C) sebanyak 15,5 mg. Penentuan zat-zat kimia dalam buah belimbing wuluh dilakukan dengan kromatografi lapis tipis (kecuali untuk pemeriksaan pektin dan saponin) terhadap fraksi diklorometana, fraksi etil asetat dan fraksi air. Hasil penelitian menyatakan bahwa buah belimbing wuluh terdapat kandungan kimia antara lain asam oksalat, senyawa flavonoid, saponin, pektin, dan senyawa fenol.

Menurut Lathifah (2008), penelitiannya mengenai uji golongan senyawa aktif pada belimbing wuluh dengan variasi pelarut tampak bahwa flavonoid dan triterpenoid yang memiliki kandungan terbanyak dari pada alkaloid, tanin, saponin,

dan steroid. Pelarutnya yaitu akuades, methanol, etanol, kloroform dan eter. Tampak bahwa setelah belimbing wuluh diberi pelarut tersebut warnanya berubah menjadi lebih pekat.

Flavonoid merupakan senyawa fenol yang bersifat desinfektan yang bekerja dengan cara mendenaturasi protein yang dapat menyebabkan aktifitas metabolisme sel bakteri berhenti karena semua aktifitas metabolisme sel bakteri dikatalis oleh suatu enzim yang merupakan protein. Berhentinya aktifitas metabolisme ini akan mengakibatkan kematian sel bakteri. Flavonoid juga bersifat bakteriostatik yang bekerja melalui penghambatan sintesis dinding sel bakteri. Apabila flavonoid diberikan pada konsentrasi tinggi, flavonoid akan merusak membran sel secara total dan mengagulasikan protein. Tetapi bila flavonoid diberikan dalam konsentrasi rendah hanya menambah permeabilitas membran sel sehingga metabolit sel akan keluar dan menginaktifkan enzim bakteri (Waluyo, 2010).

Flavonoid merupakan senyawa polifenol yang tersebar luas di alam, sesuai struktur kimianya yang termasuk flavonoid yaitu flavonol, flavon, flavanon, katekin, antosianidin, dan kalkon (Harborne, 1984). Golongan flavonoid dapat digambarkan sebagai deretan senyawa C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>. Artinya, kerangka karbonnya terdiri atas dua gugus C<sub>6</sub> (cincin benzen tersubstitusi) disambungkan oleh rantai alifatik tiga-karbon. Pengelompokan flavonoid dibedakan berdasarkan cincin heterosiklik-oksigen tambahan dan gugus hidroksil yang tersebar menurut pola yang berlainan pada rantai

C3 (Zakaria, 2007) memperkirakan bahwa senyawa flavonoid yang terkandung dalam belimbing wuluh adalah tipe luteolin dan apigenin.

Triterpenoid merupakan komponen tumbuhan yang mempunyai bau dan dapat diisolasi dari bahan nabati dengan penyulingan sebagai minyak atsiri. Triterpenoid terdiri dari kerangka dengan 3 siklik 6 yang bergabung dengan siklik 5 atau berupa 4 siklik 6 yang mempunyai gugus pada siklik tertentu (Lenny, 2006). Senyawa ini paling umum ditemukan pada tumbuhan berbiji, bebas dan sebagai glikosida. Triterpena alkohol monohidroksi dalam tumbuhan tidak dibarengi oleh pigmen, sedangkan triterpenadiol berada bersama-sama dengan karotenoid dan triterpena asam dengan flavonoid (Robinson, 1995).

Menurut Lathifah (2008), bahwa kekuatan antibakteri pada ekstrak buah belimbing wuluh masih lebih lemah, sehingga bakteri *S. aureus* dan *E. coli* bersifat resisten terhadap ekstrak. Namun ekstrak buah belimbing wuluh tetap dianggap berpotensi sebagai antibakteri karena ekstrak memberikan zona hambat mulai dari konsentrasi ekstrak 100-450 mg/mL. Zona hambat ditunjukkan oleh adanya daerah bening di sekitar cakram yang dikarenakan pada daerah tersebut tidak ditumbuhi bakteri. Ekstrak buah belimbing wuluh cukup stabil sebagai antibakteri, walaupun terjadi penurunan daya hambat. Hal ini ditunjukkan oleh masih adanya zona bening disekitar cakram yang berisi ekstrak dalam jangka waktu penyimpanan 3 hari.

Bahan antibakteri diartikan sebagai bahan yang mengganggu pertumbuhan dan metabolisme bakteri, sehingga bahan tersebut dapat menghambat pertumbuhan atau bahkan membunuh bakteri. Cara kerja bahan antibakteri antara lain dengan merusak dinding sel, merubah permeabilitas sel, merubah molekul protein dan asam nukleat, menghambat kerja enzim, serta menghambat sintesis asam nukleat dan protein (Pelczar dan Chan, 1998).

### **2.2.3 Manfaat Buah Belimbing Wuluh**

Tanaman belimbing wuluh dikenal sebagai tanaman obat, diantaranya bagian bunga digunakan sebagai obat batuk. Buah sebagai obat gusi berdarah, batuk rejan, sakit gigi berlubang, jerawat, panu, kolesterol, tekanan darah tinggi, kelumpuhan, memperbaiki fungsi pencernaan, dan radang rektum. Daun sebagai obat encok, diabetes, sakit perut, rematik, penurunan panas, dan obat gondok. Sebagian masyarakat Indonesia juga memanfaatkan belimbing wuluh sebagai bumbu masak dan pengawet ikan secara tradisional (Monalisa, 2012).

Uji statistik terdapat perbedaan yang bermakna antara efektifitas perasan buah belimbing wuluh 6% dengan ketokonazol 2% secara invitro dalam menghambat pertumbuhan *Candida albicans* pada kandidiasis vaginalis. Secara deskriptif, perasan buah belimbing wuluh 6% memiliki efektifitas yang lebih rendah dibandingkan dengan ketokonazol 2% secara invitro dalam menghambat pertumbuhan *Candida albicans* pada kandidiasis vaginalis (Sofia, 2006). Penelitian lain bahwa sari daun

belimbing wuluh dapat menghambat pertumbuhan *Candida albicans* dan sari ini sudah efektif digunakan mulai dari konsentrasi 10 % (Monalisa, 2012).

### **2.3 Potensi Garam dan Asam pada Pengawetan Ikan**

Garam dipergunakan manusia sebagai salah satu metode pengawetan pangan yang pertama dan masih dipergunakan secara luas untuk mengawetkan berbagai macam makanan. Demikian pula, pengasaman pangan telah digunakan secara luas, sebelum peranannya sebagai penghambat kerusakan dipahami. Garam dan asam digunakan secara luas dalam mengawetkan produk-produk sayuran, di mana mentimun, kubis, dan bawang merupakan contoh-contoh yang penting di masyarakat Barat. Garam adalah bahan yang sangat penting dalam pengawetan ikan, daging, dan bahan pangan lainnya di Indonesia (Buckle *et.,al*, 2010).

Garam memberi sejumlah pengaruh bila ditambahkan pada jaringan tumbuhan yang segar. Pertama-tama, garam akan berperan sebagai penghambat selektif pada mikroorganisme pencemar tertentu. Mikroorganisme pembusuk atau proteolitik dan juga pembentuk spora, adalah yang paling mudah terpengaruh waktu dengan kadar garam yang rendah sekalipun (yaitu sampai 6 %) (Buckle *et.,al*, 2010). Ketentuan garam pada ikan berukuran besar adalah 25-35 %, sedangkan untuk ikan sedang ukuran garamnya 20-25 % dan untuk ikan berukuran kecil ketentuan garamnya adalah 10-15 % (Adia, 2007).

Selama proses penggaraman, terjadi penetrasi garam ke dalam tubuh ikan dan keluarnya cairan dari tubuh karena perbedaan konsentrasi. Cairan itu dengan cepat

dapat melarutkan kristal garam atau mengencerkan larutan garam. Bersamaan dengan keluarnya cairan dari tubuh ikan, partikel garam akan memasuki tubuh ikan. Lama kelamaan kecepatan proses pertukaran garam dan cairan semakin lambat dengan menurunnya konsentrasi garam di luar tubuh ikan dan meningkatnya konsentrasi garam di dalam tubuh ikan. Bahkan pertukaran garam dan cairan tersebut berhenti sama sekali setelah terjadi keseimbangan. Proses itu mengakibatkan pengentalan cairan tubuh yang masih tersisa dan penggumpalan protein (denaturasi) serta pengerutan sel-sel tubuh ikan sehingga sifat daging berubah (Adawiyah, 2006).

Ikan yang telah mengalami proses pengaraman, sesuai dengan prinsip yang berlaku, akan mempunyai daya simpan yang tinggi karena garam dapat berfungsi menghambat atau menghentikan reaksi autolysis dan membunuh bakteri yang terdapat di dalam tubuh ikan (Adawiyah, 2006).

Asam sangat mempengaruhi mikroba karena adanya ion hidrogen. Asam yang kuat bersifat bakterisida. Efek bakterisida ini disebabkan adanya hidrolisis dan denaturasi protein sel mikroba. Asam-asam seperti asam sulfat, asam klorida, dan asam nitrat bersifat bakterisida; tetapi asam tersebut dapat merusak jaringan tubuh manusia. Oleh karena sifatnya yang demikian ini, maka asam-asam tersebut jarang digunakan sebagai antiseptik (Waluyo, 2010)

Asam paling sedikit mempunyai pengaruh pada mikroorganisme: pertama adalah karena pengaruhnya terhadap pH dan yang lainnya adalah sifat keracunan

yang khas dari asam-asam yang berlainan. Jadi pada pH yang sama asam asetat lebih bersifat menghambat terhadap mikroorganisme tertentu daripada asam laktat yang lebih menghambat dari pada asam sitrat. Telah dikembangkan dari pengalaman bertahun-tahun bahwa kadar asam asetat minimum yang dibutuhkan untuk menghasilkan daya awet yang memuaskan untuk produk-produk acar adalah sekitar 3,6 %, berdasarkan bahan-bahan yang mudah menguap pada produk (Buckle *et.,al*, 2010).

Pengatur keasaman merupakan senyawa kimia yang bersifat asam dan merupakan salah satu dari bahan tambahan pangan yang sengaja ditambahkan karena dalam pangan dengan berbagai tujuan. Asidulan dapat bertindak sebagai penegas rasa dan warna atau menyelubungi *after taste* yang tidak disukai. Sifat senyawa asam ini dapat mencegah pertumbuhan mikroba dan bertindak sebagai bahan pengawet. Kemudian pada pH rendah, *buffer* yang dihasilkan mempermudah proses pengolahan. Bahan tersebut bersifat sinergis terhadap antioksidan dalam mencegah ketengikan dan *browning*. Penggunaan pengaturan keasaman di dalam pangan, yaitu untuk memperoleh rasa asam yang tajam, sebagai pengontrol pH, atau sebagai pengawet (Cahyadi, 2009).

#### **2.4 Ikan Nila (*Oreochromis nilotica*)**

Ikan nila hidup di air tawar, seperti sungai, danau, waduk, dan rawa-rawa, tetapi karena toleransinya yang luas terhadap salinitas (*euryhaline*) sehingga dapat pula hidup dengan baik di air payau dan laut. Makanan nila berupa plankton, serta

tumbuh-tumbuhan lunak, seperti hydrilla, ganggang sutera, dan klekap. Oleh karena itu nila digolongkan sebagai omnivora (pemakan segala/hewan dan tumbuhan) (Kordi, 2010).

Secara taksonomik, ikan nila diklasifikasikan ke dalam (Kordi, 2010) :

Filum : Chordata  
 Klas : Pisces  
 Ordo : Perciformes  
 Famili : Cichlidae  
 Genus : *Oreochromis*  
 Spesies : *Oreochromis nilotica*

#### 2.4.1 Morfologi Ikan Nila

Bentuk badan ikan nila (*Oreochromis nilotica*) pipih ke samping memanjang, sedangkan warna tubuh nila umumnya putih kehitaman dan merah sehingga dikenal sebagai “nila hitam” dan “nila merah”. Tubuh nila hitam berwarna kehitaman, makin ke perut makin terang. Mempunyai garis vertical 9-11 buah berwarna hijau kebiruan. Pada sirip ekor terdapat 6-12 garis melintang yang ujungnya berwarna kemerah-merahan, sedangkan punggungnya terdapat garis-garis miring. Nila merah mempunyai warna tubuh merah, termasuk sirip-siripnya, atau merah pada bagian punggung dan putih kemerahan pada bagian perut (Kordi, 2010).

Setelah berhasil dilakukan kawin silang antar spesies dalam genus *Oreochromis* dan upaya memanipulasi warna nila maka kini muncul beberapa strain nila maupun warnanya, seperti nila merah (nirah), mujair merah (mujarah), nila hitam, nila wild, nila gift, nila get, nila nirwana, dan sebagainya (Kordi, 2010).

Mata nila tampak menonjol agak besar dengan bagian tepi berwarna hijau kebiru-biruan. Letak mulut terminal, posisi sirip perut terhadap sirip dada *thorocis*, dan garis rusuk (*linea lateralis*) yang terputus menjadi dua bagian, letaknya memanjang di atas sirip dada. Jumlah sisik pada garis rusuk 34 buah dan tipe sisik *ctenoid*. Jari-jari siripnya terdiri dari 17 jari-jari keras dan 13 jari-jari lunak pada sirip punggung, 1 jari-jari keras dan 5 jari-jari lunak pada sirip perut, 15 jari-jari lunak pada sirip dada. 3 jari-jari keras dan 10 jari-jari lunak pada sirip dubur (anus), dan sirip ekor terdapat 8 jari-jari keras melunak (Kordi, 2010).



Gambar 2.2 Ikan nila (Purwani, 2009)

#### 2.4.2 Mutu Mikrobiologis

Berdasarkan perubahan alami setelah mati, tahap dalam menentukan kesegaran ikan atau memilih ikan yang baik antara lain (Anjarsari, 2010):

- (1) Ikan yang masih segar ditandai dengan kulitnya yang mengkilat dan jernih. Sedangkan ikan yang tidak segar lagi ditandai dengan kulitnya yang suram dan lendirnya berlebihan.

- (2) Ikan yang masih segar ditandai dengan sisiknya yang melekat erat pada kulit. Sedangkan ikan yang tidak segar sisiknya mudah dilepaskan dari kulitnya.
- (3) Ikan yang masih segar dagingnya masih kenyal jika ditekan dengan jari dan akan kembali ke posisi semula. Sedangkan ikan yang tidak segar apabila ditekan dengan jari dagingnya lembek dan bekas tekanan jari tidak kembali ke asalnya.
- (4) Ikan yang masih segar tutup insangnya berwarna merah cerah. Sedangkan ikan yang tidak segar lagi warna insangnya coklat.
- (5) Ikan yang masih segar dapat dilihat dengan bola matanya. Ikan yang sudah tidak segar, bola matanya pudar dan sudah tenggelam pada rongga matanya.
- (6) Ikan yang segar apabila dicium berbau khas ikan. Ikan yang sudah tidak segar berbau amoniak atau berbau busuk.

### **2.5 Perubahan yang Terjadi Pasca Mortem**

Setelah hewan atau ikan mati, peredaran darah berhenti dan hasilnya adalah berlangsungnya serangkaian perubahan yang sangat kompleks dalam otot. Makin banyak darah yang hilang dari tubuh hewan akan meningkatkan umur simpan serta kualitas daging yang dihasilkan. Untuk ikan hanya beberapa spesies tertentu darahnya yang dihilangkan setelah ikan dipotong dan darah ikan cepat sekali mengalami koagulasi jika dibandingkan dengan darah hewan berdarah panas. Pengaruh yang cepat dari berhentinya peredaran darah dan penghilang darah dari jaringan otot adalah kurangnya pemasokan oksigen ke dalam jaringan. Akibatnya jaringan tidak mampu

membentuk kembali ATP karena mekanisme transport elektron dan fosforilasi oksidatif segera berhenti (Anjarsari, 2010).

Seluruh proses yang berkaitan dengan konversi otot dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu: prarigor, saat jaringan otot menjadi lunak dan lentur dengan ditandai perubahan biokimia yaitu turunnya kandungan ATP dan keratin fosfat serta berlangsungnya glikolisis; rigor mortis, ikan umumnya memiliki periode rigor mortis sekitar 1 – 7 jam setelah mati; pasca rigor, kondisi daging dan ikan secara bertahap dan secara inderawi memberikan kenampakan baik. Keadaan demikian terjadi pada saat penyimpanan sementara pada suhu dingin (*aging*) (Anjarsari, 2010).

Rigor mortis pada ikan mempunyai peranan penting bagi usaha perikanan, selama ada usaha untuk menghambat kerusakan mikrobiologis. Rigor mortis akan mempertahankan kekerasan ikan yang umumnya digunakan oleh konsumen sebagai kriteria kualitas yang baik. Periode rigor memberikan kerugian, khususnya pada penyiapan *fillet* ikan. Selama ini terdapat kecenderungan bahwa ikan yang diolah terlalu kaku untuk dapat dilakukan pemisahan bagian daging dari tulangnya. Oleh karena itu *filleting* dilakukan setelah rigor berlangsung atau sewaktu ikan masih berada di kapal penangkapan segera rigor mortis berlangsung (Anjarsari, 2010).

### **2.5.1 Perubahan ATP**

Setelah ikan mati, sumber utama pemasok ATP pada serat-serat otot akan lenyap, karena glikogen segera mengalami oksidasi sempurna menjadi CO<sub>2</sub> dan air. Pada kondisi aerob yang normal, proses metabolisme menghasilkan 39 molekul ATP

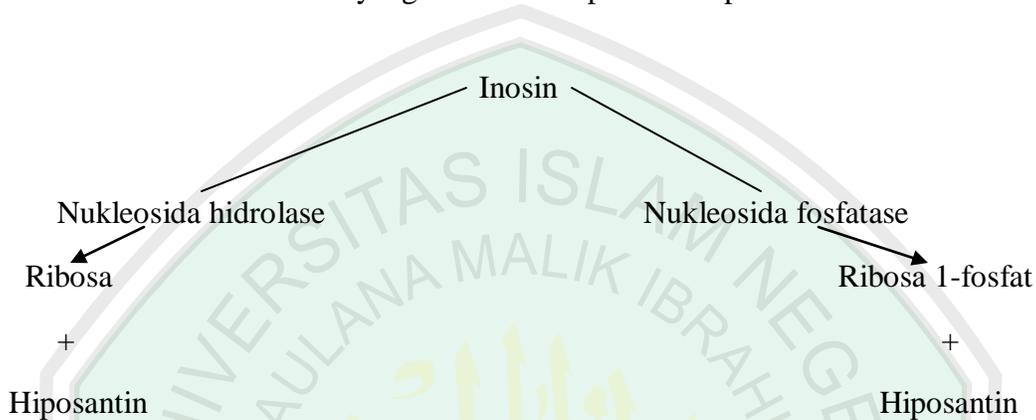
untuk setiap unit glukosil dari glikogen teroksidasi, sedangkan kondisi anaerob hanya mampu menghasilkan 3 molekul ATP untuk setiap pemecahan heksosa. Selanjutnya ATP berangsur-angsur berkurang oleh karena kerja enzim ATP-ase yang menghasilkan fosfat anorganik (Pi) yang sangat diperlukan untuk fosforilasi glikogen menjadi glukosa 1-fosfat oleh fosforilase otot (Anjarsari, 2010).

Degradasi ikan selama pasca mortem menunjukkan pola yang sama dengan mamalia yang perubahan ATP menjadi ADP yang berlangsung secara cepat oleh aktivitas sarkoplasmik ATP-ase, yang selanjutnya ADP akan dihidrolisis menjadi AMP oleh miokinase. Selanjutnya AMP dipecah menjadi IMP oleh kerja enzim deaminase. Studi tentang cita rasa ikan mengungkapkan pentingnya nukleotida khususnya IMP dengan cita rasa ikan yang berkualitas baik. Asam inosinat akan mengalami defosforilasi menjadi inosin (Anjarsari, 2010).

Degradasi ATP khususnya daging dikatalisa oleh ATP-ase, miokinase, dan deaminase pada suhu 37 °C dan 17 °C. Reaksi lain sebagai tambahan dari reaksi yang sudah disebutkan di atas yang diduga berlangsung dengan pembentukan inosin trifospat (ITP) dan inosin difosfat (IDP). Perubahan tersebut dapat dilihat pada persamaan reaksi berikut (Anjarsari, 2010):



Degradasi myosin dalam otot ikan diduga mengikuti dua lintasan, salah satu diantaranya melibatkan nukleosida hidrolase, sedangkan yang lain nukleosida fosforilase. Kedua lintasan yang dimaksud dapat dilihat pada Gambar 2.5.1



Penimbunan asam inosinat terjadi setelah ikan mati yang selanjutnya mengalami pemecahan menjadi inosin dan ortofosfat. Kecepatan hidrolisis sangat ditentukan oleh suhu, maka hidrolisis akan meningkat apabila suhunya dinaikkan dan bervariasi pada spesiesnya. Meskipun inosin tidak memiliki rasa namun konversinya menjadi hiposantin diduga akan meningkatkan jumlah senyawa yang akan memberikan rasa pahit. Hiposantin merupakan senyawa yang tidak memiliki rasa, terdapatnya hiposantin dalam otot ikan digunakan sebagai indeks kimiawi dan kualitas ikan (Anjarsari, 2010).

### 2.5.2 Perubahan Glikolisis

Berlangsungnya pemasokan oksigen ke dalam jaringan otot maka glikogen sebagai sumber karbohidrat bagi hewan dan ikan segera akan mengalami oksidasi

menjadi karbon dioksida dan air, tetapi dalam kondisi anaerob glikogen akan dipecah secara glikolisis menjadi asam laktat. Kandungan glikogen dalam otot ikan lebih rendah dari pada otot mamalia, dan kandungan glikogen pada beberapa jenis ikan dan hewan berdarah panas ada persamaan. Perbedaan kandungan glikogen pada ikan disebabkan oleh gerakan ikan terlalu banyak gerakan pada saat penangkapan, akibatnya terjadi penurunan kandungan glikogen apabila dibandingkan dengan ikan yang banyak istirahat (Anjarsari, 2010).

Pemecahan glikogen pada ikan selama pasca mortem suatu bukti yang kuat menunjukkan adanya 2 lintasan yang bekerja yaitu: lintasan hidrolitik atau amilolitik dan lintasan fosforolitik (Anjarsari, 2010).

### **2.5.3 Perubahan pH**

Tercapainya pH akhir pasca mortem sangat tergantung pada keadaan fisiologi otot, tipe otot, dan jenis ikan. Untuk otot ikan perubahan yang terjadi selalu disertai dengan turunnya pH. Pada ikan mati akan terjadi akumulasi asam laktat dan penurunan pH jaringan otot dari pH fisiologis yaitu 7,2 -7,4 menjadi pH pasca mortem yaitu antara 5,3 – 5,5 khususnya hewan berdarah panas. Ikan beku mempunyai pH tinggi untuk mempertahankan kekerasan ikan. Konsentrasi asam laktat pada otot ikan nampaknya memiliki kesamaan dengan hewan yaitu tergantung pada cadangan glikogen pada saat ikan menjelang mati. Ikan menurun pH pasca mortem yang lebih tinggi dari pada hewan berdarah panas, yaitu mencapai 6,2 – 6,5 pada keadaan rigor penuh (Anjarsari, 2010).

Pembentukan asam laktat yang umumnya diduga akan berhenti saat rigor berlangsung adalah sangat kompleks khususnya untuk ikan. Produksi asam laktat tidak mencapai maksimum pada ikan cod yang disimpan pada suhu 25° C bahkan beberapa jam setelah tercapainya rigor penuh. Tercapainya pH akhir pasca mortem sangat tergantung pada keadaan fisiologi otot, tipe otot, dan jenis ikan. Untuk otot ikan perubahan yang terjadi selalu disertai dengan turunnya pH (Anjarsari, 2010).

#### **2.5.4 Perubahan Protein Ikan Selama Pasca Mortem**

Turunnya pH mengubah kondisi menjadi asam yang disertai dengan berbagai reaksi eksotermis seperti glikolisis yang umumnya berpengaruh pada protein daging dan ikan. Konsekuensi selama pasca mortem, protein dalam otot sangat sering dipengaruhi oleh kombinasi keadaan yaitu suhu tinggi dan pH rendah. Perubahan tersebut sangat mudah untuk diamati seperti hilangnya warna asli dan hilangnya kemampuan mengikat air. Pada daging protein sarkoplasmik yang mudah mengalami denaturasi dan akan melekat kuat pada permukaan miofilamen yang menghasilkan daging dengan warna pucat. Protein sarkoplasmik ikan jauh lebih stabil dari pada protein myofibril sejenis. Protein myofibril pada ikan memiliki sifat lebih besar pada stabilitas terhadap panas dan kelarutannya apabila dibandingkan dengan daging yang umumnya tidak mempengaruhi tekstur ikan. Apabila dibandingkan maka aktivitas enzim autolitiknya sangat kecil pada saat mulainya rigor, meskipun perubahan-perubahan kecil pada asam amino, seperti pada ikan. Beberapa kerusakan lain yang

terjadi selama pendinginan umumnya ditandai dengan aktivitas bakteri karena kontaminasi ikan (Anjarsari, 2010).

Komoditas pangan secara umum mempunyai sifat mudah mengalami kerusakan (*perisable*). Demikian juga dengan ikan, ikan secara alami mengandung komponen gizi seperti lemak, protein, karbohidrat, dan air yang sangat disukai oleh mikroba perusak sehingga ikan sangat mudah mengalami kerusakan bila disimpan pada suhu kamar. Ikan diperdagangkan dalam keadaan sudah mati dan seringkali dalam keadaan masih hidup. Pada kondisi hidup tentu saja ikan dapat diperdagangkan dalam jangka waktu yang lama. Sebaliknya dalam kondisi mati ikan akan segera mengalami kemunduran mutu (Adawyah, 2007).

Ikan yang sudah mati akan terjadi perubahan-perubahan yang mengarah kepada terjadinya pembusukan. Perubahan-perubahan tersebut terutama disebabkan adanya aktivitas enzim, kimiawi, dan bakteri. Enzim yang terkandung dalam tubuh ikan akan merombak bagian-bagian tubuh ikan dan mengakibatkan perubahan rasa (*flavor*), bau (*odor*), rupa (*appearance*) dan tekstur (*texture*). Aktivitas kimiawi adalah terjadinya oksidasi lemak daging oleh oksigen. Oksigen yang terkandung dalam udara mengoksidasi lemak daging ikan dan menimbulkan bau tengik (*rancid*) (Adawyah, 2007).

Perubahan yang diakibatkan oleh bakteri dipicu oleh terjadinya kerusakan komponen-komponen dalam tubuh ikan oleh aktivitas enzim dan aktivitas kimia. Aktivitas kimia menghasilkan komponen yang lebih sederhana. Kondisi ini lebih disukai bakteri sehingga memicu pertumbuhan bakteri pada tubuh ikan. Dalam

kenyataannya proses kemunduran mutu berlangsung sangat kompleks. Satu dengan lainnya saling kait mengait, dan bekerja secara simultan. Untuk mencegah terjadinya kerusakan secara cepat, maka harus selalu dihindarkan terjadinya ketiga aktivitas secara bersamaan (Adawyah, 2007).

### **2.5.5 Perubahan Kapasitas Daya Ikat Air**

Salah satu perubahan yang dapat diamati selama pasca mortem ikan adalah hilangnya cairan atau penetasan, yang erat hubungannya dengan kapasitas pemegang air oleh protein otot. Pada tahap prarigor, daging memiliki kemampuan memegang air yang tinggi yang akhirnya turun beberapa jam setelah ikan mati dan mencapai penurunan maksimum pada saat berlangsungnya rigor mortis. Kemampuan memegang air yang menurun sejalan dengan turunnya pH sampai 5,3 – 5,5 yang bertepatan dengan tercapainya titik isoelektrik pada kebanyakan kandungan ATP. Peranan pH pada kemampuan memegang air pada otot ikan telah banyak diamati, dan selama pH ikan lebih tinggi dari pada pH daging, maka turunnya pH pada ikan tidak akan mencapai 6,0 dan bahkan pada keadaan rigor sempurna sekalipun (Anjarsari, 2010).

Hilangnya air dari otot ikan sama seperti yang terjadi pada otot skeletal mamalia, pH saat pasca mortem otot ikan tidak pernah turun di bawah 6 seperti berlangsung pada ikan halibut dan mackerel, yaitu terjadi penghambatan penurunan pada pasca rigor. Turunnya pH pada ikan halibut mengakibatkan tidak larutnya protein di daerah isoelektrik, maka dihasilkan daging ikan yang pucat dan lunak serta berair. Keadaan demikian disebut *chalkiness* yaitu pengapuran dan merupakan

masalah penting dalam industri perikanan karena keadaan ikan yang demikian selalu ditolak oleh konsumen. Kondisi demikian dapat dihilangkan dengan cara membiarkan ikan tetap hidup setelah dilakukan penangkapan, yang berarti memberi peluang pengurangan asam laktat yang berlebih sehingga dicapai pH pasca mortem yang normal setelah ikan mati (Anjarsari, 2010).

#### **2.5.6 Perubahan Ikan Oleh Mikroflora Alam**

Setelah hewan mati, kerja fagosit berhenti dan memungkinkan bakteri berkembang biak serta tersebar ke seluruh jaringan. Meskipun otot ikan boleh dikatakan steril, pengamatan keberadaan bakteri pada otot ikan telah dilaporkan khususnya pada beberapa jenis ikan laut dan juga beberapa jenis ikan air tawar. Setelah ikan mati mekanisme yang erat hubungannya dengan sistem pengendalian metabolisme segera tidak berfungsi sehingga bakteri akan tumbuh dan menyebar ke berbagai jaringan melalui sistem vaskuler. Masalah khusus pada ikan laut adalah terbentuknya trimetilamin oksida (TMAO) yang akan direduksi oleh bakteri atau kerja enzim menjadi trimetil amin (TMA) sebagai hasil pembusukan ikan laut. Estimasi TMAO, TMA, dan total nitrogen basa yang mudah menguap dapat digunakan sebagai indeks kesegaran ikan laut. Makin tinggi angka TMAO atau TMA berarti kualitas ikan sangat turun. Cara untuk mengurangi reduksi TMAO menjadi TMA oleh bakteri adalah menekan pertumbuhan bakteri dengan cara membekukan ikan (Anjarsari, 2010).

Selama proses deteriorasi, ikan dan hasil perikanan mengalami perubahan-perubahan organoleptik yang dapat diamati untuk menilai derajat kesegaran ikan dan hasil-hasil perikanan (Anjarsari, 2010).

## 2.6 Pengawetan Ikan

Pembusukan bahan pangan dapat diartikan sebagai setiap perubahan dari bahan pangan yang masih segar maupun setelah diolah di mana perubahan sifat-sifat kimiawi, fisik atau organoleptik dari bahan pangan tersebut mengakibatkan ditolaknya bahan pangan ini oleh konsumen. Secara umum pembusukan bahan pangan dapat terjadi melalui (Buckle *et.,al*, 2010):

- 1) Kerja mikroorganisme (terutama bakteri, ragi, dan jamur), serangga, binatang pengerat, dan lain-lain.
- 2) Proses metabolisme (kerja enzim) dalam jaringan bahan pangan menuju pada pembusukan (buah-buahan dan sayuran), perubahan otolitik (daging, ikan segar, dan lain-lain) dan berkecambahnya biji-bijian.
- 3) Oksidasi yang mengakibatkan ketengikan pada bahan pangan berlemak dan kerusakan cita-rasa dan warna, serta reaksi kimia nonenzimatik lainnya.
- 4) Pengeringan dan pelayuan makanan basah.
- 5) Penyerapan bau dan cita-rasa dari luar.
- 6) Kesalahan dalam persiapan dan pengolahannya.
- 7) Kerusakan mekanis dan kontaminasi dengan senyawa-senyawa yang tidak diinginkan.

Pengolahan ikan dapat dilakukan melalui berbagai macam proses pengolahan dari yang sederhana sampai yang moderen. Beberapa pengolahan ikan yaitu: pengolahan dengan suhu rendah, penggaraman, pemindangan, pengeringan, pengasapan, fermentasi, pengolahan dengan suhu tinggi, dan pengolahan hasil sampingan (Adawyah, 2008).

Pengawetan ikan dengan suhu rendah merupakan suatu proses pengambilan/pemindahan panas dari tubuh ikan ke bahan lain. Adapula yang menyatakan bahwa pendinginan adalah proses pengambilan panas dari suatu ruangan yang terbatas untuk menurunkan dan mempertahankan suhu di ruangan tersebut bersama isinya agar selalu lebih rendah dari suhu di luar ruangan (Adawyah, 2008).

Penggaraman merupakan cara pengawetan yang sudah lama dilakukan orang. Pada proses penggaraman, pengawetan dilakukan dengan cara mengurangi kadar air dalam badan ikan sampai titik tertentu, sehingga bakteri tidak dapat hidup dan berkembang lagi (Adawyah, 2008).

Pada dasarnya pemindangan ikan merupakan upaya pengawetan sekaligus pengolahan ikan yang menggunakan teknik penggaraman dan pemanasan. Pengolahan tersebut dilakukan dengan cara merebus atau memanaskan ikan dalam suasana bergaram selama waktu tertentu dalam suatu wadah. Wadah tersebut digunakan sebagai tempat ikan selama perebusan atau pemanasan dan sekaligus digunakan sebagai kemasan selama transportasi dan pemasaran (Adawyah, 2008:11).

Pengeringan ikan merupakan cara pengawetan yang tertua. Mula-mula pengeringan hanya dilakukan dengan menggunakan panas matahari dan tiupan angin. Prinsipnya, pengeringan adalah cara pengawetan ikan dengan mengurangi kandungan air pada jaringan ikan sebanyak mungkin sehingga aktifitas bakteri terhambat (Adawyah, 2008).

Ikan asap sudah dikenal sejak zaman dahulu kala. Konon terjadinya tanpa disengaja. Ketika itu, umumnya orang mengawetkan daging dan ikan dengan cara dikeringkan di bawah terik matahari. Namun pada musim hujan dan musim dingin orang mengeringkannya dengan bantuan api sehingga pengaruh asap pun tidak dapat dihindarkan (Adawyah, 2008).

Fermentasi merupakan suatu cara pengolahan di mana dalam prosesnya memanfaatkan penguraian senyawa dari bahan-bahan protein kompleks yang terdapat dalam tubuh ikan menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana dengan bantuan enzim yang berasal dari tubuh ikan tersebut atau dari mikroorganisme serta berlangsung dalam keadaan yang terkontrol atau diatur (Adawyah, 2008).