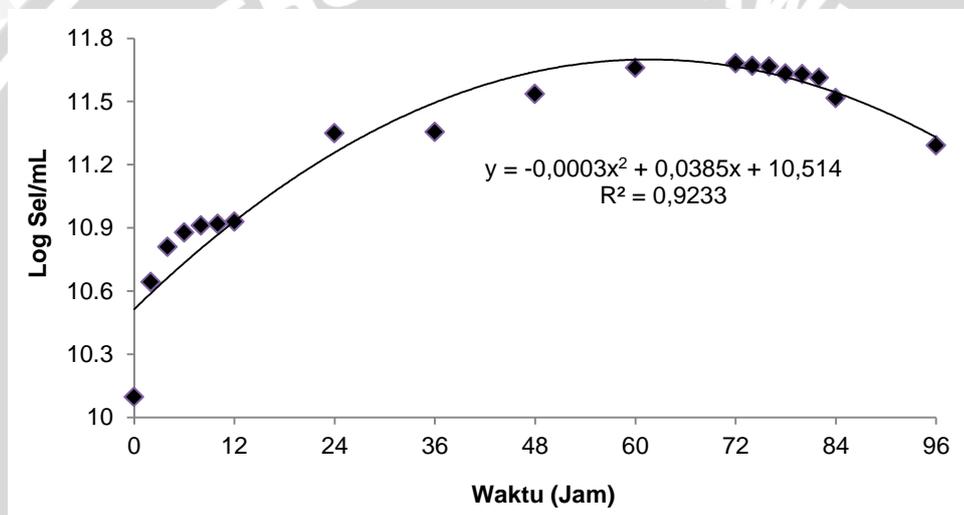


## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Penelitian Pendahuluan

#### 4.1.1 Pertumbuhan Khamir Laut

Pertumbuhan khamir laut ini ditentukan berdasarkan tingkat kepadatan pada berbagai lama waktu kultur. Data pengamatan dan analisis data kepadatan khamir laut dapat dilihat pada Lampiran 11 dan 12. Kepadatan khamir laut pada berbagai lama waktu kultur dapat dilihat pada Gambar 3.



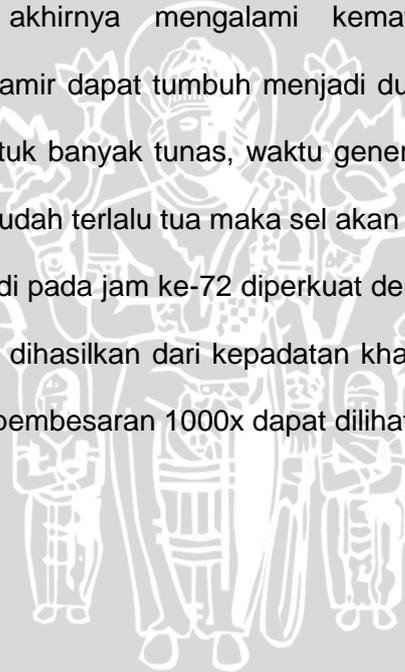
Gambar 3. Kepadatan Khamir Laut pada Berbagai Lama Waktu Kultur

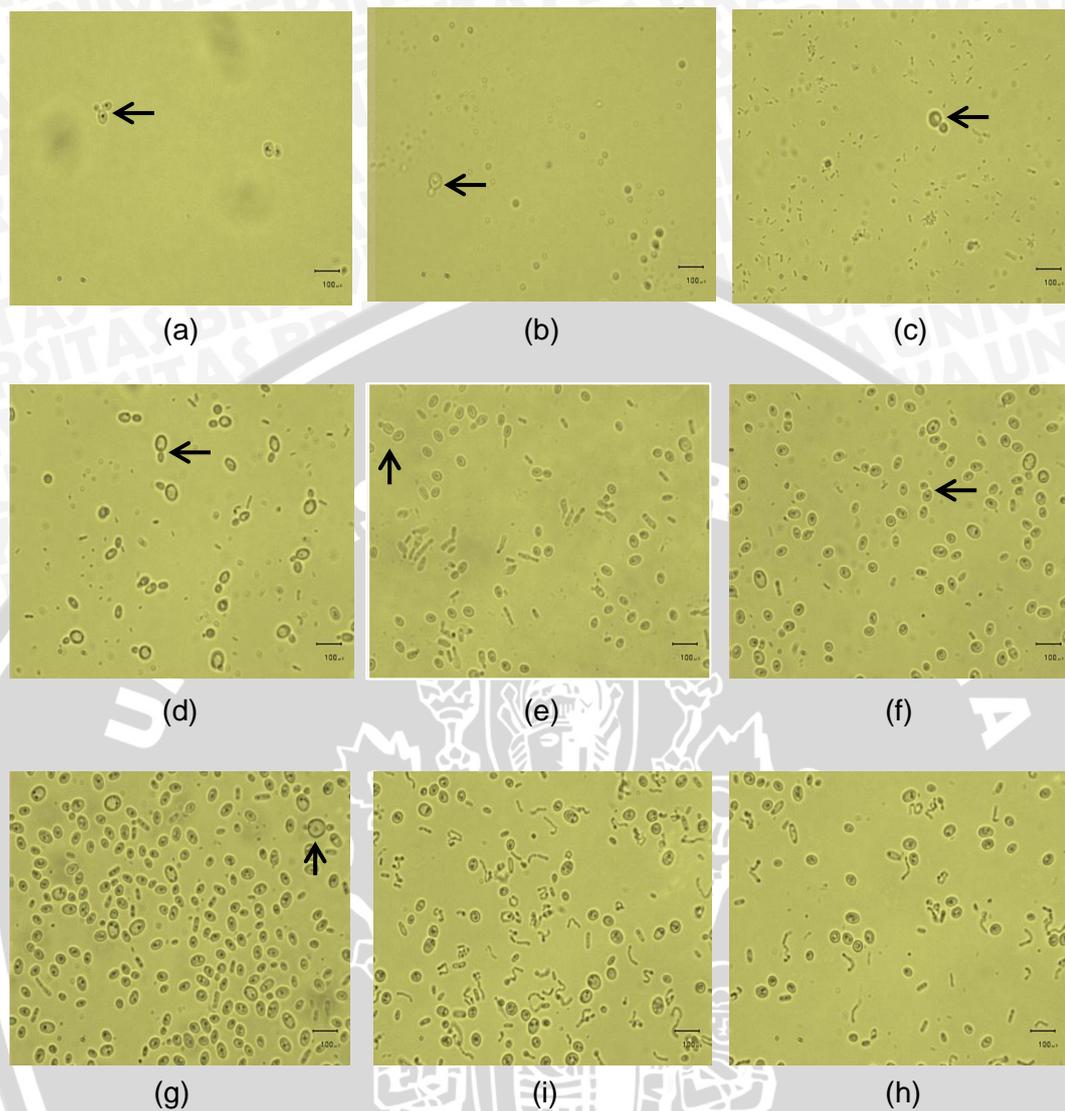
Gambar 3 memperlihatkan bahwa titik optimasi pertumbuhan khamir laut terdapat pada jam ke-72. Hal ini dimungkinkan karena pada masa kultur tersebut jumlah sel khamir laut yang tumbuh sangat banyak sehingga menyebabkan tingginya kepadatan sel khamir laut. Jannah (2012) melaporkan bahwa khamir laut mengalami pembelahan secara cepat pada hari ke-3 atau jam ke-72.

Gambar 3 juga memperlihatkan bahwa perbedaan lama kultur terhadap tingkat kepadatan yang dihasilkan menjadi petunjuk kurva pertumbuhan khamir laut, dimana fase lag terjadi pada jam ke-0 sampai jam ke-2 yang ditandai dengan pertumbuhan yang masih lambat, sehingga belum terjadi pembelahan

sel karena beberapa enzim mungkin belum disintesis (Fardiaz, 1992). Fase log terjadi diatas jam ke-2 hingga jam 72 dan tingkat kepadatan khamir laut yang paling tinggi terdapat pada jam ke-72 dimana sel khamir laut mengalami pembelahan dengan kecepatan tinggi sehingga nutrisi yang terdapat pada media dapat digunakan secara optimal untuk pertumbuhannya. Fase stasioner terjadi diatas jam ke-72 hingga jam 76 dimana jumlah sel khamir laut yang tumbuh akan sama dengan jumlah sel yang mati. Fase kematian terjadi diatas jam ke-76 hingga jam ke-96 yang ditandai dengan penurunan pertumbuhan khamir laut dikarenakan nutrisi pada media mulai habis, sehingga sel tidak dapat mengkonsumsinya dan akhirnya mengalami kematian. Fardiaz (1992) menyatakan bahwa sel khamir dapat tumbuh menjadi dua sel dalam waktu 1-2 jam namun setelah terbentuk banyak tunas, waktu generasi menjadi lebih lama sekitar 6 jam dan apabila sudah terlalu tua maka sel akan mati.

Fase log yang terjadi pada jam ke-72 diperkuat dengan hasil pengamatan mikroskop. Mikrograf yang dihasilkan dari kepadatan khamir laut pada berbagai lama waktu kultur dengan pembesaran 1000x dapat dilihat pada Gambar 4.





Keterangan: Anak panah menunjukkan *budding* pada sel khamir laut

Gambar 4. Mikrograf Kepadatan Khamir Laut pada Berbagai Lama Waktu Kultur dengan Pembesaran 1000x pada Jam ke-0 (a), Jam ke-12 (b), Jam ke-24 (c), Jam ke-36 (d), Jam ke-48 (e), Jam ke-60 (f), Jam ke-72 (g), Jam ke-84 (h), dan Jam ke-96 (i)

Gambar 4 memperlihatkan bahwa sel khamir laut berbentuk bulat, oval, silinder. Beberapa dari sel tersebut terdapat bulatan kecil yang menempel disebut dengan konidia. Banyaknya konidia menunjukkan bahwa sel khamir laut sedang mengalami pertunasan (*budding*). Selain itu, pertunasan sel juga dapat dilihat dari nukleus yang terbagi menjadi dua, dimana sel akan membelah

menjadi sel induk dan sel anak. Hal ini banyak dilihat pada Gambar 4 (g) atau pada jam ke-72 karena pada jam tersebut terjadi pembelahan sel yang cepat atau disebut dengan fase log. Pada fase ini, jumlah sel khamir laut sangat banyak sehingga aktivitas sel juga ikut meningkat (Akili, 2012).

Ukuran dan bentuk sel khamir dalam kultur yang sama dapat berbeda karena adanya perbedaan umur, kondisi lingkungan selama pertumbuhannya, dan perkembangan individu sel. Mula-mula terjadi penipisan dinding sel yang diikuti dengan protoplasma tersembul keluar, kemudian membesar. Lalu diisi dengan komponen-komponen nukleus dan sitoplasma dari induknya melalui saluran yang terbentuk. Tunas terus tumbuh dan apabila ukuran tunas sudah hampir sama besar dengan induknya maka anak sel akan melepaskan diri dari induknya sehingga terbentuk tunas baru (Fardiaz, 1992).

Gambar 4 (h) memperlihatkan bahwa pada jam ke-84 telah terjadi penurunan kecepatan pertumbuhan sel khamir laut diikuti dengan Gambar 4 (i) atau jam ke-96. Terlihat bahwa ukuran sel pada gambar tersebut menjadi lebih kecil yang disebabkan oleh sel tetap membelah meskipun nutrisi yang terdapat pada media mulai habis dan cadangan energi di dalam sel mulai berkurang. Jumlah sel yang tumbuh akan sama dengan jumlah sel yang mati dan semakin lama jumlah sel yang mati akan semakin banyak sehingga jumlah sel akan berkurang. Selain itu juga adanya senyawa hasil metabolisme (metabolit primer dan sekunder), apabila dalam jumlah berlebih akan dapat menghambat pertumbuhan khamir laut yang akan menyebabkan kematian sel, serta umur sel yang sudah tua sehingga pertahanan terhadap lingkungan menjadi berkurang (Natsir, 2013). Penurunan sel di jam ke-84 ini juga menunjukkan bahwa pada jam ke-72 merupakan fase log.

#### 4.1.2 Volume Molase Rebus dan Lama Fermentasi yang Optimal

Penentuan volume molase rebus dan lama fermentasi bertujuan sebagai landasan dalam melakukan penelitian utama. Pada penentuan ini dilakukan dalam beberapa kali percobaan dengan jumlah bahan baku (kepala udang vaname rebus 50 gram) yaitu percobaan pertama (volume molase rebus 5 mL, 10 mL, dan 15 mL), percobaan kedua (volume molase rebus 20 mL, 30 mL, 40 mL, 50 mL, 60 mL, 70 mL, 80 mL, dan 90 mL), dan percobaan ketiga (volume molase rebus 50 mL, 75 mL, 100 mL, 125 mL, dan 150 mL). Data pengamatan volume molase rebus dan lama fermentasi dapat dilihat pada Lampiran 13.

Hasil dari percobaan pertama dengan volume molase rebus 5 mL, 10 mL, dan 15 mL mengalami pembusukan setelah fermentasi 1 hari. Pada percobaan kedua menunjukkan hasil bahwa volume molase 20 mL dan 30 mL mengalami pembusukan setelah fermentasi 1 hari, sedangkan volume molase 40 mL hanya bertahan sampai fermentasi 2 hari. Hal tersebut dimungkinkan karena kurangnya cairan pada sampel yang menyebabkan sampel terlalu padat dan kesulitan pada saat aerasi sehingga proses agitasi tidak berjalan dengan sempurna. Standbury dan Whitaker (1984), mengungkapkan bahwa sebagian proses fermentasi berlangsung secara aerobik yang memerlukan suplai oksigen, dimana dapat dilakukan dengan cara pengadukan atau agitasi.

Pada percobaan kedua dengan volume molase rebus 50 mL, 60 mL, 70 mL, 80 mL, dan 90 mL menunjukkan hasil bahwa hidrolisat protein kepala udang vaname rebus pada fermentasi 4 hari memiliki bau khas fermentasi dan molase rebus. Hal tersebut dapat disebabkan oleh volume molase rebus yang ditambahkan memiliki perbandingan yang sama atau lebih dari bahan baku yang digunakan (kepala udang vaname rebus 50 gram), sehingga saat aerasi dapat berjalan dengan baik. Kecepatan aserasi dalam fermentasi menggunakan

medium molase rebus dan kontrol (gula) sangat dibutuhkan khamir laut dalam pertumbuhan sel dan untuk mengatur jumlah oksigen terlarut pada medium (Sari, 2014).

Hasil dari percobaan kedua dengan volume molase rebus 50 mL (bertahan fermentasi 4 hari) digunakan sebagai acuan dalam percobaan ketiga sebagai batas terendah. Pada percobaan ketiga dengan volume molase rebus 50 mL, 75 mL, 100 mL, 125 mL, dan 150 mL menunjukkan hasil bahwa hidrolisat protein kepala udang vaname rebus pada fermentasi 9 hari memiliki bau khas fermentasi dan molase rebus, namun cairan yang terdapat pada sampel sudah mulai berkurang. Hal ini dimungkinkan selama fermentasi berlangsung akan menghasilkan asam-asam dan CO<sub>2</sub> yang bersifat mudah menguap sehingga dapat keluar melalui selang pembuangan dan cairan yang terdapat pada sampel akan berkurang. Rahmadi (2003) menyatakan bahwa selama fermentasi akan menghasilkan metabolit, alkohol, asam (asam laktat, asam butirat, dan asam asetat), CO<sub>2</sub>, dan air.

Oleh karena itu, volume molase rebus yang digunakan dalam penelitian utama adalah 50 mL, 100 mL, dan 150 mL. Sedangkan lama fermentasi yang digunakan dalam penelitian utama menggunakan acuan 9 hari dengan kisaran peningkatan dan penurunan lama fermentasi 3 hari menjadi 3, 6, 9, dan 12 hari. Pada penelitian utama menggunakan kepala udang vaname rebus sebanyak 100 gram, sehingga konsentrasi molase rebus digandakan dua kali lipat menjadi 100 mL, 200 mL, dan 300 mL dengan tujuan untuk keperluan analisis sampel.

#### 4.1.3 Volume Khamir Laut yang Optimal

Penentuan volume khamir laut yang optimal digunakan sebagai landasan untuk melakukan penelitian utama dalam menambahkan khamir laut untuk menghidrolisis kepala udang vaname rebus. Volume khamir laut yang ditambahkan merupakan hasil kultur pada fase log yang dilakukan sentrifus untuk memisahkan antara filtrat dan residu (berupa khamir laut yang telah mati). Pada penentuan ini dilakukan percobaan dengan menggunakan volume khamir laut 10 mL dan 20 mL.

Hasil dari percobaan volume khamir laut 10 mL menunjukkan bahwa hidrolisat protein kepala udang vaname rebus dapat bertahan fermentasi 9 hari dan volume khamir laut 20 mL hanya dapat bertahan hingga fermentasi 1 hari. Hal ini dimungkinkan volume khamir laut yang lebih tinggi akan menyebabkan sel lebih cepat tumbuh sehingga sumber karbon yang terdapat pada molase rebus akan lebih cepat berkurang dibanding volume khamir laut 10 mL. Jannah (2012) menyatakan bahwa penambahan volume khamir laut memiliki batas maksimum dan apabila melebihi dapat menyebabkan khamir laut jenuh terhadap substrat sehingga tidak dapat menghidrolisis dengan baik.

#### 4.1.4 Komposisi Kimia Kepala Udang Vaname Rebus

Kepala udang vaname memiliki komposisi kimia yang bervariasi antar individu. Hal ini dimungkinkan perbedaan faktor habitat, makanan, spesies, musim, dan umur udang itu sendiri. Komposisi kimia kepala udang vaname segar dan rebus dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Komposisi Kimia Kepala Udang Vaname Segar dan Rebus

Komposisi Kimia (%)	Kepala Udang Vaname Segar *	Kepala Udang Vaname Rebus
Kadar Air	78,60	72,17
Kadar Lemak	0,88	3,03
Kadar Abu	6,59	13,88
Kadar Protein	12,43	9,13
Kalsium	3,16	2,78

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

Tabel 6 memperlihatkan bahwa kadar air kepala udang vaname rebus lebih rendah dibanding kepala udang vaname segar. Hal ini dimungkinkan perebusan dapat mengurangi kadar air yang terdapat pada kepala udang vaname. Manurung (2009) melaporkan bahwa perebusan menyebabkan air yang tertinggal dalam udang ronggeng rebus menjadi lebih sedikit dibanding udang ronggeng segar. Hal ini menunjukkan sifat air yang mudah menguap apabila dipanaskan. Perebusan dapat mengurangi daya tarik-menarik antara molekul-molekul air (Winarno, 2004), sehingga terjadi perpindahan dari air terikat menjadi air bebas dimana air bebas akan lebih mudah menguap apabila dipanaskan.

Tabel 6 memperlihatkan bahwa kadar lemak dan abu kepala udang vaname segar lebih rendah dibanding kepala udang vaname rebus. Hal ini dimungkinkan perbedaan kondisi bahan baku yang digunakan. Nurjanah *et al.*, (2008) menyatakan bahwa keragaman komposisi kimia dimungkinkan oleh faktor habitat, musim, spesies, umur udang, dan makanan. Selain itu, penurunan kadar air setelah perebusan dapat menyebabkan naiknya komponen lain, seperti: lemak dan abu (Winarso, 2003). Hal ini menunjukkan terjadinya kesetimbangan massa dimana kadar air berbanding terbalik dengan kadar abu dan lemak.

Tabel 6 memperlihatkan bahwa kadar protein kepala udang vaname rebus lebih rendah dibanding kepala udang vaname segar. Hal ini dimungkinkan proses perebusan menyebabkan protein terdenaturasi. Manurung (2009)

melaporkan bahwa kadar protein udang ronggeng mengalami penurunan akibat perebusan karena protein mengalami denaturasi. Selain itu, protein merupakan bahan organik bersifat polar sehingga dengan adanya perebusan akan menyebabkan protein larut ke dalam air perebusan dan menjadi berkurang.

Tabel 6 juga memperlihatkan bahwa kadar kalsium kepala udang vaname rebus lebih rendah dibanding kepala udang vaname segar. Hal ini dimungkinkan terlarutnya kalsium kepala udang vaname ke dalam air perebusan. Hal ini sejalan dengan Irawan (2006) yang menyatakan bahwa perebusan dapat meningkatkan kelarutan kalsium dibandingkan tanpa perebusan. Hal ini menunjukkan selama perebusan akan menyebabkan terpecahnya partikel-partikel mineral yang terikat pada air (Winarno, 1992), sehingga kadar kalsium akan berkurang.

#### **4.2 Penelitian Utama**

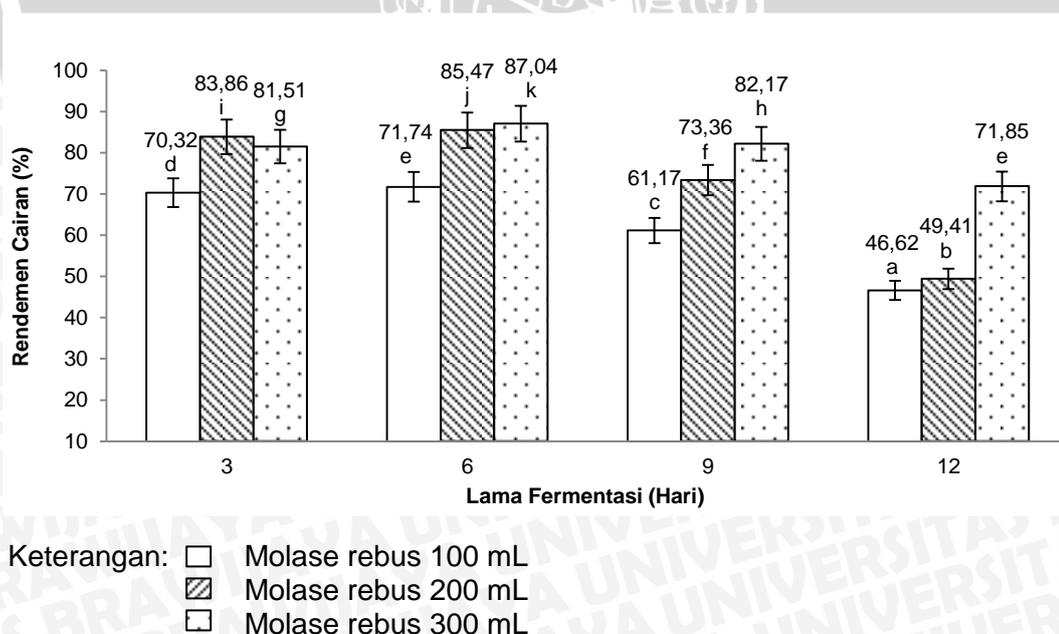
Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan didapatkan perlakuan penambahan volume molase rebus 100 mL, 200 mL, 300 mL dan lama fermentasi 3, 6, 9, dan 12 hari. Selanjutnya hasil penelitian pendahuluan tersebut digunakan untuk penelitian utama dan dilakukan analisis yang meliputi rendemen, analisis proksimat, pH, kapasitas emulsi, dan daya buih. Hasil analisis nilai rendemen dan kandungan nutrisi hidrolisat kepala udang vaname rebus dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 14.

#### 4.2.1 Rendemen Hidrolisat Protein Kepala Udang Vaname Rebus

##### 4.2.1.1 Rendemen Cairan

Rendemen merupakan jumlah persentase sampel akhir setelah proses dan dinyatakan dalam % (bobot/bobot). Proses hidrolisis dengan menggunakan enzim dari khamir laut akan merubah substrat menjadi produk hidrolisat. Persentase banyaknya produk hidrolisat yang dihasilkan terhadap bahan baku yang digunakan sebelum hidrolisis disebut dengan rendemen produk hidrolisat (Purbasari, 2008).

Data pengamatan dan analisis data rendemen cairan hidrolisat protein kepala udang vaname rebus dengan volume molase rebus dan lama fermentasi berbeda dapat dilihat pada Lampiran 15. Hasil analisis data menunjukkan bahwa interaksi volume molase rebus dan lama fermentasi terhadap rendemen cairan ada perbedaan ( $p < 0,05$ ). Rendemen cairan hidrolisat protein kepala udang vaname rebus dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 5.



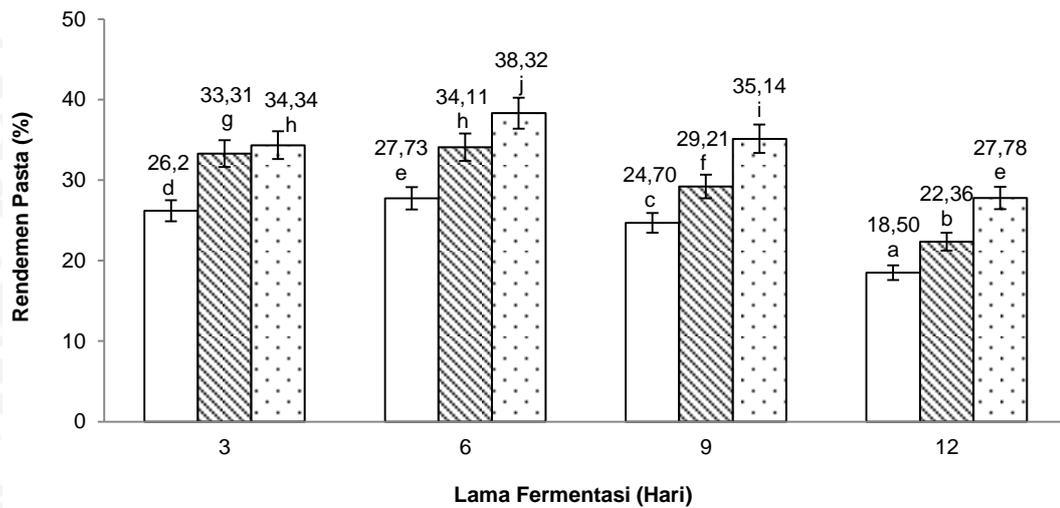
Gambar 5. Rendemen Cairan Hidrolisat Protein Kepala Udang Vaname Rebus dengan Volume Molase Rebus dan Lama Fermentasi yang Berbeda

Gambar 5 memperlihatkan bahwa interaksi volume molase rebus dan lama fermentasi dapat meningkatkan rendemen cairan hidrolisat protein kepala udang vaname rebus hingga hari ke-6. Hal ini dimungkinkan semakin banyak substrat yang dapat dihidrolisis sehingga cairan yang didapatkan juga semakin banyak. Shahidi *et al.*, (1994) menyatakan bahwa selama proses hidrolisis akan menyebabkan terlarutnya komponen gizi seperti protein, lemak, dan mineral yang dapat mempengaruhi besarnya rendemen produk hidrolisat yang dihasilkan.

Gambar 5 juga memperlihatkan bahwa rendemen cairan hidrolisat protein kepala udang vaname rebus mulai mengalami penurunan pada hari ke-9. Hal ini dimungkinkan semakin lama fermentasi menyebabkan semakin banyak senyawa volatil yang terbentuk. Liawati (1992) menyatakan bahwa aktivitas hidrolisis yang tinggi menyebabkan terurainya protein menjadi asam amino yang kemudian berubah menjadi  $H_2O$ ,  $CO_2$ , dan senyawa-senyawa yang mengandung nitrogen ( $NH_3$ , skatol, indol, kadaverin, dan putresin). Semakin lama fermentasi akan berpotensi terjadinya penguapan senyawa-senyawa volatil sehingga nilai rendemen cairan akan mengalami penurunan.

#### 4.2.1.2 Rendemen Pasta

Data pengamatan dan analisis data rendemen pasta hidrolisat protein kepala udang vaname rebus dengan volume molase rebus dan lama fermentasi berbeda dapat dilihat pada Lampiran 16. Hasil analisis data menunjukkan bahwa interaksi volume molase rebus dan lama fermentasi terhadap rendemen pasta ada perbedaan ( $p < 0,05$ ). Rendemen pasta hidrolisat protein kepala udang vaname rebus dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 6.



Keterangan: □ Molase rebus 100 mL  
 ▨ Molase rebus 200 mL  
 ▤ Molase rebus 300 mL

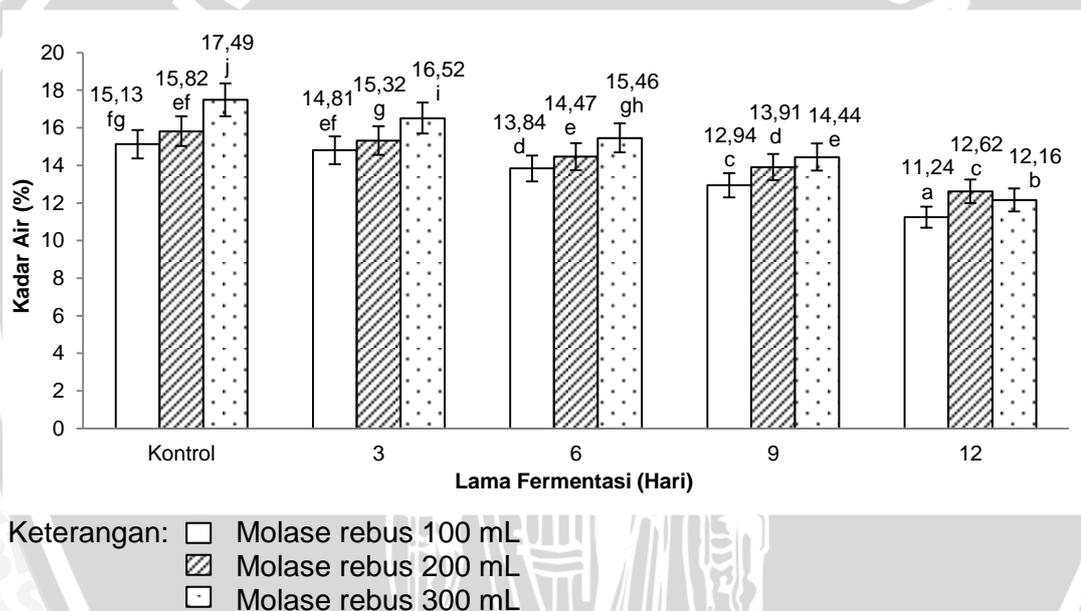
Gambar 6. Rendemen Pasta Hidrolisat Protein Kepala Udang Vaname Rebus dengan Volume Molase Rebus dan Lama Fermentasi yang Berbeda

Gambar 6 memperlihatkan bahwa interaksi volume molase rebus dan lama fermentasi dapat meningkatkan rendemen pasta hidrolisat protein kepala udang vaname rebus hingga hari ke-6 dan mulai mengalami penurunan pada hari ke-9. Hal ini berkaitan dengan besarnya rendemen cairan yang dihasilkan, dimana rendemen pasta berbanding lurus dengan rendemen cairan. Pengeringan untuk mendapatkan rendemen pasta mengakibatkan komponen air akan berkurang dan meningkatkan komponen lain seperti protein, lemak, dan abu. Hidayat (2005) menyatakan pengeringan pada produk hidrolisat hanya bertujuan untuk menghilangkan kandungan air pada sampel. Hal inilah yang menyebabkan rendemen pasta lebih rendah dibanding rendemen cairan hidrolisat protein kepala udang vaname rebus.

## 4.2.2 Analisis Proksimat Hidrolisat Protein Kepala Udang Vaname Rebus

### 4.2.2.1 Kadar Air

Data pengamatan dan analisis data kadar air kontrol dan hidrolisat protein kepala udang vaname rebus dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 17. Hasil analisis data menunjukkan bahwa interaksi volume molase rebus dan lama fermentasi terhadap kadar air ada perbedaan ( $p < 0,05$ ). Kadar air kontrol dan hidrolisat protein kepala udang vaname rebus dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Kadar Air Kontrol dan Hidrolisat Protein Kepala Udang Vaname Rebus dengan Volume Molase Rebus dan Lama Fermentasi yang Berbeda

Gambar 7 memperlihatkan bahwa kadar air hidrolisat protein kepala udang vaname rebus yang diberi perlakuan lebih rendah dibanding kontrol. Hal ini dimungkinkan karena pada perlakuan kontrol belum terjadi hidrolisis kepala udang vaname rebus. Pusparani dan Yuwono (2014) melaporkan bahwa kadar air kontrol akan lebih tinggi dibanding produk fermentasi. Hal ini menunjukkan

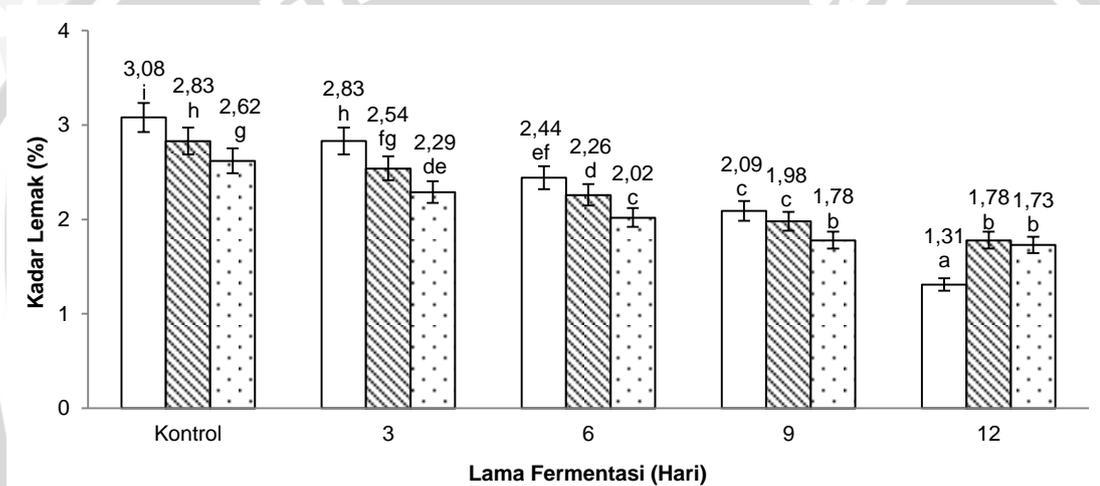
bahwa hidrolisat protein kepala udang vaname rebus yang diberi perlakuan akan meningkatkan kandungan nutrisi lainnya sehingga dapat menurunkan kadar air hidrolisat protein. Proses hidrolisis akan menyebabkan terlarutnya komponen protein, lemak, dan mineral (Shahidi *et al.*, 1994), sehingga dapat menurunkan kadar air produk hidrolisat protein yang dihasilkan.

Gambar 7 memperlihatkan bahwa interaksi volume molase rebus dan lama fermentasi menyebabkan kadar air hidrolisat protein kepala udang vaname rebus mengalami penurunan. Hal ini dimungkinkan selama hidrolisis akan menyebabkan semakin banyak molekul-molekul air yang dibebaskan. Widyasaputra dan Yuwono (2013) melaporkan bahwa semakin lama fermentasi maka kadar air akan semakin turun. Hal ini menunjukkan bahwa pada saat fermentasi akan terjadi hidrolisis kepala udang vaname rebus oleh khamir laut menjadi senyawa yang lebih sederhana disertai dengan pelepasan air. Hidrolisis kepala udang vaname rebus oleh khamir laut menyebabkan menurunnya kemampuan bahan dalam mempertahankan air akibat kehilangan gugus hidroksil (Pusparani dan Yuwono, 2014; Anggraeni dan Yuwono, 2014). Terlepasnya gugus hidroksil menyebabkan semakin banyak jumlah air terikat yang terbebaskan sehingga air pada hidrolisat protein kepala udang vaname rebus akan mudah menguap selama pengeringan.

Gambar 7 juga memperlihatkan bahwa peningkatan volume molase rebus dapat meningkatkan kadar air hidrolisat protein kepala udang vaname rebus. Hal ini dimungkinkan semakin banyak volume molase rebus yang ditambahkan maka semakin banyak cairan hidrolisat protein kepala udang vaname rebus sehingga dengan waktu pengeringan yang sama akan diperoleh kadar air yang lebih tinggi. Handayani (1989) melaporkan bahwa peningkatan jumlah molase dapat meningkatkan kadar air.

#### 4.2.2.2 Kadar Lemak

Data pengamatan dan analisis data kadar lemak kontrol dan hidrolisat protein kepala udang vaname rebus dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 18. Hasil analisis data menunjukkan bahwa interaksi volume molase rebus dan lama fermentasi terhadap kadar lemak ada perbedaan ( $p < 0,05$ ). Kadar lemak kontrol dan hidrolisat protein kepala udang vaname rebus dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 8.



Keterangan:   
 □ Molase rebus 100 mL   
 ▨ Molase rebus 200 mL   
 ▤ Molase rebus 300 mL

Gambar 8. Kadar Lemak Kontrol dan Hidrolisat Protein Kepala Udang Vaname Rebus dengan Volume Molase Rebus dan Lama Fermentasi yang Berbeda

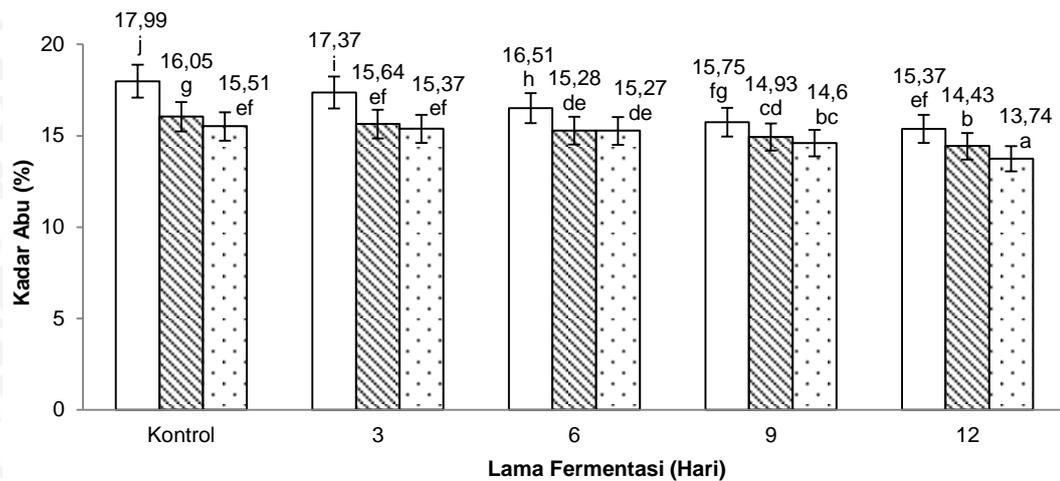
Gambar 8 memperlihatkan bahwa kadar lemak hidrolisat protein kepala udang vaname rebus lebih rendah dibanding kontrol. Hal ini dimungkinkan hidrolisat protein kepala udang vaname rebus yang diberi perlakuan mengalami hidrolisis sehingga semakin banyak lemak yang terdegradasi menjadi asam lemak dan gliserol. Purbasari (2008) menyatakan bahwa selama proses hidrolisis akan terjadi perubahan struktur jaringan ikan, dimana membran sel akan

berkumpul dan membentuk gelembung yang tak larut sehingga mengakibatkan terlepasnya lemak pada struktur membran. Terlepasnya lemak dari struktur membran akan memudahkan aktivitas khamir laut dalam mendegradasi lemak (Utama dan Sumarsih, 2010) sehingga berkurangnya kadar lemak yang dihasilkan.

Gambar 8 memperlihatkan bahwa interaksi volume molase rebus dan lama fermentasi menyebabkan kadar lemak mengalami penurunan. Hal ini dimungkinkan peningkatan volume molase rebus maka semakin banyak khamir laut yang dapat tumbuh sehingga kemampuan dalam menghidrolisis lemak juga tinggi. Pada khamir laut juga terdapat enzim lipase yang berfungsi untuk mendegradasi lemak menjadi gliserol dan asam lemak (Bharathi, 2011). Semakin lama fermentasi akan menyebabkan sumber energi dari molase rebus habis sehingga khamir laut akan memecah lemak untuk memenuhi kebutuhan energi dalam pertumbuhannya (Anggraeny dan Umiyasih, 2009; Wardhani, 2007).

#### 4.2.2.3 Kadar Abu

Data pengamatan dan analisis data kadar abu kontrol dan hidrolisat protein kepala udang vaname rebus dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 19. Hasil analisis data menunjukkan bahwa interaksi volume molase rebus dan lama fermentasi terhadap kadar abu ada perbedaan ( $p < 0,05$ ). Kadar abu kontrol dan hidrolisat protein kepala udang vaname rebus dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 9.



Keterangan: □ Molase rebus 100 mL  
 ▨ Molase rebus 200 mL  
 ▤ Molase rebus 300 mL

Gambar 9. Kadar Abu Kontrol dan Hidrolisat Protein Kepala Udang Vaname Rebus dengan Volume Molase Rebus dan Lama Fermentasi yang Berbeda

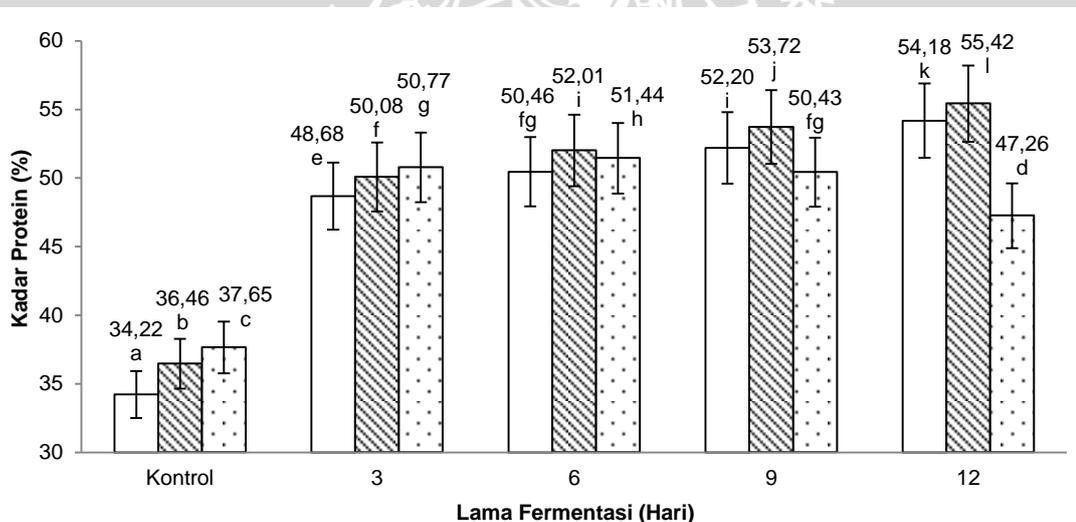
Gambar 9 memperlihatkan bahwa kadar abu hidrolisat protein kepala udang vaname rebus yang diberi perlakuan lebih rendah dibanding kontrol. Hal ini dimungkinkan perlakuan kontrol belum terjadi proses hidrolisis. Savitri (2011) melaporkan bahwa semakin lama fermentasi menyebabkan kadar abu mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa terjadinya penggunaan komponen mineral dari hidrolisat protein kepala udang vaname rebus oleh khamir laut sehingga kadar abu cenderung berkurang.

Gambar 9 memperlihatkan bahwa interaksi volume molase rebus dan lama fermentasi menyebabkan kadar abu mengalami penurunan. Hal ini dimungkinkan meningkatnya volume molase rebus yang ditambahkan menyebabkan bertambahnya jumlah khamir laut sehingga selama fermentasi berlangsung semakin banyak khamir laut yang menggunakan mineral pada molase rebus ataupun kepala udang vaname rebus. Komponen mineral dalam molase antara lain bentuk anion (magnesium, kalsium, aluminium, kalium, dan

nitrogen) dan bentuk kation (silikat, fosfat, sulfat, sulfit, dan klorida) (Holilah, 2005), sehingga dapat digunakan khamir laut untuk pertumbuhannya dan kadar abu semakin berkurang.

#### 4.2.2.4 Kadar Protein

Data pengamatan dan analisis data kadar protein kontrol dan hidrolisat protein kepala udang vaname rebus dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 20. Hasil analisis data menunjukkan bahwa interaksi volume molase rebus dan lama fermentasi terhadap kadar protein ada perbedaan ( $p < 0,05$ ). Kadar protein kontrol dan hidrolisat protein kepala udang vaname rebus dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 10.



Keterangan: □ Molase rebus 100 mL  
 ▨ Molase rebus 200 mL  
 ▩ Molase rebus 300 mL

Gambar 10. Kadar Protein Kontrol dan Hidrolisat Protein Kepala Udang Vaname Rebus dengan Volume Molase Rebus dan Lama Fermentasi yang Berbeda



Gambar 10 memperlihatkan bahwa kadar protein hidrolisat protein kepala udang vaname rebus yang diberi perlakuan lebih tinggi dibanding kontrol. Hal ini dimungkinkan karena hidrolisat protein kepala udang vaname rebus yang diberi perlakuan mengalami hidrolisis protein menjadi senyawa yang lebih sederhana, yakni asam amino oleh khamir laut ataupun oleh enzim protease yang terdapat secara alami pada bahan baku kepala udang vaname rebus. Savitri (2011) melaporkan bahwa proses hidrolisis dapat meningkatkan kadar protein karena terjadi pemecahan protein menjadi asam amino dan ikut terdeteksinya enzim karena enzim adalah protein.

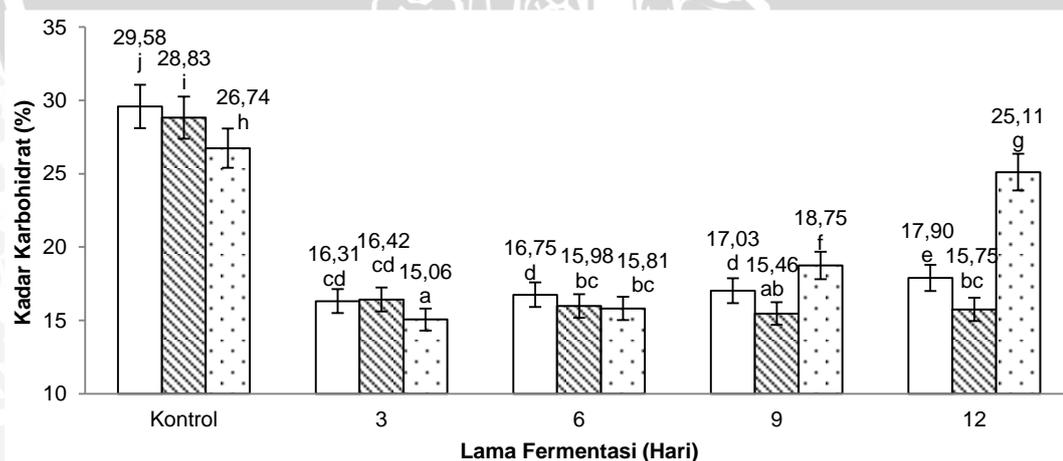
Gambar 10 memperlihatkan bahwa interaksi volume molase rebus dan lama fermentasi menyebabkan kadar protein cenderung semakin meningkat. Hal ini dimungkinkan tingginya kadar protein pada molase rebus itu sendiri, yaitu sekitar 24,64% (Rohim, 2014). Semakin tinggi molase rebus dan lama fermentasi memberikan kesempatan khamir laut untuk tumbuh dan berkembang sehingga meningkatkan jumlah sel khamir laut, dimana khamir laut merupakan penghasil protein sel tunggal. Peningkatan jumlah sel-sel khamir laut secara signifikan juga dapat meningkatkan kandungan protein pada hidrolisat protein kepala udang vaname rebus (Anggraeny dan Umiyasih, 2009; Nurul *et al.*, 2013; Utama dan Sumarsih, 2010).

Gambar 10 juga memperlihatkan bahwa perlakuan dengan penambahan volume molase rebus 300 mL mengalami peningkatan kadar protein sampai hari ke-6 dan mengalami penurunan pada hari ke-9 dan ke-12. Hal ini dimungkinkan pemberian molase rebus yang terlalu tinggi dapat menghambat fermentasi yang berlangsung. Wardhani (2007) melaporkan bahwa peningkatan jumlah molase yang ditambahkan dapat menurunkan kadar protein. Hal ini menunjukkan bahwa selama fermentasi berlangsung akan terjadi pemecahan asam amino oleh khamir

laut. Liawati (1992) menyatakan adanya aktivitas mikroba dapat merubah asam amino menjadi H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, dan senyawa-senyawa yang mengandung nitrogen (indol, skatol, putresin, kadaverin, dan NH<sub>3</sub>). Semakin lama fermentasi maka senyawa NH<sub>3</sub> yang dihasilkan semakin banyak. Senyawa NH<sub>3</sub> bersifat basa sehingga dimungkinkan dapat mematikan khamir laut dan menyebabkan menurunnya kadar protein.

#### 4.2.2.5 Kadar Karbohidrat

Data pengamatan dan analisis data kadar karbohidrat kontrol dan hidrolisat protein kepala udang vaname rebus dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 21. Hasil analisis data menunjukkan bahwa interaksi volume molase rebus dan lama fermentasi terhadap kadar karbohidrat ada perbedaan ( $p < 0,05$ ). Kadar karbohidrat kontrol dan hidrolisat protein kepala udang vaname rebus dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 11.



Keterangan:   
 □ Molase rebus 100 mL   
 ▨ Molase rebus 200 mL   
 ▤ Molase rebus 300 mL

Gambar 11. Kadar Karbohidrat Kontrol dan Hidrolisat Protein Kepala Udang Vaname Rebus dengan Volume Molase Rebus dan Lama Fermentasi yang Berbeda

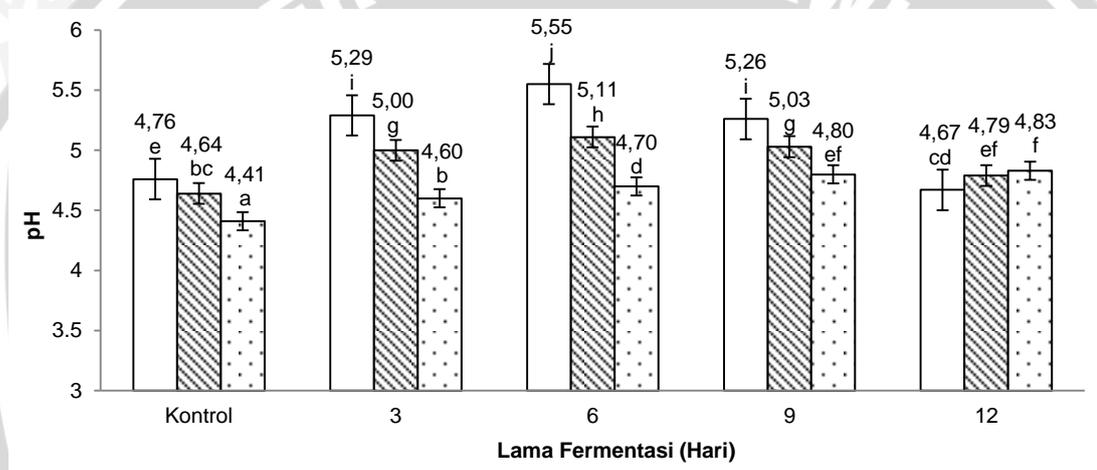
Gambar 11 memperlihatkan bahwa kadar karbohidrat kontrol lebih tinggi dibanding hidrolisat protein kepala udang vaname rebus yang diberi perlakuan. Hal ini dimungkinkan perlakuan kontrol masih belum terjadi aktivitas khamir laut. Sari (2014) menyatakan bahwa kultur khamir laut menggunakan media dengan penambahan molase rebus mengalami fase log pada jam ke-48. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan kontrol belum terjadi pemecahan molase rebus sebagai sumber energi khamir laut dalam pertumbuhannya sehingga meningkatkan kadar karbohidrat.

Gambar 11 memperlihatkan bahwa interaksi volume molase rebus dan lama fermentasi menyebabkan kadar karbohidrat cenderung semakin turun. Hal ini dimungkinkan adanya proses hidrolisis akan meningkatkan bahan organik lain, seperti: protein. Savitri (2011) menyatakan bahwa kadar karbohidrat hidrolisat *condiment* kupang putih menurun seiring lama fermentasi. Hal ini menunjukkan bahwa selama fermentasi terjadi pemecahan molase rebus oleh khamir laut sebagai sumber energi dalam menghidrolisis kepala udang vaname rebus. Bharathi (2011) menyatakan bahwa khamir laut memiliki berbagai enzim, salah satunya enzim amilase. Aktivitas enzim amilase inilah yang berperan dalam memecah karbohidrat menjadi senyawa lebih sederhana sehingga kadar karbohidrat akan mengalami penurunan.

Gambar 11 juga memperlihatkan terjadinya peningkatan kadar karbohidrat mulai hari ke-9 diberbagai volume molase rebus. Hal ini dimungkinkan terjadinya penurunan komponen lain seperti abu, lemak, dan protein sehingga kadar karbohidrat mengalami peningkatan kembali.

### 4.2.3 Nilai pH

Data pengamatan dan analisis data nilai pH kontrol dan hidrolisat protein kepala udang vaname rebus dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 22. Hasil analisis data menunjukkan bahwa interaksi volume molase rebus dan lama fermentasi terhadap nilai pH ada perbedaan ( $p < 0,05$ ). Nilai pH kontrol dan hidrolisat protein kepala udang vaname rebus dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 12.



Keterangan: □ Molase rebus 100 mL  
 ▨ Molase rebus 200 mL  
 ▤ Molase rebus 300 mL

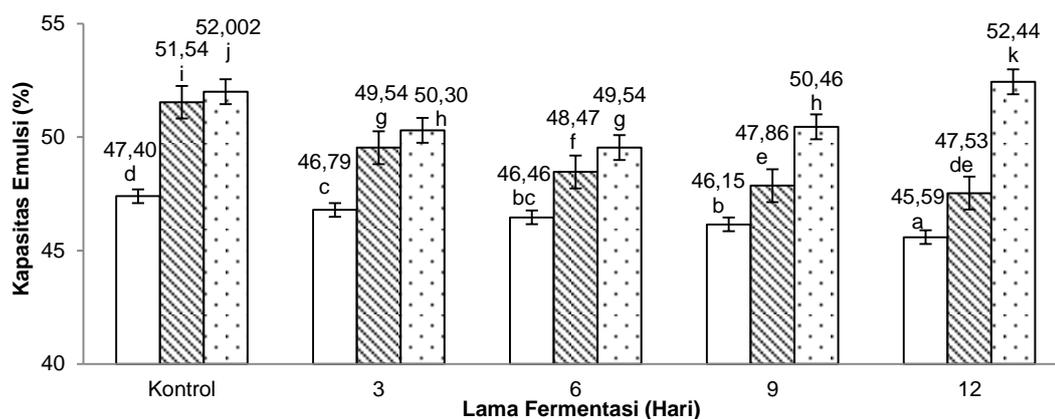
Gambar 12. Nilai pH Kontrol dan Hidrolisat Protein Kepala Udang Vaname Rebus dengan Volume Molase Rebus dan Lama Fermentasi yang Berbeda

Gambar 12 memperlihatkan bahwa nilai pH hidrolisat protein kepala udang vaname rebus yang diberi perlakuan lebih tinggi dibanding kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa hidrolisat kepala udang vaname rebus yang diberi perlakuan mengalami pemecahan protein menjadi senyawa volatile, seperti:  $\text{NH}_3$ . Wahyudi (1997) menyatakan bahwa adanya penguraian sumber nitrogen dan asam organik yang terdapat dalam media menjadi senyawa yang lebih sederhana, seperti nitrat dan nitrit sehingga dapat meningkatkan nilai pH.

Gambar 12 memperlihatkan bahwa interaksi volume molase rebus dan lama fermentasi menyebabkan nilai pH cenderung semakin turun. Hal ini berkaitan dengan karbohidrat yang terkandung dalam molase rebus. Nurul *et al.*, (2013) menyatakan semakin lama fermentasi menyebabkan terpecahnya komponen karbohidrat (gula) dari molase membentuk asam-asam yang mudah menguap, diantaranya asam asetat, asam piruvat, dan asam laktat. Selama terbentuknya asam dari perombakan glukosa akan dihasilkan CO<sub>2</sub>. Terlarutnya CO<sub>2</sub> dalam air akan menghasilkan ion bikarbonat dan ion hidrogen menjadi asam karbonat ( $H_2CO_3 = HCO_3 + H^+$ ) yang akan menyebabkan sampel menjadi asam (Noviati, 2007). Senyawa-senyawa inilah yang dapat mengakibatkan sampel menjadi asam hingga pH hidrolisat protein kepala udang vaname rebus mengalami penurunan.

#### 4.2.4 Kapasitas Emulsi

Kapasitas emulsi merupakan salah satu potensi dari hidrolisat protein. Emulsi merupakan suatu bahan yang dapat meningkatkan proses pencampuran antara dua fase yang berbeda dan sulit bercampur melalui aksi permukaan. Data pengamatan dan analisis data kapasitas emulsi kontrol dan hidrolisat protein kepala udang vaname rebus dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 23. Hasil analisis data menunjukkan bahwa interaksi volume molase rebus dan lama fermentasi terhadap kapasitas emulsi ada perbedaan ( $p < 0,05$ ). Kapasitas emulsi kontrol dan hidrolisat protein kepala udang vaname rebus dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 13.



Keterangan: □ Molase rebus 100 mL  
 ▨ Molase rebus 200 mL  
 ▤ Molase rebus 300 mL

Gambar 13. Kapasitas emulsi Kontrol dan Hidrolisat Protein Kepala Udang Vaname Rebus dengan Volume Molase Rebus dan Lama Fermentasi yang Berbeda

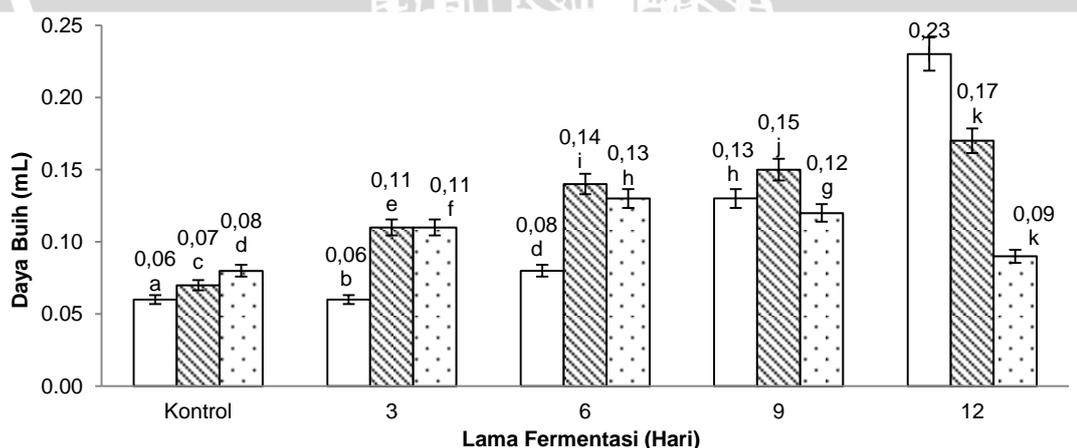
Gambar 13 memperlihatkan bahwa kapasitas emulsi kontrol lebih tinggi dibanding hidrolisat protein kepala udang vaname rebus yang diberi perlakuan. Hal ini dimungkinkan perlakuan kontrol memiliki asam-asam amino yang lebih banyak. Asam amino ini memiliki gugus polar (hidrofilik) dan gugus non polar (hidrofobik). Oleh karena itu, gugus polar pada asam amino akan berikatan dengan gugus polar pada air dan gugus non polar pada asam amino akan berikatan dengan gugus non polar pada minyak, sehingga terbentuklah emulsi. Rieuwpassa *et al.*, (2013) dan Chalamaiah *et al.*, (2011) menyatakan bahwa kapasitas emulsi disebabkan oleh kemampuan bahan dalam menyerap air dan minyak yang berkaitan dengan keseimbangan ikatan hidrofilik dan lipofilik asam amino. Tingginya asam amino pada perlakuan kontrol berpengaruh pada semakin banyak emulsi yang terbentuk.

Gambar 13 memperlihatkan bahwa interaksi volume molase rebus dan lama fermentasi menyebabkan kapasitas emulsi mengalami penurunan. Hal ini dimungkinkan besarnya ketidakcampuran pada saat homogenisasi sehingga

emulsi sulit terbentuk. Rusmiyati (2010) menyatakan bahwa semakin besar derajat ketidakbercampuran maka semakin besar tegangan permukaan dan emulsi sulit terbentuk. Selain itu, penurunan kapasitas emulsi juga dapat disebabkan oleh rendahnya lemak yang terdapat pada hidrolisat protein kepala udang vaname rebus, sehingga gugus non polar pada asam amino akan sedikit berikatan dengan gugus non polar minyak/lemak dan akhirnya emulsi yang terbentuk semakin sedikit.

#### 4.2.5 Daya Buih

Data pengamatan dan analisis data daya buih kontrol dan hidrolisat protein kepala udang vaname rebus dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 24. Hasil analisis data menunjukkan bahwa interaksi volume molase rebus dan lama fermentasi terhadap daya buih ada perbedaan ( $p < 0,05$ ). Daya buih kontrol dan hidrolisat protein kepala udang vaname rebus dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 14.



Keterangan:   
 □ Molase rebus 100 mL   
 ▨ Molase rebus 200 mL   
 ▩ Molase rebus 300 mL

Gambar 14. Daya Buih Kontrol dan Hidrolisat Protein Kepala Udang Vaname Rebus dengan Volume Molase Rebus dan Lama Fermentasi yang Berbeda

Gambar 14 memperlihatkan bahwa daya buih hidrolisat protein kepala udang vaname rebus yang diberi perlakuan lebih tinggi dibanding kontrol. Hal ini dimungkinkan hidrolisat kepala udang vaname rebus yang diberi perlakuan mengalami hidrolisis protein membentuk asam-asam amino. Hal ini sejalan dengan Koesoemawardani *et al.*, (2010) yang menyatakan bahwa hidrolisat yang mempunyai nilai protein terlarut tinggi maka daya buihnya juga tinggi. Karakteristik buih ditentukan oleh kekuatan asam amino dalam memerangkap gas (Rieuwpassa *et al.*, (2013). Hal ini menunjukkan selama hidrolisis terbentuk asam amino hidrofobik yang akan mengabsorpsi fase udara dan air, sehingga terbentuk buih yang banyak.

Gambar 14 memperlihatkan bahwa interaksi volume molase rebus dan lama fermentasi dapat meningkatkan daya buih. Hal ini dimungkinkan molase rebus membantu menyediakan energi bagi khamir laut dalam menghidrolisis protein dan semakin lama fermentasi maka semakin banyak pula protein yang terhidrolisis sehingga semakin banyak asam amino hidrofobik yang terbentuk dan berpengaruh pada semakin banyaknya daya buih.

Gambar 14 juga memperlihatkan bahwa kadar protein berbanding lurus dengan daya buih dan berbanding terbalik dengan kapasitas emulsi yang dihasilkan. Hal ini berkaitan dengan sifat *amfoter* asam amino, dimana daya buih berkaitan dengan asam amino hidrofobik, sedangkan kapasitas emulsi berkaitan dengan asam amino hidrofobik (nonpolar) dan hidrofilik (polar).

### 4.3 Perlakuan Terbaik

Berdasarkan hasil penelitian utama dilakukan penentuan perlakuan terbaik. Perlakuan terbaik ditentukan berdasarkan kandungan protein tertinggi yaitu 55,42% pada volume molase rebus 200 mL dan lama fermentasi 12 hari. Komposisi kimia perlakuan terbaik dibandingkan dengan bahan baku dan hidrolisat protein lainnya dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Komposisi Kimia Perlakuan Terbaik dibandingkan Kepala Udang Vaname Rebus dan Hidrolisat Protein Lainnya

Komposisi Kimia	Kepala Udang Vaname Rebus	Hidrolisat Protein Kepala Udang Vaname Rebus	Hidrolisat Protein Kepala Udang <i>Black Tiger</i> *
Kadar Air (%)	72,17	12,62	-
Kadar Lemak (%)	3,03	1,78	0,01
Kadar Abu (%)	13,88	14,43	5,09
Kadar Protein (%)	9,13	55,42	91,00
Kadar Karbohidrat (%)	1,79	15,75	-
pH	-	4,79	-
Kapasitas Emulsi (%)	-	47,53	-
Daya Buih (mL)	-	0,17	-
Kalsium (%)	2,78	0,0025	-

Sumber : \* Ruttanapornvareesakul *et al.*, (2005)

Tabel 7 memperlihatkan bahwa kadar air kepala udang vaname rebus mengalami penurunan setelah menjadi hidrolisat protein kepala udang vaname rebus. Hal ini dimungkinkan terjadinya peningkatan kandungan lainnya, seperti protein, abu, dan karbohidrat. Winarso (2003) menyatakan bahwa kandungan proksimat berkaitan dengan kesetimbangan massa, dimana kadar air berbanding terbalik dengan kandungan lainnya. Selain itu, juga dapat disebabkan oleh pengeringan menggunakan *vacum drayer* sehingga dapat menurunkan kadar air hidrolisat protein kepala udang vaname rebus.

Tabel 7 memperlihatkan bahwa kadar lemak kepala udang vaname rebus mengalami penurunan setelah menjadi hidrolisat protein kepala udang vaname rebus. Hal ini dimungkinkan karena lemak digunakan oleh khamir laut sebagai

sumber energi untuk menghidrolisis kepala udang vaname rebus dan dapat pula disebabkan ikut terhidrolisisnya lemak oleh enzim lipase khamir laut. Bharathi (2011) menyatakan bahwa khamir laut memiliki enzim lipase yang berfungsi untuk menghidrolisis lemak menjadi asam lemak dan gliserol, sehingga lemak akan mengalami penurunan.

Tabel 7 memperlihatkan bahwa kadar abu dan karbohidrat kepala udang vaname rebus mengalami peningkatan setelah menjadi hidrolisat protein kepala udang vaname rebus. Hal ini dimungkinkan terjadinya penambahan kadar abu dan karbohidrat yang terdapat pada molase rebus. Rohim (2014) melaporkan bahwa kadar abu dan karbohidrat pada molase rebus cukup tinggi yaitu sebesar 4,95% dan 5,73%. Hal ini menunjukkan penambahan molase rebus dalam pembuatan hidrolisat protein kepala udang vaname rebus dapat meningkatkan tingginya kadar abu dan karbohidrat yang dihasilkan.

Tabel 7 memperlihatkan bahwa kadar protein kepala udang vaname rebus mengalami peningkatan setelah menjadi hidrolisat protein kepala udang vaname rebus. Hal ini dimungkinkan terjadinya hidrolisis protein kepala udang vaname rebus oleh enzim protease khamir laut. Purbasari (2008) menyatakan bahwa hidrolisis protein menggunakan enzim akan disertai pembebasan asam amino. Hal ini menunjukkan semakin banyak asam amino yang terbentuk dapat meningkatkan kadar protein hidrolisat protein kepala udang vaname rebus. Terdeteksinya khamir laut dapat pula meningkatkan kandungan protein karena khamir laut merupakan protein sel tunggal. Selain itu, terjadinya kesetimbangan massa dengan penurunan kadar air akan dapat meningkatkan kandungan nutrisi lainnya, seperti protein.

Tabel 7 memperlihatkan bahwa kalsium kepala udang vaname rebus mengalami penurunan setelah menjadi hidrolisat protein kepala udang vaname rebus. Hal ini dimungkinkan kalsium pada hidrolisat protein kepala udang vaname rebus digunakan oleh khamir laut sebagai nutrisi untuk pertumbuhannya. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Garraway dan Evans (1984), khamir memerlukan bahan organik dan anorganik untuk keperluan hidupnya, salah satunya kalsium. Hal ini menyebabkan turunnya kadar kalsium setelah menjadi hidrolisat protein kepala udang vaname rebus.

Tabel 7 juga memperlihatkan bahwa kadar lemak dan abu hidrolisat protein kepala udang vaname rebus lebih tinggi, sedangkan kadar protein lebih rendah bila dibandingkan dengan kadar lemak hidrolisat protein kepala udang *black tiger*. Hal ini dimungkinkan dalam penelitian Ruttanapornvareesakul *et al.*, (2005) menggunakan enzim endopeptidase dan eksopeptidase yang memiliki kemurnian lebih tinggi sehingga kemampuan dalam menghidrolisis bahan baku akan lebih besar bila dibandingkan dengan enzim dari khamir laut.

#### 4.4 Profil Asam Amino

Asam amino merupakan unsur penyusun protein. Analisis asam amino dilakukan untuk mengetahui kandungan asam amino yang terdapat pada hidrolisat protein kepala udang vaname rebus. Profil asam amino hidrolisat protein kepala udang vaname rebus, vaname, *black tiger*, endeavor, dan telur ayam ras dapat pada Tabel 8.

Tabel 8. Perbandingan Kandungan Asam Amino Hidrolisat Protein Kepala Udang Vaname Rebus, Vaname, *Black Tiger*, *Endeavour*, dan Telur Ayam Ras

No.	Jenis As. Amino	Kandungan Asam Amino (%)				Telur Ayam Ras <sup>3</sup>
		Hidrolisat Protein Kepala Udang				
		Vaname Rebus	Vaname <sup>1</sup>	<i>Black Tiger</i> <sup>2</sup>	<i>Endeavour</i> <sup>2</sup>	
<b>Esensial</b>						
1.	Lisin	3,21	4,62	6,02	5,84	0,42
2.	Arginin	0,78	5,07	5,17	6,27	0,47
3.	Leusin	0,72	4,87	5,67	5,64	0,60
4.	Valin	0,71	3,62	3,46	3,54	0,27
5.	Isoleusin	0,54	2,99	2,80	2,82	0,26
6.	Threonin	0,46	2,75	3,71	3,54	0,30
7.	Phenilalanin	0,45	3,10	4,50	4,67	0,40
8.	Histidin	0,26	1,70	2,62	2,74	0,14
9.	Metionin	0,19	1,67	2,12	2,10	0,12
10.	Triptofan	-	0,85	-	-	-
<b>Non Esensial</b>						
11.	Glutamat	7,31	8,28	11,81	11,45	1,05
12.	Aspartat	1,97	6,72	8,50	7,99	0,87
13.	Alanin	1,42	4,38	6,42	5,76	0,47
14.	Prolin	1,18	3,64	5,83	4,18	0,28
15.	Glisin	0,70	4,98	6,81	6,69	0,27
16.	Serin	0,44	2,25	4,05	3,68	0,48
17.	Tirosin	0,26	2,59	3,79	2,79	0,23
18.	Sistin	-	0,38	0,53	0,56	-
	<b>Total</b>	20,60	64,46	83,82	83,82	6,63

Sumber : 1 Hidrolisat protein kepala udang vaname (*L. vannamei*) yang dihidrolisis selama 7 jam oleh enzim endogenous (Cao *et al.*, 2008)

2 Hidrolisat protein kepala udang *black tiger* (*Penaeus monodon*) dan *endeavour* (*Metapenaeus endeavouri*) yang dihidrolisis oleh enzim endopeptidase dan eksopeptidase (Ruttanapornvareesakul *et al.*, 2005)

3. Heny (2002)

Tabel 8 memperlihatkan bahwa hidrolisat protein kepala udang vaname rebus memiliki 16 jenis asam amino. Hal tersebut menunjukkan bahwa asam amino pada hidrolisat protein kepala udang vaname rebus diperoleh hampir semua jenis kecuali sistin dan triptofan. Hasil penelitian ini sama dengan hasil penelitian Nurjanah *et al.*, (2008) yang meneliti profil asam amino udang ronggeng dimana udang tersebut satu kelas dengan udang vaname. Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa asam amino triptofan mengalami kerusakan selama proses hidrolisis asam berlangsung, dimana asam amino ini

dapat dianalisis dengan menggunakan proses hidrolisis basa. Asam amino yang tidak teridentifikasi (seperti: sistin) dimungkinkan karena kandungan asam amino tersebut sangat rendah sehingga tidak terdeteksi atau telah terjadi kerusakan pada saat hidrolisis, pengeringan, dan derivatisasi.

Tabel 8 memperlihatkan bahwa asam amino lisin dan asam glutamat lebih tinggi dibanding asam amino lainnya pada hidrolisat protein kepala udang vaname rebus. Hal ini dimungkinkan asam amino lisin dan asam glutamat merupakan jenis asam amino hidrofilik (polar) sehingga dengan adanya perebusan akan meningkatkan jumlahnya. Nurjanah *et al.*, (2008) menyatakan bahwa asam amino glutamat merupakan asam amino terbesar pada udang ronggeng. Hal ini menunjukkan bahwa asam glutamat pada kepala udang dengan jumlah awal yang besar setelah mengalami hidrolisis oleh khamir laut akan bertambah jumlahnya, sama halnya dengan asam amino lisin.

Tabel 8 memperlihatkan bahwa kandungan asam amino yang terdapat pada hidrolisat protein kepala udang vaname rebus lebih rendah dibanding hidrolisat protein kepala udang vaname segar. Hal ini dimungkinkan perbedaan enzim yang digunakan dimana dalam penelitian Cao *et al.*, (2008) menggunakan enzim endogenous sehingga kemampuan dalam menghidrolisis protein kepala udang vaname menjadi asam amino akan lebih besar. Selain itu, dengan adanya perebusan dapat mempengaruhi kandungan asam amino yang terdapat pada kepala udang vaname. Nurjanah *et al.*, (2008) melaporkan bahwa asam amino udang ronggeng mengalami penurunan akibat perebusan. Hal ini menunjukkan bahwa perebusan akan menyebabkan terjadinya denaturasi protein sehingga asam amino yang dihasilkan cenderung turun.

Tabel 8 juga memperlihatkan bahwa hidrolisat protein kepala udang vaname rebus memiliki kandungan asam amino yang jauh lebih rendah dibanding hidrolisat protein kepala udang *black tiger* dan *endeavour*. Hal ini dimungkinkan enzim dari khamir laut yang dipanen pada jam ke-72 memiliki kemurnian yang masih rendah sehingga kemampuan dalam menghidrolisis kepala udang vaname rebus menjadi asam amino menjadi terhambat, sedangkan enzim endopeptidase dan eksopeptidase yang digunakan dalam penelitian Ruttanapornvareesakul *et al.*, (2005) memiliki kemurnian yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan enzim dari khamir laut sehingga dapat menghidrolisis protein kepala udang menjadi asam-asam amino. Akili (2012) menyatakan bahwa enzim dari khamir laut masih memiliki tingkat kemurnian yang rendah dan adanya inhibitor pada enzim tersebut menyebabkan rendahnya kemampuan dalam menghidrolisis bahan. Selain itu, perbedaan bahan baku juga dimungkinkan dapat menyebabkan berbedanya asam amino yang dihasilkan.

Tabel 8 juga memperlihatkan bahwa hidrolisat protein kepala udang vaname rebus memiliki kandungan asam amino yang jauh lebih tinggi dibanding telur ayam ras. Haslina (2002) menyatakan bahwa produk hidrolisat protein dapat digunakan sebagai fortifikasi bahan pangan berprotein rendah. Hal ini menunjukkan hidrolisat protein kepala udang vaname rebus dapat berpotensi sebagai bahan pangan atau pakan karena memiliki jumlah asam amino yang tinggi dan dapat menyediakan asam amino esensial yang tinggi, namun perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui tingkat keamanan dari hidrolisat protein kepala udang vaname rebus yang dihasilkan.