

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Udang Vaname

2.1.1 Karakteristik Udang Vaname

Udang vaname atau yang lebih dikenal sebagai *white shrimp* merupakan salah satu varietas dari *prawn*. Udang vaname berasal dari perairan Amerika dan Hawaii yang mulai masuk ke Indonesia pada tahun 2002 (Kordi, 2011). Udang vaname termasuk dalam kelompok krustase (*crustacean*) dalam ordo Dekapoda dimana di dalamnya juga termasuk kepiting, lobster, dan rajungan. Taksonomi udang vaname menurut Amri dan Kanna (2008), dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Filum	: Arthropoda
Kelas	: Crustacea
Ordo	: Decapoda
Famili	: Penaeidae
Genus/Marga	: Litopenaeus
Spesies/Jenis	: <i>Litopenaeus vannamei</i>
Nama lokal	: Udang vaname, udang kaki putih, udang putih Amerika

Tubuh udang vaname dibalut kulit tipis keras dari bahan *chitin*. Tubuh udang vaname dibagi menjadi dua bagian besar, yakni *cephalothorax* (kepala dan dada) dan *abdomen* (perut dan ekor). *Cephalothorax* dilindungi oleh kulit *chitin* yang tebal atau disebut dengan karapas (*carapace*). *Cephalothorax* ini terdiri atas lima ruas kepala dan delapan ruas dada, sementara tubuhnya (*abdomen*) terdiri atas enam ruas dan satu ekor (*telson*). Bagian depan kepala yang menjorok merupakan kelopak kepala yang memanjang dengan bagian pinggir bergerigi yang disebut dengan cucuk (*rostrum*). Bagian rostrum bergerigi terdiri atas sembilan gerigi (atas) dan dua gerigi (bawah). Sementara itu, di bawah pangkal kepala terdapat sepasang mata (Amri dan Kanna, 2008).

Udang vaname merupakan hewan *omnivorus scavenger* yaitu pemakan segala (hewan dan tumbuhan) dan bangkai. Jenis makanan yang dimakan udang vaname antara lain plankton (fitoplankton dan zooplankton), alga bentik, detritus, dan bahan organik lainnya. Udang vaname hidup di perairan dasar dengan salinitas 0,1-60 ppt (tumbuh dengan baik 10-30 ppt, ideal 15-25 ppt) dan suhu 12-37 °C (tumbuh dengan baik pada suhu 24-34 °C dan ideal pada suhu 28-31 °C) (Kordi, 2010).

2.1.2 Kepala Udang Vaname

Udang vaname merupakan salah satu komoditas perikanan ekonomis penting dikarenakan memiliki nilai peluang usaha yang besar, salah satunya industri pengolahan udang. Dalam industri pengolahan udang tentunya akan menghasilkan limbah yang dapat berupa kepala, ekor, dan kulit udang serta udang yang rusak atau afkir. Limbah udang dapat dikategorikan menjadi tiga jenis berdasarkan jenis pengolahannya menurut Suptijah *et al.*, (1992) yaitu:

1. Kulit udang, biasanya merupakan hasil samping dari industri pembekuan udang mutu dua atau industri pengalengan udang.
2. Kepala udang, biasanya merupakan hasil samping dari industri pembekuan udang tanpa kepala.
3. Campuran keduanya, biasanya berasal dari industri pengalengan udang.

Limbah industri pengolahan udang vaname dapat beraneka ragam, salah satunya adalah kepala udang. Anonymous (1991) menyatakan bahwa potensi kepala udang cukup besar, dimana bobot kepala udang sebesar 30% dari bobot udang utuh.

2.1.3 Komposisi Kimia Kepala Udang Vaname

Kepala udang termasuk kepala udang vaname merupakan salah satu sumber makanan yang mengandung karotenoid. Karotenoid adalah komponen utama pembentuk pigmen alami yang memberikan kontribusi pada warna merah dan oranye. Jenis karotenoid yang terdapat pada kepala udang adalah jenis *astaxanthin*. Karotenoid pada kepala udang banyak mengandung bahan-bahan seperti protein, mineral, dan kitin (Sari *et al.*, 2012). Komposisi kimia kepala udang vaname dan udang vaname utuh dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Kepala Udang Vaname dan Udang Vaname Utuh

Parameter	Komposisi Kimia (%)	
	Kepala Udang Vaname *	Udang Vaname **
Kadar Air	78,60 ± 0,95	73,91 ± 1,06
Kadar Abu	6,59 ± 1,12	2,26 ± 1,66
Kadar Protein	12,43 ± 0,65	20,04 ± 0,93
Kadar Lemak	0,88 ± 0,07	1,27 ± 0,36
Kadar Kalsium	3,16 ± 0,16	-

Sumber: * = Brasileiro *et al.*, (2012)

** = Puga-lopez *et al.*, (2013)

Tabel 1 memperlihatkan bahwa komposisi kimia kepala dan udang vaname utuh tidak berbeda jauh, sehingga kepala udang vaname yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal dapat berpotensi untuk diolah lebih lanjut mengingat kandungan proteinnya yang cukup tinggi, misalnya bahan baku pembuatan hidrolisat protein. Hal ini sesuai dengan pernyataan Djunaidi *et al.*, (2009) bahwa bagian kepala udang vaname lebih banyak mengandung protein dan lebih sedikit mengandung kitin dibandingkan dengan bagian cangkang.

2.2 Khamir Laut

2.2.1 Karakteristik Khamir Luat

Khamir merupakan organisme uniseluler dari golongan jamur, bersifat kemoorganotrof, bereproduksi seksual dengan spora dan aseksual dengan pertunasan, pembelahan, pembelahan tunas dengan kombinasi keduanya serta sporulasi atau pembentukan spora (Waluyo, 2007). Khamir termasuk fungi, tetapi dibedakan dari kapang karena bentuknya yang uniseluler. Reproduksi vegetatif pada khamir terutama pada pertunasan, sebagai sel tunggal, khamir tumbuh dan berkembang biak dengan cepat dibandingkan dengan kapang yang tumbuh dengan perkembangan filamen. Khamir berbeda dengan ganggang karena tidak dapat melakukan fotosintesis dan berbeda dengan protozoa karena mempunyai dinding sel yang kuat, khamir mudah dibedakan dari bakteri karena ukurannya lebih besar dan morfologinya berbeda (Pelczar *et al.*, 1978).

Khamir mempunyai habitat yang amat luas, berbagai jenis dapat ditemukan di darat, perairan tawar, dan laut yang sesuai dengan jenis strainnya. Sebagaimana diketahui bahwa Indonesia terdiri dari wilayah perairan yang kaya akan potensi mikrobiologi laut, termasuk didalamnya khamir laut. Khamir laut (*marine yeast*) adalah khamir yang mampu hidup di lingkungan bersalinitas tinggi. Habitat khamir laut meliputi air laut, hewan laut, alga, sedimen, dan tanaman laut (Kohlmeyer dan Kohlmeyer, 1979). Beberapa khamir laut dapat ditemukan pada suhu -3°C sampai $+13^{\circ}\text{C}$, salinitas sekitar 35% dan pada kedalaman 4000 meter. Air laut biasanya dapat mengandung 10-100 khamir laut per liter, namun jumlah tersebut dapat meningkat secara drastis apabila di daerah muara (Walker, 1998). Karakteristik khamir laut tidak jauh berbeda dengan khamir pada umumnya, yang membedakan terletak pada habitatnya.

Reed dan Nagodawithana (1991) menjelaskan dalam sistematika, khamir laut termasuk kingdom Fungi, divisi Eumycota, subdivisi Ascomycetes, Deuteromycetes, dan sebagian kecil Basidiomycetes. Khamir laut berukuran lebih besar dari bakteri (5-8 μm atau lebih), berbentuk oval, memanjang, elips atau bulat (Jay *et al.*, 1992). Tebal dinding sel (100-200 nm), beratnya 15-25% dari berat kering biomassa, tidak berklorofil beberapa mempunyai pigmen (Walker, 1998). Kisaran pH dari 4,0-4,5 dan kisaran suhu optimum 25-30°C dengan suhu maksimum 35-47°C (Waluyo, 2007).

2.2.2 Isolasi Khamir Laut

Khamir laut pertama diisolasi oleh Fischer pada tahun 1886 sampai 1894 yang kemudian dilanjutkan oleh Zo Bell dan Feltham. Pada tahun 1976 dilaporkan bahwa khamir laut dari Biscayne Bay Florida diperoleh 179 isolat yang terdiri dari spesies *Saccharomyces*, *Hansenula*, *Debaryomyces*, *Candida*, *Cryptococcus*, *Rhodotorula*, *Trichosporon*, dan *Torulopsis*. Dua spesies khamir laut tidak berspora, *Candida tropicalis* dan *Rhodotorula mucilaginosa* merupakan khamir laut yang melimpah dan terdistribusikan di Bay. Banyak spesies khamir laut yang sama antara isolat dari Biscayne Bay dengan sedimen laut dalam dari Bahama (Fell *et al.*, 1976).

Pada tahun 1979 telah teridentifikasi 177 khamir (fungi uniseluler) dari perairan laut, sebagian kecil merupakan khamir obligat (benar-benar habitatnya di perairan laut) (Kohlmeyer dan Kohlmeyer, 1979). Hagler dan Hagler (1981), melaporkan bahwa telah diisolasi khamir laut dari 24 lokasi perairan laut dan muara di sekitar Rio de Janeiro, Brazil. Dimana 549 strain khamir laut dan organisme seperti khamir yang telah terisolasi dikelompokkan kedalam 67

spesies, dimana 21 spesies yang paling umum terdiri dari 86% dari total populasi khamir laut.

Moriya dan Horikoshi (1995) melaporkan 48 strain khamir laut dari lumpur laut pada kedalaman 1168 di Sagami Bay Jepang, dimana 3 strain diantaranya berupa khamir beracun. Nagahama *et al.*, (2001) melaporkan ada 99 strain khamir laut yang berhasil diisolasi dari dasar laut di berbagai daerah di barat laut Samudera Pasifik, 40 strain diantaranya merupakan khamir laut merah (*Rhodotorula* dan *Sporobolomyces*) yang terdiri dari 81,5% dan 10,6% isolat dari hewan laut dan sedimen.

Urano *et al.*, (2001) mendapatkan khamir laut yang bersifat halotoleran dan fermentatif diberbagai lingkungan perairan di Jepang, seperti hulu sungai Arakawa, aliran tengah dan hilir sungai Tamagawa, serta pantai laut Kemigawa di prefektur Chiba dan Chemigahama di kota Choshi. Batas toleransi NaCl untuk pertumbuhan khamir laut 2,3-2,5 M dan khamir sungai 1,2-1,9 M. Kemampuan khamir laut fermentatif pada kadar garam dibawah 2,5 M adalah 17-31% pada pantai laut dan 0,4% pada sungai. Khamir laut yang bersifat tahan kadar garam tinggi dan fermentatif ditemukan di sebagian besar pantai laut. Secara umum jumlah koloni khamir laut semakin menurun dengan meningkatnya tekanan osmotik (konsentrasi garam) dan meningkatnya total karbon organik di perairan.

2.2.3 Komposisi Kimia Khamir Laut

Kandungan kimia dari khamir laut yaitu dinding sel terdiri dari glukukan atau selulosa khamir (3-35%), mannan (30%), lemak (8,5-13%), protein (6-8%), dan kitin (1-2%) dari berat kering sel (Waluyo, 2007). Kandungan nutrisi khamir laut yang telah diisolasi dari laut Jawa dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Nutrisi Khamir Laut

	Kandungan	Persentase (%)	mg/100g
Analisa proksimat	Protein	28,29	-
	Bahan kering oven	71,85	-
	Abu	66,09	-
	Lemak kasar	0,34	-
	Serat kasar	0,95	-
	BETN	4,33	-
Mineral	Ca	0,03	2,161
	Cl	3,6	7452,459
	Mg	0,09	-
	Zn	-	266,241
	NO ₃	-	113,778
	NO ₂	-	55,751
	Mn	-	2,844
	Cu	-	2,276
	Fe	-	2,276
	P	-	2,276
	Asam amino	Asam glutamat	0,536
Asam aspartat		0,539	-
Lisin		0,463	-
Sistin		0,429	-
Prolin		0,364	-
Metionin		0,344	-
Valin		0,342	-
Leusin		0,318	-
Isoleusin		0,310	-
Phenyalanin		0,274	-
Histidin		0,262	-
Tirosin		0,211	-
Arginin		0,206	-
Treonin		0,187	-
Alanin		0,137	-
Glisin		0,109	-
Serin		0,071	-
Asam lemak		Stearat	28,726
	Palmitat	17,437	-
	Oleat	14,447	-
	Linoleat	7,469	-
	Laurat	1,842	-
	Linolenat	0,875	-

Sumber : Febriani *et al.*, (2001)

Selama pertumbuhannya, sel khamir laut menghasilkan senyawa seperti nukleotida, asam amino, faktor tumbuh yang belum teridentifikasi (*unidentified growth factor*), yang menstimulir pertumbuhan dan enzim (Made *et al.*, 1996). Khamir juga mengandung vitamin B kompleks, seperti thiamin, riboflavin,

nicotinat, dan biotin (Becker, 1994). Febriani (2006), mengungkapkan bahwa khamir laut mempunyai daya cerna yang tinggi dan memiliki kelebihan yaitu dapat meningkatkan aktivitas tripsin dalam mencerna protein.

2.2.4 Potensi Bioteknologi Khamir Laut

Khamir laut sebagaimana mikroorganisme (khamir) umumnya memiliki potensi bioteknologi yang sangat besar dan diaplikasikan dalam kehidupan manusia. Zhenming *et al.*, (2006) mengungkapkan bahwa khamir laut dapat menghasilkan berbagai senyawa bioaktif, seperti protein sel tunggal, asam amino, probiotik, vitamin C, glutation, β -carotenoid, glukon, amilase, phytase, pembunuh toksin, dan protease. Ditambahkan pula oleh Bharathi (2011), khamir laut juga mengandung lipase dan inulinase yang memiliki aplikasi potensial dalam bidang budidaya, makanan, farmasi, kosmetik, industri kimia, dan proteksi dari lingkungan.

Chi *et al.*, (2007) melaporkan bahwa khamir laut merupakan sumber biologi yang belum tersentuh dalam produksi enzim, sehingga dapat berpotensi sebagai bahan penghidrolisis. Ping *et al.*, (2006) melaporkan bahwa khamir laut strain 10 yang diisolasi dari sedimen laut dekat Qingdao, Cina mempunyai alkaline protease tertinggi. Sedangkan Wang *et al.*, (2007), mengungkapkan bahwa 9 strain khamir (isolat dari sedimen air laut, lumpur bergaram, usus ikan laut, dan ganggang laut) yang ditumbuhkan dalam media dengan minyak zaitun dapat menghasilkan lipase.

2.3 Molase

2.3.1 Karakteristik Molase

Molase atau yang sering disebut dengan tetes tebu adalah hasil samping dari proses kristalisasi gula yang berulang-ulang sehingga tidak memungkinkan diproses menjadi gula. Molase merupakan salah satu bahan berpati, namun belum banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan pokok (Wiratno *et al.*, 2013). Murni *et al.*, (2008), memaparkan bahwa hingga saat ini dikenal 4 jenis molase yaitu:

1. *Sugarcane molasses* adalah molase yang berasal dari industri pengolahan tebu menjadi gula. Jenis ini lebih sering digunakan sebagai komponen dalam pembuatan pakan dibandingkan molase jenis yang lainnya.
2. *Citrus molasses* adalah limbah yang dihasilkan dalam proses pengolahan jeruk.
3. *Wood molasses* merupakan molase yang didapat dari industri kertas, *fiber board* dan selulosa murni.
4. *Beet molasses* merupakan limbah dari pengolahan bit menjadi gula bit.

Molase (tetes tebu) biasanya dimanfaatkan untuk pupuk tanaman, bahan baku fermentasi dalam pembuatan alkohol (etanol), asam asetat, asam sitrat, asam laktat, dan bahan penyedap masakan serta digunakan masyarakat sebagai bahan campuran makanan ternak. Molase juga kaya akan sumber karbon yang tidak jauh berbeda dengan gula, sehingga molase dapat digunakan sebagai pengganti gula dalam pembuatan *nata de soya* (Sulistyo *et al.*, 2007). Komposisi kimia molase dan molase rebus dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Kimia Molase dan Molase Rebus

Komposisi Kimia		Kandungan (%)	
		Molase	Molase Rebus
Kandungan Gula	Fruktosa	4,5652	3,9174
	Gula reduksi	1,5602	2,1615
	Sukrosa	0,5299	0,3962
Proksimat	Air	66,20	64,63
	Protein	23,23	24,64
	Karbohidrat	6,36	5,73
	Abu	4,13	4,95
	Lemak	0,08	0,05
	Asam amino	L-Asam Glutamat	2,912
	L-Prolin	0,640	0,350
	L-Alanin	0,610	0,512
	L-Asam Aspartat	0,405	0,669
	L-Serin	0,069	0,234
	L-Glisin	0,051	0,187
	L-Valin	0,046	0,124
	L-Lisin	0,035	0,966
	L-Leusin	0,027	0,121
	L-Isoleusin	0,024	0,084
	L-Treonin	0,021	0,112
	L-Tirosin	0,015	0,060
	L-Histidin	0,014	0,074
	L-Fenilalanin	0,009	0,073
	L-Metionin	0,008	0,034
	L-Arginin	0,007	0,107
	L-Sistein	-	0,081

Sumber : Rohim (2014)

Tabel 3 memperlihatkan bahwa komposisi kimia molase rebus lebih tinggi bila dibandingkan dengan molase, sehingga molase dengan perlakuan perebusan yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal dapat digunakan oleh khamir laut sebagai media pertumbuhannya. Oura (1972) dalam Fajarwati (2002), menambahkan bahwa pemanasan molase pada suhu 120-125°C selama ± 1 jam setelah mendidih dapat mengendapkan beberapa material anorganik dan material tersuspensi lainnya yang dapat menghambat pertumbuhan khamir, seperti: nitrit, zat pewarna, koloid, asam butirat, ion kalsium (Ca), dan asam sulfat.

2.3.2 Manfaat Molase terhadap Pertumbuhan Khamir Laut

Molase merupakan hasil samping dari pabrik gula tebu yang berbentuk cairan berwarna coklat hitam dan merupakan sumber karbohidrat, kaya akan gula, mengandung nitrogen, garam organik, vitamin, dan elemen lainnya. Penggunaan molase sebagai sumber karbon dalam fermentasi karena adanya kandungan gula dan berbagai nutrisi yang diperlukan bagi mikroorganisme untuk pertumbuhannya. Pertumbuhan sel dengan menggunakan sumber karbon molase cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan sumber karbon lainnya (glukosa, sukrosa, dan gula pasir komersil). Hal ini disebabkan oleh komposisi molase yang cukup kompleks dan dapat digunakan sebagai pengganti glukosa sehingga mempengaruhi metabolisme sel tersebut (Kusmiati *et al.*, 2011).

Khamir dapat mengubah senyawa gula menjadi alkohol dan juga memproduksi metabolit-metabolit lain dalam jumlah kecil, yaitu gliserol, asam suksinat, alkohol rantai panjang, 2,3 butanadiol, sedikit asetaldehid, asam asetat, dan asam laktat (Fardiaz, 1992). Febriani (2008) mengungkapkan bahwa aktivitas ini didukung oleh keberadaan sumber energi yang tersedia dari molase yang banyak mengandung gula, sebagai sumber karbon dan energi bagi khamir laut untuk pertumbuhannya.

Sarlin dan Philip (2013) mengungkapkan bahwa molase merupakan sumber karbon yang paling disukai oleh khamir laut dibandingkan glukosa, sukrosa, dan air beras. Molase (jumlah total gula 9 mg/mL) yang ditambah dengan pepton (0,75%), ekstrak yeast (0,5%), dan MgSO₄ (0,25%), mendukung pertumbuhan maksimum dari strain jenis *Debaryomyces hansenii* (S8), *Debaryomyces hansenii* (S100), *Candida sake* (S165), dan *Candida tropicalis* (S186).

2.4 Perebusan

Pengolahan panas merupakan salah satu cara yang telah dikembangkan untuk memperpanjang daya simpan bahan pangan. Pengolahan dapat menghasilkan produk pangan dengan sifat-sifat yang diinginkan yaitu aman, bergizi, dan dapat diterima dengan baik secara sensori maupun kimia sehingga dapat lebih diterima oleh konsumen. Namun, pengolahan juga dapat menimbulkan hal yang sebaliknya seperti kehilangan zat-zat gizi dan perubahan sensori (warna, tekstur, bau, dan cita rasa) yang kurang disukai oleh konsumen.

Metode pengolahan pangan dengan menggunakan pemanasan yang banyak dilakukan konsumen, salah satunya adalah perebusan. Perebusan merupakan cara memasak makanan dalam cairan yang sedang mendidih (100°C) (Widyati, 2004). Perebusan bertujuan untuk mendapatkan bahan pangan yang aman untuk dikonsumsi karena mikroorganisme akan rusak pada suhu mendidih sehingga nilai gizi yang terdapat dalam bahan pangan dapat dimanfaatkan secara maksimal. Selain itu dengan adanya perlakuan perebusan dapat menghentikan aktivitas enzim sehingga dapat mempertahankan mutu dari bahan pangan tersebut.

Bahan makanan mengandung molekul-molekul berbagai senyawa yang terikat satu sama lain melalui ikatan hidrogen. Proses perebusan atau pemanasan dengan media air dapat mengurangi daya tarik-menarik antara molekul-molekul air dan memberikan cukup energi kepada molekul-molekul air tersebut sehingga dapat mengatasi daya tarik menarik antar molekul bahan pangan tersebut. Karena itu daya kelarutan pada bahan pangan yang melibatkan ikatan hidrogen akan meningkat dengan meningkatnya suhu (Winarno, 2004).

Proses perebusan dapat memberikan pengaruh terhadap komponen udang yang akan menyebabkan perubahan fisik dan komposisi kimia udang, termasuk didalamnya kepala udang. Prabandari *et al.*, (2005) mengungkapkan bahwa waktu perebusan dan jenis udang yang berbeda menunjukkan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai kadar air, kadar abu, dan kadar karbohidrat, sedangkan kadar protein dan kadar lemak tidak berpengaruh pada tepung limbah udang putih (*Panaeus indicus*) dan udang windu (*Panaeus monodon*). Wikanta *et al.*, (2013) mengungkapkan bahwa proses perebusan memberikan dampak yang baik terhadap penurunan kadar residu formalin, namun memberikan dampak yang kurang baik terhadap kadar protein dari udang putih.

Perebusan juga dapat memberikan pengaruh dalam perubahan komponen kimia dari molase, dimana molase merupakan hasil samping dari pembuatan gula sehingga tinggi akan kandungan sukrosa. Pada saat perebusan molase, setiap molekul sukrosa akan dipecah menjadi glukosa dan fruktosa yang disebut dengan gula invert (Winarno, 2004).

2.5 Fermentasi

2.5.1 Definisi Fermentasi

Fermentasi adalah suatu proses yang merubah substrat menjadi bahan organik atau komponen yang mengandung bahan organik dengan bantuan mikroorganisme. Fermentasi merupakan salah satu cara pengawetan bahan pangan, namun dengan adanya proses fermentasi dapat menyebabkan produk berubah dari keadaan semula sebagai akibat dari pemecahan kandungan-kandungan bahan pangan tersebut. Bahan pangan yang telah mengalami fermentasi akan mempunyai nilai gizi yang lebih besar dibandingkan dengan bahan asalnya. Hal ini disebabkan karena mikroba bersifat katabolik atau

memecah komponen-komponen yang kompleks menjadi zat-zat yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dicerna (misalnya: riboflavin, vitamin B₁₂, dan provitamin A) dan dapat memecah bahan-bahan dengan enzim-enzim tertentu yang semula tidak dapat dicerna oleh manusia (misalnya: selulosa, hemiselulosa, dan polimer-polimernya menjadi gula sederhana) (Winarno *et al.*, 1984).

Desrosier (1988) menyatakan bahwa dalam fermentasi biasanya identik dengan proses pembusukan. Fermentasi adalah suatu proses penguraian bahan-bahan karbohidrat, biasanya menghasilkan senyawa asam dan menghasilkan gas karbondioksida. Senyawa asam inilah yang pada umumnya dianggap sebagai proses pembusukan. Proses pembusukan itu sendiri ditandai dengan adanya karakteristik gas hidrogen sulfida dan terjadi perombakan protein menjadi senyawa belerang. Suatu fermentasi yang gagal (timbul bau busuk) dapat disebabkan oleh kontaminasi. Hal dasar yang dapat membedakan antara fermentasi dengan proses pembusukan adalah fermentasi menghasilkan zat-zat yang memberikan rasa dan aroma yang spesifik dan disukai orang, begitu sebaliknya (Murniyati dan Sunarman, 2000).

Pada fermentasi terjadi penguraian senyawa dari bahan-bahan protein kompleks. Proses fermentasi yang terjadi pada ikan merupakan proses penguraian secara biologis atau semibiologis terhadap senyawa-senyawa kompleks terutama protein menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana, dimana protein ikan akan terhidrolisis menjadi asam-asam amino dan peptida yang akan diurai lebih lanjut menjadi komponen-komponen lain yang berperan dalam pembentukan cita rasa (Adawyah, 2007).

2.5.2 Efektivitas Fermentasi dengan Biokatalisator Khamir Laut

Fermentasi dapat terjadi karena adanya aktivitas mikroba penyebab fermentasi pada substrat bahan organik. Pada dasarnya fermentasi adalah memperbanyak jumlah mikroba dan meningkatkan metabolismenya didalam bahan pangan. Namun jumlah mikroba yang digunakan terbatas sesuai dengan produk akhir yang diinginkan (Winarno *et al.*, 1984). Syarat mikroba yang digunakan dalam fermentasi adalah kemampuannya menghasilkan enzim dalam jumlah besar. Khamir merupakan salah satu organisme bersel tunggal dengan wujud kehidupan yang lengkap sehingga khamir memiliki produktivitas enzim dan kapasitas fermentatif yang lebih tinggi dibandingkan dengan makhluk hidup lainnya (bakteri dan cendawan) (Desrosier, 1988).

Fermentasi dapat berlangsung secara aerob dan anaerob. Sebagian besar fermentasi berlangsung secara aerobik yang memerlukan suplai oksigen yang dapat dipacu dengan penambahan pengadukan atau agitasi (Machfud *et al.*, 1989). Setiap mikroorganisme membutuhkan oksigen dalam jumlah yang berbeda untuk pertumbuhannya. Khamir laut atau khamir pada umumnya membutuhkan oksigen dalam jumlah besar untuk memacu pertumbuhan sel-sel khamir.

Secara umum, pengaruh yang diinginkan dari aktivitas mikroba (termasuk khamir) disebabkan oleh aktivitas biokimianya. Enzim mikroba akan memecah karbohidrat, lemak, protein atau komponen makanan lainnya sehingga dapat meningkatkan daya cerna dan serap unsur hara dalam pencernaan manusia. Pada pertumbuhan dan metabolisme mikroba dalam bahan makanan fermentasi menghasilkan beberapa komponen, seperti asam organik, alkohol, aldehid, ester, dan banyak lainnya. Pertumbuhan mikrobial juga menyebabkan meningkatnya

biomassa selnya sehingga menambah nilai nutrisinya (seperti: ekstrak khamir laut) (Adams dan Nout, 2001).

2.6 Hidrolisat Protein Ikan

2.6.1 Pengertian dan Manfaat Hidrolisat Protein Ikan

Hidrolisat protein ikan merupakan suatu produk yang dihasilkan dari penguraian protein ikan menjadi senyawa-senyawa berantai pendek karena adanya proses hidrolisis yang disebabkan oleh enzim, asam maupun basa (Bernadeta *et al.*, 2012). Hidrolisat protein dapat dibuat dari ikan yang memiliki nilai ekonomis rendah. HPI juga dapat dibuat dari limbah ikan seperti kepala, tulang, daging merah, isi perut, kulit, sisik, tulang kecil, dan sirip (Muzaifa *et al.*, 2012).

Produk hidrolisat protein mempunyai kadar protein yang tinggi sehingga cocok untuk digunakan sebagai fortifikasi bahan pangan berprotein rendah seperti patilo (jajanan tradisional Gunung Kidul yang diolah dari ampas singkong terfermentasi dan dicampur pati singkong) (Haslina, 2012). Pigot dan Tucker (1990) mengungkapkan bahwa HPI dapat digunakan sebagai bahan pengganti albumin telur pada proses pembuatan es krim, agar-agar dan secara fungsional dapat digunakan sebagai bahan pengemulsi, pengembang, dan pengisi.

Sejalan dengan perkembangannya, HPI dapat digunakan sebagai nutrisi altet dalam bidang olahraga yakni untuk meningkatkan pemulihan pasca latihan. Hal ini dikarenakan protein hidrolisat (mengandung protein dan asam amino) dapat merangsang sintesis protein sehingga mencegah terjadinya kerusakan protein dan meningkatkan keseimbangan protein setelah latihan (Loon, 2007). Berdasarkan penelitian Liu *et al.*, (2013) menunjukkan bahwa protein yang larut air dapat digunakan sebagai anti obesitas, misalnya hidrolisat protein.

2.6.2 Teknologi Hidrolisat Protein Ikan

Hidrolisat protein pertama kali diperkenalkan di Cina dan Jepang sekitar tahun 1990 dan merupakan hasil samping dalam pembuatan Monosodium Glutamat (MSG). Hidrolisat protein diperoleh setelah proses kristalisasi MSG selesai, tersisa asam amino yang telah dinetralisir dan dikeringkan. Hidrolisat protein dapat berbentuk cair, pasta atau tepung yang bersifat higroskopis. Hidrolisat protein yang berbentuk cair mengandung 30% padatan dan bentuk pasta yang mengandung 65% padatan (Johnson dan Peterson, 1974).

Perkembangan teknologi fermentasi dan bioteknologi pada pengolahan pangan telah mengarah pada penggunaan bahan yang lebih aman untuk menggantikan penggunaan bahan-bahan kimia, seperti asam atau basa. Proses pembuatan hidrolisat protein yang paling efisien adalah secara enzimatis karena dapat memecah protein menjadi senyawa yang lebih sederhana.

Protein yang terdiri dari rantai polipeptida pada proses hidrolisis akan dipecah oleh enzim sehingga menghasilkan ikatan-ikatan dipeptida yang membebaskan satu molekul air. Ikatan-ikatan peptida kemudian terputus dan membebaskan sejumlah asam-asam amino. Bila hidrolisis dilakukan dengan sempurna maka akan diperoleh hidrolisat dengan 18 sampai 20 asam amino (Irma *et al.*, 1997).

2.6.3 Karakteristik Hidrolisat Protein Ikan

Produk hidrolisat protein ikan memiliki karakteristik warna yang berbeda-beda tergantung dari pigmen bahan baku yang digunakan, misalnya HPI cair yang dibuat dari ikan salmon berwarna merah dan HPI yang dibuat dari ikan pollack berwarna putih. Selain itu, warna dari HPI yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh reaksi pencoklatan non-enzimatis (reaksi Maillard) selama

proses hidrolisis. Penggunaan panas selama proses hidrolisis kemungkinan menjadi penyebab terjadinya pencoklatan pada HPI yang dihasilkan (Ariyani *et al.*, 2003).

Produk hidrolisat protein memiliki rasa pahit yang merupakan ciri khas produk HPI yang disebabkan oleh peptida berantai pendek sebagai produk hasil pemecahan protein. Mekanisme terjadinya komponen penyebab rasa pahit tersebut tidak dapat diprediksi, karena berbagai faktor yang sangat kompleks berperan dalam pembentukan komponen penyebab rasa pahit tersebut. Rasa manis pada HPI kemungkinan disebabkan oleh asam amino glisin selama proses hidrolisis, sedangkan rasa gurih disebabkan oleh pembentukan oligopeptida yang mempunyai proporsi molaritas yang tinggi dari asam glutamat selama proses hidrolisis (Bernadeta *et al.*, 2012).

Hidrolisat protein mempunyai sifat kelarutan yang tinggi seiring dengan meningkatnya nilai derajat hidrolisis. Namun berbanding terbalik pada kapasitas pengemulsi, stabilitas emulsi, dan pengikatan lemak yang meningkat seiring dengan penurunan nilai derajat hidrolisis (Gbogouri *et al.*, 2004). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Koesoemawardani *et al.*, (2011) yang menyatakan bahwa dengan meningkatnya protein terlarut maka kapasitas pengikatan lemak menurun dan daya buih meningkat.

2.6.4 Hidrolisat Protein dengan Biokatalisator Khamir Laut

Khamir laut yang diisolasi dari Pantai Jawa Timur pada tahun 2003 dapat dimanfaatkan sebagai starter pada pembuatan hidrolisat protein ikan peperek (*Leiognathus* sp.) (Prihatmoko *et al.*, 2004). Alkili (2012) telah melakukan penelitian terhadap karakteristik ekstraseluler khamir laut yang dipanen pada fase log dalam menghidrolisis protein ikan peperek. Ekstraseluler khamir laut

yang dipanen pada jam ke-48 tergolong protease serin, karena hidrolisat tersebut memiliki kandungan asam amino serin yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan asam amino lainnya.

Waluyo (2004) menyatakan bahwa khamir laut yang digunakan sebagai starter dalam pembuatan hidrolisat protein ikan peperek dapat menghasilkan tujuh macam asam lemak dan ditambah EPA (*Eicosa Pentaenoic Acid*) serta DHA (*Docosa Hexaenoic Acid*). Sementara itu, Jannah (2012) menyatakan bahwa kapasitas hidrolisis protein kerang darah (*Anadara granosa*) oleh khamir laut yang dipanen pada fase log (hari ke-3) didapatkan kondisi optimal yaitu pH 13, suhu 44°C selama 80 menit dan menghasilkan 17 macam asam amino.

