

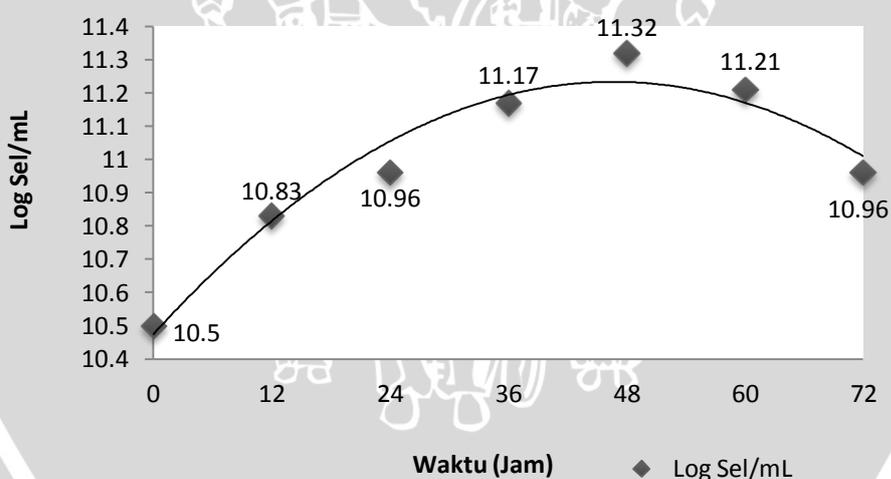
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penelitian Pendahuluan

4.1.1 Fase Logaritmik Khamir Laut

Machfud *et al.*, (1989) menyatakan bahwa, fase logaritmik yang disebut juga fase eksponensial terjadi pada saat terdapat kelebihan semua bahan nutrien, pengeluaran bahan-bahan pembatas dengan pencampuran tidak merata atau pengendapan bahan-bahan yang tidak larut. Pada fase ini mikroba membelah dengan cepat dan konstan mengikuti kurva logaritmik.

Pertumbuhan khamir laut ini ditentukan berdasarkan tingkat kepadatan pertumbuhan sel yang dilihat dari pengamatan melalui hemositometri pada mikroskop. Hasil perhitungan (lampiran 10) pertumbuhan sel khamir laut terlihat pada gambar 6 berikut:



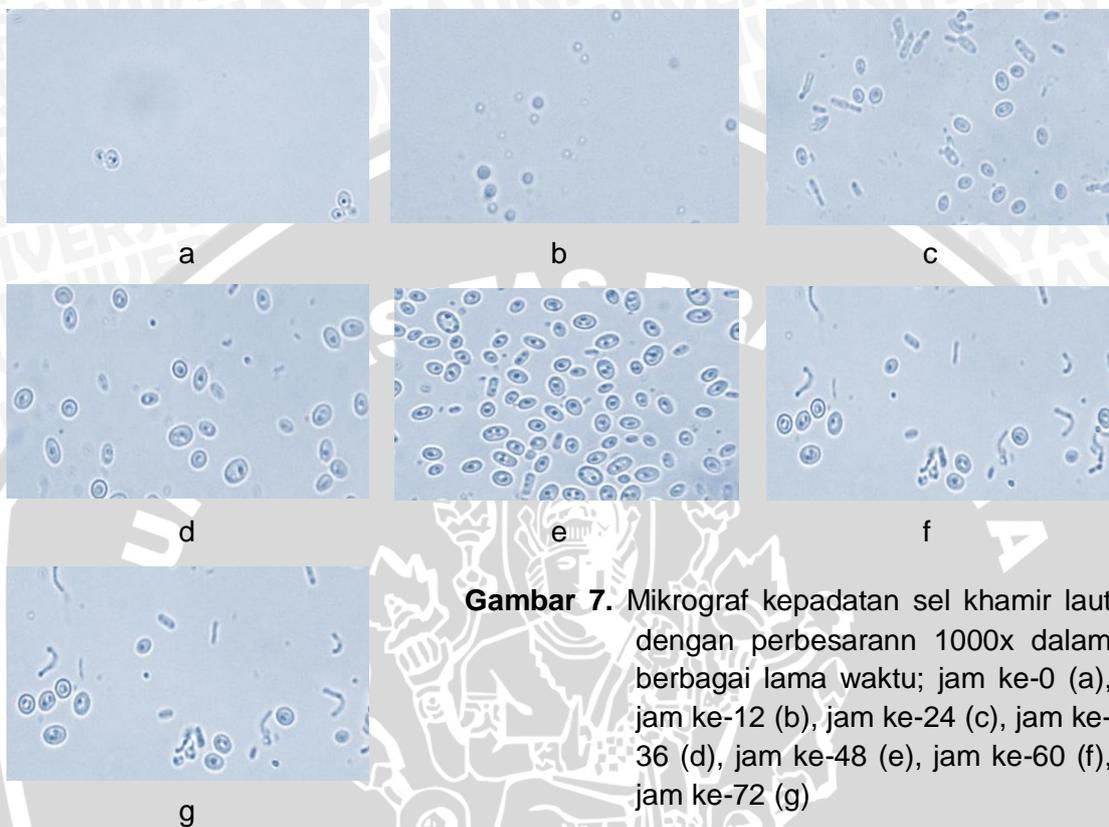
Gambar 6. Pertumbuhan sel khamir laut dengan pengamatan setiap 12 jam selama 72 jam

Gambar 6 menunjukkan bahwa pertumbuhan sel khamir laut sangat cepat. Terlihat bahwa pertumbuhan pada fase adaptasi/lag jam ke-0 hingga jam ke-12 meningkat dengan signifikan. Hal tersebut dikarenakan isolat khamir laut mampu beradaptasi dan memanfaatkan gula pasir dan pupuk/urea sebagai

sumber nutrisi dan pupuk daun sebagai sumber nitrogen dengan baik. Pertumbuhan khamir laut pada jam ke-12 sampai jam ke-48 terus mengalami peningkatan, hal tersebut juga ditandai adanya perubahan pada kultur khamir laut yang dibiakkan. Perubahan yang terjadi yaitu adanya kekeruhan yang menunjukkan bahwa khamir laut mulai mengalami pertumbuhan dan warna keputih-putihan khas khamir laut, serta sedikit bau alkohol khas khamir laut. Fardiaz (1989) menyatakan bahwa, pada kondisi yang ideal, sel khamir dapat tumbuh menjadi dua sel dalam waktu 1-2 jam, tetapi setelah terbentuk banyak tunas, waktu generasi menjadi lebih lama sampai kira-kira enam jam, dan jika sudah terlalu tua maka sel akan mati.

Fase log terjadi pada jam ke-48, yaitu terlihat dari pertumbuhan tertinggi khamir laut. Dimana fase ini merupakan suatu keadaan sel khamir dapat tumbuh serta membelah dengan cepat. Pengambilan atau panen kultur khamir laut yang akan digunakan sebagai starter dalam fermentasi hidrolisat protein yaitu pada jam ke-48. Pada saat jam ke-48 khamir laut mengalami pembelahan secara cepat sehingga memiliki jumlah sel paling banyak dan menyebabkan tingkat kekeruhan meningkat. Sedangkan pada jam ke-48 hingga jam ke-72 pertumbuhan khamir laut mulai menurun yang dinamakan fase kematian hal ini terjadi karena nutrisi di dalam medium telah habis dan energi cadangan di dalam sel telah habis. Kecepatan kematian bergantung pada kondisi nutrisi, lingkungan, dan jenis mikroba.

Mikrograf kepadatan sel khamir laut terhadap lama kultur dapat dilihat pada Gambar 7 berikut:



Gambar 7. Mikrograf kepadatan sel khamir laut dengan perbesarann 1000x dalam berbagai lama waktu; 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)

Pada gambar 7 terlihat bahwa sel khamir laut terlihat jelas dan mempunyai bentuk yang tidak sama dan tidak beraturan. Hal ini sesuai dengan penjelasan Sukoso (2012) bahwa sel khamir laut sangat berbeda dengan sel bakteri atau jenis mikroorganisme lainnya karena sel khamir laut berukuran lebih besar daripada bakteri (5-8 um atau lebih), berbentuk oval, memanjang, elips atau bulat. Disamping itu terlihat bahwa sel khamir laut terlihat mempunyai bulatan kecil yang menempel atau disebut konidia. Munculnya konidia pada sel khamir laut tersebut menunjukkan bahwa sel khamir laut tersebut akan terjadi pembelahan melalui pertunasan (*budding*). Konidia mulai terlihat pada Gambar 7 (b) atau jam ke-12 dan pada Gambar 7 (e) atau jam ke-48 sel khamir mulai

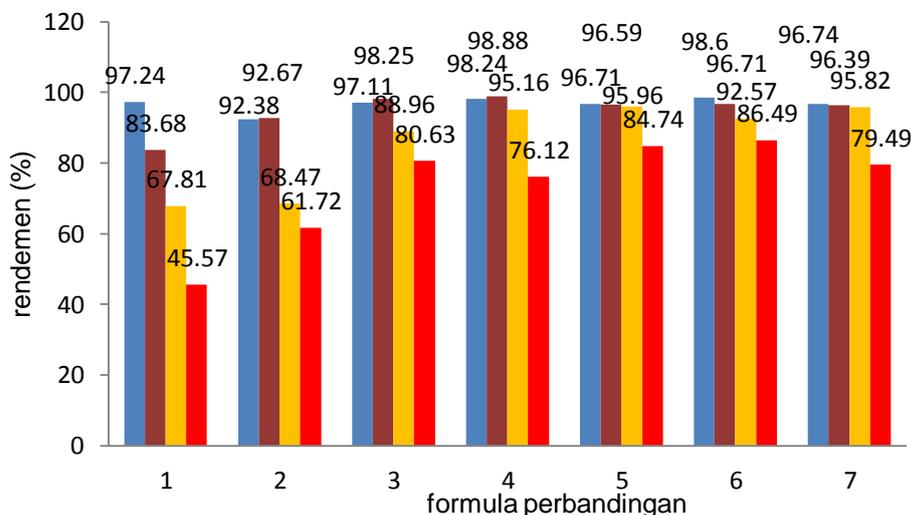
terlihat tumbuh banyak. Kondisi tersebut menunjukkan pembelahan sel dengan cepat atau disebut dengan fase logaritmik.

Berdasarkan gambar 7 (f) terlihat bahwa pada jam ke- 60 mulai terjadi penurunan sel. Hal tersebut dikarenakan ketersediaan nutrisi mulai berkurang karena sel khamir yang membelah terlampaui banyak sehingga nutrisi tidak mencukupi dan pada akhirnya dapat menyebabkan kematian atau penurunan sel. Fase ini bisa disebut fase stasioner atau menuju kematian. Gambar 7 (g) terlihat kepadatan sel khamir laut sudah menurun, hal tersebut karena sudah banyak sel khamir laut yang mengalami kematian.

4.1.2 Lama Fermentasi dan Volume Molase Rebus yang Berbeda

Penentuan lama fermentasi dan volume molase rebus yang berbeda didasarkan pada penelitian terdahulu oleh Budy (2014) dengan menggunakan kepala udang rebus dan molase rebus sebagai bahan utama. Pada penelitian tersebut menggunakan volume molase rebus yaitu 100 mL, 200 mL, dan 300 mL, dengan lama waktu fermentasi 12 hari dan analisa kualitas hidrolisat protein dilakukan tiap tiga hari sekali sehingga diperoleh lima waktu pengamatan yaitu hari ke-0 sebagai kontrol, hari ke-3, ke-6, ke-9, dan ke-12.

Berdasarkan hal di atas maka dilakukan penelitian pendahuluan dengan tujuh formula yang tertera pada Tabel 4. Fermentasi dilakukan selama 12 hari dan pengamatan tiap tiga hari. Adapun pengamatan yang dilakukan adalah menghitung rendemen dan penampakan fisik. Gambar 8 berikut adalah hasil perhitungan nilai rendemen cair penelitian pendahuluan hidrolisat protein kepala ikan lele rebus:



Keterangan:

- = hari ke-3
- = hari ke-6
- = hari ke-9
- = hari ke-12

Formula perbandingan kepala lele rebus halus (g), molase rebus (mL), dan khamir laut (mL):

1. 100 : 100 : 20
2. 100 : 200 : 20
3. 100 : 300 : 20
4. 100 : 400 : 20
5. 100 : 500 : 20
6. 100 : 500 : 20
7. 100 : 600 : 20

Gambar 8. Nilai Rendemen Cair Penelitian Pendahuluan Pembuatan Hidrolisat Protein

Gambar 8 menunjukkan bahwa untuk perbandingan formula satu dan dua mengalami penurunan rendemen yang sangat signifikan yaitu untuk formula perbandingan satu pada lama fermentasi 3 hari didapatkan rendemen sebesar 97,24 % sehingga dihasilkan produk akhir yang sangat sedikit dan kering. Sedangkan untuk perbandingan formula tiga sampai tujuh rendemen yang dihasilkan cukup tinggi sehingga dapat memenuhi kebutuhan analisa. Hal ini dimungkinkan karena penambahan molase rebus dengan volume 300 mL, 400 mL, dan 500 mL dapat memenuhi kebutuhan khamir laut dalam memecah substrat sehingga dihasilkan rendemen yang baik. Steviani (2011) menyatakan

bahwa gula yang terkandung pada molase merupakan sumber energi yang dibutuhkan bagi pertumbuhan dan metabolisme sel. Budy (2014) melaporkan dalam penelitiannya bahwa, penambahan molase rebus dengan volume 100 mL, 200 mL, dan 300 mL dalam pembuatan hidrolisat protein kepala udang rebus yang difermentasi selama 12 hari mampu meningkatkan nilai rendemen pada fermentasi hari ke-enam.

Pengamatan selanjutnya yang dilakukan adalah pengamatan fisik, hasil pengamatan fisik hidrolisat protein dapat dilihat pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Pengamatan Fisik Penelitian Pendahuluan Pembuatan Hidrolisat Protein

Perbandingan	Perubahan yang terjadi			
	Hari ke 3	Hari ke 6	Hari ke 9	Hari ke 12
100:100:20	- Bau khas molase - tidak berjamur	- Bau sedikit busuk - Sedikit jamur	- Bau busuk - Berjamur	- Bau busuk - Terdapat banyak jamur
100:200:20	- Bau khas molase - tidak berjamur	- Bau khas fermentasi - Sedikit jamur	- Bau busuk - Banyak jamur	- Bau khas fermentasi - Banyak jamur
100:300:20	- Bau khas molase - Tidak berjamur	- Bau khas fermentasi - Tidak berjamur	- Bau khas fermentasi - Tidak berjamur	Bau khas fermentasi - Tidak berjamur
100:400:20	- Bau khas molase - Tidak berjamur	- Bau khas molase - Tidak berjamur	- Bau khas fermentasi - Tidak berjamur	- Bau khas fermentasi - Tidak berjamur
100:500:20	- Bau khas molase, - Tidak berjamur	- Bau khas molase, - Tidak berjamur	- Bau khas fermentasi - Tidak berjamur	- Bau khas fermentasi - Tidak berjamur
100:600:20	- Bau khas molase - Tidak berjamur	- Bau khas molase - Tidak berjamur	- Bau khas fermentasi - Sedikit jamur	- Bau khas fermentasi - Berjamur
100:700:20	- Bau khas molase - Tidak berjamur	- Bau khas molase - Tidak berjamur	- Bau khas fermentasi - Berjamur	- Bau sedikit busuk - Berjamur

Berdasarkan Tabel 6 dapat diketahui untuk formula satu dan dua yaitu dengan penambahan molase rebus 100 mL dan 200 mL mulai terjadi pembusukan pada fermentasi hari ke-6 yang ditandai dengan adanya jamur dan bau tidak sedap sehingga fermentasi tidak dapat bertahan selama 12 hari. Hal ini

dimungkinkan karena sumber nutrisi yang digunakan tidak mampu menopang pertumbuhan sel khamir laut hingga fermentasi 12 hari sehingga pada fermentasi 6 hari sudah terjadi pembusukan. Pada penambahan molase rebus 600 mL dan 700 mL terdapat sedikit jamur yang dimulai dari fermentasi sembilan hari, namun tidak terjadi perubahan bau seperti halnya pada penambahan molase rebus 100 mL dan 200 mL. Hal ini dimungkinkan penambahan molase dalam jumlah yang terlalu banyak menyebabkan semakin pesatnya pertumbuhan sel khamir laut yang diikuti semakin cepatnya fase kematian. Budy (2014) melaporkan bahwa, khamir laut dapat mengalami kejenuhan terhadap substrat sehingga tidak dapat menghidrolisis substrat itu sendiri dengan baik.

Perbandingan kepala lele rebus, molase rebus, dan inokulan khamir laut yang terbaik yaitu pada perbandingan 100:300:20, 100:400:20, dan 100:500:20, yaitu pada formula tersebut tidak terjadi pembusukan yang ditandai tidak adanya jamur dan bau yang ditimbulkan yaitu bau khas fermentasi. Hal ini dimungkinkan penambahan molase rebus sesuai dengan kebutuhan metabolisme khamir laut sehingga mampu mengurai substrat dengan baik sehingga tidak terjadi pembusukan. Penentuan perbandingan terbaik dilihat dari bau dan penampakan fisik serta nilai rendemen yang konsisten. Wulandari *et al.*, (2012) menyatakan bahwa, khamir memanfaatkan limbah molase sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan biomassa.

4.2 Penelitian Utama

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan, diketahui bahwa perbandingan formula terbaik kepala lele rebus, molase rebus, dan inokulan khamir laut pada hidrolisat protein kepala lele (*Clarias* sp.) rebus adalah perbandingan 100:300:20, 100:400:20, dan 100:500:20. Lama fermentasi yang digunakan adalah 0 hari sebagai kontrol, 3 hari, 6 hari, 9 hari, dan 12 hari. Sehingga pada

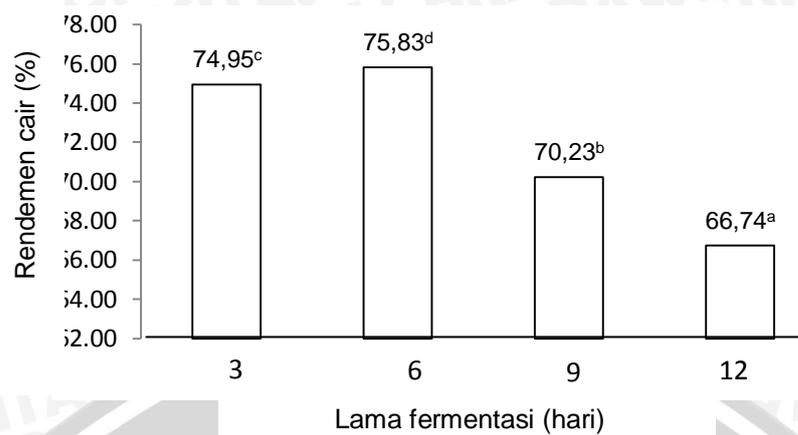
penelitian ini yang merupakan variabel bebas adalah lama fermentasi dan volume molase rebus yang berbeda, untuk variabel terkontrol adalah inokulan khamir laut sebanyak 20 mL. Produk akhir hidrolisat protein kepala lele rebus yaitu berupa pasta. Adapun variabel terikat yang menjadi parameter kualitas hidrolisat protein adalah rendemen cairan, rendemen pasta, analisa proksimat (kadar air, kadar lemak, kadar abu, kadar protein, dan kadar karbohidrat), pH, emulsifikasi, dan daya buih serta untuk kandungan protein tertinggi dilakukan pengujian total asam amino dengan metode HPLC (*High Performance Liquid Chromotography*). Hasil analisis nilai rendemen dan kandungan Hidrolisat Protein Kepala Ikan Lele Rebus (*Clarias* sp.) dengan lama fermentasi dan perbedaan volume molase rebus tertera pada Lampiran 11.

4.2.1 Hasil Analisa Kualitas Hidrolisat Protein Kepala Lele (*Clarias* sp.) Rebus

4.2.1.1 Rendemen Cairan Hidrolisat Protein Kepala Lele (*Clarias* sp.) Rebus

Rendemen cairan hidrolisat protein kepala lele dihitung berdasarkan volume cairan yang dihasilkan dengan volume cairan sebelum hidrolisis. Pada proses hidrolisis menggunakan enzim, substrat yang digunakan akan diubah menjadi produk hidrolisat. Persentasi banyaknya produk yang dihasilkan terhadap volume bahan baku sebelum dihidrolisis disebut rendemen produk hidrolisat (Kurniawan *et al.*, 2012).

Data pengamatan dan analisis data rendemen cair hidrolisat protein kepala lele rebus dengan lama fermentasi dan penambahan molase rebus yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 12. Grafik pengaruh lama fermentasi yang berbeda terhadap rendemen cairan hidrolisat protein kepala lele rebus dapat dilihat pada Gambar 9 berikut:

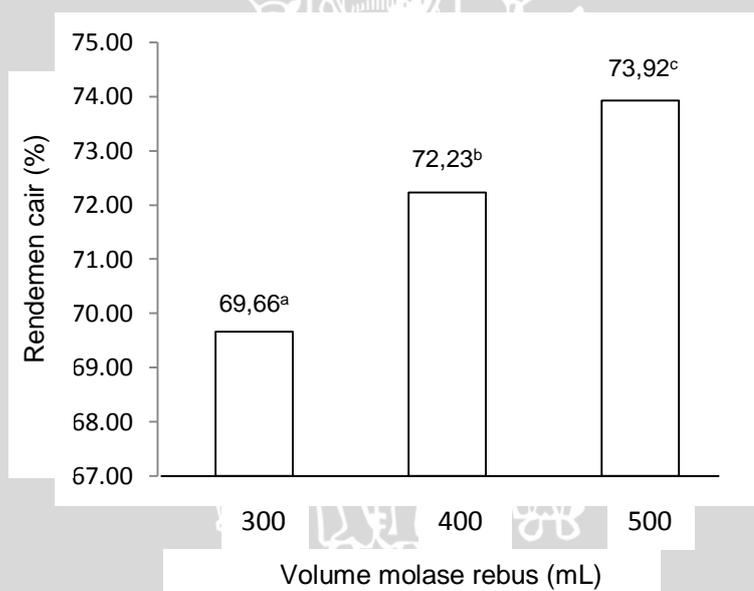


Gambar 9. Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Rendemen Cairan Hidrolisat Protein Kepala Lele Rebus

Berdasarkan analisis data lama fermentasi memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap rendemen cair hidrolisat protein kepala lele rebus. Hal ini terlihat dari Gambar 9 yang menunjukkan adanya peningkatan nilai rendemen dari fermentasi 3 hari sebesar 74,95 % sampai pada lama fermentasi 6 hari yaitu 75,83 % . Peningkatan ini dikarenakan bertambahnya jumlah sel khamir laut yang terus membelah sehingga protease yang dihasilkan semakin banyak dan mampu menghidrolisis substrat dengan baik yang diikuti dengan bertambahnya cairan hidrolisat protein. Sejalan dengan Budy (2014) yang melaporkan adanya peningkatan rendemen cairan hidrolisat pada hidrolisat protein kepala udang dengan lama fermentasi enam hari. Selain itu peningkatan rendemen juga dipengaruhi oleh terurainya kandungan pada substrat seperti kadar protein, lemak, air, dan abu. Berdasarkan Penelitian Purbasari (2008) yang membahas tentang produksi dan karakterisasi hidrolisat protein dari kerang mas ngur, rendemen dalam penelitian ini memiliki *trend* yang sama bila dibandingkan dengan penelitiannya yaitu semakin lama waktu fermentasi maka semakin tinggi rendemen yang dihasilkan. Waktu optimal hidrolisis akan menghasilkan rendemen paling tinggi.

Kemudian terjadi penurunan rendemen pada fermentasi hari ke-9 dan hari ke-12, penurunan ini dikarenakan semakin lama fermentasi maka semakin banyak pula senyawa volatil yang terbentuk. Hal ini sesuai dengan pernyataan Fardiaz (1989) bahwa pemberian aerasi pada khamir laut yang bersifat fermentatif dapat mengakibatkan sebagian glukosa yang terkandung pada substrat mengalami direspirasi (dioksidasi) menjadi karbondioksida dan air. Sehingga semakin lama proses fermentasi yang dilakukan akan menjadikan rendemen dari hidrolisat protein menurun.

Grafik pengaruh penambahan volume molase rebus yang berbeda terhadap rendemen cairan hidrolisat protein kepala lele rebus dapat dilihat pada Gambar 10 berikut:

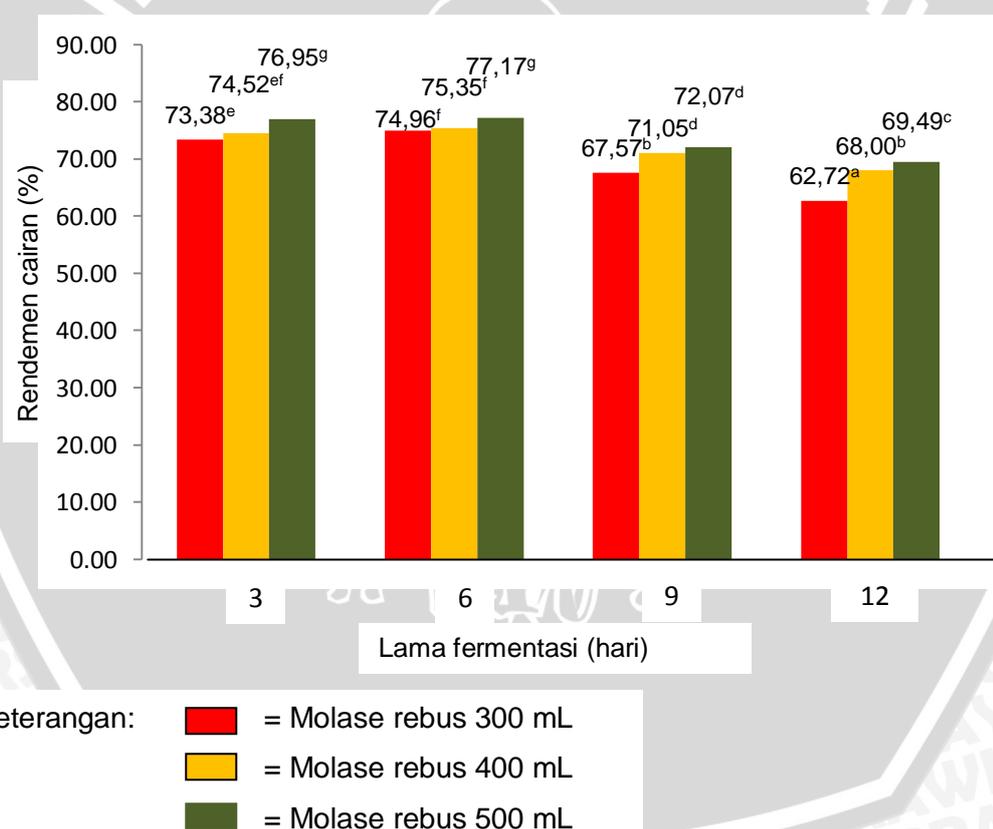


Gambar 10. Pengaruh Penambahan Volume Molase Rebus terhadap Rendemen Cairan Hidrolisat Protein Kepala Lele Rebus

Berdasarkan analisis data penambahan volume molase rebus yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap rendemen cair hidrolisat protein kepala lele rebus. Rendemen cair mengalami peningkatan pada penambahan volume molase rebus yang semakin tinggi. Hal ini dimungkinkan semakin banyaknya volume molase rebus yang diberikan maka akan diikuti

dengan pesatnya pertumbuhan sel khamir laut yang berfungsi sebagai pengurai kandungan-kandungan pada substrat yang menyebabkan meningkatnya volume hidrolisat protein selama hidrolisis. Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu oleh Budy (2014) yang menyatakan bahwa semakin banyak substrat yang dihidrolisis maka cairan yang dihasilkan juga semakin banyak. Sehingga semakin banyak molase rebus yang ditambahkan maka semakin banyak rendemen cair yang dihasilkan.

Grafik hubungan antara lama fermentasi dan penambahan volume molase rebus yang berbeda terhadap rendemen cair pada hidrolisat protein kepala lele rebus tersaji pada Gambar 11 berikut:



Gambar 11. Pengaruh Hubungan Lama Fermentasi dan Penambahan Volume Molase Rebus yang Berbeda terhadap Rendemen Cairan Hidrolisat Protein Kepala Lele Rebus

Gambar 11 menunjukkan rendemen cair yang tertinggi adalah 77,17% pada hari ke-6 dengan penambahan molase rebus sebanyak 500 mL.

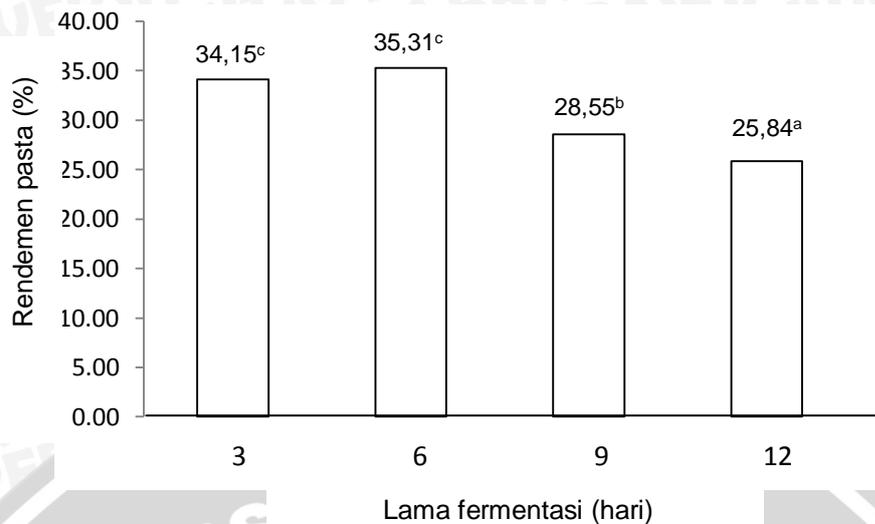
Sedangkan untuk rendemen yang terendah adalah 62,72 % yaitu pada hari ke-12 dengan penambahan molase sebanyak 300 mL. Rendemen hidrolisat protein dari hari ke-3 fermentasi hingga hari ke-6 fermentasi terjadi peningkatan rendemen yang ditandai dengan semakin banyaknya hasil akhir cairan hidrolisat protein setelah dilakukan peyaringan. sedangkan terjadi penurunan rendemen pada fermentasi hari ke-9 dan ke-12.

Berdasarkan analisis data hubungan antara lama fermentasi dan penambahan volume molase rebus yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap rendemen cair hidrolisat protein kepala lele rebus. Hal-hal yang mempengaruhi rendemen cairan hidrolisat telah dijelaskan sebelumnya yaitu diantaranya terjadinya proses hidrolisis yang baik pada pembuatan hidrolisat protein sehingga terjadi kenaikan rendemen cairan dari fermentasi hari ke-3 hingga fermentasi hari ke-6, sedangkan terjadinya penurunan pada fermentasi hari ke-9 hingga fermentasi hari ke-12. Hal ini sejalan dengan penelitian terdahulu yaitu oleh Budy (2014) dan Fathoni (2014) yang melaporkan bahwa adanya peningkatan rendemen cairan pada fermentasi hidrolisat protein kepala udang.

4.2.1.2 Rendemen Pasta Hidrolisat Protein Kepala Lele (*Clarias sp.*) Rebus

Hidrolisat protein dapat berbentuk cair, pasta, atau tepung yang bersifat higroskopis. Hidrolisat protein yang berbentuk cair mengandung 30 % padatan, sedangkan bentuk pasta mengandung 65 % padatan (Purbasari, 2008).

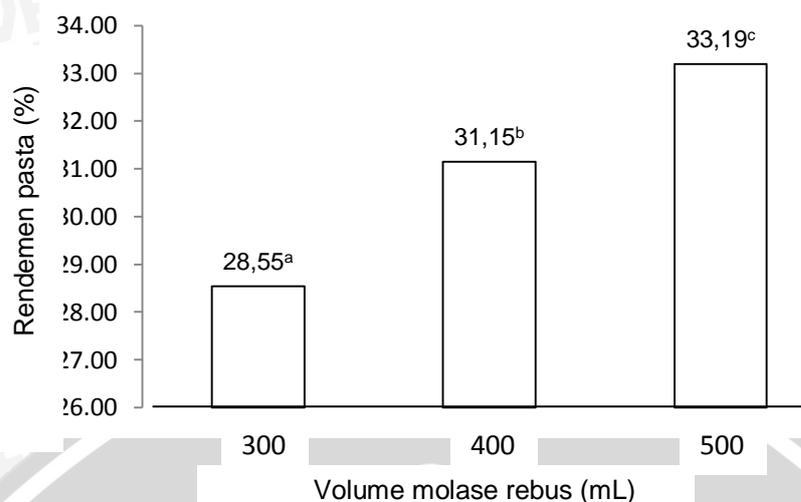
Data pengamatan dan analisis data rendemen pasta hidrolisat protein kepala lele rebus dengan lama fermentasi dan penambahan molase rebus yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 13. Grafik pengaruh lama fermentasi terhadap rendemen pasta hidrolisat protein kepala lele rebus dapat dilihat pada gambar 12 berikut:



Gambar 12. Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Rendemen Pasta Hidrolisat Protein Kepala Lele Rebus

Berdasarkan analisis data lama fermentasi memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap rendemen pasta hidrolisat protein kepala lele rebus. Hal ini terlihat dari Gambar 12 yang menunjukkan adanya peningkatan rendemen pada hari ke-6 fermentasi. Selain itu adanya penurunan nilai rendemen pasta pada fermentasi hari ke-9, dan ke-12. Penurunan rendemen berkaitan dengan proses pengovenan, selama pengovenan selama ± 15 jam pada suhu 55°C terjadi penguapan kadar air dalam hidrolisat protein cair. Hidayat (2005) menyatakan bahwa pengeringan pada produk hidrolisat bertujuan mengurangi kadar air pada sampel. Kadar air yang terdapat pada produk merupakan media yang baik bagi pertumbuhan mikroba. Sehingga dengan berkurangnya kadar air diharapkan produk dapat disimpan lebih lama untuk keperluan analisa.

Grafik pengaruh penambahan volume molase rebus yang berbeda terhadap rendemen pasta hidrolisat protein kepala lele rebus dapat dilihat pada Gambar 13 berikut:



Gambar 13. Pengaruh Penambahan Volume Molase Rebus terhadap Rendemen Pasta Hidrolisat Protein Kepala Lele Rebus

Berdasarkan analisis data penambahan volume molase rebus memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap rendemen pasta hidrolisat protein kepala lele rebus. Terlihat dari semakin meningkatnya rendemen pasta dari volume 300 mL hingga 500 mL. Hal ini dikarenakan penambahan molase rebus yang semakin banyak mampu memberikan nutrisi yang baik terhadap pertumbuhan khamir laut dalam menghidrolisis substrat yang ditandai dengan penambahan volume rendemen cairan hidrolisat protein yang diikuti dengan kenaikan rendemen pasta hidrolisat protein.

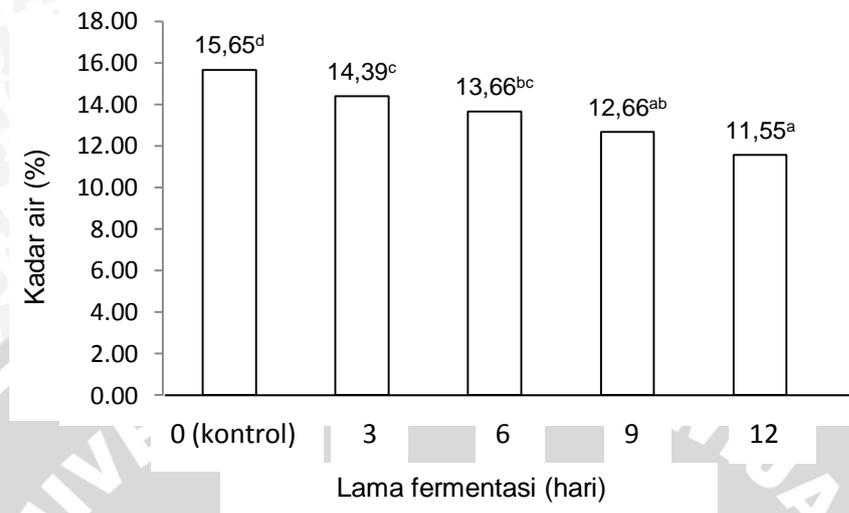
Berdasarkan analisis data hubungan antara lama fermentasi dan penambahan volume molase rebus yang berbeda tidak memberikan pengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap rendemen pasta hidrolisat protein kepala lele rebus, sehingga tidak dilakukan uji lanjut.

4.2.1.3 Analisis Proksimat Hidrolisat Protein Kepala Lele Rebus

a. Kadar Air

Data pengamatan dan analisis data kadar air hidrolisat protein kepala lele rebus dengan lama fermentasi dan penambahan molase rebus yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 14. Pengaruh lama fermentasi terhadap kandungan

air pada hidrolisat protein kepala lele rebus dapat dilihat pada Gambar 14 berikut:

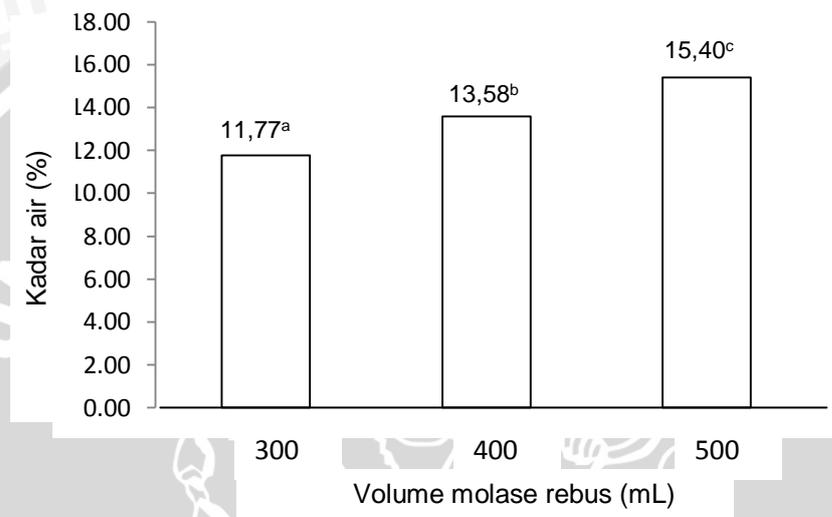


Gambar 14. Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Kadar Air Hidrolisat Protein Kepala Lele Rebus

Berdasarkan analisis data lama fermentasi memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar air hidrolisat protein kepala lele rebus. Hal ini terlihat pada Gambar 14 yang menunjukkan penurunan kadar air selama fermentasi 12 hari, dikarenakan pada perlakuan kontrol belum terjadi proses hidrolisis sehingga kandungan yang terdapat pada produk adalah seperti kandungan yang terdapat pada bahan awal sebelum pencampuran menjadi substrat. Sedangkan untuk sampel hari ke-3 sampai hari ke-12 fermentasi terjadi penurunan kadar air karena pada saat fermentasi kandungan yang terdapat pada substrat seperti kadar abu, lemak, protein, dan karbohidrat telah diurai oleh protease yang dihasilkan khamir laut sehingga kandungan tersebut menjadi lebih tinggi dan kadar air menurun. Hal ini sejalan dengan Pratama *et al.*, (2013) yang menuliskan bahwa, pengukusan pada ikan dapat menyebabkan berkurangnya kandungan air yang terdapat di dalamnya sehingga terjadi peningkatan kandungan lain seperti abu, lemak, protein dan karbohidrat. Selain itu rendahnya kadar air dalam hidrolisat protein erat kaitannya dengan kandungan protein yaitu

adanya kerusakan struktur globular protein pada hidrolisat protein. Sesuai yang dinyatakan oleh Witono *et al.*, (2007) yang mengatakan bahwa hidrolisis protein menyebabkan kerusakan pada struktur globular protein sehingga keterikatan air menjadi berkurang.

Pengaruh penambahan molase rebus terhadap kandungan air pada hidrolisat protein kepala lele rebus dapat dilihat pada Gambar 15 berikut:



Gambar 15. Pengaruh Penambahan Volume Molase Rebus terhadap Kadar Air Hidrolisat Protein Kepala Lele Rebus

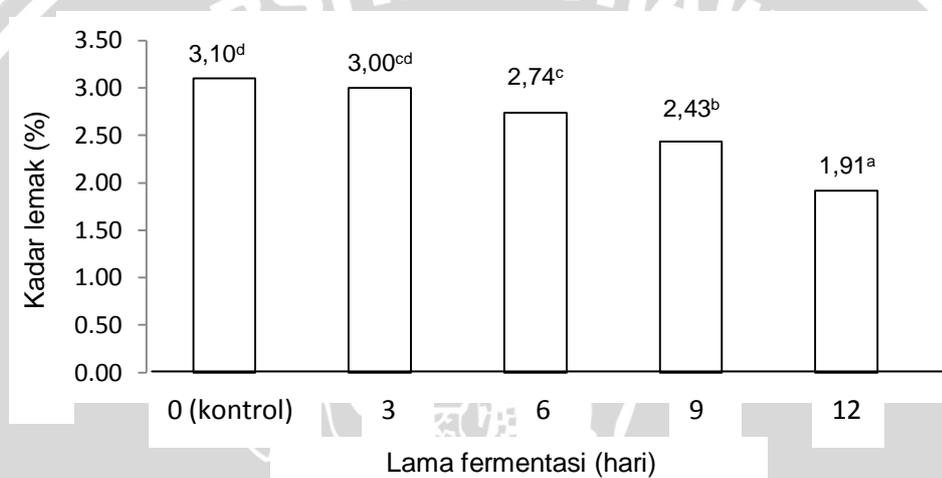
Berdasarkan analisis data penambahan volume molase rebus yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar air hidrolisat protein kepala lele rebus. Terlihat dari Gambar 15 yang menunjukkan semakin tinggi penambahan molase rebus maka semakin tinggi pula kadar air yang dihasilkan hal ini karena kandungan air pada molase rebus mencapai 64,63% (Rohim, 2014), sehingga dengan penambahan volume molase rebus yang semakin banyak maka kandungan air pada produk akhir hidrolisat protein juga semakin meningkat.

Berdasarkan analisis data hubungan antara lama fermentasi dan penambahan volume molase rebus yang berbeda tidak memberikan pengaruh

nyata ($p > 0,05$) terhadap kadar air hidrolisat protein kepala lele rebus, sehingga tidak dilakukan uji lanjut.

b. Kadar Lemak

Data pengamatan dan analisis data kadar lemak hidrolisat protein kepala lele rebus dengan lama fermentasi dan penambahan molase rebus yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 15. Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar lemak pada hidrolisat protein kepala lele rebus dapat dilihat pada Gambar 16 berikut:

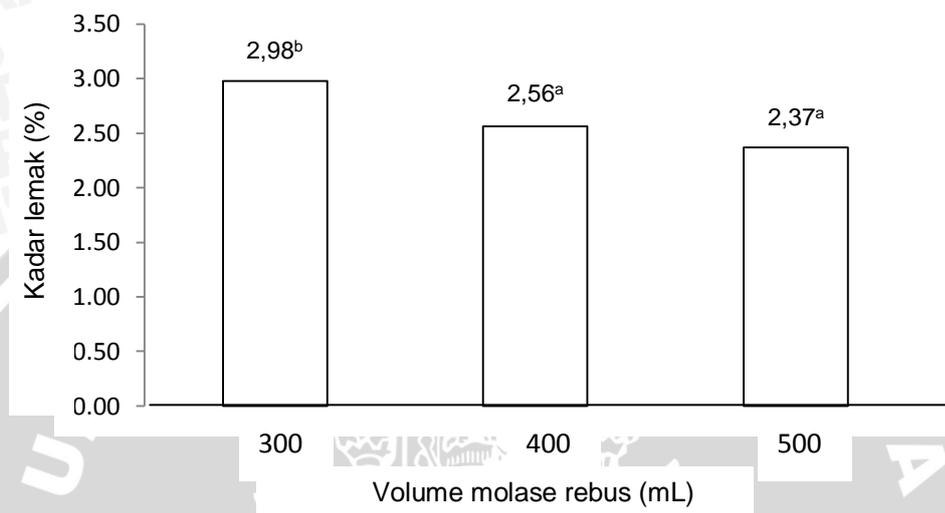


Gambar 16. Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Kadar Lemak Hidrolisat Protein Kepala Lele Rebus

Berdasarkan analisis data lama fermentasi memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar lemak hidrolisat protein kepala lele rebus. Hal ini terlihat pada Gambar 16 yang menunjukkan terjadinya penurunan kadar lemak selama fermentasi 12 hari jika dibandingkan dengan kontrol. Hal ini sejalan dengan Purbasari (2008) yang melaporkan bahwa penurunan kadar lemak pada produk hidrolisat protein ikan disebabkan pada saat proses hidrolisis enzimatis terjadi perubahan struktur jaringan ikan yang sangat cepat. Pengamatan dengan mikroskop elektron terhadap bagian tipis dari otot ikan memperlihatkan bahwa protein miofibril banyak berkurang selama proses hidrolisis, sedangkan sistem membran sel otot terlihat relatif resisten dari kerusakan. Pada saat proses

hidrolisis, membran ini cenderung berkumpul dan membentuk gelembung yang tak larut, mengakibatkan hilangnya membran lipid.

Adapun pengaruh penambahan molase rebus terhadap kadar lemak pada hidrolisat protein kepala lele rebus dapat dilihat pada Gambar 17 berikut:



Gambar 17. Pengaruh Penambahan Volume Molase Rebus terhadap Kadar Lemak Hidrolisat Protein Kepala Lele Rebus

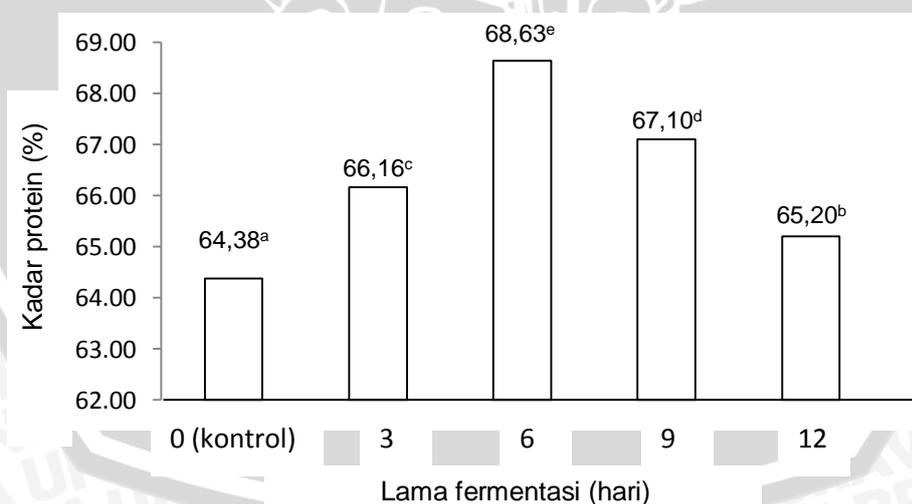
Berdasarkan analisis data penambahan volume molase rebus yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar lemak hidrolisat protein. Terlihat dari semakin banyaknya penambahan volume molase rebus maka semakin rendah kandungan lemak pada produk, Hal ini dimungkinkan karena sumber lemak hanya berasal dari bahan baku kepala lele dan adanya sedikit penambahan bahan lain yang mengandung kadar lemak seperti molase rebus. Rohim (2014) melaporkan bahwa kandungan kadar lemak dari molase rebus yaitu 0,05%. Ditambahkan oleh Purbasari (2008), produk hidrolisat protein yang rendah akan kandungan lemak mempunyai daya simpan yang lebih lama dibandingkan dengan produk dengan kandungan lemak tinggi, karena dengan kandungan lemak rendah maka produk hidrolisat lebih stabil terhadap reaksi oksidasi selama penyimpanan (Widadi, 2011).

Berdasarkan analisis data hubungan antara lama fermentasi dan penambahan volume molase rebus yang berbeda tidak memberikan pengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap kadar lemak hidrolisat protein kepala lele rebus, sehingga tidak dilakukan uji lanjut.

c. Kadar Protein

Protein merupakan komponen penting dalam produk hidrolisat. Salah satu tujuan memproduksi hidrolisat adalah untuk memenuhi kebutuhan protein hewani, khususnya dari hasil perikanan. Tingkat mutu dari produk hidrolisat sangat ditentukan oleh kadar zat terlarut, terutama kadar protein yang dihitung dengan kadar total nitrogen (Kurniawan *et al.*, 2012).

Data pengamatan dan analisis data kadar protein hidrolisat protein kepala lele rebus dengan lama fermentasi dan penambahan molase rebus yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 16. Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar protein pada hidrolisat protein kepala lele rebus dapat dilihat pada Gambar 18 berikut:



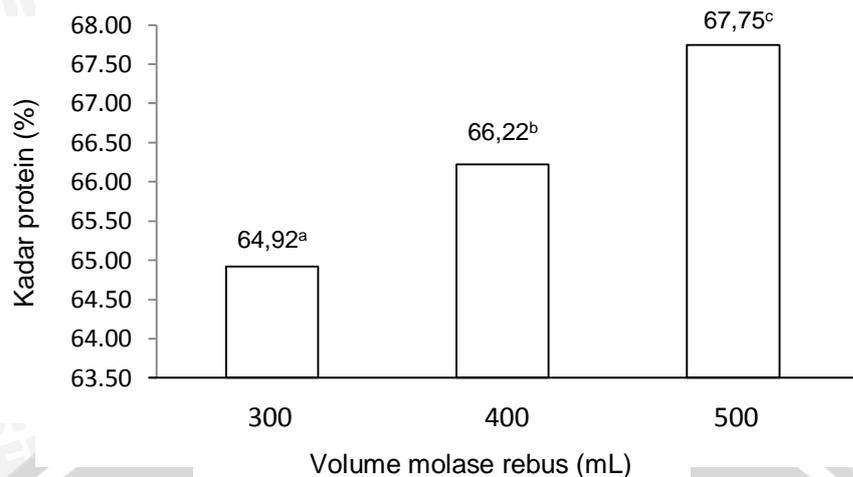
Gambar 18. Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Kadar Protein Hidrolisat Protein Kepala Lele Rebus

Berdasarkan analisis data lama fermentasi memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar protein hidrolisat protein kepala lele rebus. Terlihat dari

Gambar 18 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kadar protein dari fermentasi selama 3 hari hingga fermentasi selama 6 hari jika dibandingkan dengan kontrol. Hal ini dikarenakan selama hidrolisis dari hari ke-0 sampai hari ke-6 protease yang dihasilkan oleh khamir laut mampu mengurai kandungan protein yang terdapat pada substrat dengan baik sehingga menghasilkan senyawa-senyawa protein yang lebih sederhana yaitu menjadi asam-asam amino, sehingga protein yang terkandung menjadi lebih tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Kurniawan *et al.*, (2012), selama hidrolisis terjadi konversi protein yang bersifat tidak larut menjadi senyawa nitrogen yang bersifat larut, selanjutnya terurai menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana, seperti peptida-peptida, asam amino dan amonia. Ditambahkan oleh Witono *et al.*, (2007) bahwa, semakin besar konsentrasi protease akan semakin banyak ikatan peptida dari protein yang terputus menjadi peptida-peptida sederhana sehingga kelarutan protein semakin meningkat. Semakin lama hidrolisis, kontak enzim dengan substrat semakin lama, sehingga tingkat hidrolisis semakin tinggi dan dihasilkan molekul-molekul protein yang pendek sehingga kelarutannya meningkat.

Sedangkan untuk perlakuan lama fermentasi hari ke-9 dan ke-12 mengalami penurunan kandungan protein. Hal ini dimungkinkan pada fermentasi hari ke-9 dan ke-12 nutrisi pada substrat yang digunakan untuk pertumbuhan khamir laut mulai habis dan sel khamir laut mulai mengalami fase kematian dimana semakin sedikit jumlah sel khamir laut yang mampu menghasilkan protease sebagai pengurai protein sehingga protein yang dihasilkan pada hari ke-9 dan ke-12 menurun.

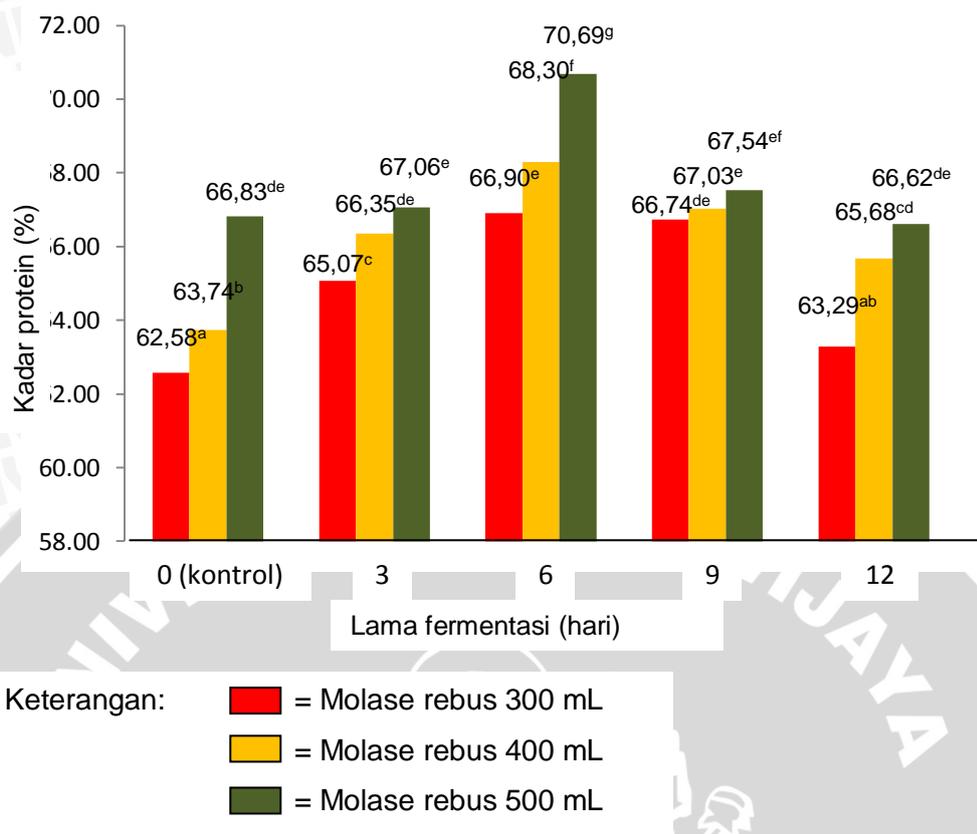
Adapun pengaruh penambahan molase rebus terhadap kadar protein pada hidrolisat protein kepala lele rebus dapat dilihat pada Gambar 19 berikut:



Gambar 19. Pengaruh Penambahan Volume Molase Rebus terhadap Kadar Protein Hidrolisat Protein Kepala Lele Rebus

Berdasarkan analisis data penambahan volume molase rebus yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar protein hidrolisat protein. Terlihat dari semakin banyaknya volume molase rebus yang ditambahkan sebagai substrat diikuti semakin tingginya kandungan protein pada hidrolisat protein. Purbasari (2008) menyatakan bahwa selama hidrolisis, protease menghidrolisis substrat dengan kecepatan tertentu. Nilai kecepatan hidrolisis dipengaruhi oleh konsentrasi substrat, tekstur substrat, dan konsentrasi enzim.

Pengaruh hubungan lama fermentasi dan penambahan volume molase rebus yang berbeda terhadap kadar protein hidrolisat protein kepala lele rebus tersaji pada Gambar 20 berikut:



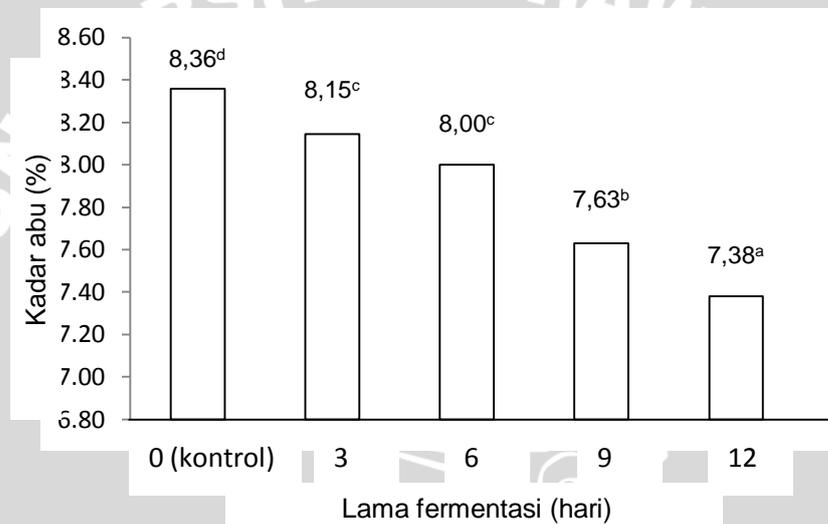
Gambar 20. Pengaruh Hubungan Lama Fermentasi dan Penambahan Volume Molase Rebus yang Berbeda terhadap Kadar Protein Hidrolisat Protein Kepala Lele Rebus

Berdasarkan Gambar 20 kandungan protein hidrolisat protein kepala lele rebus tertinggi yaitu pada lama fermentasi selama 6 hari dengan penambahan molase rebus 500 mL yaitu 70,69 %, sedangkan kandungan protein terendah yaitu pada kontrol dengan penambahan molase rebus sebanyak 300 mL yaitu 62,58 %. Berdasarkan analisis data hubungan antara lama fermentasi dan penambahan volume molase rebus yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kandungan protein hidrolisat protein kepala lele rebus. Hal ini dimungkinkan dengan penambahan molase rebus 500 mL dan lama waktu fermentasi 6 hari dapat memberikan kesempatan khamir laut untuk tumbuh dan berkembang sehingga meningkatkan jumlah sel khamir laut, dimana khamir merupakan penghasil protein sel tunggal. Peningkatan jumlah sel khamir laut

secara signifikan dapat meningkatkan kandungan protein pada hidrolisat protein (Budy, 2014).

d. Kadar Abu

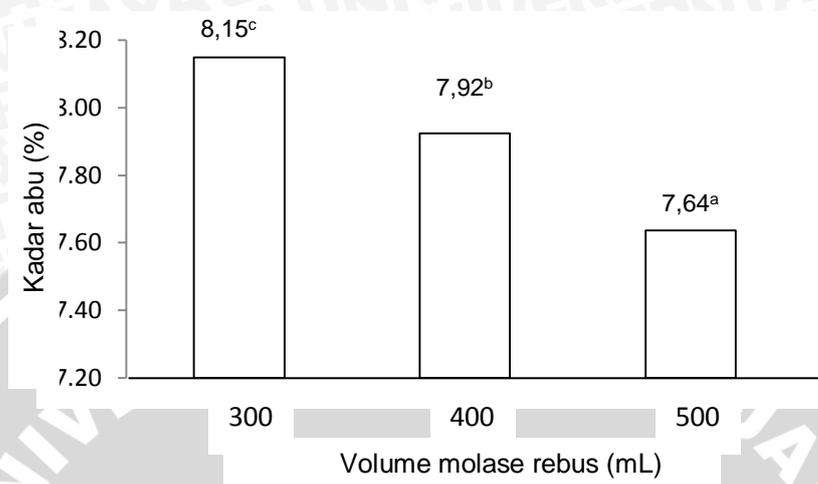
Data pengamatan dan analisis data kadar abu hidrolisat protein kepala lele rebus dengan lama fermentasi dan penambahan molase rebus yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 17. Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar abu pada hidrolisat protein kepala lele rebus dapat dilihat pada Gambar 21 berikut:



Gambar 21. Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Kadar Abu Hidrolisat Protein Kepala Lele Rebus

Data analisis kadar abu menunjukkan bahwa lama fermentasi memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar abu pada hidrolisat protein. Terlihat pada Gambar 21 terjadinya penurunan kadar abu dari fermentasi hari ke-0 (kontrol) hingga fermentasi selama 12 hari. Hal ini karena pada perlakuan kontrol belum terjadi hidrolisis, sedangkan selama fermentasi 12 hari terjadi hidrolisis pada substrat dengan baik. Sejalan dengan Savitri (2011) yang menyatakan bahwa semakin lama fermentasi menyebabkan menurunnya kadar abu. Hal ini menunjukkan adanya penggunaan komponen mineral pada substrat oleh khamir laut sehingga kadar abu menjadi berkurang.

Pengaruh penambahan volume molase rebus yang berbeda terhadap kadar abu pada hidrolisat protein kepala lele rebus dapat dilihat pada gambar 22 berikut:



Gambar 22. Pengaruh Penambahan Volume Molase Rebus terhadap Kadar Abu Hidrolisat Protein Kepala Lele Rebus

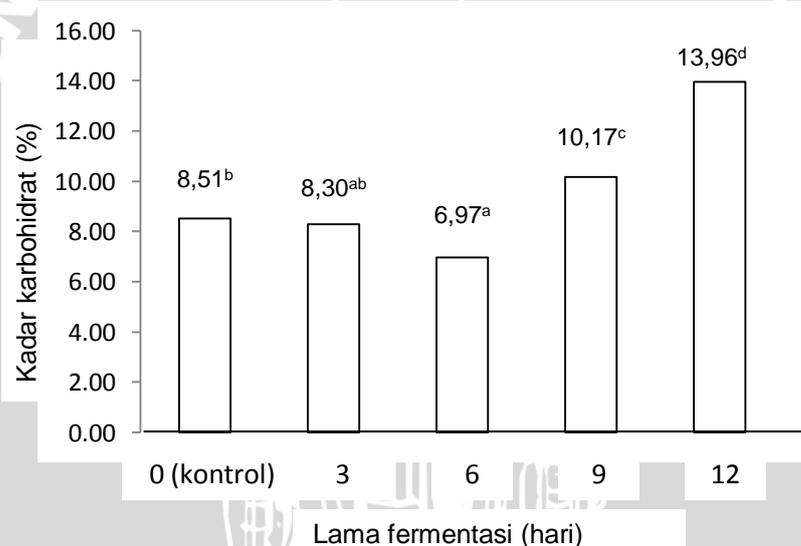
Data analisis kadar abu menunjukkan bahwa penambahan molase rebus yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar abu pada hidrolisat protein. Terlihat dari Gambar 22 semakin banyaknya penambahan volume molase rebus semakin rendah kadar abu yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan semakin banyaknya molase rebus yang ditambahkan sebagai substrat menyebabkan semakin meningkatnya pertumbuhan khamir laut dengan jumlah sel khamir sehingga selama fermentasi berlangsung semakin banyak khamir yang menggunakan mineral yang terdapat pada substrat. Kadar abu menunjukkan besarnya jumlah mineral yang terkandung dalam suatu bahan pangan, adapun komponen didalamnya yaitu kalsium, fosfor, natrium, dan tembaga (Purbasari, 2008).

Berdasarkan analisis data hubungan antara lama fermentasi dan penambahan volume molase rebus yang berbeda tidak memberikan pengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap kadar abu hidrolisat protein kepala lele rebus, sehingga tidak dilakukan uji lanjut.

e. **Kadar Karbohidrat**

Karbohidrat diperoleh dari hasil pengurangan angka 100 dengan presentasi komponen lain (air, abu, lemak dan protein). Bila hasil pengurangan ini dikurangi dengan presentasi serat, maka akan diperoleh kadar karbohidrat yang dapat dicerna oleh tubuh (Liputo *et al.*, 2013).

Data pengamatan dan analisis data kadar karbohidrat hidrolisat protein kepala lele rebus dengan lama fermentasi dan penambahan molase rebus yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 18. Pengaruh lama fermentasi terhadap kandungan karbohidrat pada hidrolisat protein kepala lele rebus dapat dilihat pada Gambar 23 berikut:



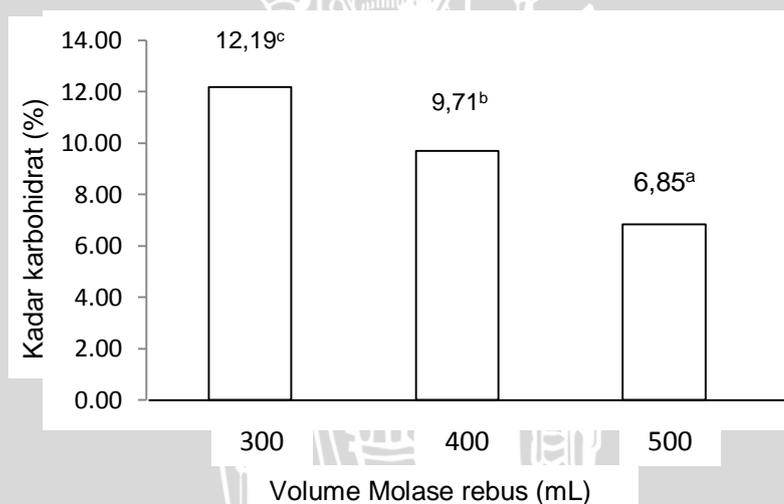
Gambar 23. Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Kadar Karbohidrat Hidrolisat Protein Kepala Lele Rebus

Berdasarkan Gambar 23 dapat diketahui bahwa lama fermentasi memberikan pengaruh nyata terhadap kadar karbohidrat produk hidrolisat. Hidrolisat protein mempunyai rata-rata kandungan karbohidrat dengan kisaran 6,97% hingga 13,96%. Sedangkan karbohidrat yang dihasilkan merupakan hasil akhir dari produk setelah diketahui kandungan-kandungannya seperti kadar air, kadar abu, kadar protein, dan kadar lemak. Kadar karbohidrat terendah yaitu

pada lama fermentasi selama 6 hari, sedangkan untuk kadar karbohidrat tertinggi yaitu pada fermentasi 12 hari.

Data analisis kadar karbohidrat menunjukkan bahwa lama fermentasi memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar karbohidrat pada hidrolisat protein. Pada gambar 23 menunjukkan terjadinya penurunan kadar karbohidrat dari kontrol hingga fermentasi 6 hari, kemudian mengalami peningkatan kembali pada fermentasi hari ke-9 dan ke-12. Meningkatnya karbohidrat sejalan dengan menurunnya kandungan-kandungan lain dalam produk hidrolisat seperti kadar air, kadar lemak, dan kadar abu (Budy, 2014).

Pengaruh penambahan volume molase rebus yang berbeda terhadap kadar karbohidrat tersaji pada Gambar 24 berikut:



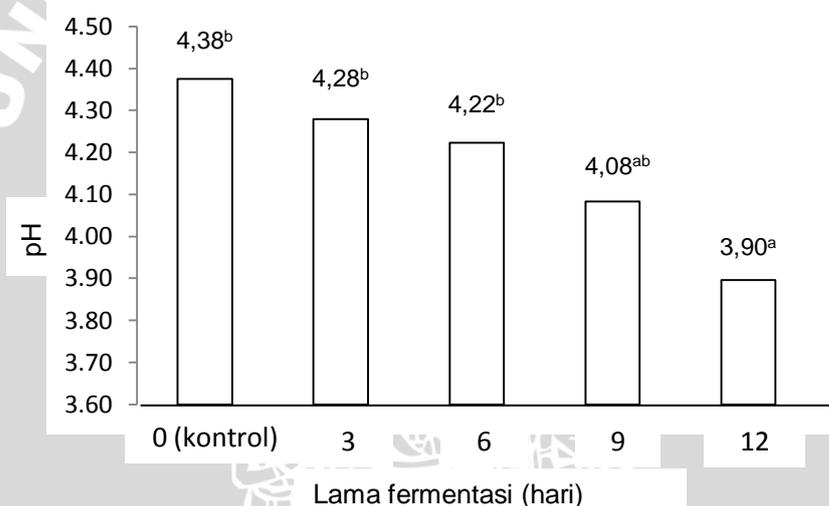
Gambar 24. Pengaruh Penambahan Volume Molase Rebus terhadap Kadar Karbohidrat Hidrolisat Protein Kepala Lele Rebus

Data analisis kadar karbohidrat menunjukkan bahwa penambahan molase rebus yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar karbohidrat pada hidrolisat protein. Fardiaz (1989) menyatakan bahwa, pada khamir yang bersifat fermentatif, 70% dari glukosa di dalam substrat akan diubah menjadi karbondioksida dan alkohol, sedangkan sisanya sebanyak 30% tanpa adanya nitrogen akan diubah menjadi produk penyimpanan cadangan.

Berdasarkan analisis data hubungan antara lama fermentasi dan penambahan volume molase rebus yang berbeda tidak memberikan pengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap kadar abu hidrolisat protein kepala lele rebus, sehingga tidak dilakukan uji lanjut.

4.2.1.4 Nilai pH

Data pengamatan dan analisis data pH hidrolisat protein kepala lele rebus dengan lama fermentasi dan penambahan molase rebus yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 19. Pengaruh lama fermentasi terhadap nilai pH pada hidrolisat protein kepala lele rebus dapat dilihat pada Gambar 25 berikut:

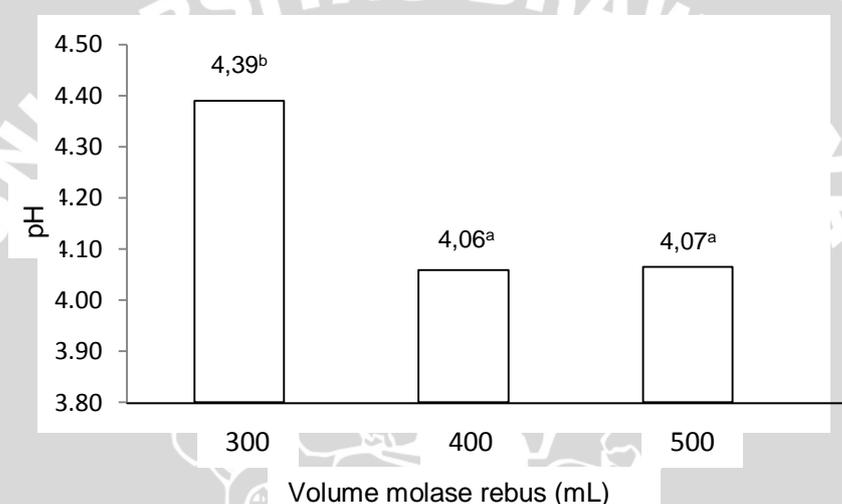


Gambar 25. Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Nilai pH Hidrolisat Protein Kepala Lele Rebus

Gambar 25 menunjukkan bahwa pH hidrolisat protein kepala ikan lele mengalami penurunan selama fermentasi 12 hari dengan nilai rata-rata berkisar antara 3,90 – 4,38. pH tertinggi pada lama fermentasi 0 hari, sedangkan untuk pH terendah pada lama fermentasi 12 hari. Purbasari (2008) melaporkan bahwa pH hidrolisat protein dibawah netral (<7) yaitu 4-6. Hal ini dimungkinkan karena terjadinya degradasi bahan organik saat fermentasi yang memicu banyaknya asam yang terbentuk.

Data analisis pH menunjukkan bahwa lama fermentasi memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap pH pada hidrolisat protein. Hal ini terlihat pada Gambar 25 yang menunjukkan penurunan pH selama fermentasi 12 hari. Dikatakan oleh Fardiaz (1989) bahwa, kebanyakan khamir lebih menyukai keadaan asam, yaitu pada pH 4 – 4,5, dan tidak dapat hidup dengan baik pada mediu alkali, kecuali jika telah beradaptasi.

Adapun pengaruh penambahan molase rebus yang berbeda terhadap nilai pH Hidrolisat protein kepala lele rebus tertera pada Gambar 26 berikut:



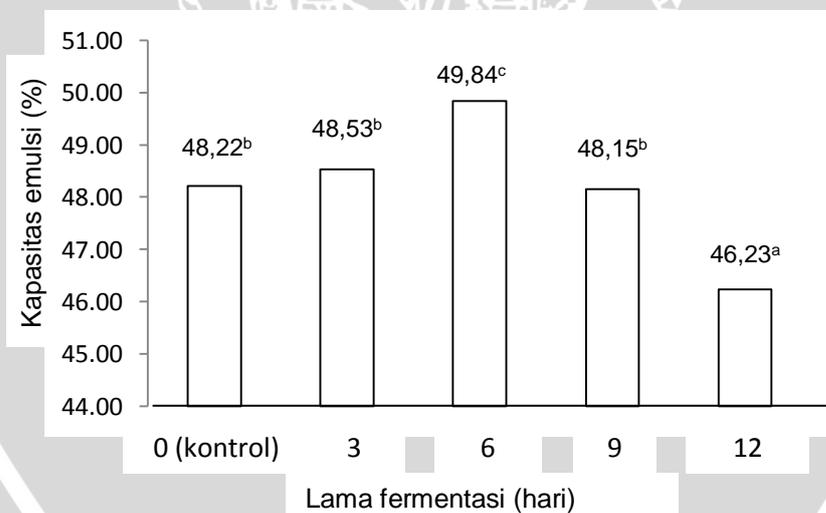
Gambar 26. Pengaruh Penambahan Volume Molase Rebus terhadap Nilai pH Hidrolisat Protein Kepala Lele Rebus

Data analisis pH menunjukkan bahwa penambahan molase rebus yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap pH hidrolisat protein. Terlihat bahwa terjadi penurunan pH pada penambahan volume molase rebus yang semakin banyak. Budy (2014) mengatakan bahwa selama berlangsungnya fermentasi menyebabkan terpecahnya komponen karbohidrat (gula) dari substrat dan membentuk asam-asam yang mudah menguap seperti asam asetat, asam piruvat, dan asam laktat, sehingga menyebabkan produk hidrolisat protein menjadi lebih asam.

Berdasarkan analisis data hubungan antara lama fermentasi dan penambahan volume molase rebus yang berbeda tidak memberikan pengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap pH hidrolisat protein kepala lele rebus, sehingga tidak dilakukan uji lanjut.

4.2.1.5 Kapasitas Emulsi

Kapasitas emulsi merupakan salah satu parameter dari kualitas 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 hidrolisat protein kepala lele rebus dengan lama fermentasi dan penambahan molase rebus yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 20. Pengaruh lama fermentasi terhadap kapasitas emulsi pada hidrolisat protein kepala lele rebus dapat dilihat pada Gambar 27 berikut:



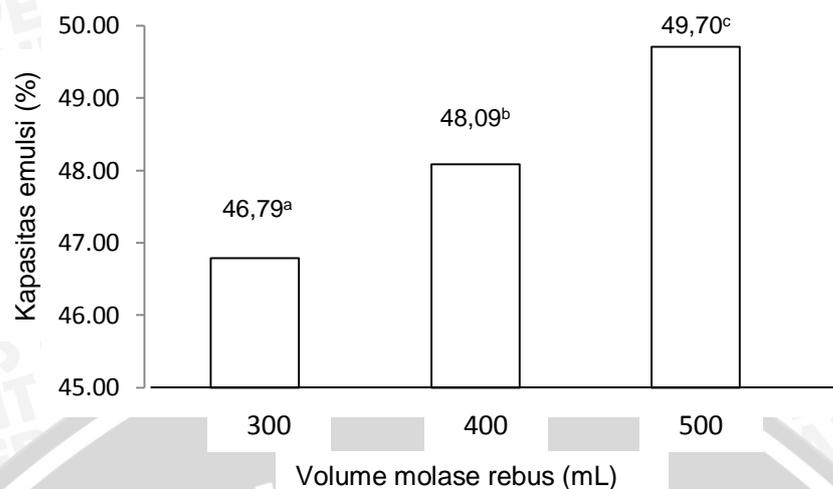
Gambar 27. Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Kapasitas Emulsi Hidrolisat Protein Kepala Lele Rebus

Gambar 27 menunjukkan bahwa kapasitas emulsi dari fermentasi 0 hari atau kontrol mengalami peningkatan sampai pada fermentasi hari ke-12. Kapasitas emulsi tertinggi yaitu pada fermentasi selama 6 hari dengan nilai rata-rata kapasitas emulsi 49,84%. Sedangkan kapasitas emulsi terendah yaitu pada

lama fermentasi 12 hari dengan nilai rata-rata 46,23%. Kapasitas emulsi pada hidrolisat protein erat kaitannya dengan kandungan asam amino yang terbentuk pada bahan.

Data analisis kapasitas emulsi menunjukkan bahwa lama fermentasi memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kapasitas emulsi pada hidrolisat protein. Hal ini terlihat pada Gambar 27 yang menunjukkan kenaikan kapasitas emulsi dari kontrol hingga fermentasi selama tiga dan enam hari. Riewpassa *et al.*, (2013) menyatakan bahwa kapasitas emulsi disebabkan oleh kemampuan bahan dalam menyerap air dan minyak yang berkaitan dengan keseimbangan ikatan hidrolifilik dan liofilik asam amino. Ikatan hidrofilik merupakan komponen polar berikatan dengan pelarut buffer sodium fosfat dan hidrofobik merupakan komponen nonpolar yang berikatan dengan minyak. Kedua komponen tersebut merupakan utama pembentuk emulsi, jika salah satu komponen rusak maka akan mempengaruhi daya emulsi yang terbentuk. Pada hari ke-9 dan hari ke-12 fermentasi terjadi penurunan kapasitas emulsi yang dimungkinkan karena semakin menurunnya nutrisi gula pada substrat yang diikuti dengan menurunnya jumlah sel khamir laut selain itu dimungkinkan sel khamir laut telah mengalami fase kematian sehingga kandungan protein dalam substrat tidak terurai secara optimal.

Pengaruh penambahan volume molase rebus yang berbeda terhadap kapasitas emulsi pada hidrolisat protein kepala lele rebus dapat dilihat pada Gambar 28 berikut:



Gambar 28. Pengaruh Penambahan Volume Molase Rebus terhadap Kapasitas Emulsi Hidrolisat Protein Kepala Lele Rebus

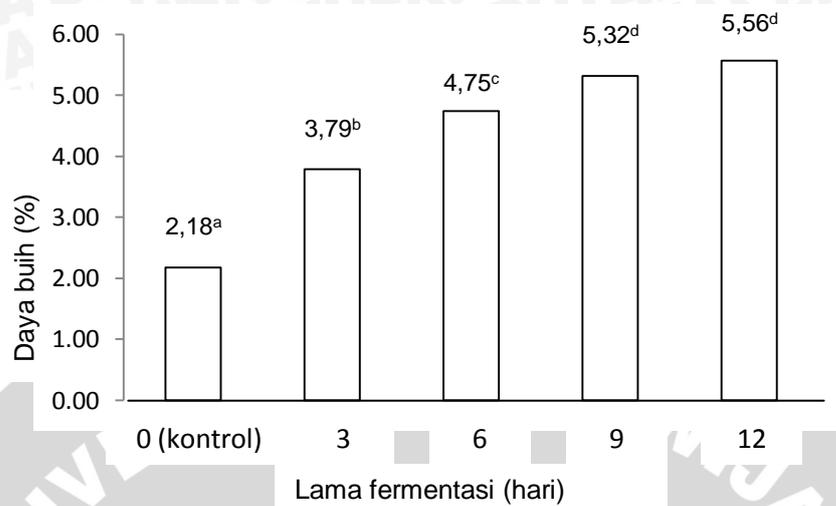
Data analisis kapasitas emulsi menunjukkan bahwa penambahan molase rebus yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kapasitas emulsi hidrolisat protein. Terlihat dari semakin banyaknya penambahan molase rebus yang diikuti semakin meningkatnya kapasitas emulsi. Hal ini dimungkinkan karena adanya kemampuan hidrolisis yang tinggi yang menghasilkan sejumlah peptida yang panjang sehingga memicu pembentukan kadar emulsi pada hidrolisat protein kepala lele rebus tersebut. Koesoemawardani *et al.*, (2011) melaporkan bahwa emulsi hidrolisat ikan rucah terlihat relative stabil (tidak berbeda nyata) yaitu pada 51,38%.

Berdasarkan analisis data hubungan antara lama fermentasi dan penambahan volume molase rebus yang berbeda tidak memberikan pengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap kapasitas emulsi hidrolisat protein kepala lele rebus, sehingga tidak dilakukan uji lanjut.

4.2.1.6 Daya Buih

Data pengamatan dan analisis data daya buih hidrolisat protein kepala lele rebus dengan lama fermentasi dan penambahan molase rebus yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 21. Pengaruh lama fermentasi terhadap

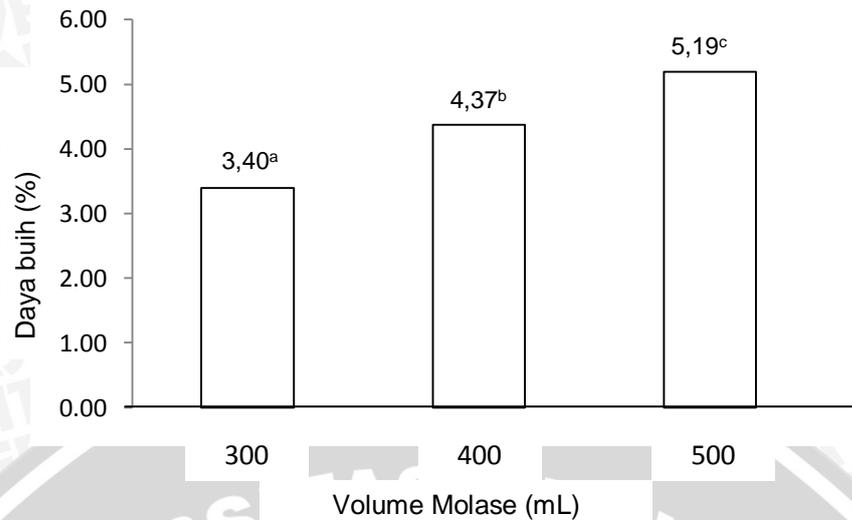
daya buih pada hidrolisat protein kepala lele rebus dapat dilihat pada Gambar 29 berikut:



Gambar 29. Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Daya Buih Hidrolisat Protein Kepala Lele Rebus

Berdasarkan analisis data lama fermentasi memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap daya buih hidrolisat protein kepala lele rebus. Hal ini terlihat dari Gambar 29 yang menunjukkan adanya peningkatan selama 12 hari fermentasi. Koesoemawardani *et al.*, (2011) melaporkan bahwa daya buih hidrolisat protein ikan rucah terjadi peningkatan pada lama inkubasi $\frac{1}{2}$ jam yaitu sebesar 9,63%. Hal ini dimungkinkan karena selama selang waktu fermentasi terbentuk asam amino yang dapat mengabsorpsi antara fase udara dengan air sehingga memicu terbentuknya buih yang banyak.

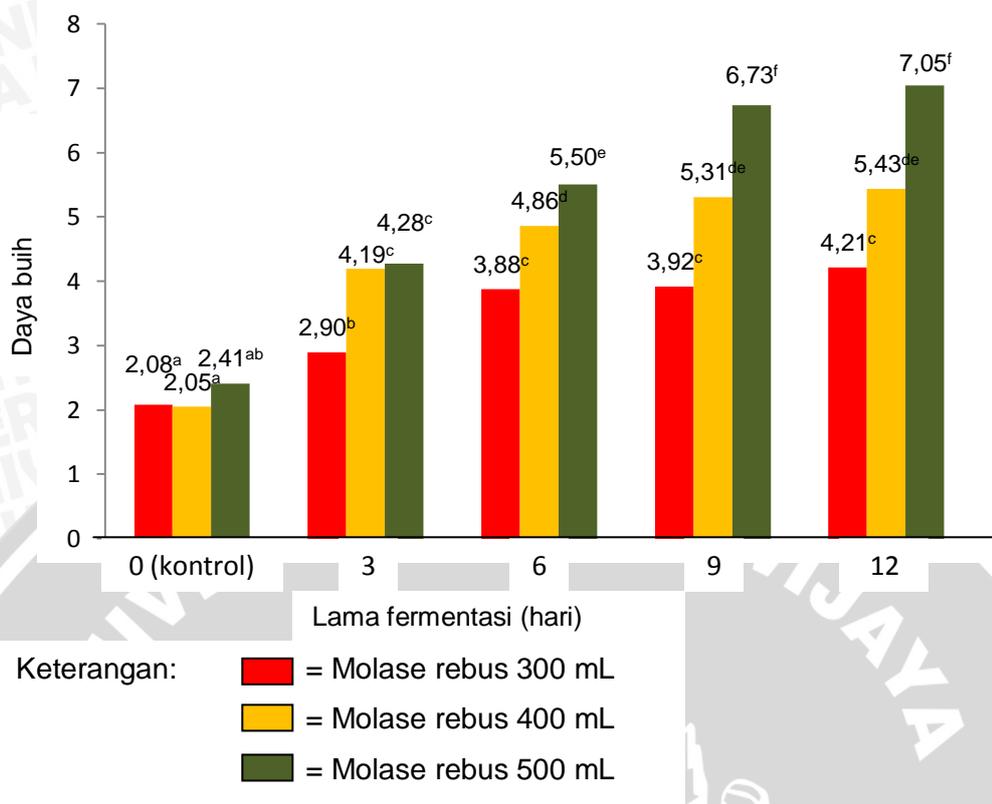
Pengaruh penambahan molase rebus yang berbeda terhadap daya buih hidrolisat protein kepala lele rebus tersaji pada Gambar 30 berikut:



Gambar 30. Pengaruh Penambahan Volume Molase Rebus terhadap Daya Buih Hidrolisat Protein Kepala Lele Rebus

Berdasarkan analisis data penambahan volume molase rebus yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap daya buih hidrolisat protein kepala lele rebus. Hal ini terlihat pada bertambahnya volume molase rebus yang diikuti dengan meningkatnya daya buih. Budy (2014) menyatakan molase rebus membantu menyediakan energi bagi pertumbuhan khamir laut dalam menghidrolisis protein, sehingga semakin banyak nutrisi yang diberikan maka semakin besar kandungan protein pada substrat yang terhidrolisis yang berpengaruh pada meningkatnya daya buih.

Berdasarkan analisis data hubungan antara lama fermentasi dan penambahan volume molase rebus yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap daya buih hidrolisat protein kepala lele rebus.



Gambar 31. Pengaruh Hubungan Lama Fermentasi dan Penambahan Volume Molase Rebus yang Berbeda Daya Buih Hidrolisat Protein Kepala Lele Rebus

Berdasarkan Gambar 31 dapat diketahui daya buih pada hidrolisat protein berkisar antara 2,05 % hingga 7,05 %, dengan terjadinya peningkatan dari fermentasi 0 hari (kontrol) sampai fermentasi selama 12 hari. Kekuatan protein dalam memerangkap gas merupakan faktor utama yang menentukan karakteristik dari buih hidrolisat protein. Kapasitas buih bergantung pada fleksibilitas molekul dan sifat fisiko kimia protein (Riewpassa *et al.*, 2013).

4.2.2 Kandungan Hidrolisat Protein Kepala Lele Rebus (*Clarias sp.*)

Berdasarkan hasil analisis rendemen dan kandungan hidrolisat protein ikan lele rebus maka dapat disajikan kandungan hidrolisat protein kepala ikan lele jika dibandingkan dengan standar hidrolisat protein ikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan Kandungan Kimia Standar Berat Kering Hidrolisat Protein Ikan dan Hidrolisat Protein Kepala Ikan Lele Rebus

Parameter	Nilai Rata-rata Hidrolisat Protein (%)	
	Kepala Lele Rebus	Standar HPI*
Kadar air (%)	15,61	-
Kadar abu (%)	7,77	6-7
Kadar lemak (%)	2,63	2-4
Kadar protein (%)	70,69	85-90
Kadar karbohidrat (%)	3,29	-

Sumber: * Purbasari (2008)

Tabel 7 memperlihatkan kadar air pada hidrolisat protein kepala lele rebus lebih tinggi dibandingkan dengan standar hidrolisat protein ikan. Hal ini karena standar hidrolisat protein ikan yang telah ditetapkan merupakan standar hidrolisat protein kering yang tidak memiliki kandungan air, sedangkan pada hidrolisat protein kepala lele rebus produk akhirnya berupa pasta. Kadar abu yang dimiliki hidrolisat protein kepala lele rebus sedikit lebih tinggi dibandingkan standar yaitu sebesar 7,77 % sedangkan untuk standarnya yaitu 6-7 % namun tidak jauh berbeda dari standar. Rohim (2014) melaporkan bahwa kadar abu pada molase rebus yaitu 4,95 %. Hal ini menunjukkan penambahan molase rebus dalam pembuatan hidrolisat protein kepala lele rebus dapat meningkatkan kadar abu pada produk.

Tabel 7 memperlihatkan kadar lemak pada hidrolisat protein kepala lele rebus telah sesuai dengan standar yaitu sebesar 2,63 %, sedangkan untuk standarnya yaitu 2-4 %. Hal ini menunjukkan pembuatan hidrolisat protein kepala lele telah dilakukan dengan baik sehingga menghasilkan kandungan lemak yang sesuai dengan standar. Pada kadar protein yang dihasilkan untuk hidrolisat protein kepala lele rebus jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan standar yang ditetapkan yaitu sebesar 70,69 %, sedangkan kadar protein standar yaitu 85-90 %. Hal ini dimungkinkan karena tidak sempurnanya proses penguraian komponen protein yang dilakukan oleh enzim terhadap substrat. Noviyanti *et al.*, (2012) menyatakan bahwa, faktor-faktor utama yang mempengaruhi aktivitas

enzim adalah temperatur lingkungan, pH, konsentrasi enzim, substrat, senyawa inhibitor dan aktivator. Ditambahkan oleh Purbasari (2008) yang menyatakan bahwa, proses hidrolisis diharapkan terjadi proses modifikasi karakteristik fungsional protein juga dipengaruhi oleh tingkat hidrofobisitas bagian rantai non polar pada protein, derajat hidrolisis serta tipe enzim proteolitik yang digunakan.

Kadar karbohidrat yang dihasilkan hidrolisat protein kepala lele rebus sebesar 3,29 %, lebih tinggi jika dibandingkan standar yaitu tidak terkandungnya karbohidrat pada standar hidrolisat protein ikan. Rohim (2014) melaporkan bahwa kadar karbohidrat pada molase rebus cukup tinggi yaitu 5,73 %. Hal ini menunjukkan penambahan molase rebus dalam pembuatan hidrolisat protein kepala lele rebus dapat meningkatkan kadar karbohidrat pada produk.

4.2.3 Total Asam Amino

Kualitas protein dapat ditentukan dengan melihat kandungan asam amino penyusunnya. Tidak semua protein mempunyai nilai gizi yang sama karena perbedaan jumlah dan jenis asam amino yang terkandung dalam tiap protein. Analisis asam amino bertujuan untuk mengetahui jenis dan jumlah asam amino esensial yang terkandung dalam suatu protein bahan pangan (Purbasari *et al.*, 2008).

Asam amino merupakan komponen utama penyusun protein, dan dibagi dalam dua kelompok yaitu asam amino esensial dan non-esensial. Asam amino esensial tidak dapat diproduksi dalam tubuh sehingga sering harus ditambahkan dalam bentuk makanan, sedangkan asam amino non-esensial dapat diproduksi dalam tubuh (Liputo *et al.*, 2013). Analisa total asam amino didasarkan pada kandungan protein tertinggi yaitu 69,23% pada lama fermentasi 6 hari dan penambahan molase 500 mL. Berdasarkan hasil protein tertinggi dilakukan analisa asam amino dengan metode HPLC (*High Performance Liquid*

Chromatography). Adapun perbandingan kandungan asam amino yang dihasilkan oleh hidrolisat kepala ikan lele rebus (Lampiran 23), hidrolisat protein ikan lele dumbo, dan hidrolisat protein ikan selar kuning dapat dilihat pada Tabel 8 berikut:

Tabel 8. Perbandingan Asam Amino Hidolizat Protein Kepala Lele Rebus, Lele Dumbo dan Ikan Selar Kuning

No	Jenis Asam Amino	Kandungan Asam Amino (%)		
		Hidrolisat Protein Kepala Ikan Lele Rebus ₁	Hidrolisat Protein Ikan Lele Dumbo ₂	Hidrolisat Protein Ikan Selar Kuning ₃
Esensial				
1.	Histidin	*	1,68	0,097
2.	Arginin	0,21	2,77	0,094
3.	Treonin	0,23	2,22	0,077
4.	Valin	0,31	2,57	0,075
5.	Metionin	0,09	0,98	0,120
6.	Isoleusin	0,26	1,97	0,067
7.	Leusin	0,37	3,55	0,105
8.	Phenilalanin	0,24	2,02	0,085
9.	Lisin	0,20	5,23	0,085
Non Esensial				
10.	As. Aspartat	1,01	5,98	0,185
11.	As. Glutamat	4,26	7,77	0,385
12.	Serin	0,18	2,61	0,159
13.	Glisin	0,51	4,85	0,098
14.	Alanin	0,81	2,93	0,054
15.	Prolin	0,53	-	-
16.	Tirosin	0,12	2,56	0,095
17.	Sistein	0,01	-	-
Total		9,34	49,69	1,825

Ket: * tidak terdeteksi

₁ Laboratorium Balai Penelitian Ternak Bogor (2014)

₂Widadi (2011)

₃Kurniawan *et al.*, (2012)

Tabel 8 menunjukkan bahwa asam amino yang diperoleh hidrolisat protein kepala kepala lele rebus dan hidrolisat protein lele dumbo. Asam amino yang terkandung pada hidrolisat protein kepala lele rebus yaitu 16 jenis asam amino, sehingga dapat dikatakan bahwa proses hidrolisis yang berlangsung

pada substrat oleh khamir laut mendekati sempurna. Widadi (2011) menyatakan bahwa apabila proses hidrolisis berjalan sempurna maka akan menghasilkan 18-20 macam asam amino.

Asam amino yang tertinggi yaitu asam glutamat dengan persentase 4,26 % dari total asam amino. Sedangkan untuk asam amino terendah yaitu asam aspartat dan sistein yaitu 0,01 % dari total asam amino. Asam glutamat merupakan asam amino nonesensial, berperan dalam menunjang fungsi otak, mempermudah belajar dan memperkuat ingatan. Selain itu, asam glutamat juga bermanfaat untuk membantu dalam meningkatkan massa otot (memperbesar otot). Asupan asam glutamat yang berlebihan (lebih dari 120 mg per kg berat badan) dapat menyebabkan kerusakan sistem syaraf sehingga dapat menimbulkan penyakit alzheimer dan amyotrophic lateral sclerosis (*The International Glutamate Information Service*, 2006).

Asam amino yang tidak terkandung dalam hidrolisat protein adalah histidin, menurut Menurut Kurniawan *et al.*, (2012), rendahnya salah satu jenis asam amino dapat dilengkapi dengan protein dari sumber lain yang memiliki asam amino berbeda. Beberapa macam protein dapat saling mengisi kekurangan asam amino esensial. Dua jenis protein yang terbatas dalam asam amino yang berbeda, bila dimakan secara bersamaan di dalam tubuh dapat menjadi susunan protein yang lengkap, dalam keadaan tercampur, asam amino yang berasal dari berbagai jenis protein dapat saling mengisi untuk menghasilkan protein yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan pemeliharaan tubuh.

Asam amino yang perlu mendapat perhatian khusus bagi nutrisi protein adalah asam amino esensial. Selain itu, mutu protein juga dinilai dari perbandingan asam-asam amino yang terkandung dalam protein tersebut. Pada prinsipnya suatu protein yang dapat menyediakan asam amino esensial dalam suatu komposisi yang hampir menyamai kebutuhan manusia, mempunyai mutu

yang tinggi. Terdapat 9 asam amino esensial pada produk hidrolisat protein yang dihasilkan, yaitu histidin, arginin, treonin, valin, metionin, isoleusin, leusin, fenilalanin dan lisin serta 8 asam amino non esensial yang meliputi asam aspartat, asam glutamat, tirosin, sistin, serin, glisin, alanin, dan prolin. Pada produk hidrolisat ini hampir semua jenis asam amino esensial dihasilkan kecuali histidin yang dalam hal tidak terdeteksi.

