

**PENGARUH PENAMBAHAN VOLUME MOLASE SEGAR YANG BERBEDA
TERHADAP KARAKTERISTIK HIDROLISAT PROTEIN KERANG HIJAU
(*Perna viridis*) SEGAR SELAMA MASA FERMENTASI DENGAN STARTER
KHAMIR LAUT**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERIKANAN**

Oleh:

RIATNI A.H. HUSEN

NIM. 105080313111013



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

**PENGARUH PENAMBAHAN VOLUME MOLASE SEGAR YANG BERBEDA
TERHADAP KARAKTERISTIK HIDROLISAT PROTEIN KERANG HIJAU
(*Perna viridis*) SEGAR SELAMA MASA FERMENTASI DENGAN STARTER
KHAMIR LAUT**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERIKANAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
Di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh:

RIATNI A.H. HUSEN

NIM. 105080313111013



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2015

SKRIPSI
PENGARUH PENAMBAHAN VOLUME MOLASE SEGAR YANG BERBEDA
TERHADAP KARAKTERISTIK HIDROLISAT PROTEIN KERANG HIJAU
(*Perna viridis*) SEGAR SELAMA MASA FERMENTASI DENGAN STARTER
KHAMIR LAUT

Oleh:
RIATNI A.H. HUSEN
105080313111013

Telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 07 April 2015
dan dinyatakan telah memenuhi syarat
SK Dekan No. : _____
Tanggal : _____

Dosen penguji I



(Dr. Ir. Kartini Zailanie, MS)
NIP. 19550503 198503 2 001
Tanggal: 30 APR 2015

Menyetujui,

Dosen pembimbing I



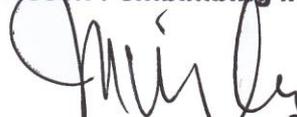
(Prof. Ir. Sukoso, M.Sc.Ph.D)
NIP. 19640919 198903 1 002
Tanggal: 30 APR 2015

Dosen penguji II



(Dr. Ir. Titik Dwi Sulistiyati, MP)
NIP. 19581231 198601 2 002
Tanggal: 30 APR 2015

Dosen Pembimbing II



(Dr. Ir. Muhamad Firdaus, MP)
NIP. 19680919 200501 1 001
Tanggal: 30 APR 2015



(Dr. Ir. Arning Witujeng Ekawati, MS)
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal : 30 APR 2015

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa data skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.



Malang, 07 April 2015

Mahasiswa

Riatni A.H. Husen

UCAPAN TERIMA KASIH

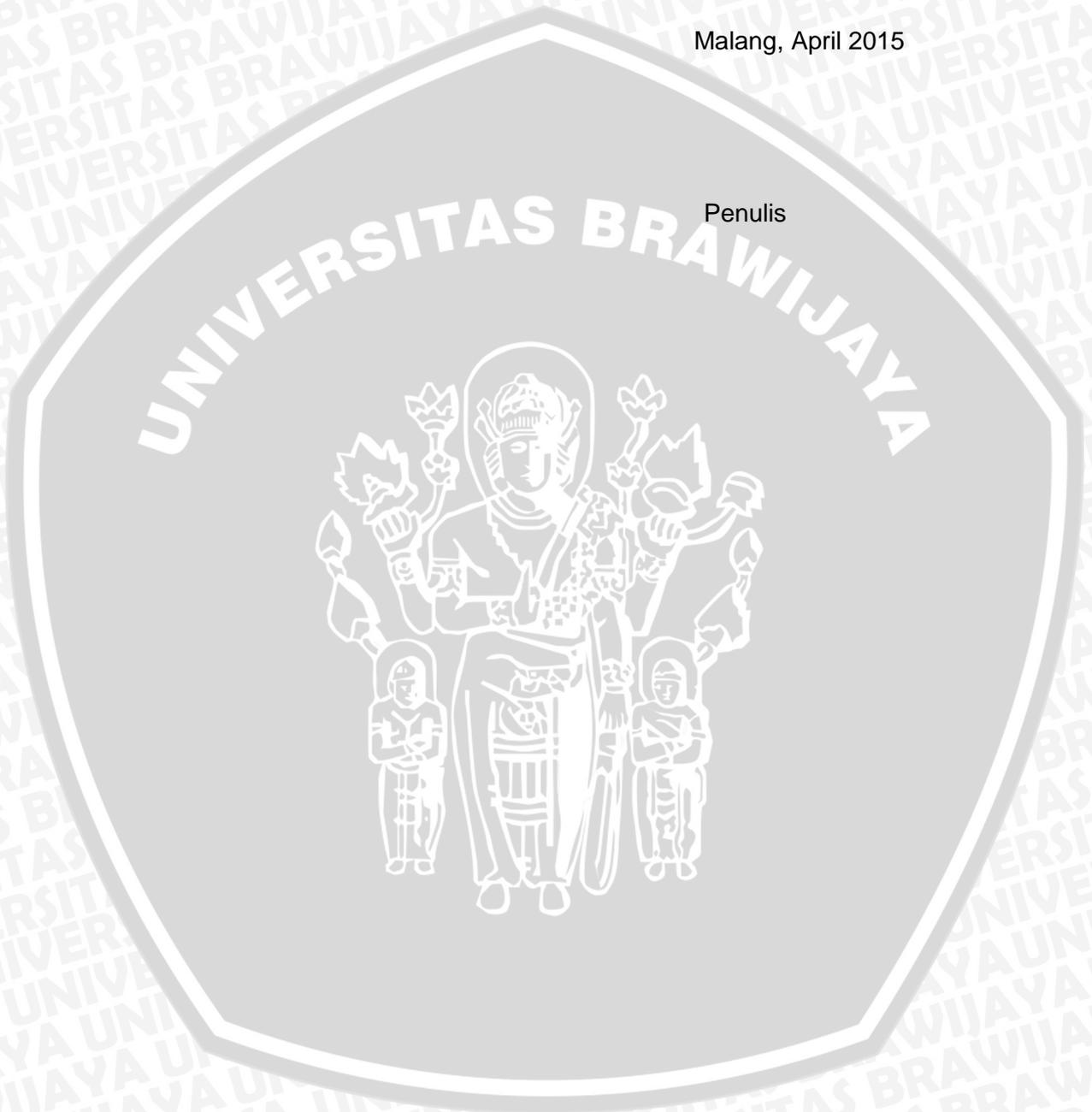
Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan segala kelebihan dan keterbatasannya. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Mama Maimunah Nona dan Ayah Husen Gere Wara (Alm) tercinta yang telah memberikan doa dan dukungan yang begitu besar.
2. Prof. Ir. Sukoso, M.Sc. Ph. D selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan selama penyusunan skripsi ini, dan memberikan koleksi khamir laut serta molase yang sangat membantu dalam penelitian saya.
3. Dr. Ir. M. Firdaus, MP selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan pengetahuan dan membimbing saya dengan sabar hingga saya dapat memahami materi penelitian saya.
4. Dr. Ir. Kartini Zailanie, MS dan Dr. Ir. Titik Dwi Sulistiyati, MP selaku Dosen Penguji Penguji yang telah banyak memberikan ilmu, kritik, dan saran dalam penyusunan skripsi ini.
5. Kakak-kakak tersayang (Kakak Yati, Kakak Dul, Kakak As, Kakak Tini, Kakak Nani, Kakak Bina, Kakak Yuli, Kakak Arjuna dan Kakak Dede) serta keponakan tercinta (Imam Teguh, Muhammad Fakhri, Mahezwar, Shaffa, Nazwa dan Naura) yang telah memberi semangat selama ini.
6. Teman-teman seperjuangan MY TEAM, Sur, Fany, dan Eko yang selalu mendampingi di kala susah dan senang bersama.
7. Teman-teman THP 2010 yang telah membantu dan memberikan motivasi selama ini.

8. Pihak lain yang namanya tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan, doa, dan semangat selama penulis menyelesaikan skripsi ini.

Malang, April 2015

Penulis



RINGKASAN

Riatni A.H. Husen. Skripsi tentang pengaruh penambahan volume molase segar yang berbeda terhadap karakteristik hidrolisat protein kerang hijau (*perna viridis*) segar selama masa fermentasi dengan starter khamir laut (dibawah bimbingan **Prof. Ir. Sukoso, M.Sc. Ph.D** dan **Dr. Ir. M. Firdaus, MP**).

Salah satu alternatif pengolahan hasil perikanan adalah dengan cara menghidrolisis ikan menjadi hidrolisat protein. Pengolahan ikan menjadi hidrolisat protein bertujuan untuk mendapatkan bahan pangan yang lebih mudah dicerna oleh tubuh karena proteinnya telah terurai menjadi lebih sederhana. Sumber protein tinggi yang dapat diolah menjadi hidrolisat protein salah satunya adalah kerang hijau. Kerang hijau segar mengandung protein yang cukup tinggi yaitu sekitar 11,75%. Pembuatan hidrolisat protein dapat dilakukan dengan cara fermentasi. pada fermentasi tentunya terdapat mikroorganisme yang berperan didalamnya, mikroorganisme yang digunakan adalah khamir laut. Khamir laut membutuhkan nutrisi dalam menopang pertumbuhannya, misalnya sumber karbon. Sumber karbon yang digunakan adalah tetes tebu (molase). Oleh karena itu, penggunaan volume molase segar dan lama fermentasi yang tepat diharapkan dapat meningkatkan kemampuan khamir laut dalam menghidrolisis kerang hijau segar.

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode eksploratif. Penelitian ini dirancang dengan Rancangan Acak Kelompok Sederhana yaitu volume molase segar yang terdiri dari 100 mL, 200 mL, 300 mL, 400 mL dan lama fermentasi pada hari ke-3, hari ke-6, hari ke-9 dan hari ke-12 serta dilakukan dengan 3 kali ulangan. Penelitian ini terdiri dari penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan dilakukan dengan penentuan fase logaritmik khamir laut, penentuan volume molase dan lama fermentasi dalam proses pembuatan hidrolisat protein kerang hijau. Penelitian utama dilakukan dengan pembuatan hidrolisat protein kerang hijau dengan *starter* khamir laut yang dianalisis kimia (analisis proksimat, total asam amino, pH, emulsi, dan daya buih) terhadap kualitas hidrolisat protein kerang hijau.

Hasil penelitian diperoleh kesimpulan dari penelitian ini yaitu volume molase segar yang tepat terhadap karakteristik hidrolisat protein kerang hijau adalah sebanyak 400 mL dengan kandungan nutrisi sebesar 19,22% kadar air, 1,35% kadar lemak, 64,27% kadar protein, 12,79% kadar abu, 3,19% kadar karbohidrat, 3,29 pH, 44,22% kapasitas emulsi, dan 8,27% daya buih. Sedangkan lama waktu fermentasi yang tepat terhadap karakteristik hidrolisat protein kerang hijau adalah pada hari ke-12 dengan kandungan nutrisi sebesar 13,70% kadar air, 1,85% kadar lemak, 71,55% kadar protein, 11,31% kadar abu, 3,12% kadar karbohidrat, 3,61 pH, 44,60% kapasitas emulsi, dan 7,06% daya buih.

Hasil analisis total asam amino hidrolisat protein kerang hijau terbaik diperoleh 17 macam asam amino. Asam amino yang terkandung ada dua jenis yaitu esensial dan non esensial. Asam amino esensial meliputi lisin, arginin, histidin, leusin, valin, isoleusin, treonin, phenilalanin dan methionin. Sedangkan asam amino non esensial antara lain asam glutamat, sistin, asam aspartate, alanine, serin, glisin, prolin, dan tirosin.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucap puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-NYA penulis dapat menyajikan Laporan Skripsi yang berjudul Pengaruh Penambahan Volume Molase Segar yang Berbeda Terhadap Karakteristik Hidrolisat Protein Kerang Hijau (*Perna viridis*) Selama Masa Fermentasi Dengan Starter Khamir Laut. Dalam tulisan ini, disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi proses pembuatan hidrolisat protein kerang hijau (*Perna viridis*) dan beberapa uji terkait dengan penentuan karakteristik dari hidrolisat protein kerang hijau (*Perna viridis*) tersebut.

Dalam penyusunan tulisan laporan kami mengakui masih terdapat kekurangan karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan kami sebagai insan manusia biasa. Untuk itu kami sangat mengharapkan adanya saran dan kritik untuk kami dalam penyusunan laporan yang selanjutnya. Besarnya seseorang adalah sejauh mana dia bermanfaat bagi orang lain, dan sebaik-baik tulisan adalah yang bermanfaat bagi orang yang membacanya. Akhirnya, semoga laporan Skripsi ini bermanfaat dan dapat memberikan informasi bagi pihak yang memerlukan.

Malang, April 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN UCAPAN TERIMA KASIH	iv
RINGKASAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Hipotesis	4
1.5 Kegunaan Penelitian	4
1.6 Tempat dan Waktu Penelitian	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Karakteristik Kerang Hijau.....	6
2.1.1 Kandungan Kimia Kerang Hijau	7
2.1.2 Keunggulan Kerang Hijau.....	8
2.2 Khamir Laut	9
2.2.1 Karakteristik Khamir Laut	11
2.2.2 Manfaat Khamir Laut.....	12
2.3 Molase	13
2.3.1 Defenisi Molase	13
2.3.2 Komposisi Kimia Molase.....	15
2.4 Protein dan Asam Amino.....	16
2.5 Hidrolisat Protein.....	18
2.5.1 Defenisi dan Manfaat Hidrolisat Protein	18
2.5.2 Komposisi Kimia Hidrolisat Protein	20
2.5.3 Teknologi Hidrolisat Protein.....	21
2.5.4 Karakteristik Hidrolisat Protein	23
2.6 Fermentasi.....	26
2.6.1 Defenisi Fementasi.....	26
2.6.2 Teknologi Fermentasi.....	27
2.6.3 Fermentasi dan Starter Khamir Laut	28

3. METODE PENELITIAN

3.1	Materi Penelitian	30
3.1.1	Bahan Penelitian	30
3.1.2	Alat Penelitian	30
3.2	Metode Penelitian	31
3.3	Perlakuan dan Racangan Percobaan.....	31
3.4	Prosedur Penelitian	34
3.3.1	Prosedur Kultur Khamir Laut.....	34
3.3.2	Prosedur Penentuan Fase Log.....	36
3.3.3	Prosedur Pembuatan Hidrolisat Protein Kerang Hijau.....	36
3.4.4	Skema Kerja Penelitian.....	37
3.4.4.1	Skema Kerja Kultur Khamir Laut.....	37
3.4.4.2	Skema Kerja Hidrolisat Protein.....	38
3.5	Parameter Uji	39
3.5.1	Uji Proksimat.....	39
3.5.1.1	Analisis Kadar Air	39
3.5.1.2	Analisis Kadar Lemak	39
3.5.1.3	Analisis Kadar Abu	39
3.5.1.4	Analisis Kadar Protein	40
3.5.1.5	Analisis Kadar Karbohidrat	40
3.5.2	Uji pH	40
3.5.3	Uji Kapasitas Emulsi.....	41
3.5.4	Uji Buih	41
3.5.5	Analisis Asam Amino	41

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Penelitian Pendahuluan	45
4.1.1	Penentuan Fase Logaritmik.....	45
4.1.2	Penentuan Volume Molase dan Lama Waktu Fermentasi... ..	49
4.2	Penelitian Utama	53
4.2.1	Komposisi Kimia Kerang Hijau.....	53
4.2.2	Analisis Proksimat Hidrolisat Protein Kerang Hijau.....	54
a.	Kadar Air	54
b.	Kadar Lemak	58
c.	Kadar Protein	62
d.	Kadar Abu.....	66
e.	Kadar Karbohidrat.....	69
4.2.3	Analisis Derajat Keasaman (pH)	73
4.2.4	Analisis Emulsi	76
4.2.5	Analisis Daya Buih.....	79
4.2.6	Rendemen Cairan Hidrolisat Protein Kerang Hijau.....	82
4.2.7	Rendemen Pasta Hidrolisat Protein Kerang Hijau.....	85
4.2.8	Hidrolisat Kerang Hijau Tertinggi.....	88
4.2.9	Analisis Total Asam Amino.....	90

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan	93
5.2 Saran	93

DAFTAR PUSTAKA	94
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN	100
-----------------------	------------



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi kimia kerang hijau.....	8
2. Komposisi sel khamir <i>S. Caresiae</i>	10
3. Kandungan asam amino sel khamir <i>S. Caresiae</i>	10
4. Komposisi kimia dari molase.....	16
5. Beberapa fungsi asam amino esensial dan non esensial.....	17
6. Komposisi hidrolisat protein ikan.....	20
7. Komposisi dari bahan dan hidrolisat protein ikan.....	20
8. Hasil analisis produk hidrolisat protein.....	21
9. Model rancangan percobaan.....	33
10. Komposisi kimia kerang hijau.....	54
11. Rata-rata kadar air hidrolisat protein kerang hijau dengan volume molase berbeda.....	56
12. Rata-rata kadar air hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi berbeda.....	58
13. Rata-rata kadar lemak hidrolisat protein kerang hijau dengan volume molase berbeda.....	60
14. Rata-rata kadar lemak hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi berbeda.....	61
15. Rata-rata kadar protein hidrolisat protein kerang hijau dengan volume molase berbeda.....	63
16. Rata-rata kadar protein hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi berbeda.....	65
17. Rata-rata kadar abu hidrolisat protein kerang hijau dengan volume molase berbeda.....	67
18. Rata-rata kadar abu hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi berbeda.....	69
19. Rata-rata kadar karbohidrat hidrolisat kerang hijau dengan volume molase berbeda.....	71
20. Rata-rata kadar karbohidrat hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi berbeda.....	72
21. Rata-rata nilai pH hidrolisat protein kerang hijau dengan volume molase berbeda.....	74
22. Rata-rata nilai pH hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi berbeda.....	75
23. Rata-rata kapasitas emulsi hidrolisat protein kerang hijau dengan volume molase berbeda.....	78
24. Rata-rata kapasitas emulsi hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi berbeda.....	79
25. Rata-rata daya buih hidrolisat protein kerang hijau dengan volume molase berbeda.....	81
26. Rata-rata daya buih hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi berbeda.....	82
27. Rata-rata rendemen cairan hidrolisat protein kerang hijau dengan volume molase berbeda.....	83
28. Rata-rata rendemen cairan hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi berbeda.....	85
29. Rata-rata rendemen pasta hidrolisat protein kerang hijau dengan volume molase berbeda.....	86
30. Rata-rata rendemen pasta hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi berbeda.....	88

31. Komposisi kimia hidrolisat protein kerang hijau dan kerang hijau.....	89
32. Kandungan asam amino hidrolisat protein	90

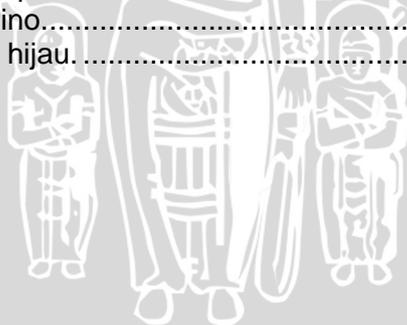


DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerang hijau.....	7
2. Pengenceran kultur khamir laut.....	35
3. Skema kerja kultur khamir laut.....	37
4. Skema kerja pembuatan hidrolisat protein kerang hijau.....	38
5. Kepadatan khamir laut dalam lama waktu tertentu.....	45
6. Mikrograf kepadatan khamir laut.....	47
7. Rendemen hidrolisat kerang hijau segar dengan lama fermentasi yang berbeda.....	51
8. Kadar air hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase yang berbeda.....	55
9. Kadar air kontrol dan hidrolisat protein kerang hijau dengan lama waktu fermentasi yang berbeda.....	57
10. Kadar lemak hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase yang berbeda.....	59
11. Kadar lemak kontrol dan hidrolisat protein kerang hijau dengan lama waktu fermentasi yang berbeda.....	61
12. Kadar protein hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase yang berbeda.....	63
13. Kadar protein kontrol dan hidrolisat protein kerang hijau dengan lama waktu fermentasi yang berbeda.....	64
14. Kadar abu hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase yang berbeda.....	66
15. Kadar abu kontrol dan hidrolisat protein kerang hijau dengan lama waktu fermentasi yang berbeda.....	68
16. Kadar karbohidrat hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase yang berbeda.....	70
17. Kadar karbohidrat kontrol dan hidrolisat protein kerang hijau dengan lama waktu fermentasi yang berbeda.....	71
18. Derajat keasaman (pH) hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase yang berbeda.....	73
19. Derajat keasaman (pH) kontrol dan hidrolisat protein kerang hijau dengan lama waktu fermentasi yang berbeda.....	75
20. Kapasitas emulsi hidrolisat protein kerang hijau dengan yang berbeda volume molase yang berbeda.....	77
21. Kapasitas emulsi hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan lama waktu fermentasi yang berbeda.....	78
22. Daya buih hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase yang berbeda yang berbeda.....	80
23. Daya buih kontrol dan hidrolisat protein kerang hijau dengan lama waktu fermentasi yang berbeda.....	81
24. Rendemen cairan hidrolisat protein kerang hijau dengan volume molase yang berbeda.....	83
25. Rendemen cairan hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan lama waktu fermentasi yang berbeda.....	84
26. Rendemen pasta hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase yang berbeda.....	86
27. Rendemen pasta protein kerang hijau dengan lama waktu fermentasi yang berbeda.....	87

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Perhitungan komposisi kultur khamir laut.....	100
2. Perhitungan komposisi media pengenceran kultur khamir laut.....	101
3. Perhitungan kepadatan sel khamir laut.....	102
4. Diagram alir analisis kadar air.....	105
5. Digram alir analisis kadar lemak.....	106
6. Diagram alir analisis kadar abu.....	107
7. Diagram alir analisis kadar protein.....	108
8. Data hasil rendemen hidrolisat protein kerang hijau.....	109
9. Data hasil kadar air hidrolisat protein kerang hijau.....	111
10. Data hasil kadar lemak hidrolisat protein kerang hijau.....	113
11. Data hasil kadar protein hidrolisat protein kerang hijau.....	115
12. Data hasil kadar abu hidrolisat protein kerang hijau.....	117
13. Data hasil kadar karbohidrat hidrolisat protein kerang hijau.....	119
14. Data hasil uji pH hidrolisat protein kerang hijau.....	121
15. Data hasil kapasitas emulsi hidrolisat protein kerang hijau.....	123
16. Data hasil daya buih hidrolisat protein kerang.....	125
17. Data hasil rendemen cairan hidrolisat protein kerang hijau.....	127
18. Data hasil rendeman pasta hidrolisat protein kerang hijau.....	129
19. Foto pembuatan hidrolisat protein kerang hijau.....	131
20. Foto proses analisis kadar air.....	132
21. Foto proses analisis kadar lemak.....	133
22. Foto prose analisis kadar abu.....	134
23. Foto proses analisis pH.....	135
24. Foto proses analisis daya buih.....	136
25. Foto pproses analisis kapasitas emulsi.....	137
26. Hasil analisis asam amino.....	138
27. Hasil proksimat kerang hijau.....	139



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu alternatif pengolahan hasil perikanan adalah dengan cara menghidrolisis ikan menjadi hidrolisat protein. Pengolahan ikan menjadi hidrolisat protein bertujuan untuk mendapatkan bahan pangan yang lebih mudah dicerna oleh tubuh karena proteinnya telah terurai menjadi asam amino dan peptida-peptida yang lebih sederhana. Hidrolisat protein ikan (HPI) adalah protein ikan yang telah terurai menjadi turunan-turunan protein karena adanya proses hidrolisis oleh enzim asam ataupun basa. (Haslina, 2004). Sumber protein tinggi yang dapat diolah menjadi hidrolisat protein salah satunya adalah kerang hijau.

Kerang hijau (*Perna viridis*) adalah salah satu sumber daya hayati yang memiliki nilai ekonomis tinggi di Indonesia. Hal ini disebabkan karena kerang hijau mudah dan relatif cepat dalam pembudidayaannya. Kerang hijau dapat berkembang pesat di daerah yang memiliki masukan bahan organik yang tinggi. Hal tersebut dikarenakan kerang tersebut termasuk ke dalam jenis hewan penyaring (*filter feeder*), dimana cara mendapatkan makanan dengan cara memompa air melalui rongga mantel sehingga mendapatkan partikel-partikel yang ada dalam air. Mikroalgae merupakan makanan utama dari kerang hijau (*Perna viridis*) sedangkan makanannya berupa zat organik terlarut dan bakteri (Liliandari dan Aunurohim, 2013). Potensi kerang hijau yang melimpah pada saat musimnya dan nilai ekonomisnya rendah, maka diperlukan suatu upaya untuk meningkatkan nilai tambah dari kerang hijau tersebut, mengingat kandungan nutrisi yang terdapat dalam kerang hijau cukup besar. Kerang hijau segar mengandung protein yang cukup tinggi yaitu sekitar 11,75% (Amalia, 2007), sehingga kerang hijau dapat berpotensi sebagai bahan baku dalam

pembuatan hidrolisat protein ikan. Pembuatan hidrolisat protein dapat dilakukan dengan cara fermentasi.

fermentasi sebagai kegiatan mikrobial atau ekstrak dari sel dalam menggunakan senyawa organik dan anorganik yang meliputi kegiatan pertumbuhan, asimilasi, dan biosintesis (Wahyudi, 1997). Fermentasi bahan pangan adalah sebagai hasil kegiatan beberapa jenis mikroorganisme di antara beribu-ribu jenis bakteri, khamir, dan kapang yang telah dikenal. Mikroorganisme yang memfermentasikan bahan pangan untuk menghasilkan perubahan yang diinginkan dapat dibedakan dari mikroorganisme-mikroorganisme yang menyebabkan kerusakan dan penyakit yang ditularkan melalui makanan. Dari organisme-organisme yang memfermentasi bahan pangan yang paling penting adalah bakteri pembentuk asam laktat, bakteri pembentuk asam asetat dan beberapa jenis khamir penghasil alkohol (Buckle, 1985). Fermentasi hanya dapat terjadi karena adanya aktivitas mikroba pada. Selain itu, pada fermentasi tentunya terdapat mikroorganisme yang berperan didalamnya. Pemilihan mikroorganisme harus disesuaikan dengan kebutuhan yang akan dihasilkan yakni pembuatan hidrolisat protein. Mikroorganisme yang akan digunakan dalam fermentasi adalah organisme yang non patogenik, tidak membutuhkan nutrisi secara spesifik, mudah untuk dikultur dan dominan dalam pertumbuhannya, seperti khamir.

Khamir merupakan salah satu jenis mikroorganisme dari golongan jamur penghasil protease ekstraseluler. Secara umum, sel khamir memiliki bentuk ellips dengan ukuran $\pm 10\mu\text{m}$, tidak bergerak dan tidak berflagel (Bell, *et al.*, 2005). Khamir bersifat aerob obligat meskipun ada beberapa yang bersifat anaerob fakultatif. Khamir dapat bereproduksi secara vegetatif dan generatif. Reproduksi secara vegetatif dengan pertunasan dan generatif dengan membentuk akrospora, spora bersel satu yang terbentuk dalam pundi atau askus (Pelczar dan chan, 2006). Sukoso (2012), menambahkan bahwa khamir laut dapat

menghasilkan berbagai enzim seperti proteinase, amilase, deaminase, sukrose, maltose, fosfolipase, dan fosfatase, sehingga dapat berperan dalam pembuatan hidrolisat protein. Khamir laut membutuhkan nutrisi dalam menopang pertumbuhannya, misalnya sumber karbon, nitrogen, dan oksigen. Sumber karbon yang digunakan sebagai media pertumbuhan khamir laut selama ini diperoleh dengan penambahan gula pasir. Adapun alternatif lain yang digunakan sebagai sumber karbon pengganti gula yaitu molase.

Molase yang merupakan *by product* yang dihasilkan dari sisa proses produksi gula, berwarna coklat dan berbentuk cairan kental. (Widyanti, 2010). Kandungan gula molase terutama sukrosa berkisar 48-55% (Sebayang, 2006). Molase mengandung senyawa gula maka molase dapat menyediakan energi yang dibutuhkan untuk metabolisme di dalam sel sehingga pertumbuhan fungi dapat optimal. Molase masih mengandung gula 62%, air 20%, non-gula 10% dan garam-garam anorganik (abu) 8% (Pangesti *et al.*, 2012).

Dari paparan yang telah dijelaskan, diketahui bahwa kerang hijau (*Perna viridis*) mengandung protein yang tinggi. Maka dari itu, penelitian ini mencoba mengembangkan suatu diversifikasi produk yang bernilai protein tinggi yaitu hidrolisat protein kerang hijau dengan proses fermentasi menggunakan starter khamir laut dan penambahan molase segar untuk mengetahui karakteristik dari hidrolisat protein dari kerang hijau (*Perna viridis*).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian tentang pengaruh penambahan volume molase segar yang berbeda terhadap karakteristik hidrolisat protein kerang hijau (*perna viridis*) segar selama masa fermentasi dengan starter khamir laut adalah:

- Bagaimana pengaruh penambahan volume molase segar yang berbeda terhadap karakteristik hidrolisat protein kerang hijau?
- Bagaimana pengaruh lama fermentasi yang berbeda terhadap karakteristik hidrolisat protein kerang hijau?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian tentang pengaruh penambahan volume molase segar yang berbeda terhadap karakteristik hidrolisat protein kerang hijau (*perna viridis*) segar selama masa fermentasi dengan starter khamir laut adalah:

- Untuk mendapatkan volume molase segar yang paling tepat terhadap karakteristik hidrolisat protein kerang hijau
- untuk mendapatkan lama fermentasi yang paling tepat terhadap karakteristik hidrolisat protein kerang hijau

1.4 Hipotesis

Hipotesis pada penelitan ini adalah sebagai berikut:

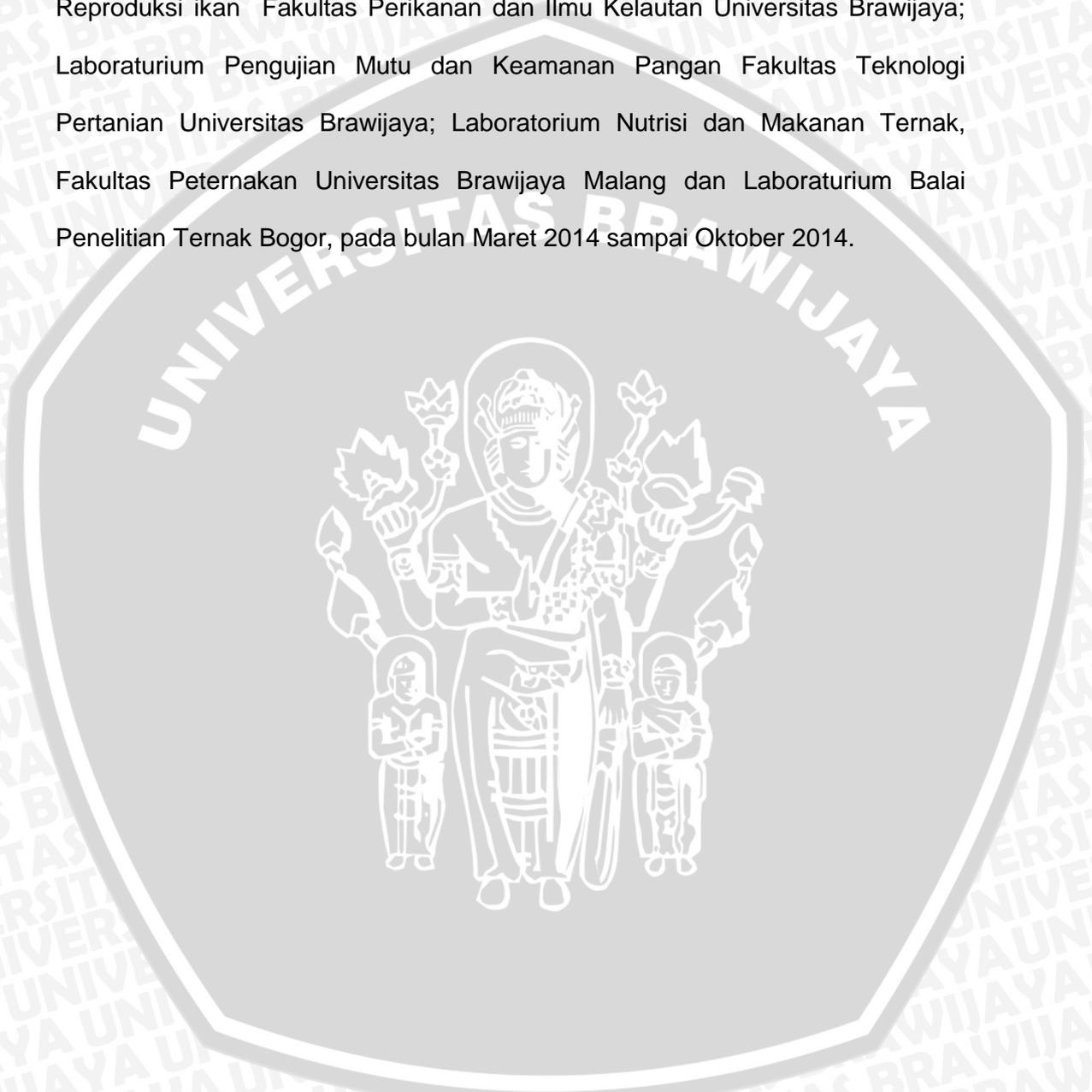
- Penambahan molase segar berpengaruh terhadap karakteristik hidrolisat protein kerang hijau
- Lama fermentasi yang berbeda berpengaruh terhadap karakteristik hidrolisat protein

1.5 Kegunaan Penelitian

Penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai pemanfaatan kerang hijau sebagai bahan pembuatan hidrolisat protein dan pengaruh lama fermentasi dan volume molase segar yang berbeda dengan starter khamir laut terhadap karakteristik hidrolisat protein kerang hijau (*Perna viridis*).

1.6 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Keamanan Pangan Perikanan, Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan, Laboratorium Nutrisi Ikan, Laboratorium Reproduksi ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya; Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya; Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang dan Laboratorium Balai Penelitian Ternak Bogor, pada bulan Maret 2014 sampai Oktober 2014.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Kerang Hijau

Kerang hijau (*Perna viridis*) atau *Green Mussels* merupakan spesies spesifik Benua Asia. Kerang hijau adalah organisme yang dominan pada ekosistem litoral (wilayah pasang surut) dan sublitoral yang dangkal. Kerang hijau dapat hidup dengan subur pada perairan teluk, estuaria, perairan sekitar area mangrove dan muara, dengan kondisi lingkungan yang dasar perairannya berlumpur campur pasir, dengan cahaya dan pergerakan air yang cukup, serta kadar garam yang tidak terlalu tinggi. Kerang hijau merupakan kerang yang memiliki ukuran tubuh cukup panjang yaitu bisa mencapai 80-100 mm, bahkan terkadang dapat berukuran panjang hingga 165 mm. Secara morfologi anggota famili Mytilidae mempunyai cangkang yang tipis. Genus *Perna* L. Berbentuk pipih, cangkang padat dan mempunyai umbo pada tepi vertikal. Tipe alur cangkang konsentrik, bersinar, berwarna hijau dan terkadang di bagian tepi berwarna kebiruan. Kedua cangkang berukuran sama meskipun satu cangkang sedikit lebih cembung daripada yang lainnya (Prasetyo, 2009).

Kerang hijau merupakan salah satu produk makanan tinggi protein yang banyak dikonsumsi masyarakat. Nama biologinya adalah *Perna viridis* dengan sinonim *Mytilus viridis* dari filum Mollusca, kelas Pelecypoda, suku Mytilidae. Secara komersial, budidaya kerang hijau merupakan mata pencaharian sebagian besar masyarakat pesisir di Indonesia. Selain memiliki nilai ekonomis tinggi, kerang hijau juga mempunyai nilai ekologis penting bagi ekosistem akuatik. Kerang hijau bersifat *filter feeder* yang memangsa fitoplankton, zooplankton dan bahan organik terlarut lain. Dalam rantai makanan, kerang hijau merupakan sumber makanan bagi ikan, udang dan manusia (Puspitasari, 2011).

Menurut Sunarko (2008), Klasifikasi kerang hijau (*Mytilus viridis* L) adalah sebagai berikut:

Fillum : Mollusca
Kelas : Bivalvia
Subkelas : Lamellibranchiata
Ordo : Anisomyria
Famili : Mytilidae
Subfamili : Mytilinae
Genus : Mytilus L
Species : Mytilus viridis L.

Gambar kerang hijau dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerang Hijau (Amalia, 2007)

2.1.1 Kandungan Kimia Kerang Hijau

Kerang hijau memiliki dagingnya yang enak dan memiliki prosentase nilai gizi yang cukup tinggi. Kandungan gizi kerang hijau terdiri dari protein 64,6%, asam amino 19%, lemak 4,9% dan 4,9 kadar abu (Nihrawi, 2006). Kelas bivalvia seperti kerang hijau ini memiliki sifat yang menetap dan cara makan pada umumnya *filter feeder*, sehingga mempunyai kemampuan mengakumulasi bahan-bahan polutan seperti logam berat. Dilihat dari sumber energi, kandungan protein kerang hijau 21,9%, lemak 14,5%, dan karbohidrat 18,5%, itu setara dengan kandungan gizi daging sapi dan telur ayam (Prasetyo, 2009). Kandungan kimia kerang hijau dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. komposisi kimia kerang hijau (*Mytilus viridis*)

Parameter	Kerang hijau (<i>Mytilus viridis</i>)
Kadar air (%)	84,44
Kadar abu (%)	1,250
Kadar protein(%)	11,75
Lemak (%)	2,560
Total nitrogen(%)	1,870
Kadar α -amino nitrogen bebas (g/100g)	0,880
Nilai perbandingan α -amino nitrogen bebas dan nitrogen total	0,470
Daya cerna in vitro (%)	78,93

Sumber: Amalia (2007).

Kerang hijau merupakan salah satu jenis kerang yang digemari masyarakat, memiliki nilai ekonomis dan kandungan gizi yang sangat baik untuk dikonsumsi, yaitu terdiri dari 40,8 % air, 21,9 % protein, 14,5 % lemak, 18,5 % karbohidrat dan 4,3% abu sehingga menjadikan kerang hijau sebanding dengan daging sapi, telur maupun daging ayam. Dari 100 g daging kerang hijau ini mengandung 100 kalori, hal ini menunjukkan bahwa kerang hijau kaya akan nilai gizi (Sunarko, 2008).

2.1.2 Keunggulan Kerang Hijau

Kerang hijau merupakan salah satu makanan laut yang lezat, lebih enak dan gurih, serta dagingnya lebih kenyal daripada daging kerang lainnya, sehingga banyak masyarakat yang suka mengkonsumsi kerang hijau (*Mytilus viridis*). Kerang hijau mengandung zat gizi tinggi dimana komposisi kerang per 100 g bahan mengandung antara lain protein 8,0 g, lemak 1,1 g dan karbohidrat 3,6 mg% (Yusrin, 2006).

Kandungan protein pada kerang hijau sekitar 67,8%, untuk komposisi asam amino daging kerang hijau sebanding dengan daging ikan kualitas tinggi dan udang, terutama kandungan asam amino arginin, leusin, dan lisin. Daging kerang hijau juga mengandung mineral-mineral seperti: kalsium, fosfat, besi,

yodium, dan tembaga, dan sejumlah kecil thiamin, riboflavin, serta niasin (DKP, 2007).

Kerang hijau (*Perna viridis*) adalah salah satu sumberdaya hayati yang memiliki nilai ekonomis tinggi di Indonesia. Hal ini disebabkan karena kerang hijau dan relatif cepat dalam pembudidayaan. Kerang hijau dapat berkembang pesat didaerah yang memiliki masukan bahan organik yang tinggi. Hal tersebut dikarenakan kerang termasuk kedalam jenis hewan penyaring (*filter feeder*), dimana cara mendapatkan makanan dengan cara memompa air melalui rongga mantel sehingga mendapatkan partikel-partikel yang ada dalam air. Mikroalgae merupakan makanan utama dari kerang hijau sedangkan makanan tambahannya berupa zat organik terlarut dan bakteri (Liliandari, 2013).

2.2 Khamir Laut

Khamir laut (*marine yeast*) adalah khamir yang mampu hidup di lingkungan bersalinitas tinggi. Karakteristik khamir laut tidak jauh berbeda dengan khamir pada umumnya (kecuali habitat). Kebutuhan nutrisinya meliputi beberapa mineral, sumber nitrogen dan vitamin (Bamforth, 2005). Kisaran suhu optimum pertumbuhannya antara 25-30°C, dengan suhu maksimum 35-47°C. khamir lebih menyukai tumbuh pada keadaan asam yaitu pH 4-4,5 dan tidak tumbuh pada medium alkali kecuali telah beradaptasi (Fardiaz, 1992).

Khamir atau disebut *yeast*, merupakan jamur bersel satu yang mikroskopik, tidak berflagela. Beberapa generasi membentuk filamen (*pseudomiselium*). Cara hidupnya sebagai saprofit dan parasit. Khamir berbentuk bulat (*speroid*), elips, batang atau silindris, seperti buah jeruk, sosis, dan lain-lain. Bentuknya yang tetap dapat digunakan untuk identifikasi. Khamir dapat dimasukkan ke dalam klas *Ascomycetes*, *Basidiomycetes* dan *Deuteromycetes*. (Sumarsih, 2003).

Sel utuh khamir laut merupakan bahan alamiah sehingga tidak berdampak negatif baik bagi manusia maupun lingkungan. Di samping itu, tidak perlu mengisolasi komponen-komponennya seperti, nanoprotein, dan kitin yang semuanya merupakan bahan-bahan imunostimulan. Kombinasi dari berbagai macam bahan-bahan imunostimulan seperti vitamin dan bahan genetik yang dapat memproduksi status fisiologi yang optimal pada ikan yang disebabkan interaksi dari berbagai macam bahan, khususnya yang berhubungan dengan sistem imun (Yasin, 2011).

Khamir dapat berkembangbiak dalam gula sederhana seperti glukosa, maupun gula kompleks disakarida yaitu sukrosa. Selain itu untuk menunjang kebutuhan hidup diperlukan oksigen, karbohidrat, dan nitrogen. Pada uji fermentasi gula mempunyai reaksi positif pada gula dekstrosa, galaktosa, sukrosa, maltosa, raffinosa, trehalosa, dan negatif pada gula laktosa. Komposisi sel khamir dapat dilihat pada Tabel 2 dan kandungan asam aminonya pada Tabel 3 adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Komposisi sel khamir *S. cerevisiae*

Senyawa	Jumlah (%)
Abu	5,0-9,50
Asam Nukleat	6,0-12,0
Lemak	2,0-6,00
Nitrogen	7,5-8,50

Sumber: Ahmad (2005).

Tabel 3. Kandungan asam amino sel khamir *S. cerevisiae*

Asam Amino	Jumlah (%)
Fenilalanin	4,1-4,8
Isoleusin	4,6-5,3
Lisin	7,7-7,8
Leusin	7,0-7,8
Metionoin	1,6-1,7
Sistin	0,9000
Treonin	4,8-5,4
Triptofan	1,1-1,3
Valin	5,3-5,8

Sumber: Ahmad (2005)

2.2.1 Karakteristik Khamir

Khamir (ragi) adalah mikroorganisme bersel tunggal dengan ukuran antara 5-20 mikron. Biasanya berukuran 5-10 kali lebih besar dari bakteri. Terdapat berbagai macam bentuk ragi, bentuk ini tergantung pada cara pembelahan selnya. Sel khamir mempunyai lapisan dinding luar yang terdiri dari polisakarida kompleks dan dibawahnya terletak membran sel. Khamir dapat tumbuh dalam media cair dan padat dengan cara yang sama seperti bakteri. Khamir merupakan bagian dari kelompok kapang dan dibedakan dari hampir semua jamur yang lain oleh sifatnya yaitu bersel tunggal dan membelah diri secara bertunas. Beberapa khamir dapat berkembangbiak secara seksual dan umumnya melibatkan proses perkawinan yang diikuti dengan produksi spora seksual yang disebut askospora dan spora-spora tersebut berada di dalam bentuk kantung yang disebut askus (Buckle, 1985).

Khamir merupakan mikroorganisme eukariot bersel satu dan berukuran 5 sampai 20 mikron, sel khamir memiliki beberapa organel diantaranya dinding selnya mencapai 25 nm (Yomes, 2006). Khamir sejati tergolong eukariot yang secara morfologi hanya membentuk blastospora (Ahmad, 2005). Bentuk khamir terdiri dari berbagai macam, seperti bentuk bola (*spheroidal*), bentuk telur (*ovoidal*), bentuk silinder (*cylindrical*), bentuk lengkung (*ogival*), bentuk segitiga (*triangular*), bentuk botol (*flask shaped*) dan bentuk apikulat (*apiculate*) (wahyudi,1997).

Khamir dapat diisolasi dari manusia atau hewan berdarah panas, namun yang utama diisolasi dari tanah, air laut, produk fermentasi, hewan berdarah dingin, dan sebagainya. Sel khamir memiliki beberapa organel seperti badan Golgi, inti sel, mitokondria, vakuola sebagai tempat menyimpan cadangan nutrisi, sitoplasma, dinding sel yang mengandung glukukan dan manan serta terdapat kitin

dan protein, dan membran sel yang terdiri atas lipid dan protein (Nurcahyo, 2011).

Perkembangbiakkan sel khamir dapat terjadi secara vegetatif maupun secara generatif. secara vegetatif (aseksual), yaitu dengan cara (a) pertunasan (*Candida sp.*, dan khamir pada umumnya), (b) pembelahan sel (*Schizosaccharomyces sp.*), dan (c) membentuk spora aseksual (klas *Ascomycetes*). Secara generatif dengan cara konjugasi (reproduksi seksual). Konyugasi khamir ada 3 macam, yaitu (a) konyugasi isogami (*Schizosaccharomyces octoporus*), (b) konyugasi heterogami (*Zygosaccharomyces priorianus*) dan konyugasi askospora pada *Zygosaccharomyces sp.* dan *Schizosaccharomyces sp.* (sel vegetatif haploid), serta pada *Saccharomyces sp.*, dan *Saccharomycodes sp.*, (sel vegetatif diploid) (Sumarsih, 2003).

2.2.2 Manfaat Khamir Laut

Peranan khamir dalam bidang biologi molekuler adalah sebagai mikroba eukariot uniseluler yang mempunyai kemampuan untuk disisipkan dengan gen mikroba lain. Untuk mencapai produk yang diinginkan harus melalui proses teknologi tinggi dan moderen, biayanya relatif mahal namun produk yang dihasilkan bermutu tinggi, sehingga jika diperhitungkan secara ekonomi lebih menguntungkan. Selain untuk keperluan pembuatan roti dan bioteknologi untuk manusia secara langsung, juga telah dilakukan berbagai usaha penelitian untuk ternak hingga akhirnya diperoleh khamir *S. cerevisiae*. Khamir tersebut dipakai untuk meningkatkan kesehatan ternak yaitu sebagai probiotik dan imunostimulan dalam bentuk *feed additive*. Ternak yang dapat mengkonsumsi *S. cerevisiae* adalah golongan ikan, ruminansia dan unggas. Keuntungan penggunaan *S.*

cerevisiae sebagai probiotik adalah tidak membunuh mikroba bahkan menambah jumlah mikroba yang menguntungkan (Ahmad, 2005).

Khamir memiliki komponen terbesar glukosa dan manan serta terdapat kitin dan protein. Membran selnya terdiri atas lipid dan protein. Organel lainnya adalah sitoplasma yang mempunyai badan golgi, inti sel, mitokondria dan vakuola yang bertindak sebagai tempat persediaan nutrisi (Yomes, 2006).

2.3 Molase

2.3.1 Defenisi Molase

Molase merupakan produk limbah dari industri gula dimana produk ini banyak mengandung gula dan asam-asam organik sehingga merupakan bahan baku yang sangat baik untuk industri pembuatan etanol. Bahan ini merupakan produk sampingan selama proses pemutihan gula. Kandungan gula dari molase terutama sukrosa berkisar 40-55%. Molase dari tebu dapat dibedakan menjadi 3 jenis. Molase kelas 1, kelas 2 dan "*black strap*". Molase kelas 1 didapatkan saat pertama kali jus tebu dikristalisasi terdapat sisa jus yang tidak mengkristal dan molase kelas 2 yang diperoleh saat proses kristalisasi kedua. Warnanya agak kecoklatan sehingga sering disebut juga dengan istilah "*Dark*". Molase kelas terakhir yaitu "*Black Strap*" diperoleh dari kristalisasi terakhir. Warna "*Black Strap*" ini memang mendekati hitam (coklat tua) sehingga tidak salah diberi nama "*Black Strap*" ternyata memiliki kandungan zat yang berguna, seperti kalsium (Ca), magnesium (Mg), potasium (Pt) , dan besi (Zn). "*Black Strap*" memiliki kandungan kalori yang cukup tinggi, karena terdiri dari glukosa dan fruktosa (Simanjuntak, 2009).

Salah satu industri pangan yang menghasilkan limbah adalah industri gula tebu. Industri pengolahan gula tebu dari batang tebu menjadi gula pasir menghasilkan tetes tebu (molase). Molase diperoleh dari tahap pemisahan kristal

gula dan masih mengandung gula 50-60%. Molase adalah sejenis sirup yang merupakan sisa dari proses pengkristalan gula pasir. Molase tidak dapat dikristalkan karena mengandung glukosa dan fruktosa yang sulit untuk dikristalkan. Molase (*black strap*) merupakan limbah cair yang berasal dari sisa-sisa pengolahan tebu menjadi gula (Steviani, 2011).

Salah satu sumber karbohidrat yang dapat digunakan sebagai prebiotik yaitu molase yang merupakan limbah dari hasil produksi gula tebu. Molase yang merupakan sumber nutrisi bagi bakteri probiotik diharapkan dapat meningkatkan populasi bakteri probiotik sehingga dapat memaksimalkan kerja dari bakteri probiotik sebagai agen bioremediasi. Bakteri dan mikroorganisme akan memanfaatkan karbohidrat sebagai pakan untuk menghasilkan energi dan sumber karbon bersama dengan nitrogen diperairan akan memproduksi protein sel baru (Sartika, 2012).

Tetes tebu (molase) adalah salah satu hasil samping pabrik gula tebu yang masih mempunyai nilai ekonomi yang cukup disebabkan kandungan gulanya yang tinggi sekitar 52%, sehingga memungkinkan dijadikan bahan baku berbagai industri. Industri yang memanfaatkan tetes diantaranya adalah industri yang menghasilkan produk distilasi seperti rum, alkohol; industri fermentasi seperti monosodium glutamat, lisin, asam sitrat, vinegar, protein sel tunggal, aseton-butanol, gum xanthan dan sebagainya. Pada umumnya sebagai media untuk produksi alkohol secara komersial pada industri fermentasi alkohol di Indonesia dipakai tetes (molase) yang bisa didapatkan secara luas dan murah. Dalam bidang kimia, alkohol adalah istilah yang umum untuk senyawa organik apapun yang memiliki gugus hidroksil (-OH) yang terikat pada atom karbon, yang sendiri terikat pada atom hidrogen dan atau atom karbon lainnya (Juwita, 2012).

Murni *et al.*, (2008) menjelaskan bahwa ada 4 jenis molase yang dikenal hingga saat ini antara lain: (1) *Sugarcane molasses* adalah *molasses* yang berasal dari industri pengolahan tebu menjadi gula, (2) *Beet molasses* merupakan limbah dari pengolahan bit menjadi gula bit, (3) *Citrus molasses* yaitu limbah yang dihasilkan dalam pengolahan jeruk, dan (4) *Wood molasses* merupakan *molasses* yang didapat dari industri kertas, *fiber board* dan selulosa mumi.

2.3.2 Komposisi Kimia Molase

Molase atau tetes tebu mengandung kurang lebih 60% selulosa dan 35,5% hemiselulosa. Kedua bahan polisakarida ini dapat dihidrolisis menjadi gula sederhana yang selanjutnya dapat difermentasi menjadi etanol. Molase mengandung gula yang tidak mengkristal. Gula tersebut dapat dimanfaatkan untuk memproduksi etanol melalui proses fermentasi (Juwita, 2012).

Menurut Simanjutak (2009), molase masih mengandung kadar gula yang cukup untuk dapat menghasilkan etanol dengan proses fermentasi, biasanya pH molase berkisar antara 5,5-6,5. Molase yang masih mengandung kadar gula sekitar 10-18% telah memberikan hasil yang memuaskan untuk pembuatan etanol. Jenis mikroorganisme yang berperan dalam proses ini adalah golongan khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Komposisi kimia dari molase dapat dilihat pada Tabel. 4

Tabel 4. Komposisi Kimia dari Molase

Komposisi	Presentase (%)
Bahan kering	77,0-84,0
Total gula sebagai gula invert	52,0-67,0
C	-
N	0,40-1,50
P ₂ O ₅	0,60-2,00
CaO	0,10-1,10
MgO	0,03-0,10
K ₂ O	2,60-5,00
SiO ₂	-
Al ₂ O ₃	-
Fe ₂ O ₅	-
Total abu	7,00-11,0

Sumber: Simanjutak (2009).

Menurut Sitompul (2011), menyatakan bahwa molase merupakan hasil samping proses pembuatan gula. Molase mengandung sejumlah gula baik sukrosa maupun gula pereduksi. Kadar gula terlalu tinggi maka waktu fermentasi yang dibutuhkan lebih lama dengan sebagian gula tidak terkonversi, sehingga menyebabkan tidak ekonomis. Buckle *et al.*, (1987) menambahkan bahwa gula tebu (*molasses*) harus dibeli berdasarkan pengujian. Sembilan kriteria terhadap sampel termasuk warna dasar, gula pereduksi, kekeruhan dalam alkohol, kadar pencemaran nitrogen, kandungan abu, kadar air, pengaruh pemanasan larutan 50%, kondisi bakteriologis.

2.4 Protein dan Asam Amino

Protein sebagai salah satu nutrisi bahan pangan dapat berfungsi sebagai komponen energi pengganti tubuh yang rusak maupun sumber energi. Tingginya nilai protein dalam makanan dapat ditentukan dengan melihat asam amino dan daya cerna protein. Daya cerna protein dapat menentukan ketersediaan asam-asam amino secara biologis. Asam amino terbagi menjadi dua kelompok yaitu asam amino esensial dan non esensial (Riyanto, 2006). Beberapa fungsi asam amino esensial dan non esensial dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Beberapa fungsi asam amino esensial dan non esensial

Asam Amino	Fungsi
Esensial	
Histidin	Prekursor histamin, penting untuk pertumbuhan fisik dan mental sempurna dan menanggulangi penyakit rematik.
Isoleusin	Pertumbuhan bayi dan keseimbangan nitrogen bagi orang dewasa.
Leusin	Merangsang pembentukan insulin yang berlebihan oleh pankreas.
Lisin	Untuk <i>crosslinking</i> protein dalam biosintesis karnitin, menyembuhkan penyakit herpes kelamin.
Metionin	Produksi sulfur, menjaga kenormalan metabolisme, sebagai antioksidan dan merangsang serotonin sehingga dapat menghilangkan kantuk.
Arginin	Terlibat dalam sintesis urea di hati dan memperlancar peredaran darah.
Phenilalanin	Untuk prekursor tirosin, katekolamin dan melanin.
Treonin	Menyumbangkan nitrogen.
Triptofan	Prekursor nikotinamin dan produksi serotonin pada otak.
Valin	Pada penyakit anemia, menggantikan posisi asam glutamat dalam hemoglobin.
Non esensial	
Alanin	Prekursor glukogenik, pembawa N dari jaringan ke permukaan untuk ekskresi N.
Aspartat	Biosintesis urea, prekursor glukogenik, dan prekursor pirimidin.
Sistein	Sebagai prekursor taurin (misalnya proses konjugasi asam empedu).
Glutamat	Produksi antara-dalam reaksi interkonversi asam amino, prekursor prolin, ornitin, arginin, poliamin, neurotransmitter α -amino butirat (GABA), sumber NH_3 .
Glisin	Prekursor dalam proses biosintesis purin dan neurotransmitter.
Serin	Komponen fosfolipid, prekursor sfingolipid, prekursor etanolamin dan kolin.
Tirosin	Prekursor katekolamin dan melanin.
Prolin	Pembentukan kolagen dan penyerapan zat-zat gizi bagi tubuh.
Glutamin	Donor kelompok amino untuk berbagai reaksi non asam amino pembawa N.

Sumber : Lender (1992)

Protein merupakan nutrient utama yang sangat dibutuhkan untuk hidup pokok dan pertumbuhan. Sumber protein yang umum adalah pakan penguat (konsentrat), akan tetapi untuk memperoleh konsentrat dengan kandungan protein yang cukup tinggi sulit diperoleh (Budisatria, 1998).

Protein yang dipecah oleh enzim membentuk ikatan-ikatan dipeptida dan setiap ikatan dipeptida dibebaskan satu molekul air. Satu molekul protein terdiri dari rantai polipeptida tunggal atau sejumlah rantai polipeptida yang bergabung dengan ikatan-ikatan silang. Lalu ikatan-ikatan peptida terputus dan membebaskan sejumlah komponen asam-asam amino (Irma *et al.*, 1997).

Protease merupakan enzim yang berperan dalam reaksi pemecahan protein. Protease termasuk dalam kelompok hidrolase karena dalam reaksinya melibatkan air pada ikatan substrat spesifik. Berdasarkan cara hidrolisisnya, protease dibedakan menjadi proteinase dan peptidase. Proteinase menghidrolisis molekul protein menjadi polipeptida, sedangkan peptidase menghidrolisis fragmen polipeptida menjadi asam amino (Reo *et al.*, 1998).

2.5 Hidrolisat Protein

2.5.1 Defenisi dan Manfaat Hidrolisat Protein

hidrolisat protein merupakan sumber protein alami yang dihidrolisa secara parsial sehingga lebih mudah diasimilasi oleh makhluk hidup. Hidrolisis yang dibuat secara komersial sebagai penyedap makanan dapat menggunakan asam, basa atau enzim sebagai bahan penghidrolisisnya. Hidrolisat protein ikan (HPI) adalah produk cairan yang dibuat dari ikan dengan penambahan enzim proteolitik untuk mempercepat proses hidrolisis dalam kondisi terkontrol dengan hasil akhir berupa campuran komponen protein. HPI merupakan pengembangan dari proses pembuatan protein ikan dan silase (Haslina, 2004).

Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan hidrolisis dan kekhasan hidrolisat yang dihasilkan adalah suhu, waktu, pH, konsentrasi dan perbandingan enzim dengan protein. Sedangkan warna, bau, rasa dan tingkat kerusakan asam amino dipengaruhi oleh kemurnian protein dari bahan awal, kondisi serta bahan

penghidrolisis yang digunakan. Bila hidrolisis berjalan sempurna maka akan dihasilkan hidrolisat yang terdiri dari campuran 18-20 macam asam amino. Pada umumnya hidrolisat protein yang diproduksi digunakan untuk berbagai kegunaan seperti memperbaiki karakteristik berbagai produk pangan dan juga sebagai penyedap rasa. tujuan pembuatan hidrolisat protein yaitu sebagai penyedap, sebagai lanjutan untuk isolasi asam amino, serta untuk pengobatan. Selain itu hidrolisat protein juga dapat disertakan sebagai menu para penderita gangguan pencernaan. Aplikasi produk hidrolisat protein ikan diantaranya digunakan dalam pengolahan bahan makanan tambahan dengan tujuan selain menambah sumber protein yang kaya dengan asam amino juga meningkatkan cita rasa produk (Hidayat 2005).

Produk hidrolisat protein mempunyai kelebihan karena kelarutannya tinggi dan kondisinya stabil. Hidrolisat protein yang dibuat dari ikan berlemak rendah (*non fatty fish*), mengandung protein 85–90 %, lemak 2–4 %, dan abu 6-7 % berdasarkan berat kering. Pada umumnya hidrolisat protein digunakan untuk memperbaiki karakteristik berbagai produk pangan, sebagai penyedap rasa, sebagai lanjutan untuk isolasi asam amino, serta untuk pengobatan. Selain itu hidrolisat protein juga dapat disertakan sebagai menu para penderita gangguan pencernaan. Aplikasi produk hidrolisat protein ikan diantaranya digunakan dalam pengolahan bahan makanan tambahan dengan tujuan selain menambah sumber protein yang kaya dengan asam amino juga meningkatkan cita rasa produk. Hidrolisat protein mempunyai peranan penting di dalam fortifikasi makanan dan minuman untuk memperkaya protein dan nilai gizi makanan, sehubungan dengan tingginya tingkat kelarutan dan pencernaan (Purbasari, 2008).

2.5.2 Komposisi Kimia Hidrolisat Protein

Hidrolisat protein ikan memiliki kandungan protein tinggi, asam amino lengkap, daya cerna protein yang tinggi dan sifat fungsional penting dalam pengolahan pangan, seperti *flavour enhancer*, kelarutan tinggi dalam air, serta pembentuk tekstur (Widadi, 2011). Komposisi kimia hidrolisat protein ikan untuk pangan, pakan dan *flavour enhancer* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Komposisi hidrolisat protein ikan

Parameter	Hidrolisat protein Untuk pangan (%)	Hidrolisat protein Untuk pakan (%)	Hidrolisat protein Untuk <i>flavour enhancer</i> (%)
Kadar air	5,00	5,00-10,0	5,00
Kadar abu	0,30	4,00-9,00	25,0
Kadar protein	84,0	66,0-72,0	45,0
Kadar lemak	11,0	8,00-15,0	2,00
Daya cerna Oleh pepsin	97,0	95,0-97,0	-

Keterangan: widadi (2011).

Tabel 7. Komposisi dari bahan dan hidrolisat protein ikan

No	Parameter	Jumlah
1.	Kadar protein	75,01%
2.	Kadar Lemak	8,53%
3.	Kadar Abu	12,10%
4.	Kelembaban	1,35%
5.	DH (<i>Degree of hydrolysis</i>)	10,16%
6.	Total nitrogen	6,25%
7.	pH	3,0-10,0
8.	Daya larut	50,00%
9.	Buih	6,62%
10.	Absorpsi lemak	9,31%
11.	Kapasitas emulsi	5,20%
12.	Daya hambat dari asam linolik peroksida	80,00%
13.	Aktivitas antioksidatif	59,00%

Sumber: Souissi (2007).

Hasil hidrolisis protein antara lain adalah α -amino nitrogen bebas yang umumnya digunakan untuk menentukan derajat kesempurnaan proses hidrolisis. Perbandingan antara α -amino nitrogen bebas dan total nitrogen digunakan untuk menentukan mutu hidrolisat protein yang tinggi pula (Purbasari, 2008). Produk hidrolisat protein mempunyai kelebihan karena kelarutannya tinggi dan kondisinya stabil. Rasio α -amino nitrogen bebas dengan total nitrogen produk hidrolisat sebagai suplemen makanan yang disampaikan oleh *Food Chemical Codex* bervariasi antara 0,02 sampai 0,67. Hidrolisat protein yang dibuat dari ikan berlemak rendah (*non fatty fish*), mengandung protein 85-90%, lemak 2-4% dan abu 6-7% berdasarkan berat kering (pigot, 1990). Adapun hasil analisa produk hidrolisat protein dari ikan selar kuning dan kerang hijau basis basah dan selar kuning dan kerang hijau basis kering dapat dilihat pada Tabel 8

Tabel 8. Hasil analisis produk hidrolisat protein

Parameter	Nilai rata-rata			
	Basis basah		Basis kering	
	Selar kuning*	Kerang hijau**	Selar kuning*	Kerang hijau**
Kadar air (%)	91,99	84,44	-	-
Kadar abu	1,360	1,250	16,98	7,380
Kadar protein(%)	5,300	11,75	66,17	76,07
Lemak (%)	0,430	2,560	10,61	16,33
Total nitrogen(%)	0,850	1,870	16,98	12,17
Kadar α -amino nitrogen bebas (g/100g)	0,060	0,880	-	-
Nilai perbandingan α -amino nitrogen bebas dan nitrogen total	0,070	0,470	-	-
Daya cerna in vitro (%)	65,25	78,93	-	-

Sumber: *Hidayat (2006)

** Amalia (2007)

2.5.3 Teknologi Hidrolisat Protein

Proses hidrolisa diawali dengan pengecilan ukuran. Pada kondisi tertentu, substrat dihancurkan sehingga diperoleh peptida maupun asam amino. Hidrolisa protein untuk menghasilkan peptide dan asam amino dapat dilakukan secara

parsial dengan menggunakan penabahan asam maupun basa. Penambahan asam maupun basa dapat merusak beberapa gugus asam serta menghasilkan senyawa karsinogenik sehingga fungsi asam atau basa digantikan oleh enzim secara spesifik. Apabila menggunakan enzim, hidrolisat baru sempurna beberapa hari pada kondisi yang terpilih dan terkontrol dengan baik. Produk akhir hidrolisat protein dapat berupa cair pasta atau bubuk yang bersifat higroskopis. Hasil hidrolisat protein adalah α amino bebas yang umumnya digunakan sebagai parameter untuk menuntukkan derajat kesempurnaan proses hidrolisis. Perbandingan antara α amino nitrogen dengan total nitrogen digunakan untuk menentukan mutu hidrolisat protein. Angka perbandingan yang tinggi menunjukkan mutu protein yang tinggi pula (Haslina, 2004).

Penggunaan enzim pada proses pengolahan ikan nantinya akan lebih menguntungkan bila dibandingkan dengan penggunaan metode hidrolisis asam. Di samping itu, keberadaan garam dalam pengolahan pangan terutama pada pengolahan ikan adalah salah satu komponen yang tidak dapat diabaikan. Pengaruh lebih lanjut terhadap nilai gizi makanan belum mendapatkan perhatian yang besar. Konsentrasi NaCl yang tinggi mampu mengubah banyak faktor dalam komposisi nilai gizi berbagai pangan. Pada aplikasinya, NaCl ternyata mampu mempengaruhi kelarutan protein (Handayani, 2007).

Secara garis besar pokok-pokok pembuatan hidrolisat protein ikan yaitu pemasakan, pengeringan, pengepresan, pengeringan dan penggilingan (Afrianto dan Liviawati, 1992). Kholillah (2002), menambahkan bahwa pemasakan diperlukan untuk mendenaturasi protein dan memecah dinding sel daging ikan sehingga lemak dan air dapat dikeluarkan dari ikan dengan cara pengepresan. Dalam proses hidrolisis protein akan mengalami pemecahan secara bertahap menjadi suatu molekul peptida yang sederhana dan asam amino.

2.5.4 Karakteristik Hidrolisat Protein

Protein yang terhidrolisis akan membebaskan asam-asam amino. Jumlah asam amino yang terdapat dalam hidrolisis protein disebut kadar α -amino nitrogen bebas. hidrolisis protein akan menambah kepolaran protein sehingga molekul protein yang tidak larut dalam air akan larut dengan adanya proses hidrolisis. Hal ini akan menyebabkan kenaikan kadar α -amino nitrogen bebas. Semakin tinggi nilai α -amino nitrogen bebas pada hidrolisis berarti proses hidrolisis berjalan dengan baik (Kurniawan, 2012). Rahayu (2005) menambahkan protein kompleks mengalami proteolisis oleh enzim protease menjadi fraksi-fraksi peptida yang lebih pendek dan asam-asam amino, sehingga meningkatkan kadar protein terlarut. Peningkatan yang terjadi ini diakibatkan pada saat fermentasi dalam larutan garam, enzim yang dihasilkan pada proses fermentasi kapang masih bersifat aktif.

Beberapa faktor yang sangat berpengaruh terhadap kecepatan hidrolisis dan kekhasan produk pada pembuatan hidrolisat protein yaitu suhu, waktu hidrolisis dan konsentrasi enzim yang ditambahkan, sedangkan tingkat kerusakan asam amino dipengaruhi kemurnian protein dari bahan awal, serta kondisi dan jenis bahan penghidrolisis yang digunakan. Pada umumnya protein akan terhidrolisis dengan sempurna selama 16 sampai 24 jam, dengan menggunakan asam atau basa kuat pada tekanan atmosfer. Lama proses hidrolisis merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap mutu hidrolisat yang dihasilkan. Waktu hidrolisis yang berlebih menyebabkan peptida dan asam amino menurun dan jumlah padatan fungsional meningkat. Bila hidrolisis dilakukan secara sempurna maka diperoleh hidrolisat dengan 18 sampai 20 macam asam amino. Haslina (2004), menjelaskan hasil hidrolisat protein adalah α amino bebas yang umumnya digunakan sebagai parameter untuk menentukan derajat kesempurnaan proses hidrolisis. Perbandingan antara α

amino nitrogen dengan total nitrogen digunakan untuk menentukan mutu hidrolisat protein. Angka perbandingan yang tinggi menunjukkan mutu protein yang tinggi pula. Sifat fungsional protein HPI dapat diketahui dari stabilitas emulsi dan daya buih. Rahayu (2005) menambahkan aktivitas dan stabilitas enzim dipengaruhi oleh pH.

a) pH

Menurut Nurhayati (2014), tingkat keasaman (pH) dipengaruhi oleh karakteristik enzim yang digunakan. Hidrolisis menggunakan enzim berlangsung secara spesifik yang dapat mempengaruhi pembentukan peptida dan asam-asam amino yang dapat mempengaruhi proses modifikasi karakteristik fungsional protein. Noviana (2012) menambahkan nilai pH setelah fermentasi relatif mengalami penurunan. Nilai pH yang mengalami penurunan disebabkan karena penambahan asam, peningkatan asam mengakibatkan peningkatan konsentrasi ion hidrogen dalam produk sehingga pH menjadi rendah. Simanjourang (2012), menyatakan penurunan pH selama hidrolisis disebabkan oleh terbentuknya peptida maupun asam-asam amino yang semakin banyak, yang disebabkan pemecahan protein oleh enzim. Selain itu kontaminan dari enzim yang ditambahkan juga mempengaruhi perubahan pH hidrolisat. Derajat keasaman (pH) berhubungan dengan daya simpan produk. Apabila produk yang memiliki nilai pH tinggi maka tidak dapat disimpan lama, begitupun sebaliknya. Dengan pH rendah maka pertumbuhan mikroba patogen dan pembusuk dapat dihambat karena terbentuknya ion-ion hidrogen dalam konsentrasi yang tinggi menyebabkan ketidakstabilan pada membran dan meningkatkan permeabilitas membran.

Penurunan pH hidrolisat menjadi kondisi asam menyebabkan penurunan aktivitas, begitu juga kenaikan pH menjadi basa dapat menyebabkan struktur enzim menjadi rusak. Kondisi pH yang terlalu rendah mengakibatkan ion H^+ akan

berikatan dengan $-NH_3^+$ pada struktur asam amino protein membentuk $-NH_4$. Proses pengikatan tersebut menyebabkan ikatan antara atom nitrogen dengan atom hidrogen lainnya terputus, sehingga enzim terdenaturasi. Kondisi pH tinggi mengakibatkan ion $-OH$ berikatan dengan atom hidrogen dari gugus COO^- enzim, membentuk H_2O . Hal tersebut mengakibatkan rusaknya ikatan antara atom hidrogen dengan nitrogen atau oksigen, sehingga struktur enzim mengalami kerusakan (Hermansyah, 2011).

b.) Daya Emulsi

Daya emulsi adalah kemampuan hidrolisat protein untuk membentuk emulsi dan mempertahankan stabilitas emulsi tersebut. Sifat ini dipengaruhi oleh kadar protein dan tingkat kelarutannya, dimana erat hubungannya dengan *Nitrogen Solubility Index* (NSI). Stabilitas emulsi penting karena *emulsifier* tergantung pada kemampuannya memelihara sistem emulsi atau kemampuan protein untuk mempertahankan kestabilan sistem emulsinya (ESI). Apabila waktunya lebih lama maka nilai ESI yang tinggi dan hampir sama. Hal ini disebabkan dengan lama fermentasi tersebut enzim telah banyak membentuk peptida-peptida pendek yang berarti gugus NH_3^+ dan COO^- meningkat sehingga kelarutannya tinggi. Tingginya daya kelarutan akan memudahkan protein tersebar dalam larutan sehingga dapat terakumulasi antar permukaan minyak dan air secara lebih merata. Hal ini menyebabkan dispersi minyak dalam larutan lebih merata dan ukuran globula minyak lebih kecil (Novian, 2005). Rieuwpassa *et al.*, (2013) menyatakan bahwa kapasitas emulsi disebabkan oleh kemampuan bahan dalam menyerap air dan minyak yang berkaitan dengan keseimbangan ikatan hidrofilik dan lipofilik asam amino.

c.) Daya Buih

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) menambahkan selama hidrolisis terbentuk asam amino hidrofobik yang akan mengabsorpsi fase udara dan air, sehingga terbentuk buih yang banyak. 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).

2.6 Fermentasi

2.6.1 Defenisi dan Manfaat Fermentasi

Fermentasi adalah proses produksi energi dalam sel dalam keadaan anaerobik (tanpa oksigen). Secara umum, fermentasi adalah salah satu bentuk respirasi anaerobik, akan tetapi terdapat defenisi yang lebih jelas yang mendefenisikan fermentasi sebagai respirasi dalam lingkungan anaerobik dengan tanpa akseptor elektron eksternal. Fermentasi juga dapat diartikan sebagai perubahan gradual oleh enzim beberapa bakteri, khamir dan jamur. Reaksi dalam fermentasi berbeda-beda tergantung pada jenis gula yang digunakan dan produk yang dihasilkan. Secara singkat, glukosa ($C_6H_{12}O_6$) yang merupakan gula paling sederhana, melalui fermentasi akan menghasilkan etanol ($2C_2H_5OH$). Reaksi fermentasi ini dilakukan oleh ragi, dan digunakan pada produksi makanan (Simanjutak, 2009).

Fermentasi merupakan salah satu upaya dalam peningkatan kualitas bahan pakan yang telah banyak dilakukan. Fermentasi dilakukan dengan menambahkan starter mikroorganisma (kapang atau bakteri) yang sesuai dengan substrat dan tujuan proses fermentasi. Fermentasi mempunyai kelebihan antara lain: tidak mempunyai efek samping yang negatif, mudah dilakukan, relatif tidak membutuhkan peralatan khusus dan biaya relatif murah (Tampoebolon, 2009).

2.6.2 Teknologi Fermentasi

Cara pengaturan produksi etanol dari gula cukup kompleks, konsentrasi substrat, oksigen, dan produk etanol, semua mempengaruhi metabolisme khamir, daya hidup sel, pertumbuhan sel, pembelahan sel, dan produksi etanol. Seleksi galur khamir yang cocok dan mempunyai toleransi yang tinggi terhadap baik konsentrasi, substrat ataupun alkohol merupakan hal yang penting untuk peningkatan hasil (Sari, 2009).

Pada penelitian Tampoebolon (2009) telah diuraikan bahwa teknologi fermentasi dengan pengkayaan substrat menggunakan mineral berfungsi meningkatkan kecepatan pertumbuhan kapang, sehingga akan mempersingkat waktu fermentasi. Ditambahkan penjelasan Candra (2006) bahwa fermentasi terjadi karena adanya aktivitas mikroba pada substrat organik yang sesuai. Peranan substrat yang terpenting adalah sebagai sumber energi bagi metabolisme sel, sebagai bahan pembentuk sel dan produk metabolisme. Astuti *et al.*, (2013) menjelaskan bahwa kualitas produk fermentasi bergantung kepada jenis mikroba, dosis dan lama fermentasi, serta media yang digunakan.

2.6.3 Fermentasi dan Starter Khamir Laut

Fermentasi bahan pangan adalah sebagai hasil kegiatan beberapa jenis mikroorganisme di antara beribu-ribu jenis bakteri, khamir, dan kapang yang telah dikenal. Mikroorganisme yang memfermentasikan bahan pangan untuk menghasilkan perubahan yang diinginkan. Dari organisme-organisme yang memfermentasi bahan pangan yang paling penting adalah bakteri pembentuk asam laktat, bakteri pembentuk asam asetat dan beberapa jenis khamir penghasil alkohol. Khamir sejak dulu berperan dalam proses fermentasi yang bersifat alkohol dimana produk utama dari metabolismenya adalah etanol (Buckle, 1985).

Pada fermentasi dapat menghasilkan cairan berupa bioethanol, dimana cairan ini mengandung gula yang digunakan untuk pertumbuhan khamir. Khamir memerlukan medium dan lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan dan perkembang-biakannya. Unsur-unsur dasar yang dibutuhkan yaitu karbon, hidrogen, oksigen, fosfor, zat besi dan magnesium. Unsur karbon tersebut banyak diperoleh dari gula, sumber nitrogen didapatkan dari amonia, asam amino, peptida, pepton nitrat, atau urea tergantung pada jenis khamir. Fosfor merupakan unsur penting dalam kehidupan khamir terutama untuk pembentukan alkohol dari gula (Rahim, 2009).

Khamir dapat memanfaatkan heksosa monosakarida seperti glukosa, fruktosa, mannose dan galaktosa sebagai substrat pertumbuhan. Senyawa karbon dari jenis-jenis monosakarida yaitu glukosa, galaktosa dan fruktosa dapat diasimilasi lebih cepat dibandingkan dengan disakarida yang lebih kompleks dari monosakarida. Akibat perbedaan susunan kimiawi tersebut berpengaruh terhadap kecepatan proses katabolisme senyawa karbon untuk segera bisa dimanfaatkan khamir (Sukoso, 2012).

Reaksi fermentasi ini dilakukan oleh ragi dan digunakan pada produksi makanan. Persamaan reaksi kimia yaitu : $C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 2$ ATP (energi yang dilepaskan: 118 KJ per mol). Dijabarkan sebagai gula (glukosa, fruktosa atau sukrosa) \longrightarrow alkohol (etanol) + Karbondioksida + Energi (ATP) (Simanjuntak, 2009). Proses penguraian glukosa menjadi piruvat, alkohol, laktat, atau CO_2 dan air dapat berlangsung melalui beberapa jalan metabolisme, tergantung keadaan lingkungan, keadaan sel, atau macam jasadnya. Satu macam jasad hidup dapat melakukan satu atau lebih jalur metabolisme penguraian glukosa, tergantung keperluan dan proses penguraian tersebut (Widyanti, 2010).



3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi bahan baku yaitu kerang hijau (*Perna viridis*) yang diperoleh dari Gresik yang berlokasi di Jl. Raya Pendidikan No. 49 RT 03 RW 02 Dusun Bangsal Sari, Desa Banyu Urip, Kecamatan Ujung Pangkah, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Bahan yang digunakan untuk kultur khamir laut yaitu air laut, stok khamir laut, pupuk daun, aquades dan gula pasir, Selanjutnya bahan yang di butuhkan dalam pembuatan hidrolisat protein antara lain kerang hijau segar, molase segar dan kultur khamir laut. Bahan yang digunakan dalam analisis kimia yaitu untuk analisa Total Asam Amino antara lain; kertas saring *whatman*, asam borat, aquades, larutan o-phthaldehyde (OPA), methanol dan merkaptoetanol. Bahan berikutnya yaitu bahan untuk analisa proksimat antara lain kertas label, silika gel, n-heksan, tablet kjedhal, metil orange, NaOH, Borax, H₂SO₄. Bahan untuk uji pH, *foaming* dan emulsi yaitu aquades dan minyak jagung.

3.1.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan kultur khamir laut dan peralatan yang digunakan untuk menguji kepadatan khamir laut adalah botol, kaca, gelas ukur 50 mL, erlenmeyer 250 mL, tabung reaksi, rak tabung reaksi, pipet volume, bola hisap, panci perebusan, aerator, selang aerasi, kompor gas, sendok plastik, gunting, botol spray, *crushable tank*, timbangan digital dan mikroskop *hemocytometer*. Peralatan yang digunakan untuk pembuatan hidrolisat protein kerang hijau adalah timbangan digital, *beaker glass*, blender, pipet volume, cuvet dan sentrifuse. Peralatan yang digunakan dalam analisis

kimia antara lain pengujian proksimat diantaranya oven, botol timbang, *goldfish*, *sampel tube*, gelas piala, *muffle*, penjepit, cawan porselin, kompor listrik, destruksi, destilasi, statif, buret, *sentrifuge*. Kemudian peralatan yang dibutuhkan pada analisis emulsi dan foaming yaitu *cuvet*, *vortex mixer*, pipet volume. pH meter, *beaker glass*, dan spatula dibutuhkan dalam analisis pH. Selanjutnya peralatan yang digunakan analisis total asam amino antara lain; *waterbath*, *stirrer*, pipet volume, bola hisap, mikro pipet, *blender*, *beaker glass*, timbangan digital, sendok, oven, sentrifuge suhu ruang, *falcon*, HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*), *vortex*.

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksploratif. Metode penelitian yang dilakukan adalah metode eksploratif. Penelitian eksploratif adalah jenis penelitian yang berusaha mencari ide-ide atau hubungan yang baru (Umar, 1999). Metode ini mengarahkan studi ke suatu sasaran penelitian dan bersifat mengkoparasikan metode riset. Pondasi yang dibangun pada penelitian ini merupakan pada riset-riset yang telah terdahulu, studi kasus, literatur yang disebut serta data sekunder yang lainnya (Williams, 2007).

3.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan

Menurut Hartanto (2003), variabel adalah semua ciri atau faktor yang dapat menunjukkan variasi. Berdasarkan fungsinya ada 3 macam variabel yaitu variabel bebas, terkontrol dan terikat. Variabel bebas adalah variabel yang diselidiki pengaruhnya atau faktor yang menjadi pokok permasalahan yang ingin diteliti. Variabel terkontrol adalah variabel yang dikendalikan dan dibuat sama antara kelompok yang diteliti. Variabel terikat yaitu variabel yang diperkirakan akan timbul sebagai pengaruh dari variabel bebas.

Variabel bebas dari penelitian ini adalah pengaruh perbedaan volume molase segar yang ditambahkan dalam proses pembuatan hidrolisat protein kerang hijau dengan volume masing-masing (100 mL, 200 mL, 300 mL, dan 400 mL) dengan lama fermentasi yang berbeda yaitu hari ke-3, hari ke-6, hari ke-9, dan hari ke-12. Adapun variabel terkontrol pada penelitian ini adalah pemberian inokulum khamir laut sebanyak 20 mL pada semua perlakuan. Sedangkan variabel terikat meliputi sifat fisik dan kimia dari hidrolisat protein kerang hijau seperti kadar air, kadar lemak, kadar protein, kadar karbohidrat, kadar abu, pH, emulsi kapasitas buih dan total asam amino (HPLC).

Rancangan Acak Kelompok (RAK) merupakan rancangan percobaan yang digunakan pada kondisi tempat yang tidak homogen. Bila kita menghadapi kondisi tempat percobaan tidak homogen, maka dipakai prinsip pengawasan setempat (*local control*), artinya tempat percobaan harus dikelompokkan menjadi bagian-bagian yang relatif homogen. Pada bagian yang sudah dianggap homogen bisa dikatakan sah (*valid*) untuk mengadakan pengujian (Sastrosupadi, 2000).

Analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan empat perlakuan dan empat kelompok. Dengan perlakuan A= molase rebus 100 mL, B=molase 200 mL, C=molase 300 mL dan D = molase 400 mL dan dikelompokkan menjadi 4 kelompok yaitu kelompok hari ke-0, hari ke-3, hari ke-6, hari ke-9 dan hari ke-12. Rancangan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali. Model rancangan percobaan penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Model Rancangan Percobaan

Perlakuan Volume molase (mL)	Kelompok (hari)				Total	Rerata
	3	6	9	12		
100						
200						
300						
400						

Data yang diperoleh akan dilakukan analisa dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) menggunakan uji F dengan membandingkan antara F hitung dengan F tabel

- Jika $F_{hitung} < F_{tabel\ 5\%}$, maka perlakuan tidak berbeda nyata.
- Jika $F_{hitung} > F_{tabel\ 1\ \%}$, maka perlakuan menyebabkan hasil sangat berbeda nyata.
- Jika $F_{tabel\ 5\%} < F_{hitung} < F_{tabel\ 1\ \%}$, maka perlakuan menyebabkan hasil berbeda nyata.

Metode analisa yang digunakan adalah sidik ragam yang mengikuti model sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

- Y_{ij} = Respon atau nilai pengamatan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j
- μ = Nilai tengah umum
- T_i = Pengaruh perlakuan ke-i
- B_j = Pengaruh blok ke-j
- ϵ_{ij} = Pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

$$BNT = \text{Nilai } t \text{ tabel} \times \frac{\sqrt{2 \times KT \text{ galat}}}{\text{Ulangan}}$$

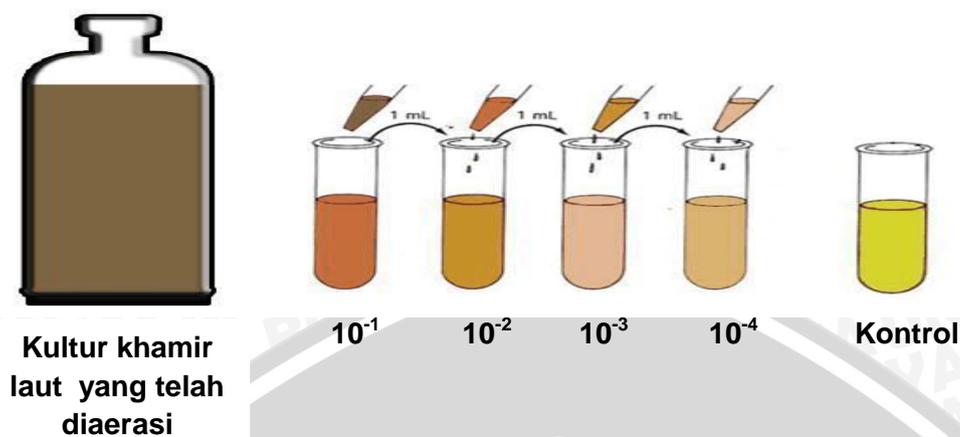
3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Prosedur Kultur Khamir Laut

Prinsip kultur adalah perbanyakkan khamir laut yang dapat memproduksi protease, pada proses pertumbuhannya menggunakan media air laut dengan menambahkan gula sebagai sumber nutrisi, pupuk sebagai sumber nitrogen dan aerasi yang cukup sebagai suplai oksigen dalam pertumbuhannya. Prosedur dalam mengkultur khamir laut sebagai berikut:

- Bahan berupa air laut, gula pasir, pupuk, dan biakan khamir laut disiapkan.
- Air laut sebanyak 1000 mL disterilkan dengan pemanasan sampai mendidih (± 1 jam) kemudian didinginkan pada suhu kamar.
- Air laut steril yang sudah dingin dimasukkan ke dalam botol gelas kaca kemudian ditambahkan gula pasir 5 g sebagai sumber nutrisi dan pupuk daun 2 g sebagai sumber nitrogen lalu dihomogenkan sehingga diperoleh media khamir laut. Perhitungan penentuan komposisi gula pasir dan pupuk daun dapat dilihat pada Lampiran 1.
- Media khamir laut ditambah starter khamir laut sebanyak 2 mL lalu dihomogenkan.
- Botol yang digunakan ditutup kapas dan plastik *wrap* untuk menghindari kontaminasi yang tidak diinginkan selanjutnya kultur tersebut diberi aerasi.
- Aerasi dilakukan selama 3 hari untuk dilakukan pengamatan tingkat kepadatan sel khamir laut menggunakan hemositometer setiap 12 jam.

Prosedur pengamatan tingkat kepadatan sel pada kultur khamir laut pada hemositometer yaitu diamati kultur khamir pada jam ke-0 sampai jam ke-96. Langkah pertama yang dilakukan sebelum dilakukan perhitungan kepadatan pada mikroskop yaitu dilakukan pengenceran pada kultur khamir laut tersebut. Pengenceran dilakukan dari 10^{-1} sampai 10^{-4} . Jumlah kepadatan sel khamir laut saat dilakukan proses pengenceran dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengenceran kultur khamir laut hingga pengenceran 10^{-4}

Adapun prosedur kerja yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- Persiapan media untuk pengenceran kultur khamir laut. Komposisi media pengenceran yaitu 0,125 g gula pasir dan 0,05 g pupuk daun. Perhitungan penentuan komposisi gula pasir dan pupuk daun dalam pengenceran dapat dilihat pada Lampiran 2. Selanjutnya ditambahkan air laut yang sudah disterilisasi sebanyak 50 mL lalu dihomogenkan.
- Media khamir laut diambil sebanyak 9 mL dan dibuat pada masing-masing empat tabung reaksi untuk diberi perlakuan tingkat pengenceran 10^{-1} sampai 10^{-4} .
- Dari tabung reaksi 10^{-1} yang telah dihomogenkan diambil 1 mL untuk dimasukkan ke dalam tabung reaksi 10^{-2} kemudian dari tabung reaksi tersebut dihomogenkan begitu seterusnya sampai 10^{-4}
- Dari hasil pengenceran 10^{-4} diuji kepadatan sel khamirnya menggunakan hemositometer pada mikroskop. Perhitungan kepadatan sel khamir laut dapat dilihat pada Lampiran 3.

Pengamatan kepadatan khamir laut dilakukan setiap 12 jam selama 3 hari dengan menggunakan hemositometer pada mikroskop yaitu dengan mengambil hasil pengenceran 10^{-4} dengan menggunakan mikropipet sebanyak 50 μ L atau

0,05 mL. lalu diteteskan di papan hemositometer dan ditutup dengan *cover glass* selanjutnya diamati di bawah mikroskop.

3.4.2 Prosedur Penentuan Fase Log

Prosedur penentuan fase log kultur khamir laut dilakukan dengan pengamatan 12 jam sekali untuk dilihat kepadatan sel khamir laut dengan menggunakan hemositometer yang dilihat melalui mikroskop. Jannah (2008), menambahkan pengamatan kultur khamir laut diamati mulai hari jam ke-0 sampai jam ke-96 .

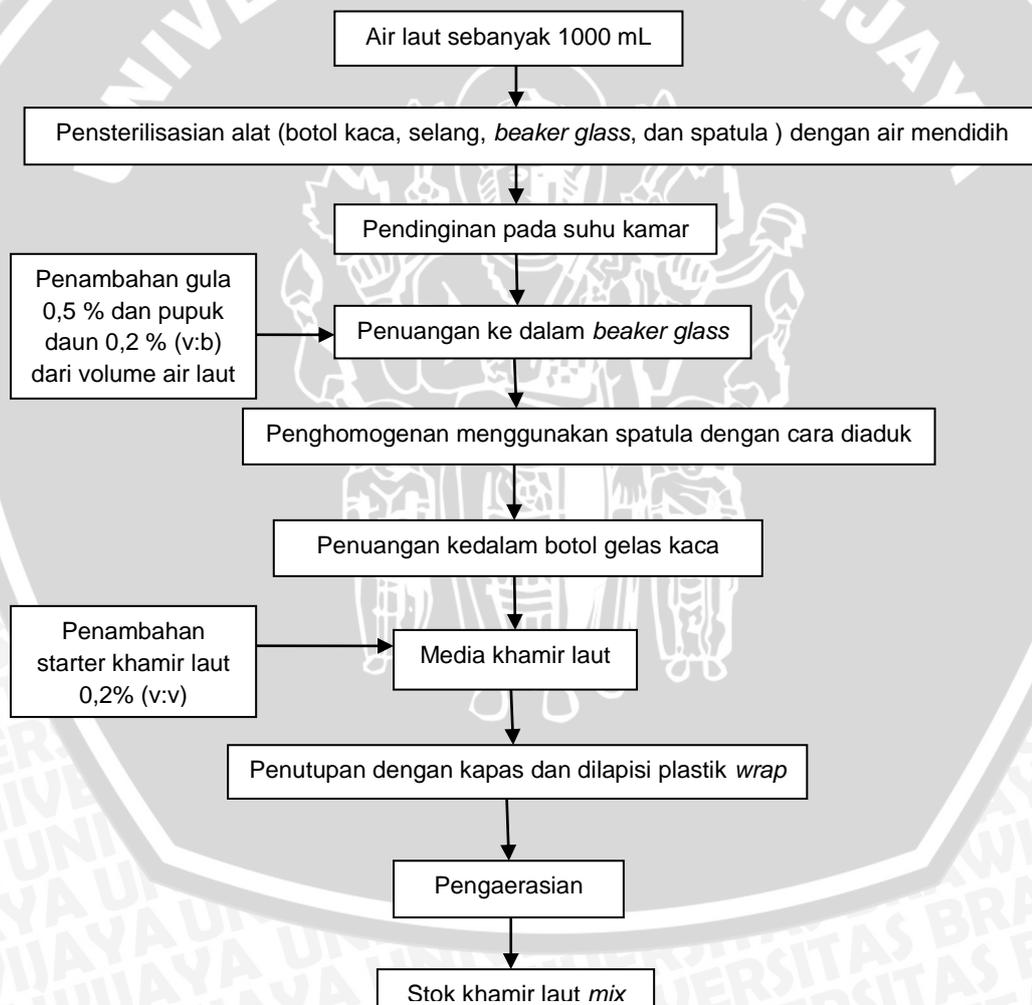
3.4.3 Prosedur Pembuatan Hidrolisat Protein Kerang Hijau

Prosedur pembuatan hidrolisat protein kerang hijau yang berasal dari Kecamatan Ujung Pangkah, Gresik Jawa Timur meliputi tahapan sebagai berikut pelepasan daging kerang hijau dari cangkangnya, pencucian daging yang bertujuan untuk menghilangkan kotoran dan lendir. Daging kerang hijau yang sudah bersih kemudian dilakukan penghalusan dengan menggunakan blender. Daging kerang yang telah halus ditimbang sebanyak 100 g untuk masing-masing perlakuan, setelah itu ditambahkan molase dengan volume yang berbeda (100 mL, 200 mL, 300 mL dan 400 mL), lalu ditambahkan khamir laut 20 mL. Pada tahap ini digunakan inokulan khamir laut dari hasil penentuan fase logaritmik khamir laut karena pada fase tersebut pertumbuhan khamir laut menunjukkan pertumbuhan tertinggi. Kemudian ditutup dan diaerasi selama 3 hari, 6 hari, 9 hari dan 12 hari. Tujuan dibuat lama fermentasi yang berbeda yaitu untuk mengetahui tingkat efektifitas fermentasi dalam proses pembuatan hidrolisat protein kerang hijau. Sebelum dilakukan analisis yaitu diperas menggunakan kain blacu. Tujuan diperas yaitu untuk memisahkan antara cairan dan endapan pada sampel hidrolisat protein tersebut. Kemudian cairan hidrolisat protein

dioven vakum selama ± 20 jam. Tujuan dioven vakum menggunakan suhu 55°C yaitu supaya tidak merusak protein dalam hidrolisat protein tersebut. Selain itu, kadar air pada hidrolisat protein akan turun dan menjadi bentuk pasta. Hal tersebut dikarenakan adanya proses evaporasi, dimana pada prinsipnya yaitu menguapkan air yang ada pada bahan (larutan pekat) menggunakan vakum (tanpa adanya udara) dengan tekanan tinggi.

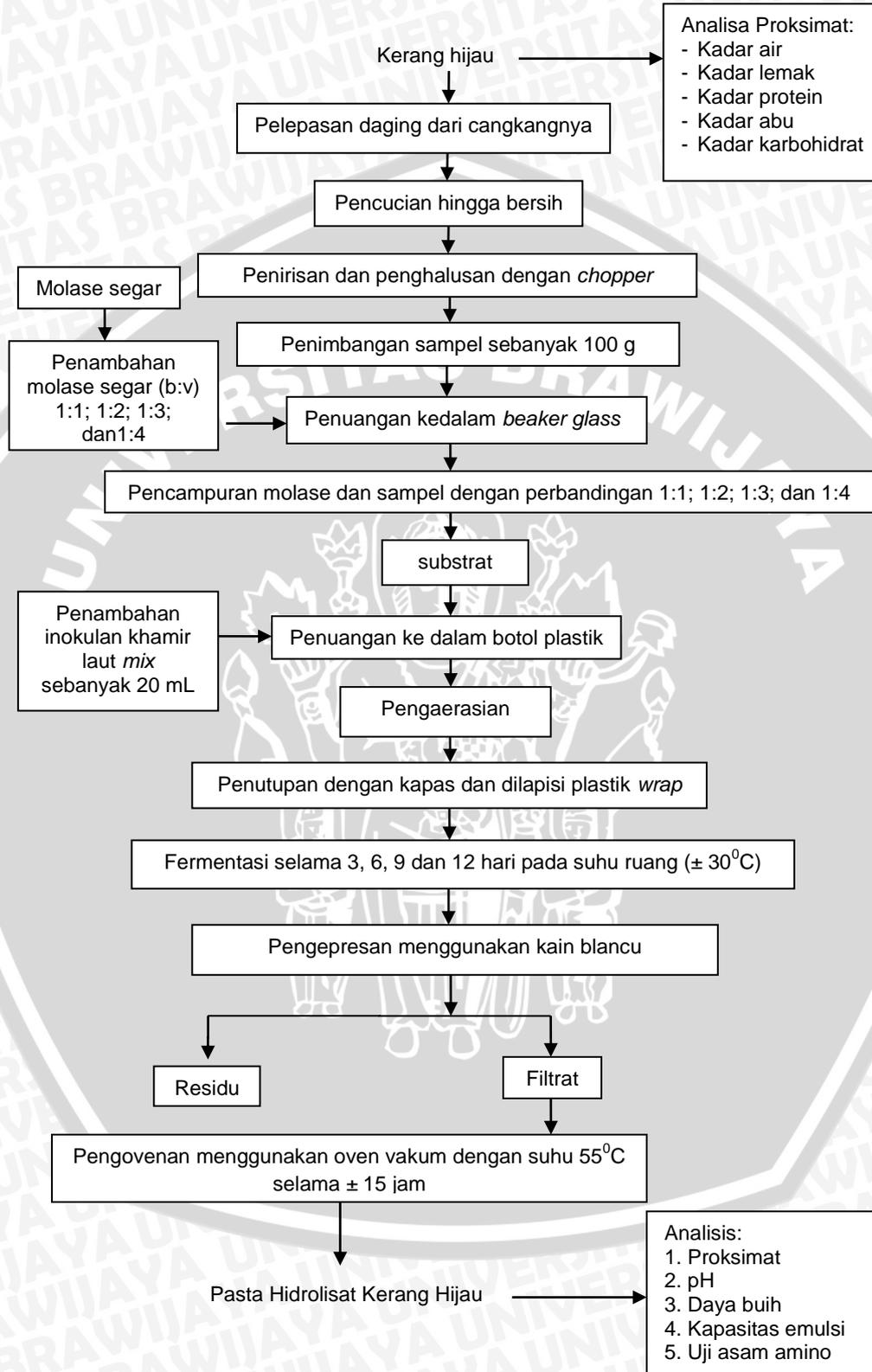
3.4.4 Skema Kerja Penelitian

3.4.4.1 Skema Kerja Kultur Khamir Laut (Sukoso, 2012)



Gambar 3. Skema kerja kultur khamir laut.

3.4.4.2 Skema Kerja Pembuatan Hidrolisat Protein Kerang Hijau (*Perna Viridis*) Segar (Bueno et al., 2008 dan Jannah, 2012)



Gambar 4. Skema Kerja Pembuatan Hidrolisat Protein Kerang Hijau.

3.5 Parameter Uji

3.5.1 Uji Proksimat

3.5.1.1 Kadar Air (Andarwulan *et al.*, 2011)

Metode pengujian kadar air yang digunakan yaitu metode pengeringan atau menggunakan oven. Prinsip analisis kadar air menggunakan metode oven yaitu mengeringkan sampel dalam oven pada suhu 100^oC-105^oC sampai diperoleh berat konstan. Metode ini dilakukan dengan cara mengeluarkan air dari bahan dengan bantuan panas. Prosedur analisis kadar air dapat dilihat pada Lampiran 4.

3.5.1.2 Kadar Lemak Metode *Goldfisch* (Sudarmadji *et al.*, 1989)

Prinsip analisis kadar lemak adalah dengan ekstraksi yaitu pemisahan lemak dari contoh dengan cara mensirkulasikan pelarut lemak dalam contoh sehingga senyawa-senyawa lain tidak dapat larut dalam pelarut tersebut. Pada analisis ini menggunakan metode *goldfisch*. Metode *goldfisch* merupakan metode yang digunakan untuk ekstraksi lemak, dimana labu ekstraksinya dirancang agar pelarut hanya melewati sampel tanpa merendam sampel. Prosedur analisis kadar lemak dapat dilihat pada Lampiran 5.

3.5.1.3 Kadar Abu (Andarwulan *et al.*, 2007)

Analisis kadar abu dilakukan dengan metode pengabuan yang kering yaitu dengan mendestruksi komponen organik sampel dengan suhu yang tinggi hingga terbentuk warna putih keabuan dan mencapai berat konstan. Residu inilah yang menjadi berat abu dari suatu sampel. Prosedur analisis kadar abu dapat dilihat pada Lampiran 6.

3.5.1.4 Kadar Protein (Andarwulan, *et al.*, 2011)

Metode analisis kadar protein dengan menggunakan metode kjeldahl. Prinsip dari metode kjeldahl yaitu dengan menentukan jumlah nitrogen (N) total yang terkandung dalam suatu bahan. Penentuan protein berdasarkan jumlah N menunjukkan protein kasar karena selain protein juga terikat senyawa N bukan protein. Analisa kadar protein dengan metode kjeldahl yang terdiri dari tiga tahap yaitu destruksi, destilasi dan titrasi. Prosedur analisis kadar protein dapat dilihat pada Lampiran 7.

3.5.1.5 Kadar Karbohidrat (Andarwulan, *et al.*, 2011)

Kandungan karbohidrat dalam bahan pangan dihitung dengan karbohidrat *total by different*, yaitu kandungan karbohidrat yang didapat dari hasil pengurangan angka 100 dengan persentase komponen lain (protein, lemak, kadar air dan abu). Bila hasil pengurangan ini dikurangi dengan presentasi serat, maka akan diperoleh kadar karbohidrat yang dapat dicerna oleh tubuh.

$$\% \text{kadar karbohidrat} = 100\% - \%(\text{kadar air} + \text{lemak} + \text{protein})$$

3.4.5 Uji pH (SNI 06-6989.11-2004)

Prinsip uji pH yaitu pengujian dengan berdasarkan aktivitas ion hidrogen secara potensiometri atau elektometri dengan menggunakan pH meter. Prosedur pengujian pH dilakukan dengan pengeringan elektroda dengan menggunakan tissue setelah dibilas dengan air suling. Bilas elektroda dengan menggunakan sampel uji. Celupkan elektroda dalam sampel uji hingga pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap. Kemudian dicatat hasil pembacaan skala pada tampilan pH meter tersebut. pH adalah faktor kimia yang sangat mempengaruhi keawetan makanan atau bahan makanan, dimana mikroba-mikroba hanya dapat hidup dan berkembangbiak dalam lingkungan dengan kondisi pH .

3.4.6 Uji Kapasitas Emulsi (Rieuwapassa *et al.*, 2011)

Prinsip uji kapasitas emulsi yaitu untuk mengetahui emulsi yang terbentuk. Prosedur uji kapasitas emulsi yaitu sampel di timbang 5 g dan ditambahkan aquades 20 mL dan minyak jagung 20 mL. Kemudian dihomogenisasi selama 1 menit dan disentrifuse dengan kecepatan 7500 rpm selama 5 menit. Kapasitas emulsi yang terbentuk diukur dengan membandingkan volume emulsi yang terbentuk dengan volume awal kali 100% . Kapasitas emulsi dihitung menggunakan rumus.

$$\text{Kapasitas emulsi} = \frac{\text{volume emulsi setelah disentrifus}}{\text{volume awal}} \times 100\%$$

3.4.7 Uji Daya Buih (Rieuwpassa *et al.*, 2013)

Prinsip pengujian daya buih didasarkan pada banyak sedikitnya busa yang terbentuk setelah homogenisasi sampel dengan aquades. Prosedur pengujian daya buih yaitu, sampel ditambahkan dalam 10 mL aquades dan dihomogenisasi selama 1 menit. Kemudian diukur kapasitas busa yang terbentuk dibandingkan dengan kapasitas volume awal .

$$\text{Kapasitas busa} = \frac{\text{volume busa yang terbentuk}}{\text{volume awal}} \times 100\%$$

3.4.8 Analisis Asam Amino (AOAC, 1984)

Penelitian utama ini meliputi suhu, waktu dan pH optimal. Optimasi ini berdasarkan derajat hidrolisis protein yang dihasilkan. Hasil dari penggunaan hasil optimasi tersebut terhadap hidrolisat protein yang dihasilkan kemudian dianalisis profil asam aminonya dengan menggunakan HPLC (*high performance liquid chromatography*).

Keunggulan penggunaan analisis HPLC ini yaitu asam amino dapat dilakukan dengan cepat, lebih sensitif dan jumlah sampel yang sedikit. Pada prinsipnya, HPLC ini yaitu dengan menggunakan reaksi asam amino dengan pereaksi tertentu sehingga terbentuk suatu derivat yang dapat mengabsorpsi sinar UV atau berflouresensi. Pereaksi yang biasa digunakan dalam analisa asam amino yaitu ortofaldehida (OPA). Pereaksi OPA akan bereaksi dengan asam amino primer yang terjadi dalam suasana basa (Bintang, 2010).

Prinsip dari HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*) yaitu menggunakan kromatografi. Kromatografi merupakan suatu metode pemisahan yang berdasarkan pada perbedaan migrasi komponen-komponen antara dua fase yaitu fase diam dan fase gerak. Pada sistem HPLC, fase diam berupa serbuk berukuran μm , ditempatkan pada kolom secara mampat dengan diameter 0,5 cm dengan panjang 5–50 cm. Fase gerak berupa cairan murni atau campuran ataupun larutan, untuk menggerakkan fase gerak dengan tekanan tinggi digunakan pompa. Sebelum digunakan perangkat HPLC harus dipreparasi dibilas dulu dengan eluen yang akan digunakan selama 2-3 jam. *Syringe* yang akan digunakan juga harus dibilas dengan aquades. Analisis asam amino dengan menggunakan HPLC terdiri atas 4 tahap, yaitu tahap pembuatan hidrolisat protein, tahap pengeringan, tahap derivatisasi dan tahap injeksi serta analisis asam amino.

1. Tahap pembuatan hidrolisat protein

Hal yang dilakukan pada tahap pembuatan hidrolisat protein yaitu sampel ditimbang sebanyak 3 mg dan dihaluskan. Sampel yang halus dihidrolisis asam menggunakan HCl 6 N sebanyak 1 mL yang kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 110°C selama 24 jam bertujuan untuk menghilangkan gas atau udara yang ada pada sampel supaya tidak mengganggu kromatogram yang dihasilkan. Selain itu, pemanasan dilakukan untuk mempercepat reaksi hidrolisis

2. Tahap pengeringan

Sampel yang telah dihidrolisis pada suhu kamar dipindahkan isinya ke dalam labu evaporator 50 mL, dibilas dengan 2 mL HCl 0,01 N dan cairan bilasan dimasukkan dalam labu evaporator. Proses ini diulangi hingga 2-3 kali. Selanjutnya sampel dikeringkan menggunakan *rotary evaporator* selama 15-30 menit untuk mengubah sistein menjadi sistin. Sampel yang sudah kering ditambahkan 5 ml HCl 0,01 N kemudian disaring dengan kertas saring milipore.

3. Tahap derivatisasi

Dilakukan pembuatan larutan derivatisasi dengan penambahan buffer kalium borat pH 10,4 pada sampel dengan perbandingan 1:1. Kemudian vial kosong yang bersih masukkan 50 μ L sampel dan tambahkan 250 μ L pereaksi Ortoflaaldehida (OPA) dengan perbandingan 1:5 dibiarkan 1 menit agar derivatisasi berlansung sempurna. Proses derivatisasi ini dilakukan supaya detektor mudah untuk mendeteksi senyawa yang ada pada sampel. Pembuatan larutan stok OPA dilakukan dengan cara mencampurkan 50 mg OPA ke dalam 4 mL metanol dan 0,025 mL merkptoetanol. Dikocok hati-hati dan ditambahkan larutan brij 30% sebanyak 0,050 mL dan buffer kalium borat 1 M, pH 10,4 sebanyak 1 mL. Simpan larutan dalam botol berwarna gelap pada suhu 4 $^{\circ}$ C sehingga akan dapat stabil selama 2 minggu.

4. Tahap injeksi ke HPLC

Injeksikan pada HPLC sebanyak 5 μ L dan ditunggu sampai pemisahan semua asam amino selesai. Waktu yang diperlukan adalah sekitar 25 menit. Untuk perhitungan konsentrasi asam amino yang ada pada bahan, dilakukan pembuatan kromatogram standar dengan menggunakan asam amino yang telah siap pakai yang mengalami perlakuan yang sama dengan sampel.

Kandungan asam amino dalam 100 g bahan dapat dihitung dengan

rumus:

$$\mu\text{mol asam amino} = \frac{\text{luas daerah sampel}}{\text{luas daerah standar}} \times C \times \text{fp}$$

Keterangan: C = Konsentrasi standar asam amino (0,5 $\mu\text{mol/mL}$)

fp = faktor pengenceran (5 mL)

$$\% \text{ asam amino} = \frac{\mu\text{mol} \times \text{Mr AA}}{\mu\text{g sampel}} \times 100\%$$

Kondisi alat HPLC saat berlangsungnya analisis asam amino sebagai berikut:

Temperatur : 27 °C (suhu ruang)

Jenis kolom HPLC : Ultra techspere (Coloum C-18)

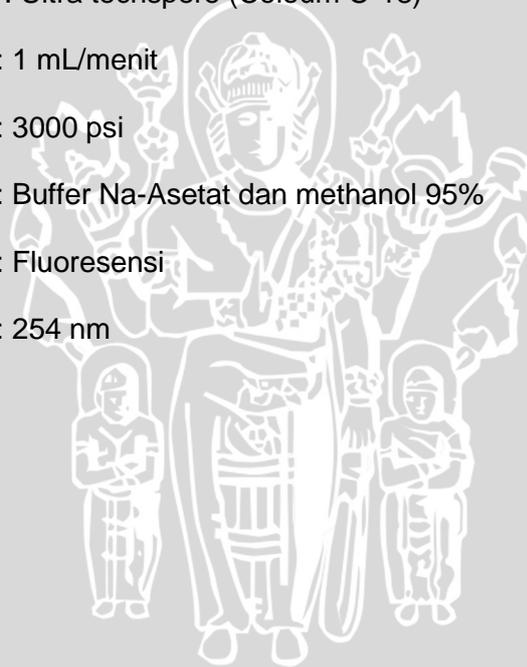
Kecepatan alir eluen : 1 mL/menit

Tekanan : 3000 psi

Fase gerak : Buffer Na-Asetat dan methanol 95%

Detektor : Fluoresensi

Panjang gelombang : 254 nm



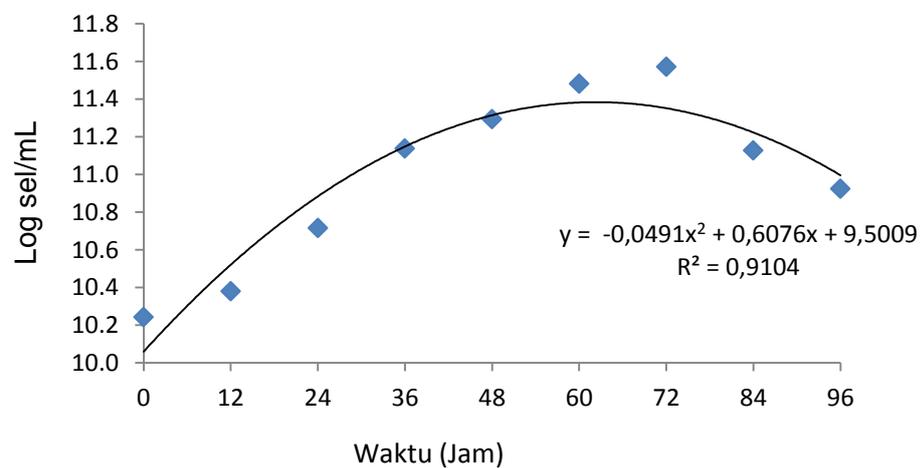


4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penelitian Pendahuluan

4.1.1 Penentuan Fase Logaritmik

Penentuan fase pertumbuhan khamir laut dan penentuan fase logaritmik dilakukan pada saat penelitian pendahuluan. Fase logaritmik sel yaitu fase dimana sel khamir membelah dengan cepat dan konstan. Pada fase ini kecepatan pertumbuhan sangat dipengaruhi oleh medium tempat tumbuhnya seperti pH dan kandungan nutrisi. Pertumbuhan khamir laut ini ditentukan berdasarkan tingkat kepadatan pertumbuhan sel yang dilihat dari pengamatan melalui hemositometer pada mikroskop. Penggunaan hemositometer ini digunakan untuk menghitung jumlah sel khamir laut yang hidup, sehingga sel khamir laut yang mati tidak ikut dihitung. Data pengamatan dan analisis data kepadatan khamir laut dapat dilihat pada Lampiran 4 dan hasil pertumbuhan khamir laut dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Kepadatan Khamir Laut dalam Lama Waktu Tertentu

Gambar 4 menunjukkan pertumbuhan sel khamir laut sangat cepat. Pada fase adaptasi/lag jam ke-0 hingga jam ke-12 terlihat meningkat. Fase ini merupakan fase dimana sel khamir laut mulai berkembang biak namun terjadi secara lambat. Hal tersebut dikarenakan sel masih mempersiapkan diri untuk menghadapi pembelahan diri (Rahim, 2009).

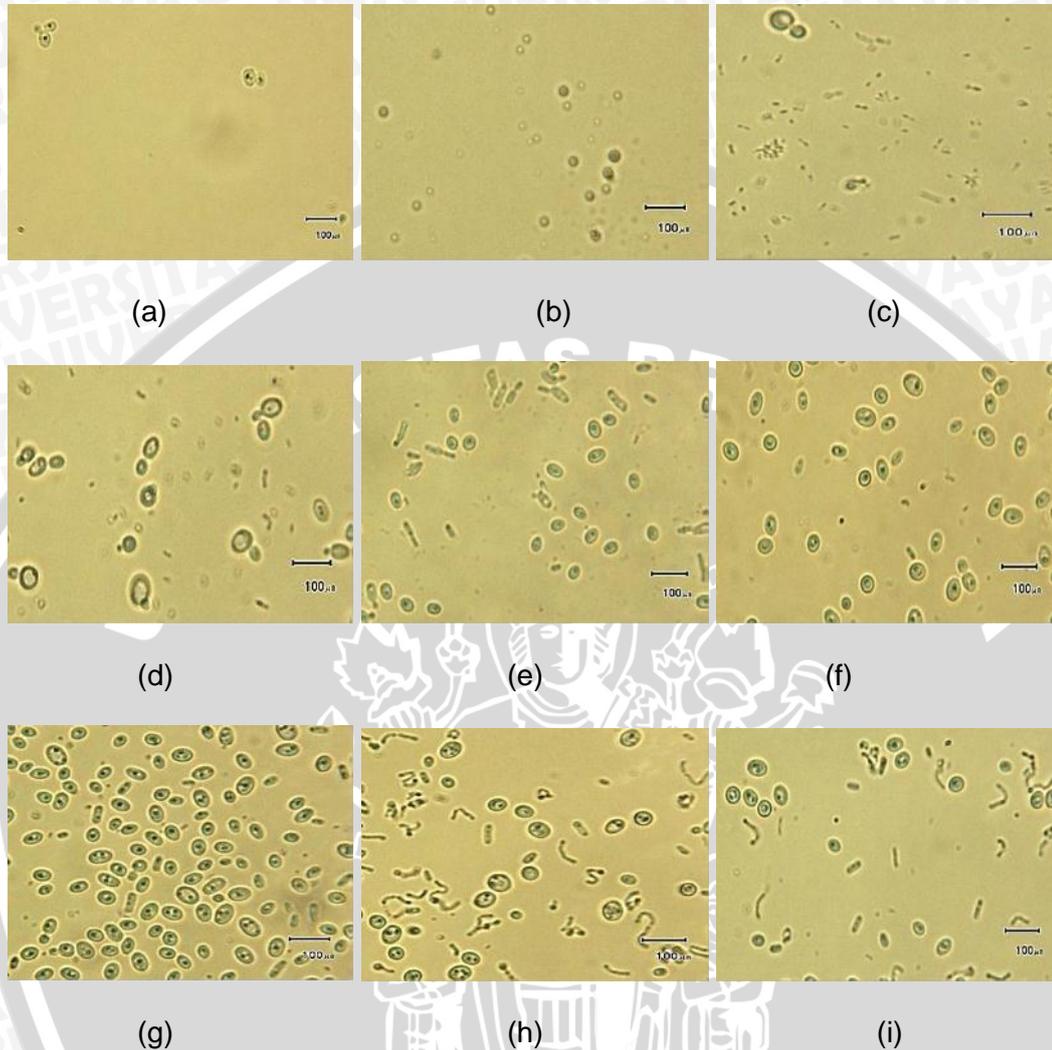
Pada jam ke-12 hingga jam ke-72 pertumbuhan sel khamir laut semakin meningkat tajam. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan isolat khamir laut mampu beradaptasi dan memanfaatkan pupuk atau urea sebagai sumber nitrogen secara efisien sehingga tidak memerlukan waktu yang lama untuk tumbuh dan bereproduksi (Sugoro, 2006).

Pada jam ke-12 hingga jam ke-72 pertumbuhan khamir terus mengalami peningkatan. Hal tersebut ditandai adanya perubahan yang terjadi pada biakkan khamir laut. Perubahan tersebut yaitu adanya kekeruhan yang menunjukkan bahwa khamir laut mulai mengalami pertumbuhan. Titik optimasi pertumbuhan sel khamir laut yang diamati menggunakan hemositometer menunjukkan hasil bahwa pertumbuhan khamir laut tertinggi pada jam ke-72. Pada saat jam ke-72 khamir laut mengalami pembelahan secara cepat sehingga memiliki jumlah sel yang banyak dan tingkat kekeruhan yang meningkat. Pada kondisi seperti ini yang biasa dikenal dengan fase logaritmik.

Fase logaritmik merupakan suatu keadaan dimana suatu sel berada dalam kondisi atau periode aktif dalam melakukan metabolisme dan reproduksi. Pada fase ini terdapat banyak sel sehingga berpengaruh terhadap peningkatan aktivitas sel (Apriani, 2008).

Fase log yang terjadi pada jam ke-72, hal tersebut diperkuat dengan hasil pengamatan hemositometri pada mikroskop. Hasil pengamatan hemositometri berupa jumlah kepadatan sel dan foto kepadatan. Mikrograf yang dihasilkan dari

kepadatan khamir laut terhadap lama waktu kultur dengan pembesaran 1000x dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Mikrograf kepadatan khamir laut pada berbagai lama waktu tertentu dengan perbesaran 1000x; 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 6 (g) atau jam ke-72 dapat terlihat banyak konodia menunjukkan terjadinya pembelahan sel. 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. Proses pembelahan sel menurut Buckle *et al.*, (1987) dimana timbul suatu

tunas dari permukaan sel induk. tunas ini secara bertahap membesar, dan setelah mencapai ukuran yang sama dengan induknya terjadi pengerutan yang melepaskan tunas dari induknya. Sel yang baru terbentuk selanjutnya akan memasuki tahap pertunasan kembali. Kondisi tersebut menunjukkan pembelahan sel dengan cepat atau disebut dengan fase log karena merupakan fase khamir laut dengan pertumbuhan yang tinggi. Fase pertumbuhan inilah yang nantinya digunakan pada penelitian utama sebagai starter dalam pembuatan hidrolisat perotei kerang hijau.

Gambar 6 (h) menunjukkan pada jam ke-84 mulai mengalami penurunan kepadatan sel khamir laut. Hal ini disebabkan oleh ketersediaan nutrisi bagi khamir laut untuk berkembang mulai berkurang karena sel khamir laut mengalami pembelahan terlalu banyak sehingga nutrisi tidak mencukupi dan adanya faktor-faktor lain yang mengganggu biakan sehingga pada akhirnya dapat menyebabkan kematian atau penurunan sel. Fase ini bisa disebut fase stasioner atau menuju kematian. Gambar 6 (i) terlihat kepadatan sel khamir laut sudah menurun. Penurunan sel yang terjadi pada jam ke-84 dan jam ke-96. Hal tersebut terjadi karena sudah banyak sel khamir laut yang mengalami kematian. Tetelepa (2011), menyatakan ketersediaan nutrisi dalam media kultur akan menjadi faktor pembatas bila nutrisi tersebut mengalami penurunan dan telah habis digunakan oleh mikroorganisme kultur. Hal ini mengakibatkan mikroorganisme kultur akan berhenti tumbuh tetapi tidak mati dan akan aktif lagi jika memperoleh tambahan nutrisi kembali. Pertumbuhan mikroorganisme kultur khamir terhenti karena nutrisi yang terkandung pada media khamir laut sudah tidak memadai lagi sehingga terjadi kompetisi nutrisi antara mikroorganisme yang satu dengan yang lain dan akhirnya terjadi kemerosotan jumlah sel akibat banyak sel yang sudah tidak mendapatkan nutrisi lagi.

4.1.2 Penentuan Volume Molase dan Lama Waktu Fermentasi

Penentuan volume molase dan lama waktu fermentasi dengan percobaan awal pada pembuatan hidrolisat protein ini bertujuan untuk menentukan volume molase dan lama waktu yang optimal dalam menentukan range volume molase dan lama waktu fermentasi yang akan digunakan sebagai landasan untuk melakukan penelitian utama. Percobaan pertama berdasarkan penelitian Bueno-Solano *et al.*, (2008) bahwa dalam pembuatan hidrolisat protein kepala udang melalui penambahan volume gula sebanyak 10 mL, akan tetapi dalam penelitian ini menggunakan alternatif lain untuk menggantikan gula yaitu molase segar sebagai sumber karbon khamir laut. Pada penelitian pendahuluan, untuk menentukan volume molase dilakukan dalam beberapa kali percobaan dengan jumlah bahan baku (kerang hijau sebanyak 50 gram) yaitu percobaan pertama (volume molase 10 mL, 20 mL, 30 mL dan 40 mL), percobaan kedua (volume molase 50 mL, 60 mL, 70 mL, 80 mL, 90 mL, 100 mL, 110 mL dan 120 mL) dan percobaan ketiga (volume molase 50 mL, 75 mL, 100 mL, 125 mL, 150 mL, 175 mL dan 200 mL).

Prosedur percobaan awal dengan menggunakan volume molase 10 mL, 20 mL, 30 mL dan 40 mL. Daging kerang hijau segar dicuci dan dihaluskan kemudian ditimbang sebanyak 50 g, diditutupi kapas dan plastik *wrap* kemudian disimpan dalam inkubator pada suhu ruang. Suhu fermentasi ini dilakukan dengan dua perlakuan yang pertama diaerasi dan yang kedua tanpa aerasi. Pengamatan 24 jam dengan perlakuan tanpa diberi aerasi setelah pembuatan hidrolisat protein dan didapatkan hasil bahwa hidrolisat protein tersebut mengalami pembusukan ditandai bau busuk yang menyengat. Penambahan volume molase yang diaerasi mengalami pembusukan setelah hari pertama untuk volume molase 10 mL, 20 mL dan 30 mL. Sedangkan untuk volume molase 40 mL yang diaerasi mengalami pembusukan setelah fermentasi hari

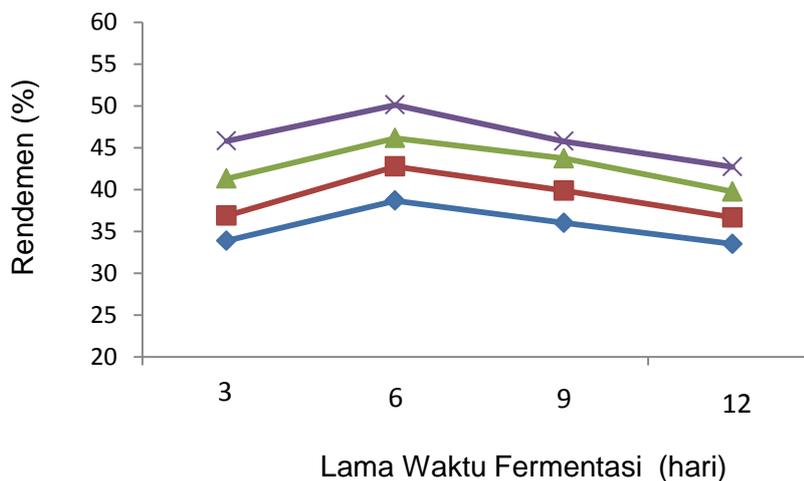
kedua. Hal tersebut dimungkinkan karena kurangnya cairan pada sampel yang menyebabkan sampel terlalu padat dan kesulitan pada saat aerasi sehingga pada saat agitasi tidak berjalan dengan sempurna. Pembusukan ini terjadi karena fermentasi yang salah satu yaitu tanpa adanya aerasi. Silalahi dan Ikhsan (2014), menyatakan bahwa kebanyakan fermentasi berlangsung secara aerobik, sehingga membutuhkan sejumlah oksigen. Kebutuhan oksigen tersebut dipenuhi dengan cara aerasi. Selama fermentasi berlangsung, terjadi transfer oksigen melalui beberapa langkah, yaitu transfer oksigen dari udara ke larutannya transfer dari larutan fermentasi medium ke sel mikroba dan penyerapan oksigen dalam sel.

Percobaan kedua dengan meningkatkan konsentrasi molase menjadi 50 mL, 60 mL, 70 mL, 80 mL dan 90 mL dari bahan baku (kerang hijau halus 50 g) dengan proses fermentasi yang sama dengan sebelumnya, diperoleh hasil hidrolisat kerang hijau pada fermentasi 4 hari memiliki bau khas fermentasi dan molase. Hal tersebut dapat disebabkan oleh volume molase yang ditambahkan memiliki perbandingan yang sama atau lebih dari bahan baku yang digunakan, sehingga saat aerasi dapat berjalan dengan baik. Kecepatan aerasi dalam fermentasi menggunakan medium molase dan kontrol (gula) sangat dibutuhkan khamir laut dalam pertumbuhan sel dan untuk mengatur jumlah oksigen terlarut pada medium (Sari, 2014).

Hasil dari percobaan ketiga dengan volume molase 50 mL (bertahan selama 4 hari) digunakan sebagai acuan dalam percobaan ketiga sebagai batas terendah. Pada percobaan ketiga dengan volume molase 50 mL, 100 mL, 150 mL dan 200 mL menunjukkan hasil bahwa hidrolisat protein kerang hijau pada fermentasi 9 hari memiliki bau khas fermentasi dan molase, namun cairan yang terdapat pada sampel tersebut sudah mulai berkurang. Hal ini dimungkinkan selama fermentasi berlangsung akan menghasilkan asam-asam dan CO₂ yang

bersifat mudah menguap sehingga dapat keluar melalui selang pembuangan dan cairan yang terdapat sampel akan berkurang. Rahmadi (2003), menjelaskan bahwa selama fermentasi akan menghasilkan metabolit, alkohol, asam (asam laktat, asam butirat dan asam asetat), CO₂ dan air.

Percobaan ketiga pada penelitian dengan volume molase 50 mL, 100 mL, 150 mL dan 200 mL dapat dijadikan landasan pada penelitian utama. Adapun rendemen yang dihasilkan pada penelitian pendahuluan dari hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase segar dan lama waktu yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Rendemen Hidrolisat Protein Kerang Hijau Segar Dengan Lama Fermentasi Yang Berbeda

Gambar 7 menunjukkan bahwa hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase 50 mL, 100 mL, 150 mL dan 200 mL mengalami kenaikan. Hal tersebut menunjukkan bahwa volume molase yang paling optimal dalam menghasilkan rendemen tertinggi yaitu pada konsentrasi 200 mL. 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 penelitian Purbasari (2008) yaitu semakin lama waktu fermentasi maka semakin tinggi rendemen yang dihasilkan. Hal tersebut dimungkinkan karena semakin banyak cairan yang

ditambahkan pada substrat, maka enzim akan lebih mudah dalam menghidrolisis, sehingga akan menghasilkan rendemen hidrolisat paling tinggi. selama hidrolisis, protease menghidrolisis substrat dengan kecepatan tertentu. Nilai kecepatan hidrolisis dipengaruhi oleh konsentrasi substrat, kepadatan atau tekstur substrat, konsentrasi enzim, pH dan suhu yang digunakan.

Gambar 7 juga memperlihatkan bahwa hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi 3, 6, 9, dan 12 hari telah menunjukkan titik optimal hidrolisis yaitu pada hari ke-6. Perhitungan rendemen hidrolisat protein kerang hijau dapat dilihat pada Lampiran 4. Rendemen hidrolisat protein kerang hijau pada fermentasi hari ke-9 mulai mengalami penurunan. Hal tersebut dikarenakan semakin lama metabolisme khamir laut dalam fermentasi maka semakin banyak enzim protease yang dihasilkan oleh khamir laut. Sehingga menjadikan enzim menjadi jenuh terhadap substrat dan pada akhirnya tidak dapat menghidrolisis dengan baik. Khamir laut yang digunakan dalam penelitian ini adalah khamir laut yang telah dikultur dan dilakukan pemeremajaan. Sukoso (2012) menyatakan kadar protein dalam tubuh khamir laut yaitu 28,29% dan enzim yang dihasilkan oleh kultur khamir laut antara lain proteinase (protein), amilase (pati), deaminase (lemak), sukrose (sukrosa), dan fosfolipase (fosfolipid). Menurut Rosdianti (2008) bahwa aktivitas hidrolisis semakin menurun pada penggunaan konsentrasi enzim yang tinggi, yang ditandai oleh berkurangnya laju hidrolisis. Penggunaan enzim yang berlebihan menyebabkan tidak semua enzim berikatan dengan substrat, sehingga kecepatan maksimum tidak dapat dicapai dan proses hidrolisis tidak efisien.

Dari percobaan ketiga pada penelitian pendahuluan dapat menjadi landasan untuk penelitian utama yaitu dengan lama fermentasi yang digunakan pada penelitian utama menggunakan acuan 9 hari dengan kisaran peningkatan dan penurunan lama fermentasi 3 hari menjadi 3, 6, 9 dan 12 hari. Penelitian

utama menggunakan kerang hijau halus 100 g, sehingga konsentrasi molase digandakan menjadi 100 mL, 200 mL, 300 mL dan 400 mL dengan tujuan analisis sampel.

4.2 Penelitian Utama

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan, diketahui bahwa proses pembuatan hidrolisat protein kerang hijau segar dilakukan penambahan molase dengan volume 100 mL, 200 mL, 300 mL dan 400 mL. Lama waktu fermentasi yang digunakan yaitu 3 hari, 6 hari, 9 hari dan 12 hari. Sedangkan untuk penambahan inokulan khamir laut sebanyak 20 mL dengan kepadatan $48,1 \times 10^{10}$ sel pada fase logaritmik. Selanjutnya variabel yang diperoleh dari hasil penelitian pendahuluan tersebut digunakan sebagai landasan dalam pembuatan hidrolisat protein kerang hijau pada penelitian utama. Produk hidrolisat protein kerang hijau pada penelitian ini dalam bentuk pasta. Untuk melihat kemungkinan pemakaian hidrolisat protein kerang hijau ini sebagai suplemen pangan ataupun pakan, maka akan dilakukan analisa terhadap produk hidrolisat yang meliputi analisa proksimat (kadar air, kadar lemak, kadar abu, kadar protein dan kadar karbohidrat), uji total asam amino, uji pH, emulsi dan daya buih.

4.2.1 Komposisi Kimia Kerang Hijau (*Perna viridis*)

Sampel utama untuk penelitian ini yaitu daging kerang hijau (*Perna viridis*). Bahan baku untuk hidrolisat protein diambil dari Ujung Pangkah, Gresik, Jawa Timur. Analisis kimia dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia kerang hijau segar tersebut. Hasil analisis komposisi kimia kerang hijau segar dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Komposisi Kimia Kerang Hijau

Parameter	Nilai rata-rata (%)	
	Kerang hijau (<i>Mytilus viridis</i> *)	Kerang hijau (<i>Perna viridis</i>)
Kadar air	84,44	81,84
Kadar abu	1,250	2,830
Kadar protein	11,75	8,930
Lemak	2,560	1,430
Karbohidrat	-	4,970

Sumber: *) Amalia (2007)

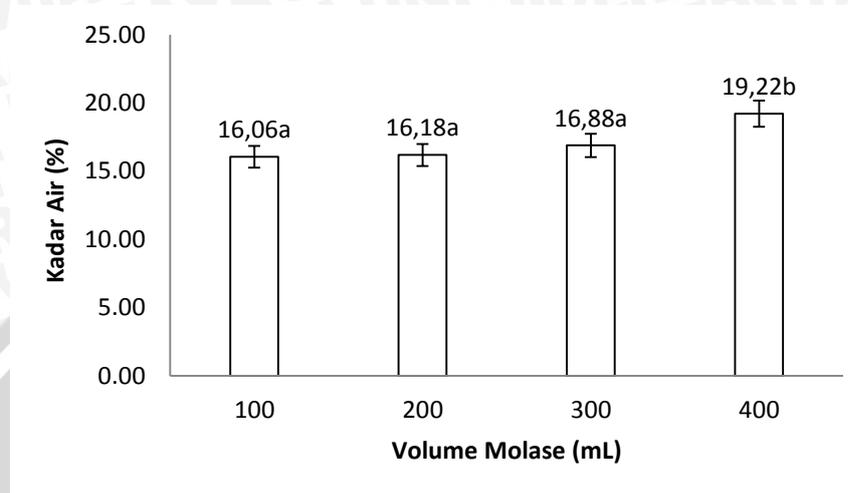
Tabel 10 tersebut memperlihatkan kandungan gizi dari kerang hijau (*Perna viridis*) segar. Secara umum, *trend* atau kesetaraan komposisi kimia kerang hijau yang digunakan dalam sampel penelitian ini sebanding dengan penelitian Amalia (2007) yang membahas tentang karakteristik kimia kerang hijau. Hal ini berarti komposisi kimia kerang hijau (*Mytilus viridis*) dan kerang hijau (*Perna viridis*) pada umumnya mempunyai nilai yang hampir sama. Apabila terdapat perbedaan yang terlihat mencolok terhadap komposisi kimia kerang hijau tersebut dapat dipengaruhi oleh faktor internal maupun eksternal. Hidayat (2005) menjelaskan bahwa faktor yang mempengaruhi komposisi ikan meliputi jenis ikan, jenis kelamin, sifat warisan, habitat, musim, dan jenis pakan yang tersedia.

4.2.2 Analisis Proksimat Hidrolisat Protein Kerang Hijau

a.) Kadar Air

Data pengamatan dan analisis data kadar air kontrol (fermentasi 0 hari) dan kadar air hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 5. Hasil analisis data menunjukkan bahwa antar lama fermentasi dan volume molase memberikan pengaruh yang nyata ($F < 0,05$) terhadap kadar air hidrolisat protein

kerang hijau. Kadar air kontrol dan hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8. Kadar Air Hidrolisat Protein Kerang Hijau Dengan Volume Molase Yang Berbeda

Gambar 8 menunjukkan bahwa kadar air dari hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase yang berbeda semakin meningkat. Nilai kadar air hidrolisat protein kerang hijau berkisar antara 16,06% - 19,22%. Nilai kadar air tertinggi pada volume molase 400 mL sebesar 19,22% dan kadar air terendah terdapat pada volume molase 100 mL sebesar 16,06%. Hasil analisis ANOVA terhadap kadar air diperoleh ($F < 0,05$). Hal ini berarti penambahan volume molase berpengaruh secara nyata terhadap kadar air hidrolisat protein sehingga perlu dilanjutkan dengan uji BNT. Hasil rata-rata kadar air pada volume hidrolisat protein kerang hijau dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Rata-rata Kadar air hidrolisat protein kerang hijau dengan volume molase berbeda

Perlakuan	Rerata	Notasi
100 mL	16,06	a
200 mL	16,18	a
300 mL	16,88	a
400 mL	19,22	b

Keterangan :

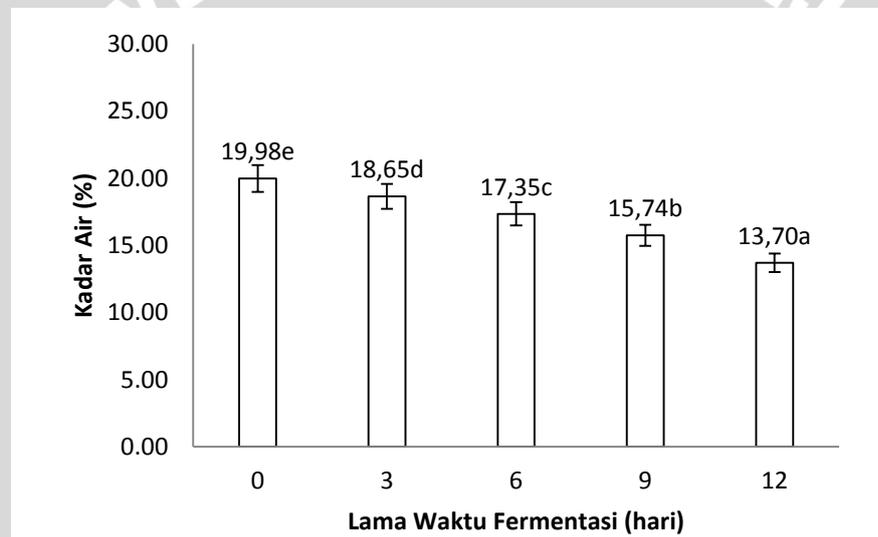
BNT: F 5%= 1,27%

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata

Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

Simanjorang (2012) menjelaskan bahwa kenaikan air tersebut disebabkan oleh proses metabolisme (katabolisme) yang dilakukan oleh mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi tersebut. Rahmadi (2009) menambahkan bahwa meningkatnya kadar air disebabkan mikroorganisme mulai memanfaatkan karbohidrat yang mudah terfermentasi dalam substrat sebagai sumber energi untuk tumbuh dan berkembang. Hasil perombakan karbohidrat yang mudah terfermentasi adalah gula-gula sederhana yang kemudian diubah menjadi energi dengan hasil sampingan berupa metabolit, alkohol, asam, CO₂ dan air. Selain proses metabolisme (katabolisme), meningkatnya air juga disebabkan adanya perombakan protein. Savitri (2011) menyatakan bahwa selama fermentasi terjadinya peningkatan kadar air disebabkan oleh adanya perombakan protein. Sehingga semakin banyak enzim, akan semakin banyak protein yang terombak. Selain itu kenaikan kadar air dikarenakan katabolisme mikroba yang menghasilkan sejumlah uap air, perombakan asam amino, serta dari difusi uap air udara dalam wadah tertutup yang disebabkan karena keseimbangan uap air dalam sistem. Selain itu penambahan presentase air selama fermentasi dapat berasal dari perubahan tipe air, yaitu dari air terikat menjadi air bebas, karena fermentasi memiliki pH yang rendah. pH rendah mempunyai kemampuan membebaskan air yang terikat dengan senyawa

kompleks dan mempunyai gugus hidrofilik menjadi air bebas, misalnya ikatan pada protein. Hal lain yang menyebabkan meningkatnya kadar air karena bentuk fisik dari molase yang berupa cairan, sehingga semakin banyak konsentrasi molase yang diberikan maka kadar air akan semakin meningkat. Rohim (2014) menambahkan bahwa kandungan gizi dari molase segar yaitu 66,20% air, 23,23% protein, 6,36% karbohidrat, 4,13% abu. Pada volume molase 100 mL, 200 mL, dan 300 mL, peningkatan tidak terlalu berbeda karena khamir laut masih dalam fase adaptasi dengan memanfaatkan gula dan pupuk untuk pertumbuhannya.



Gambar 9. Kadar Air Hidrolisat Protein Kerang Hijau Dengan Lama Waktu Fermentasi Yang Berbeda

Gambar 9 menunjukkan kadar air kontrol lebih tinggi bila dibandingkan dengan kadar air hidrolisat protein kerang hijau setelah mengalami lama perlakuan fermentasi. Nilai kadar air hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi berkisar antara 13,70% - 19,98%. Nilai kadar air tertinggi pada hari ke-0 sebesar 19,98% dan kadar air terendah terdapat pada hari ke-12 sebesar 13,70%. Hasil analisis ANOVA terhadap kadar protein diperoleh ($F < 0,05$). Hal ini berarti lama fermentasi berpengaruh secara nyata terhadap kadar air hidrolisat protein sehingga perlu dilanjutkan dengan uji BNT. Hasil rata-rata kadar air pada

dengan lama fermentasi hidrolisat protein kerang hijau dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Rata-rata Kadar air hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi yang berbeda

Kelompok	Rerata	Notasi
Hari ke-12	13,70	a
Hari ke-9	15,74	b
Hari ke-3	17,35	c
Hari ke-0	18,65	d
Hari ke-6	19,24	e

Keterangan :

BNT: $F_{5\%} = 1,27\%$

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata

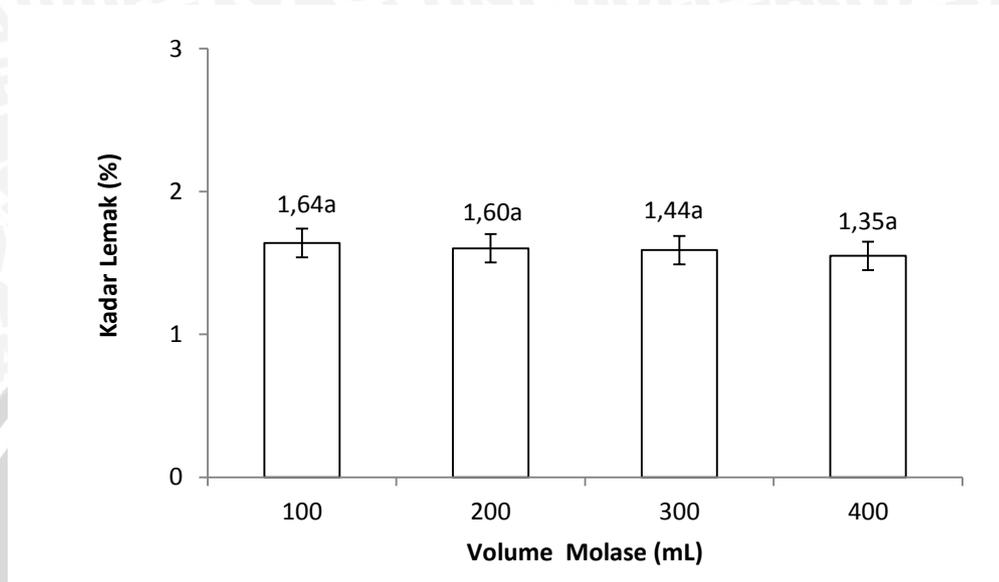
Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

Penurunan kadar air hidrolisat protein kerang hijau antar perlakuan, disebabkan adanya pelepasan ion (H^+) dan (OH^-) saat terjadi proses perombakkan (hidrolisis) protein pada kerang hijau. Widadi (2011) melaporkan bahwa semakin lama waktu fermentasi yang digunakan maka semakin rendah kadar airnya. Simanjorang menambahkan bahwa penurunan kadar air karena adanya proses metabolisme menghasilkan energi (panas) yang pada akhirnya menyebabkan air dapat berkurang (menguap) selama selang waktu fermentasi berlangsung. Novianti (2007), melaporkan bahwa lama waktu pengeringan menyebabkan rendahnya kadar air. Semakin lama pengeringan yang dilakukan maka semakin banyak air yang terbuang.

b.) Kadar Lemak

Data pengamatan dan analisis data kadar lemak kontrol (fermentasi 0 hari) dan kadar air hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 6. Hasil analisis data menunjukkan bahwa antar lama fermentasi dan volume molase tidak memberikan pengaruh yang nyata ($F > 0,05$) terhadap kadar lemak hidrolisat

protein kerang hijau. Kadar air kontrol dan hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase segar dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 10 dan Gambar 11.



Gambar 10. Kadar Lemak Hidrolisat Protein Kerang Hijau Dengan Volume Molase Yang Berbeda

Gambar 10 menunjukkan bahwa kadar lemak dengan volume yang berbeda mengalami penurunan yang tidak terlalu memberikan pengaruh nyata (konstan). Nilai kadar lemak hidrolisat protein kerang hijau berkisar antara 1,64% - 1,35%. Nilai kadar lemak tertinggi pada volume molase 100 mL sebesar 1,64% dan kadar lemak terendah terdapat pada volume molase 400 mL sebesar 1,35%. Hasil analisis ANOVA terhadap kadar protein diperoleh ($F < 0,05$). Hal ini berarti penambahan volume molase tidak berpengaruh secara nyata terhadap kadar lemak hidrolisat protein sehingga perlu dilanjutkan dengan uji BNT. Hasil rata-rata kadar lemak pada volume hidrolisat protein kerang hijau dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Rata-rata Kadar lemak hidrolisat protein kerang hijau dengan volume molase berbeda

Perlakuan	Rerata	Notasi
100 mL	1,35	a
200 mL	1,44	a
300 mL	1,60	a
400 mL	1,64	a

Keterangan :

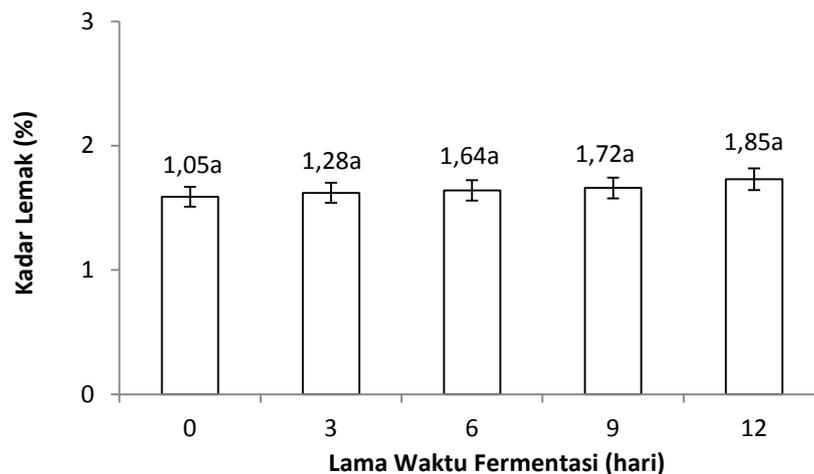
BNT: F 5%= 1,35%

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata

Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

Penurunan kadar lemak disebabkan oleh meningkatnya kadar air.

Swasono (2006) melaporkan bahwa kadar lemak juga sangat dipengaruhi oleh adanya kandungan air dalam bahan karena merupakan faktor yang berperan sangat besar pada saat proses oksidasi lemak dan juga reaksi yang berkaitan dengan radikal bebas. Pada dasarnya peningkatan kadar air akan mengencerkan konsentrasi bahan yang akan bereaksi sehingga air dapat memperlambat reaksi oksidasi lemak atau reaksi antara lemak dan protein sampai pada suatu titik dimana kisaran kadar air yang sedang "intermediat" tercapai. Sudarmadji (1989) menyatakan bahwa hasil hidrolisis lemak berupa asam lemak dan gliserol. Reaksi hidrolisis mengakibatkan kerusakan lemak, hal ini terjadi karena terdapat sejumlah air dalam lemak tersebut. Noviana (2012) menambahkan bahwa turunnya kadar lemak disebabkan karena lemak terhidrolisis menjadi gliserol dan asam lemak bebas. Asam lemak bebas ini akan mudah mengalami kerusakan sehingga mengakibatkan kadar lemak menurun. Selain itu, disebabkan karena asam yang ditambahkan memecah komponen lemak yang kompleks menjadi komponen yang lebih sederhana. Lemak akan terpecah oleh enzim lipase menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana sehingga menyebabkan kandungan lemak menurun.



Gambar 11. Kadar Lemak Hidrolisat Protein Kerang Hijau Dengan Lama Waktu Fermentasi Yang Berbeda

Gambar 11 juga memperlihatkan adanya peningkatan kadar lemak hidrolisat protein kerang hijau antar perlakuan. Nilai kadar lemak hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi berkisar antara 1,85% - 1,05%. Nilai kadar lemak tertinggi pada hari ke-12 sebesar 1,85% dan kadar lemak terendah terdapat pada hari ke-0 sebesar 1,05%. Hasil analisis ANOVA terhadap kadar lemak diperoleh ($F > 0,05$). Hal ini berarti lama fermentasi tidak berpengaruh secara nyata terhadap kadar lemak hidrolisat protein sehingga perlu dilanjutkan dengan uji BNT. Hasil rata-rata kadar lemak pada dengan lama fermentasi hidrolisat protein kerang hijau dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Rata-rata Kadar lemak hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi yang berbeda

Kelompok	Rerata	Notasi
Hari ke-0	1,05	a
Hari ke-3	1,28	a
Hari ke-6	1,64	a
Hari ke-9	1,72	a
Hari ke-12	1,85	a

Keterangan :

BNT: $F_{5\%} = 1,35\%$

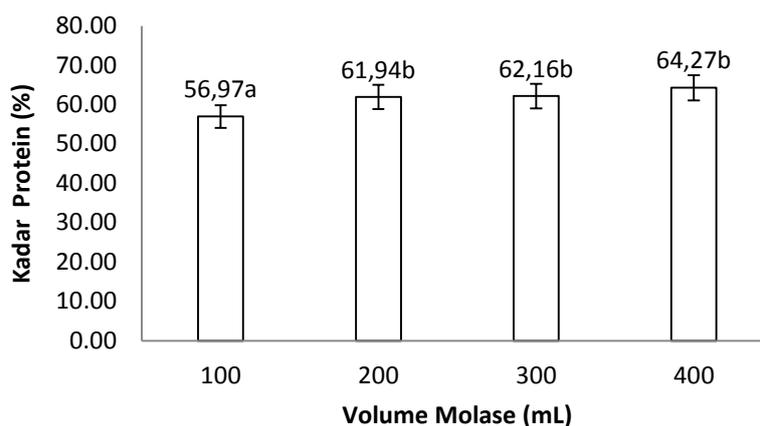
Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata

Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

Peningkatan kadar lemak pada perlakuan tersebut menunjukkan adanya hidrolisis lemak kerang hijau oleh enzim hasil metabolit khamir laut. Hal tersebut dimungkinkan karena enzim yang dihasilkan oleh khamir laut bekerja dengan maksimal sehingga memicu terjadinya peningkatan kadar lemak. Fauziah *et al.*, (2014) menyatakan bahwa fermentasi dalam jangka waktu tertentu menyebabkan enzim hasil metabolit dapat memecah ikatan trigliserida yang ada pada substrat dan membentuk gliserol dan asam lemak bebas sehingga kadar lemak hasil hidrolisis semakin tinggi. Pada khamir laut juga terdapat enzim lipase yang berfungsi untuk mengdegradasi lemak menjadi gliserol dan asam lemak (Bharati, 2011).

c.) Kadar Protein

Data pengamatan dan analisis data kadar protein kontrol (fermentasi 0 hari) dan kadar protein hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 7. Hasil analisis data menunjukkan bahwa antar lama fermentasi dan volume molase memberikan pengaruh yang nyata ($F < 0,05$) terhadap kadar protein hidrolisat protein kerang hijau. Kadar protein kontrol dan hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 12 dan Gambar 13.



Gambar 12. Kadar Protein Hidrolisat Protein Kerang Hijau dengan Volume Molase Yang Berbeda

Gambar 12 menunjukkan bahwa kadar protein dari hidrolisat protein kerang hijau dengan volume molase yang berbeda mengalami peningkatan. Nilai kadar protein hidrolisat protein kerang hijau berkisar antara 64,27% - 56,97%. Nilai kadar protein tertinggi pada volume molase 400 mL sebesar 64,27% dan kadar protein terendah terdapat pada volume molase 100 mL sebesar 56,97%. Hasil analisis ANOVA terhadap kadar protein diperoleh ($F < 0,05$). Hal ini berarti penambahan volume molase berpengaruh secara nyata terhadap kadar protein hidrolisat protein sehingga perlu dilanjutkan dengan uji BNT. Hasil rata-rata kadar protein pada volume hidrolisat protein kerang hijau dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Rata-rata Kadar protein hidrolisat protein kerang hijau dengan volume molase berbeda

Perlakuan	Rerata	Notasi
100 mL	56,97	a
200 mL	61,94	b
300 mL	62,16	b
400 mL	64,27	b

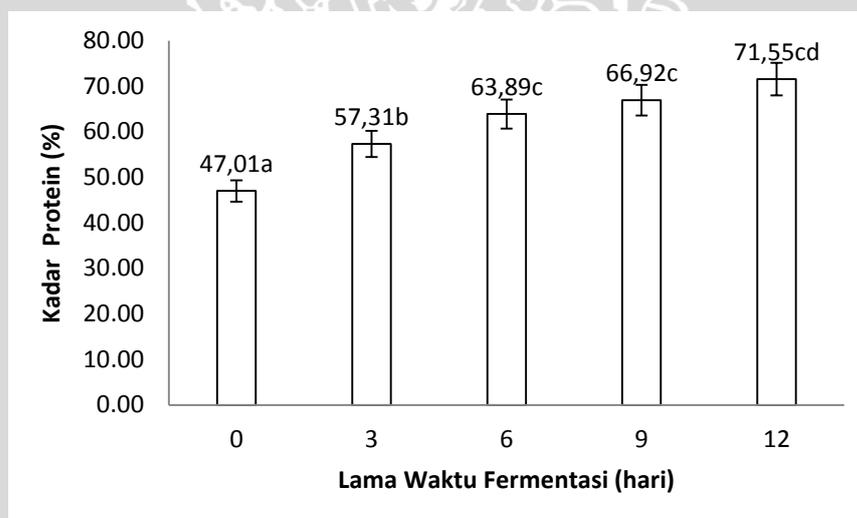
Keterangan :

BNT: $F_{5\%} = 2,88\%$

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata

Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

Peningkatan kadar protein karena proses pemecahan protein itu sendiri. Novianti (2007) menyatakan protein dipecah lalu digunakan untuk sintesis ATP yang dapat langsung digunakan untuk aktivitas metabolisme khamir. Selain itu, protein digunakan sebagai sumber nitrogen yang diperlukan untuk pertumbuhan sel dan memelihara kemampuan sel untuk membentuk enzim. Peningkatan protein disebabkan adanya sekresi enzim-enzim oleh khamir. Beberapa jenis enzim yang disekresikan khamir di antaranya adalah enzim inertase dan enzim hidrolase seperti protease. Sukoso (2012) menyatakan kadar protein dalam tubuh khamir laut yaitu 28,29% dan enzim yang dihasilkan oleh kultur khamir laut antara lain proteinase (protein), amilase (pati), deaminase (lemak), sukrose (sukrosa), dan fosfolipase (fosfolipid).



Gambar 13. Kadar Protein Hidrolisat Protein Kerang Hijau dengan Lama waktu Fermentasi Yang Berbeda

Gambar 13 menunjukkan bahwa kadar protein kontrol dengan lama waktu fermentasi yang berbeda mengalami peningkatan. Nilai kadar protein hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi berkisar antara 71,55% - 47,01%. Nilai kadar protein tertinggi pada hari ke-12 sebesar 71,55% dan kadar protein terendah terdapat pada hari ke-0 sebesar 47,01%. Hasil analisis ANOVA

terhadap kadar protein diperoleh ($F < 0,05$). Hal ini berarti lama fermentasi berpengaruh secara nyata terhadap kadar protein hidrolisat protein sehingga perlu dilanjutkan dengan uji BNT. Hasil rata-rata kadar protein pada dengan lama fermentasi hidrolisat protein kerang hijau dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16 Rata-rata Kadar protein hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi yang berbeda

Kelompok	Rerata	Notasi
Hari ke-0	47,01	a
Hari ke-3	57,31	b
Hari ke-6	63,89	c
Hari ke-9	66,92	c
Hari ke-12	71,55	cd

Keterangan :

BNT: $F 5\% = 4,72\%$

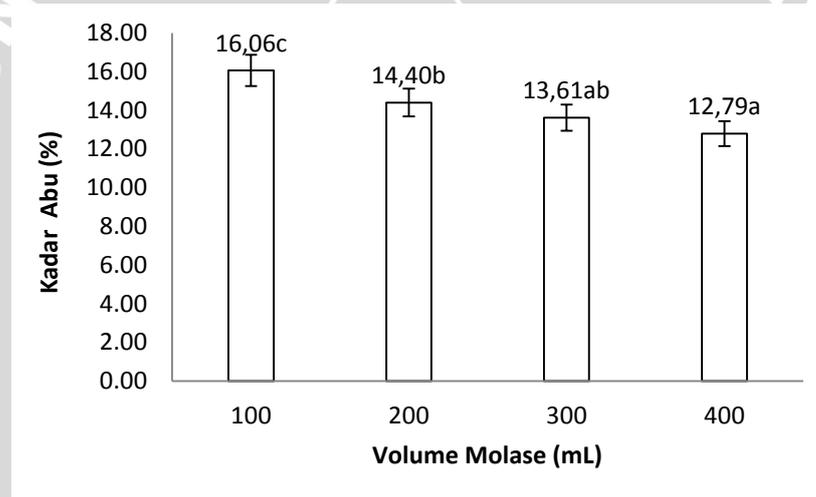
Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata

Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

Peningkatan kadar protein dengan lama fermentasi yang berbeda menunjukkan adanya proses pemecahan dari protein itu sendiri. Swasono (2006), menjelaskan selama fermentasi akan terjadi pemecahan protein menjadi asam-asam amino bebas, antara lain adalah asam amino yang bersifat polar. Makin lama waktu fermentasi kadar asam-asam amino semakin meningkat. Selain itu, selama proses fermentasi dengan adanya aktivitas proteolitik dari enzim protease yang dihasilkan akan terjadi pemecahan protein yang semula bersifat tidak larut menjadi bentuk yang lebih terlarut sehingga akan mudah dicerna. Oleh karena itu, makin lama fermentasi maka makin banyak pula protein yang dipecah menjadi asam-asam amino bebas yang mudah dicerna. Prasetyo (2012) menambahkan semakin lama waktu hidrolisis menyebabkan konsentrasi hasil hidrolisis meningkat, hal ini disebabkan lamanya waktu reaksi. Waktu hidrolisis merupakan faktor yang berpengaruh terhadap banyaknya protein yang terhidrolisis.

d.) Kadar Abu

Data pengamatan dan analisis data kadar abu kontrol (fermentasi 0 hari) dan kadar abu hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 8. Hasil analisis data menunjukkan bahwa antar lama fermentasi dan volume molase memberikan pengaruh yang nyata ($F < 0,05$) terhadap kadar abu hidrolisat protein kerang hijau. Kadar abu kontrol dan hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 14 dan Gambar 15



Gambar 14. Kadar Abu Hidrolisat Protein Kerang Hijau Dengan Volume Molase Yang Berbeda

Gambar 14 menunjukkan bahwa kadar abu hidrolisat protein kerang hijau dengan perlakuan volume molase yang berbeda menunjukkan penurunan kadar abu. Hal ini disebabkan oleh kadar karbohidrat pada hidrolisat kerang hijau juga menurun. Nilai kadar abu hidrolisat protein kerang hijau berkisar antara 16,06% - 12,79%. Nilai kadar abu tertinggi pada volume molase 100 mL sebesar 16,06% dan kadar abu terendah terdapat pada volume molase 400 mL sebesar 12,79%. Hasil analisis ANOVA terhadap kadar abu diperoleh ($F < 0,05$). Hal ini berarti

penambahan volume molase berpengaruh secara nyata terhadap kadar abu hidrolisat protein sehingga perlu dilanjutkan dengan uji BNT. Hasil rata-rata kadar abu pada volume hidrolisat protein kerang hijau dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Rata-rata Kadar abu hidrolisat protein kerang hijau dengan volume molase berbeda

Perlakuan	Rerata	Notasi
400 mL	12,79	a
300 mL	13,61	ab
200 mL	14,40	b
100 mL	16,06	c

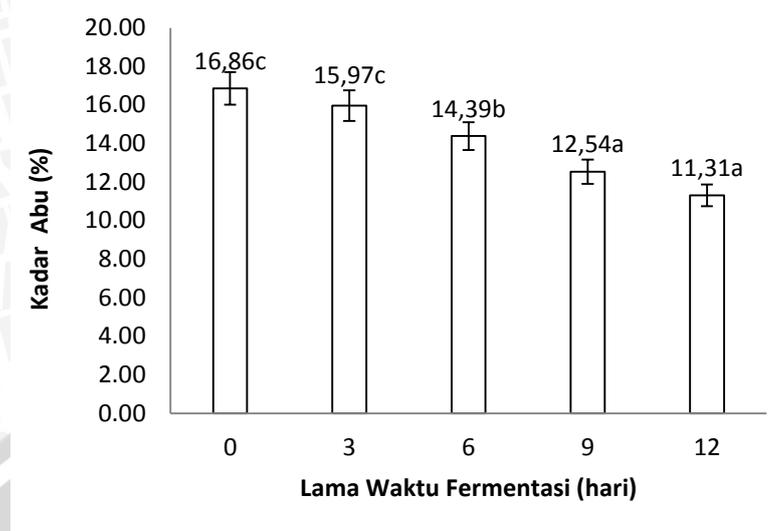
Keterangan :

BNT: F 5%= 1,40%

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata

Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

Rahmadi (2009) menyatakan penurunan ini dikarenakan perubahan utama selama fermentasi berpengaruh terhadap kandungan bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) yang merupakan karbohidrat yang mudah terfermentasi, sehingga menyebabkan kandungan BETN menurun. selain itu, penurunan kadar abu disebabkan adanya peningkatan bahan organik yang terbentuk dari hasil fermentasi BETN. Hasil fermentasi BETN diubah untuk membentuk komponen organik. Peningkatan bahan organik tersebut menurunkan persentase bahan anorganik (kadar abu). Savitri (2011) menambahkan bahwa semakin lama fermentasi menyebabkan kadar abu mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa terjadinya penggunaan komponen mineral dari hidrolisat protein kerang hijau oleh khamir laut sehingga kadar abu cenderung berkurang.



Gambar 15. Kadar Abu Hidrolisat Protein Kerang Hijau Dengan Lama Waktu Fermentasi Yang Berbeda

Gambar 15 menunjukkan bahwa kadar abu kontrol hidrolisat kerang hijau dengan lama fermentasi yang berbeda. Savitri (2011), menambahkan bahwa semakin lama fermentasi menyebabkan kadar abu mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa terjadinya penggunaan komponen mineral dari hidrolisat protein kerang hijau oleh khamir laut sehingga kadar abu cenderung berkurang. Nilai kadar abu hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi berkisar antara 16,86% - 11,31%. Nilai kadar abu tertinggi pada hari ke-0 sebesar 16,86% dan kadar abu terendah terdapat pada hari ke-12 sebesar 11,31%. Hasil analisis ANOVA terhadap kadar abu diperoleh ($F < 0,05$). Hal ini berarti lama fermentasi berpengaruh secara nyata terhadap kadar abu hidrolisat protein sehingga perlu dilanjutkan dengan uji BNT. Hasil rata-rata kadar abu pada dengan lama fermentasi hidrolisat protein kerang hijau dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18 Rata-rata Kadar abu hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi yang berbeda

Kelompok	Rerata	Notasi
Hari ke-12	11,31	a
Hari ke-9	12,54	a
Hari ke-6	14,39	b
Hari ke-3	15,97	c
Hari ke-0	16,86	c

Keterangan :

BNT: F 5%= 1,40%

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata

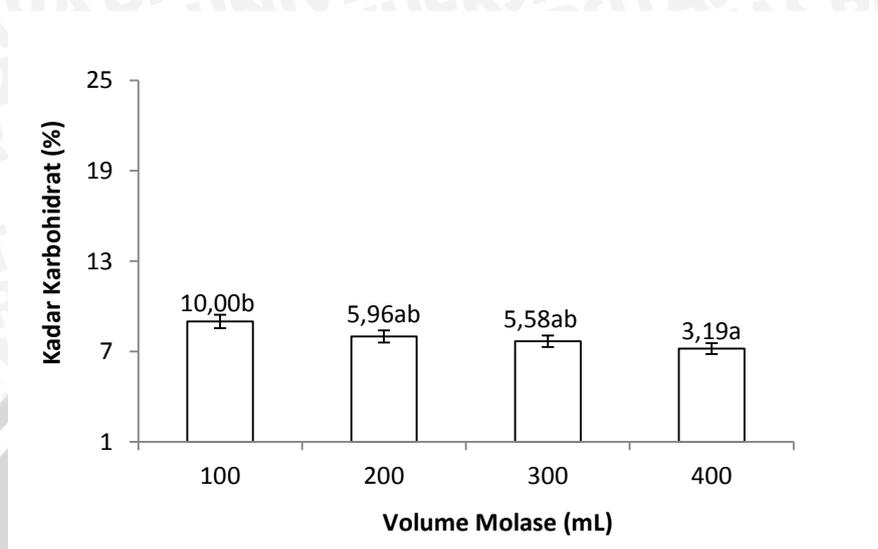
Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

Gambar 14 dan Gambar 15 menunjukkan bahwa volume molase dan lama waktu yang berbeda menyebabkan menurunnya kadar abu. Hal ini dimungkinkan karena garam-garam mineral yang ada pada molase digunakan untuk nutrisi pertumbuhan khamir laut. Komponen mineral dalam molase antara lain bentuk anion seperti magnesium, kalsium, aluminium, kalium, dan nitrogen, serta bentuk kation berupa silikat, fosfat, sulfat, dan klorida (Holihah, 2005). Purwaningsih (2012) menyatakan adanya perbedaan kadar abu diduga bahwa setiap organisme mempunyai kemampuan yang berbeda-beda dalam mengabsorpsi dan meregulasi logam. Sehingga dapat digunakan khamir laut untuk pertumbuhannya dan kadar abu semakin berkurang.

e.) Kadar Karbohidrat

Data pengamatan dan analisis data kadar karbohidrat kontrol (fermentasi 0 hari) dan kadar karbohidrat hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 9. Hasil analisis data menunjukkan bahwa antar lama fermentasi dan volume molase memberikan pengaruh yang nyata ($F < 0,05$) terhadap kadar karbohidrat hidrolisat protein kerang hijau. Kadar karbohidrat kontrol dan hidrolisat protein

kerang hijau dengan penambahan volume molase dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 16 dan Gambar 17.



Gambar 16. Kadar Karbohidrat Hidrolisat Protein Kerang Hijau Dengan Volume Molase Yang Berbeda

Gambar 16 menunjukkan bahwa kadar karbohidrat hidrolisat protein kerang hijau dengan volume molase yang berbeda mengalami penurunan. Hal ini dimungkinkan karena bahan organik seperti karbon atau nitrogen digunakan sebagai nutrisi atau memenuhi kebutuhan energi untuk kebutuhan metabolisme khamir laut sehingga memicu penurunan kadar karbohidrat. Nilai kadar karbohidrat hidrolisat protein kerang hijau berkisar antara 10,00% - 3,19%. Nilai kadar karbohidrat tertinggi pada volume molase 100 mL sebesar 10,00% dan kadar karbohidrat terendah terdapat pada volume molase 400 mL sebesar 3,19%. Hasil analisis ANOVA terhadap kadar karbohidrat diperoleh ($F < 0,05$). Hal ini berarti penambahan volume molase berpengaruh secara nyata terhadap kadar karbohidrat hidrolisat protein sehingga perlu dilanjutkan dengan uji BNT. Hasil rata-rata kadar karbohidrat pada volume hidrolisat protein kerang hijau dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Rata-rata Kadar karbohidrat hidrolisat protein kerang hijau dengan volume molase berbeda

Perlakuan	Rerata	Notasi
400 mL	3,19	a
300 mL	5,58	ab
200 mL	5,96	ab
100 mL	10,00	b

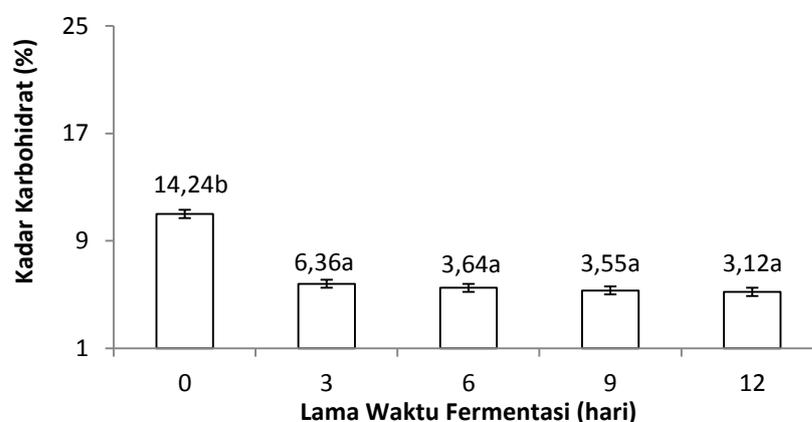
Keterangan :

BNT: F 5%= 3,11%

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata

Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

Irma (2009) menjelaskan bahwa pada tahap awal fermentasi, mikroba menguraikan karbohidrat atau pati untuk menghasilkan glukosa, sehingga glukosa meningkat dan kadar karbohidrat atau pati menurun. glukosa dimetabolisme oleh mikroba menghasilkan air dan energi untuk pertumbuhan, dan air pada proses pengeringan akan menguap sehingga karbohidrat yang dihidrolisis pada akhirnya akan menjadi air yang menguap atau glukosa yang larut, akibatnya karbohidrat menurun. Noviana (2012), menambahkan penurunan karbohidrat terjadi karena proses glikolisis yang disebabkan oleh mikroba. Proses glikolisis juga merupakan serangkaian reaksi yang mengubah glukosa menjadi asam laktat yang dilakukan oleh mikroba secara anaerob. Mikroba memanfaatkan karbohidrat untuk tumbuh.



Gambar 17. Kadar Karbohidrat Hidrolisat Protein Kerang Hijau Dengan Lama Waktu Fermentasi Yang Berbeda

Gambar 17 menunjukkan bahwa kadar karbohidrat kontrol hidrolisat protein kerang hijau dengan lama waktu fermentasi yang berbeda mengalami penurunan. Nilai kadar karbohidrat hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi berkisar antara 14,24% - 3,12%. Nilai kadar karbohidrat tertinggi pada hari ke-0 sebesar 14,24% dan kadar karbohidrat terendah terdapat pada hari ke-12 sebesar 3,12%. Hasil analisis ANOVA terhadap kadar karbohidrat diperoleh ($F < 0,05$). Hal ini berarti lama fermentasi berpengaruh secara nyata terhadap kadar karbohidrat hidrolisat protein sehingga perlu dilanjutkan dengan uji BNT. Hasil rata-rata kadar karbohidrat pada dengan lama fermentasi hidrolisat protein kerang hijau dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20 Rata-rata Kadar karbohidrat hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi yang berbeda

Kelompok	Rerata	Notasi
Hari ke-12	3,12	a
Hari ke-9	3,55	a
Hari ke-3	3,64	a
Hari ke-0	6,36	a
Hari ke-6	14,24	b

Keterangan :

BNT: $F 5\% = 3,11\%$

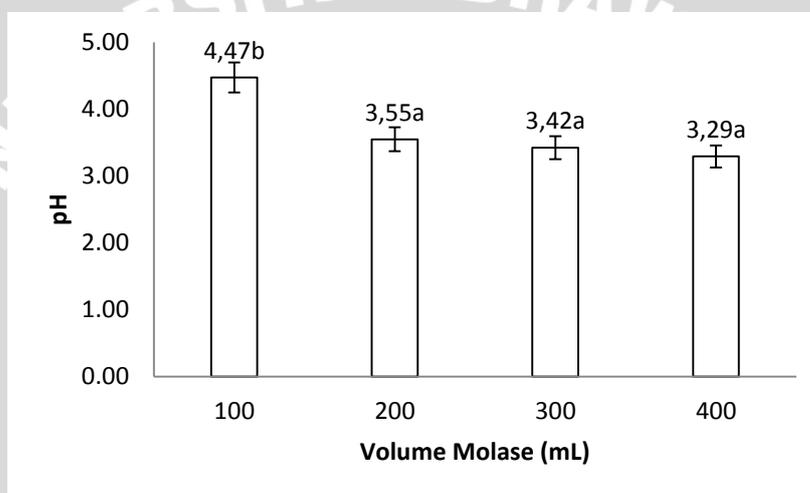
Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata

Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

Hal ini karena proses hidrolisis oleh molase dan khamir laut, dimungkinkan turunnya kadar karbohidrat sehingga akan meningkatkan bahan organik lain seperti protein. Savitri (2011) menjelaskan bahwa kadar karbohidrat kupang putih menurun seiring lama fermentasi. Hal ini menunjukkan bahwa selama fermentasi terjadi pemecahan molase oleh khamir laut sebagai sumber energi dalam menghidrolisis hidrolisat protein kerang hijau.

4.2.3 Analisis Derajat Keasaman (pH)

Data pengamatan dan analisis data pH kontrol (fermentasi 0 hari) dan pH hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 10. Hasil analisis data menunjukkan bahwa lama fermentasi dan volume molase memberikan pengaruh yang nyata ($F < 0,05$) terhadap pH hidrolisat protein kerang hijau. pH kontrol dan hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 18 dan Gambar 19.



Gambar 18. Kadar pH Hidrolisat Protein Kerang Hijau Dengan Volume Molase Yang Berbeda

Gambar 18 menunjukkan bahwa pH hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase yang berbeda mengalami penurunan. Hal ini dimungkinkan karena terjadinya degradasi bahan organik saat fermentasi yang memicu banyaknya asam yang terbentuk. Nilai kadar pH hidrolisat protein kerang hijau berkisar antara 4,47 - 3,29. Nilai pH tertinggi pada volume molase 100 mL sebesar 4,47 dan nilai pH terendah terdapat pada volume molase 400 mL sebesar 3,29. Hasil analisis ANOVA terhadap nilai pH diperoleh ($F < 0,05$). Hal ini berarti penambahan volume molase berpengaruh secara nyata terhadap nilai

pH hidrolisat protein sehingga perlu dilanjutkan dengan uji BNT. Hasil rata-rata nilai pH pada volume hidrolisat protein kerang hijau dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 21. Rata-rata nilai pH hidrolisat protein kerang hijau dengan volume molase berbeda

Perlakuan	Rerata	Notasi
400 mL	3,29	a
300 mL	3,42	a
200 mL	3,55	a
100 mL	4,47	b

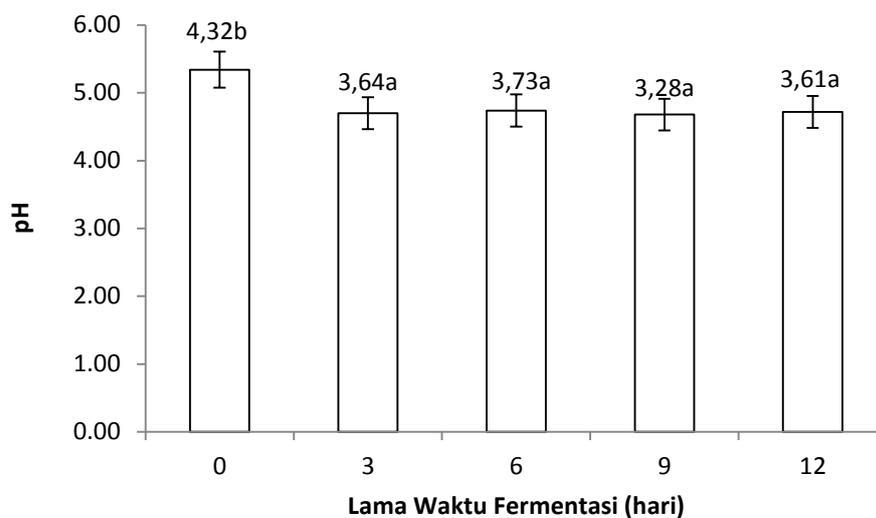
Keterangan :

BNT: F 5%= 0,51%

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata

Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

Noviati (2007) menjelaskan penurunan pH disebabkan produksi asam-asam seperti asam laktat dan asam piruvat hasil fermentasi gula oleh khamir secara aerob. VFA (*volatile fatty acids*) yang dihasilkan khamir juga dapat menurunkan pH medium. Penurunan pH juga karena terbentuknya asam dengan dihasilkannya CO₂ yang terbentuk dari perombakan glukosa yang tersedia melalui proses respirasi. Terlarutnya CO₂ dalam air akan menghasilkan ion bikarbonat dan ion hidrogen. Tambahan ion hidrogen dihasilkan dan konsentrasi total H⁺ menjadi lebih besar dari konsentrasi OH⁻. Larutan menjadi asam karena asam karbonat (H₂CO₃=HCO₃+H⁺) dibentuk oleh reaksi karbondioksida dengan air. Simanjorang (2012) menyatakan penurunan pH selama hidrolisis disebabkan oleh terbentuknya peptida maupun asam-asam amino semakin banyak, yang disebabkan pemecahan protein oleh enzim. Selain itu, kontaminan dari enzim yang ditambahkan juga mempengaruhi perubahan pH hidrolisat.



Gambar 19. Kadar pH Kontrol Dari Hidrolisat Protein Kerang Hijau Dengan Lama Waktu Fermentasi Yang Berbeda

Gambar 19 menunjukkan bahwa pH kontrol dari hidrolisat protein kerang hijau mengalami penurunan. Nilai pH hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi berkisar antara 4,32 – 3,28. Nilai pH tertinggi pada hari ke-0 sebesar 4,32 dan nilai pH terendah terdapat pada hari ke-9 sebesar 3,61. Hasil analisis ANOVA terhadap nilai pH diperoleh ($F < 0,05$). Hal ini berarti lama fermentasi berpengaruh secara nyata terhadap nilai pH hidrolisat protein sehingga perlu dilanjutkan dengan uji BNT. Hasil rata-rata nilai pH pada dengan lama fermentasi hidrolisat protein kerang hijau dapat dilihat pada Tabel 22.

Tabel 22 Rata-rata nilai pH hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi yang berbeda

Kelompok	Rerata	Notasi
Hari ke-9	3,27	ab
Hari ke-12	3,52	a
Hari ke-6	3,54	ab
Hari ke-3	3,72	ab
Hari ke-0	4,37	b

Keterangan :

BNT: $F_{5\%} = 0,51\%$

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata

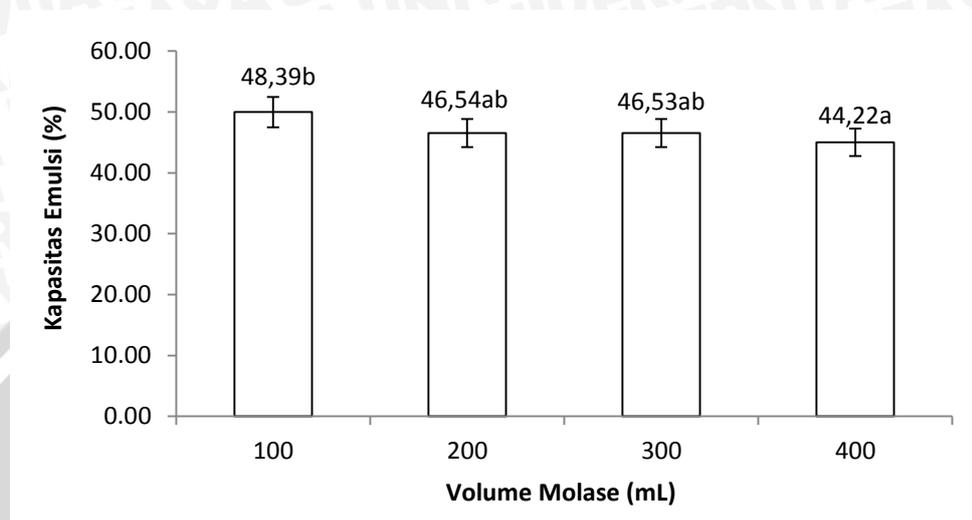
Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

Wahyudi (1997) menyatakan nilai pH yang terus menurun selama fermentasi disebabkan kenaikan kadar asam termasuk asam-asam organik yang dapat terdisosiasi menghasilkan ion-ion hidrogen. Proses terjadinya penurunan pH disebabkan oleh terbentuknya asam-asam selama proses fermentasi berlangsung. Asam-asam yang terbentuk seperti asam asetat, asam piruvat, dan asam laktat dapat menurunkan pH, sedangkan asam-asam lainnya seperti asam butirat dan asam lemak lainnya hanya sedikit berpengaruh dalam penurunan pH cairan. Selain itu adanya penguraian sumber nitrogen dan asam organik yang terdapat dalam media menjadi senyawa yang lebih sederhana, seperti nitrit dan nitrat sehingga dapat meningkatkan pH. Simanjorang (2012) menambahkan penguraian asam amino lebih lanjut yang pada akhir reaksinya menunjukkan terbentuknya senyawa-senyawa folatil, diantaranya amonia (NH_3). Adanya pembentukan senyawa folatil akan menaikkan pH karena senyawa folatil memberikan reaksi basa. Hal tersebut menjadi salah satu penyebab ada perbedaan pH yang dihasilkan. Hidayat (2005) menjelaskan nilai pH dan waktu optimum didasarkan atas dengan sifat atau keadaan enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme dalam proses hidrolisis. Sukoso (2012) menyatakan bahwa pH optimal pertumbuhan khamir laut yaitu 2,2 – 8. Berdasarkan hasil penelitian terbukti bahwa *range* pH hidrolisat protein pada penelitian ini termasuk dalam *range* pH khamir laut.

4.2.4 Analisis Kapasitas Emulsi

Data pengamatan dan analisis data emulsi kontrol (fermentasi 0 hari) hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 11. Hasil analisis data menunjukkan bahwa antar lama fermentasi dan volume molase memberikan pengaruh yang nyata ($F < 0,05$) terhadap emulsi hidrolisat protein kerang hijau.

Emulsi kontrol dan hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 20 dan Gambar 21.



Gambar 20. Kapasitas Emulsi Hidrolisat Protein Kerang Hijau Dengan Volume Molase Yang Berbeda

Gambar 20 memperlihatkan adanya penurunan emulsi yang tidak terlalu memberikan pengaruh yang nyata atau relatif konstan pada hidrolisat protein kerang hijau antar perlakuan. Nilai kapasitas emulsi hidrolisat protein kerang hijau berkisar antara 48,39% - 44,22%. Nilai kapasitas emulsi tertinggi pada volume molase 100 mL sebesar 48,39% dan kapasitas terendah terdapat pada volume molase 400 mL sebesar 44,22%. Hasil analisis ANOVA terhadap kapasitas emulsi diperoleh ($F < 0,05$). Hal ini berarti penambahan volume molase berpengaruh secara nyata terhadap kapasitas emulsi hidrolisat protein sehingga perlu dilanjutkan dengan uji BNT. Hasil rata-rata kapasitas emulsi pada volume hidrolisat protein kerang hijau dapat dilihat pada Tabel 23.

Tabel 23. Rata-rata kapasitas emulsi hidrolisat protein kerang hijau dengan volume molase berbeda

Perlakuan	Rerata	Notasi
400 mL	44,22	a
300 mL	46,53	ab
200 mL	46,54	ab
100 mL	48,39	b

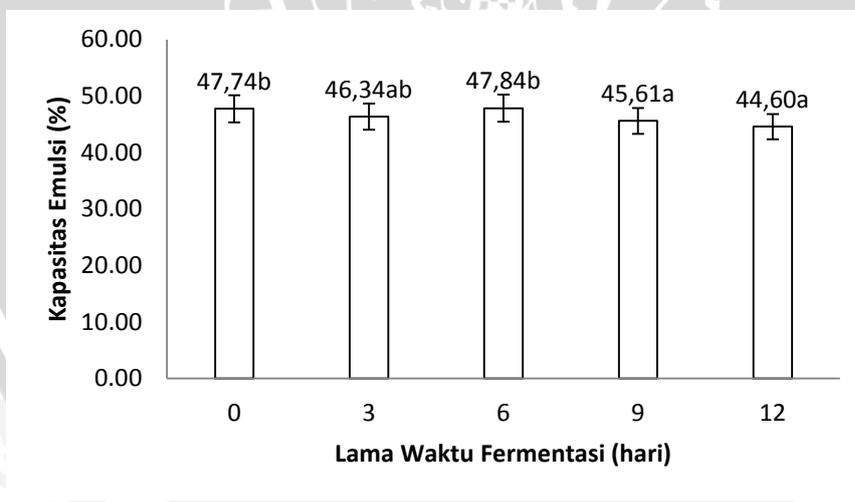
Keterangan :

BNT: F 5%= 1,54%

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata

Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

Menurunnya kapasitas emulsi yang disebabkan karena kadar lemak pada hidrolisat terpakai. Hal ini dikarenakan yang membentuk emulsi adalah lemak. Apabila kadar lemak menurun maka kapasitas emulsi pun akan menurun. Koesoemawardani *et al.*, (2011) melaporkan bahwa emulsi hidrolisat ikan rucah terlihat relatif stabil yaitu pada 51,38%. Hal ini dimungkinkan karena adanya kemampuan hidrolisis yang tinggi yang menghasilkan sejumlah peptida yang panjang sehingga memicu untuk menurunkan kadar emulsi pada hidrolisat protein kerang hijau tersebut.



Gambar 21. Kapasitas Emulsi Hidrolisat Protein Kerang Hijau Dengan Lama Waktu Fermentasi Yang Berbeda

Gambar 21 memperlihatkan bahwa emulsi kontrol hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan lama waktu fermentasi yang berbeda mengalami perubahan yang berbeda. Nilai kapasitas emulsi hidrolisat protein

kerang hijau dengan lama fermentasi berkisar antara 47,84% - 44,60%. Nilai kapasitas emulsi tertinggi pada hari ke-6 sebesar 47,84% dan kapasitas emulsi terendah terdapat pada hari ke-12 sebesar 44,60%. Hasil analisis ANOVA terhadap kadar kapasitas emulsi diperoleh ($F < 0,05$). Hal ini berarti lama fermentasi berpengaruh secara nyata terhadap kapasitas emulsi hidrolisat protein sehingga perlu dilanjutkan dengan uji BNT. Hasil rata-rata kapasitas emulsi dengan lama fermentasi hidrolisat protein kerang hijau dapat dilihat pada Tabel 24.

Tabel 24. Rata-rata Kadar karbohidrat hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi yang berbeda

Kelompok	Rerata	Notasi
Hari ke-12	44,60	a
Hari ke-9	45,61	ab
Hari ke-3	46,34	b
Hari ke-0	47,74	c
Hari ke-6	47,84	c

Keterangan :

BNT: $F 5\% = 1,54\%$

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata

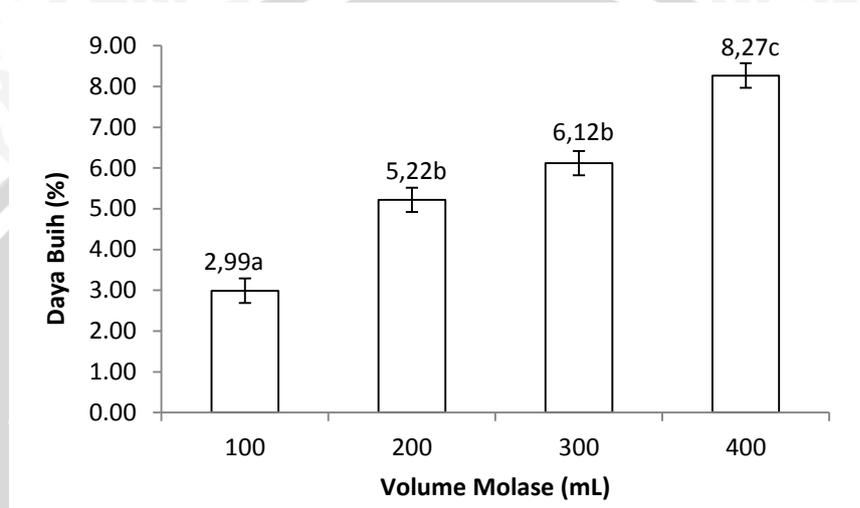
Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

Koesoemawardani *et al.*, (2011) melaporkan bahwa asam amino hasil hidrolisis sebagian akan terserap oleh minyak yang memicu kestabilan emulsi pada jangka waktu fermentasi. Gbogouri *et al.*, (2004). menyatakan bahwa kestabilan emulsi akan lebih baik pada derajat hidrolisis yang tinggi yang menghasilkan peptida panjang. Peptida-peptida yang terbentuk akan terserap pada lapisan minyak akibatnya kestabilan emulsi menjadi lebih rendah.

4.2.5 Analisis Daya Buih

Data pengamatan dan analisis daya buih pada kontrol (fermentasi 0 hari) dibandingkan daya buih hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran

12. Hasil analisis data menunjukkan bahwa interaksi antar volume molase dan lama fermentasi memberikan pengaruh yang nyata ($F < 0,05$) terhadap daya buih hidrolisat protein kerang hijau. Daya buih kontrol (fermentasi 0 hari) dan hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 22 dan Gambar 23



Gambar 22. Kadar Buih Hidrolisat Protein Kerang Hijau Dengan Volume Molase Yang Berbeda

Gambar 22 menunjukkan bahwa daya buih hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase yang berbeda mengalami peningkatan. Nilai daya buih hidrolisat protein kerang hijau berkisar antara 8,27% - 2,99%. Nilai daya buih tertinggi pada volume molase 400 mL sebesar 8,27% dan kapasitas terendah terdapat pada volume molase 100 mL sebesar 2,99%. Hasil analisis ANOVA terhadap daya buih diperoleh ($F < 0,05$). Hal ini berarti penambahan volume molase berpengaruh secara nyata terhadap daya buih hidrolisat protein sehingga perlu dilanjutkan dengan uji BNT. Hasil rata-rata daya buih pada volume hidrolisat protein kerang hijau dapat dilihat pada Tabel 25.

Tabel 25. Rata-rata daya buih hidrolisat protein kerang hijau dengan volume molase berbeda

Perlakuan	Rerata	Notasi
100 mL	2,99	a
200 mL	5,22	b
300 mL	6,12	b
400 mL	8,27	c

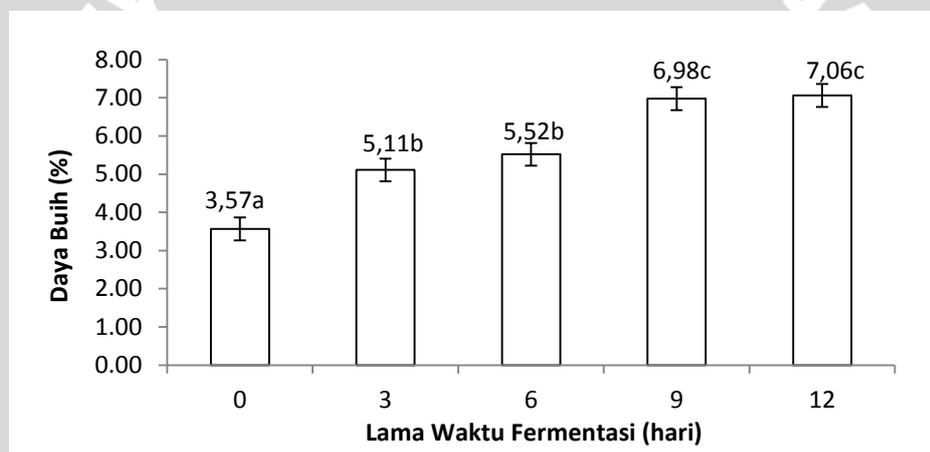
Keterangan :

BNT: $F_{5\%} = 1,39\%$

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata

Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

Koesoemawardani *et al.*, (2011) menyatakan bahwa daya buih sangat dipengaruhi oleh jumlah protein yang terhidrolisis selama fermentasi. Semakin kadar protein terlarutnya tinggi maka semakin tinggi daya buih yang dihasilkan.



Gambar 23. Kadar Buih Hidrolisat Protein Kerang Hijau Dengan Lama Waktu Fermentasi Yang Berbeda

Gambar 23 menunjukkan bahwa daya buih kontrol hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase dan lama fermentasi yang berbeda mengalami peningkatan. Nilai daya buih hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi berkisar antara 7,06% - 3,57%. Nilai daya buih tertinggi pada hari ke-12 sebesar 7,06% dan daya buih terendah terdapat pada hari ke-0 sebesar 3,57%. Hasil analisis ANOVA terhadap daya buih diperoleh ($F < 0,05$). Hal ini berarti lama fermentasi berpengaruh secara nyata terhadap daya buih hidrolisat protein sehingga perlu dilanjutkan dengan uji BNT. Hasil rata-rata daya

buih dengan lama fermentasi hidrolisat protein kerang hijau dapat dilihat pada Tabel 26.

Tabel 26. Rata-rata daya buih hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi yang berbeda

Kelompok	Rerata	Notasi
Hari ke-0	3,57	a
Hari ke-3	5,11	b
Hari ke-6	5,52	b
Hari ke-9	6,98	c
Hari ke-12	7,06	c

Keterangan :

BNT: $F_{5\%} = 1,39\%$

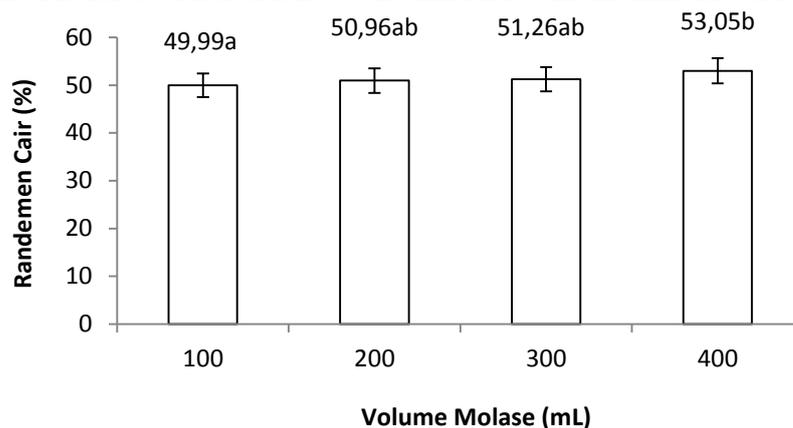
Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata

Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

Daya buih meningkat dimungkinkan karena selama selang waktu fermentasi terbentuk asam amino yang dapat mengabsorpsi antara fase udara dengan air sehingga memicu terbentuknya buih yang banyak. Selain itu, Koesoemawardani *et al.*, (2011) menyatakan bahwa daya buih sangat dipengaruhi oleh jumlah protein yang terhidrolisis selama proses tetapi tidak dapat untuk menentukan stabilitas buih atau sebaliknya.

4.2.6 Rendemen Cairan Hidrolisat Protein Kerang Hijau

Data pengamatan rendemen cairan pada hidrolisat protein kerang hijau dengan perlakuan lama fermentasi dan volume molase yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 14. Hasil analisis data menunjukkan bahwa rendemen cairan hidrolisat protein kerang hijau pada tiap perlakuan berbeda nyata ($F < 0,05$). Rendemen cairan hidrolisat protein kerang hijau dengan perlakuan fermentasi dan volume molase yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 24 dan Gambar 25



Gambar 24. Kadar Rendemen Cairan Hidrolisat Protein Kerang Hijau Dengan Volume Molase Yang Berbeda

Gambar 25 menunjukkan bahwa rendemen cairan hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase yang berbeda mengalami peningkatan. Nilai rendemen cairan hidrolisat protein kerang hijau berkisar antara 53,05% - 49,99%. Nilai rendemen cairan tertinggi pada volume molase 400 mL sebesar 53,05% dan nilai rendemen cairan terendah terdapat pada volume molase 100 mL sebesar 49,99%. Hasil analisis ANOVA terhadap rendemen cairan diperoleh ($F < 0,05$). Hal ini berarti penambahan volume molase berpengaruh secara nyata terhadap rendemen cairan hidrolisat protein sehingga perlu dilanjutkan dengan uji BNT. Hasil rata-rata rendemen cairan pada volume hidrolisat protein kerang hijau dapat dilihat pada Tabel 27.

Tabel 27. Rata-rata rendemen cairan hidrolisat protein kerang hijau dengan volume molase berbeda

Perlakuan	Rerata	Notasi
100 mL	49,99	a
200 mL	50,96	ab
300 mL	51,26	ab
400 mL	53,05	b

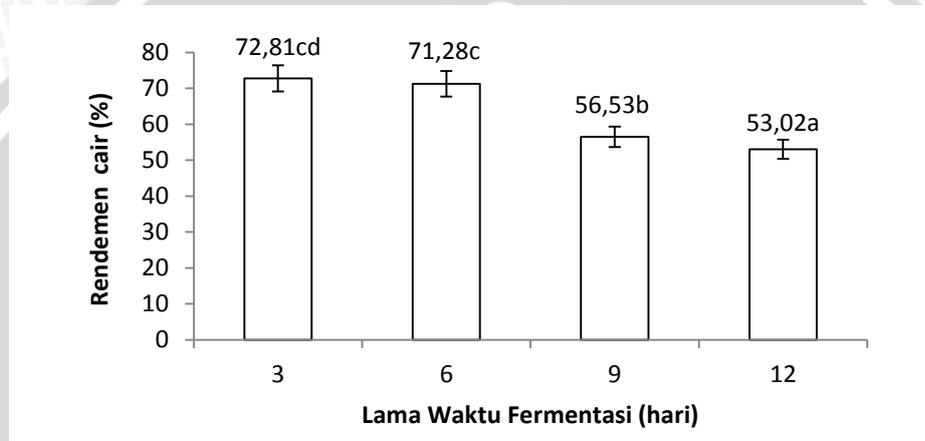
Keterangan :

BNT: $F 5\% = 5,22\%$

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata

Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

Kadar rendemen cairan meningkatkan dikarenakan semakin tinggi volume molase yang diberikan maka semakin meningkat volume hidrolisat yang dihasilkan. Selain itu, 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 25. Kadar Rendemen Cairan Hidrolisat Protein Kerang Hijau Dengan Lama Waktu Fermentasi Yang Berbeda

Gambar 25 memperlihatkan bahwa rendemen cairan hidrolisat protein kerang hijau segar mulai mengalami penurunan pada hari ke-9. Hal ini dimungkinkan semakin lama fermentasi menyebabkan semakin banyak senyawa volatil yang terbentuk. Nilai rendemen cairan hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi berkisar antara 72,81% - 53,02%. Nilai rendemen cairan tertinggi pada hari ke-3 sebesar 72,81% dan rendemen cairan terendah terdapat pada hari ke-12 sebesar 53,02%. Hasil analisis ANOVA terhadap rendemen cairan diperoleh ($F < 0,05$). Hal ini berarti lama fermentasi berpengaruh secara nyata terhadap rendemen cairan hidrolisat protein sehingga perlu dilanjutkan dengan uji BNT. Hasil rata-rata rendemen cairan dengan lama fermentasi hidrolisat protein kerang hijau dapat dilihat pada Tabel 28.

Tabel 28. Rata-rata rendemen cairan hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi yang berbeda

Kelompok	Rerata	Notasi
Hari ke-12	53,02	a
Hari ke-9	56,53	b
Hari ke-6	71,28	c
Hari ke-3	72,81	cd

Keterangan :

BNT: F 5%= 5,22%

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata

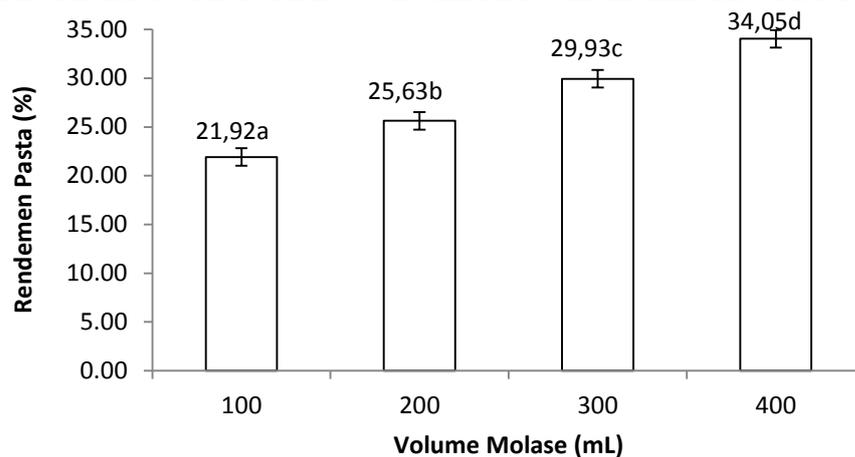
Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

Liawati (1992) menyatakan bahwa aktivitas hidrolisis yang tinggi menyebabkan terurainya protein menjadi asam amino yang kemudian berubah menjadi H₂O, CO₂, dan senyawa-senyawa yang mengandung nitrogen (NH₃, skatol, indol, kadaverin, dan putresin). Semakin lama fermentasi akan berpotensi terjadinya penguapan senyawa-senyawa volatil sehingga nilai rendemen cairan akan mengalami penurunan.

4.2.7 Rendemen Pasta Hidrolisat Protein Kerang Hijau

Data pengamatan rendemen pasta pada hidrolisat protein kerang hijau dengan perlakuan lama fermentasi dan volume molase yang berbeda dapat dilihat pada Lampiran 14. Hasil analisis data menunjukkan bahwa rendemen pasta hidrolisat protein kerang hijau pada tiap perlakuan berbeda nyata (F<0,05).

Rendemen pasta hidrolisat protein kerang hijau dengan perlakuan fermentasi dan volume molase yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 26 dan Gambar 27



Gambar 26. Kadar Rendemen Pasta Hidrolisat Protein Kerang Hijau Dengan Volume Molase Yang Berbeda

Gambar 26 menunjukkan bahwa rendemen pasta hidrolisat protein kerang hijau dengan penambahan volume molase yang berbeda mengalami peningkatan. Nilai rendemen pasta hidrolisat protein kerang hijau berkisar antara 34,05% - 21,92%. Nilai rendemen pasta tertinggi pada volume molase 400 mL sebesar 34,05% dan nilai rendemen pasta terendah terdapat pada volume molase 100 mL sebesar 21,92%. Hasil analisis ANOVA terhadap rendemen pasta diperoleh ($F < 0,05$). Hal ini berarti penambahan volume molase berpengaruh secara nyata terhadap rendemen pasta hidrolisat protein sehingga perlu dilanjutkan dengan uji BNT. Hasil rata-rata rendemen pasta pada volume hidrolisat protein kerang hijau dapat dilihat pada Tabel 29.

Tabel 29. Rata-rata rendemen pasta hidrolisat protein kerang hijau dengan volume molase berbeda

Perlakuan	Rerata	Notasi
100 mL	21,92	a
200 mL	25,63	b
300 mL	29,93	c
400 mL	34,05	d

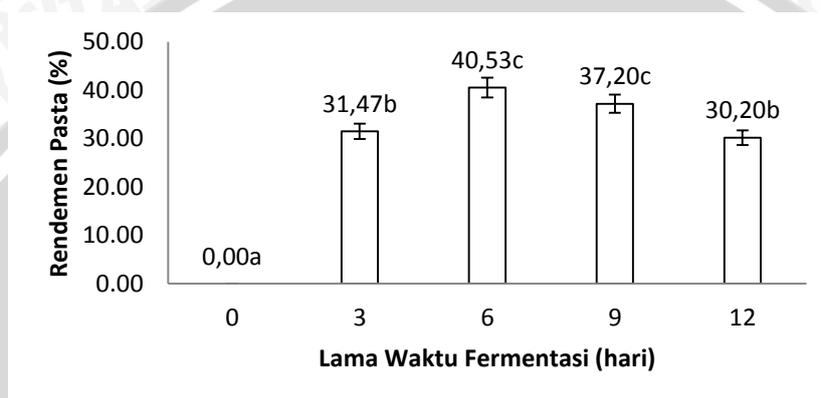
Keterangan :

BNT: $F_{5\%} = 5,10\%$

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata

Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

Irma (2009) menyatakan peningkatan rendemen disebabkan karena pada kadar glukosa yang cukup, mikroba pembentuk alkohol mulai aktif, sehingga kadar alkohol meningkat. Pada kadar alkohol yang tinggi, mikroba yang menghidrolisis pati tidak berkurang. Sementara itu biomassa mikroba yang terbentuk sejak awal fermentasi semakin terakumulasi, sehingga peningkatan rendemen terjadi karena karbohidrat atau pati tidak lagi terhidrolisis.



Gambar 27. Kadar Rendemen Pasta Hidrolisat Protein Kerang Hijau Dengan Lama Waktu Fermentasi Yang Berbeda

Gambar 27 menunjukkan bahwa rendemen pasta hidrolisat protein kerang hijau berbeda dari tiap lama waktu fermentasi mengalami perubahan yang berbeda. Nilai rendemen pasta hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi berkisar antara 40,53% - 30,20%. Nilai rendemen pasta tertinggi pada hari ke-6 sebesar 40,53% dan rendemen pasta terendah terdapat pada hari ke-12 sebesar 30,20%. Hasil analisis ANOVA terhadap rendemen pasta diperoleh ($F < 0,05$). Hal ini berarti lama fermentasi berpengaruh secara nyata terhadap rendemen pasta hidrolisat protein sehingga perlu dilanjutkan dengan uji BNT. Hasil rata-rata rendemen pasta dengan lama fermentasi hidrolisat protein kerang hijau dapat dilihat pada Tabel 30.

Tabel 30. Rata-rata rendemen pasta hidrolisat protein kerang hijau dengan lama fermentasi yang berbeda

Kelompok	Rerata	Notasi
Hari ke-0	0,00	a
Hari ke-12	30,20	b
Hari ke-3	31,47	b
Hari ke-9	37,20	c
Hari ke-6	40,53	c

Keterangan :

BNT: F 5%= 5.10%

Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan nyata

Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

Romantica *et al.* (2014), menyatakan bahwa peningkatan terjadi karena semakin lama waktu fermentasi yang dilakukan maka perombakan glukosa akan semakin banyak sehingga terjadi penurunan berat yang menunjukkan meningkatnya rendemen yang dihasilkan. Sedangkan irma (2009), menambahkan apabila terjadi penurunan rendemen selama fermentasi diakibatkan oleh aktivitas mikroorganisme yang memecah senyawa karbohidrat menjadi senyawa sederhana dalam bentuk air, karbondioksida, alkohol, dan asam organik. Pada fermentasi terdapat aktivitas mikroba yang dapat menghasilkan glukosa, etanol, dan asam asetat, ketiga metabolit tersebut dihasilkan dengan mengkonversi pati secara bertahap dan setelah fermentasi fraksi pati berkurang secara signifikan dan mengakibatkan penurunan rendemen. Nilai rendemen ini menunjukkan efektifitas dan efisiensi proses yang dilakukan terhadap bahan baku.

4.2.8 Hidrolisat Protein Kerang Hijau Tertinggi

Berdasarkan hasil analisis proksimat dan parameter hidrolisat protein kerang hijau diperoleh hasil tertinggi yaitu hidrolisat pada lama fermentasi 12 hari dengan volume molase 400 mL. Hal ini ditinjau dari kandungan protein tertinggi yang diperoleh dari hidrolisat protein kerang hijau antar perlakuan. Purbasari (2008) melaporkan hidrolisat terbaik dilihat dari hasil kadar protein yang tertinggi.

Selain itu, pemilihan hidrolisat protein terbaik dapat ditinjau dari parameter atau properti dari hidrolisat tersebut seperti pH, emulsi, dan daya buih. Koesoemawardani *et al.*, (2011) melaporkan dari penelitiannya bahwa kualitas produk hidrolisat protein tertinggi ditandai dengan daya buih dan emulsi yang tinggi. Komposisi kimia dari hidrolisat protein kerang hijau dan kerang hijau segar dapat dilihat pada Tabel 31

Tabel 31. Komposisi kimia hidrolisat protein kerang hijau tertinggi dan kerang hijau

Parameter	Hidrolisat protein Kerang hijau tertinggi	Kerang hijau segar
Kadar Protein(%)	64,51	8,93
Kadar Air(%)	19,22	8184
Kadar lemak(%)	1,64	1,43
Kadar Abu(%)	16,06	2,83
Kadar Karbohidrat(%)	10,00	4,90
pH(%)	4,47	-
Emulsi(%)	48,39	-
Daya Buih(%)	8,27	-

Tabel 31 tersebut menunjukkan adanya kesetimbangan massa antara kandungan gizi (proksimat) kerang hijau segar dibandingkan dengan hidrolisat protein kerang hijau tertinggi antar perlakuan. Hal tersebut dapat dilihat dari jumlah total antara keduanya terlihat sama yaitu 100%. Prinsip dari kesetimbangan massa ini yaitu total input bahan yang masuk kedalam suatu proses pengolahan akan sama dengan total outputnya. Terjadi perubahan hanya perubahan wujud dari bahan yang masuk dan bahan yang keluar. Hidrolisat protein kerang hijau menunjukkan kandungan protein yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan bahan bakunya. Hal ini menunjukkan adanya hidrolisis protein dari bahan baku awal oleh enzim hasil metabolit khamir laut. Selain itu dimungkinkan karena adanya penambahan kadar protein dari khamir laut itu sendiri dan aktivitasnya yang memanfaatkan karbon yang ada pada molase sehingga memicu tumbuh semakin pesat.

4.2.9 Analisis Total Asam Amino

Berdasarkan hasil analisis proksimat dan parameter hidrolisat protein kerang hijau diperoleh hasil tertinggi yaitu hidrolisat pada lama fermentasi 12 hari dengan volume 400 mL. Hasil tertinggi hidrolisat protein kerang hijau ini dianalisis total asam amino. Analisis data total asam amino hidrolisat protein kerang hijau dapat dilihat pada Lampiran 16. Kandungan asam amino hidrolisat protein kerang hijau dapat dilihat pada Tabel 32.

Tabel. 32 Kandungan Asam Amino Pada Hidrolisat Protein dari Kerang Hijau (*Perna viridis*), Hidrolisat Protein Serbuk Kering Kerang Mas Ngur (*Atactodea striata*), dan Hidrolisat Protein Kerang Hijau (*Mytilus viridis*)

No	Jenis Asam Amino	Hidrolisat Protein Kerang Hijau (<i>Perna viridis</i>)	Hidrolisat Protein serbuk kering kerang Mas Ngur (<i>Atactodea striata</i> *)	Hidrolisat Protein Kerang Hijau (<i>Mytilus viridis</i> **)
Esensial				
1.	Lisin	0,21	3,39	1,27
2.	Histidin	0,19	1,35	0,32
3.	Arginin	0,35	0,95	1,24
4.	Leusin	0,52	4,01	1,20
5.	Isoleusin	0,35	4,82	0,74
6.	Threonin	0,34	3,78	0,73
7.	Methionin	0,13	1,63	0,38
8.	Valin	0,41	2,29	0,74
9.	Triptofan	-	-	0,19
10.	Phenilalanin	0,37		0,61
Non Esensial				
11.	Glutamat	3,18	12,08	2,32
12.	Sistin	0,004	0,84	0,22
13.	Aspartat	0,86	6,65	1,65
14.	Alanin	0,77	2,47	1,03
15.	Serin	0,26	1,36	0,76
16.	Glisin	0,47	2,28	1,07
17.	Prolin	0,44	1,59	0,69
18.	Tirosin	0,20	3,30	0,54
Total		9,054	52,79	15,74

Sumber: *Purbasari (2008).

**Amalia (2007).

Tabel 32 menunjukkan bahwa asam amino yang diperoleh hidrolisat protein kerang hijau (*Perna viridis*) dan hidrolisat protein kerang hijau (*Mytilus viridis*) pada umumnya mengandung 16-18 macam asam amino. Hidayat (2011) menyatakan bahwa hidrolisis yang berjalan sempurna akan menghasilkan 18-20 macam asam amino. Namun total asam amino yang dihasilkan oleh hidrolisat protein pada penelitian ini juga menunjukkan lebih rendah jumlahnya bila dibandingkan dengan persen kadar protein yang dihasilkan. Hal tersebut dimungkinkan karena tidak sepenuhnya yang terkandung dalam protein, murni asam-asam amino. Abun (2006) menjelaskan bahwa umumnya protein mengandung 16% unsur N terlarut dan kadang-kadang mengandung unsur fosfor atau sulfur. Protein juga merupakan suatu makromolekul atau molekul besar yang terbentuk dari molekul - molekul kecil yang terangkai secara berulang. Molekul yang membentuk suatu protein ialah asam amino yang biasa disebut juga monomer. Biasanya sifat polimer tidak hanya ditentukan dari sifat monomernya. Jadi belum tentu sama jumlah total asam amino dengan kadar protein protein dalam suatu bahan.

Jika dilihat dari jumlah asam amino untuk setiap jenisnya, hidrolisat protein kerang hijau pada penelitian ini mengandung asam amino lebih rendah bila dibandingkan dengan hidrolisat lainnya. Hal ini dimungkinkan karena adanya perbedaan prosedur yang digunakan dalam pembuatan masing-masing hidrolisat protein tersebut. Perbedaan dari beberapa produk tersebut ditinjau dari enzim, lama fermentasi, dan bahan baku yang digunakan dalam pembuatan produk hidrolisat. Pada penelitian ini tidak menggunakan enzim protease murni, melainkan menggunakan khamir laut yang menghasilkan metabolit salah satunya berupa enzim protease. Sukoso (2012) melaporkan bahwa enzim yang dihasilkan oleh khamir laut antara lain proteinase (protein), amilase (pati), deaminase (lemak), sukrose (sukrosa), dan fosfolipase (fosfolipid). Bueno *et al.*,

(2008) menyatakan bahwa semakin lama waktu fermentasi maka semakin tinggi kadar protein atau asam-asam amino yang dihasilkan. Asam amino yang penting dan perlu mendapat perhatian khusus yaitu asam amino esensial. Mutu protein juga dinilai dari perbandingan asam-asam amino yang terkandung dalam protein tersebut. Pada prinsipnya, protein yang menyediakan asam amino esensial dalam komposisinya berarti protein tersebut memiliki mutu yang tinggi dan dapat digunakan dalam kebutuhan manusia (Purbasari, 2008). Pada produk hidrolisat hampir semua jenis asam amino esensial dihasilkan kecuali triptofan. Hal ini dikarenakan triptofan akan mengalami kerusakan jika dianalisis pada saat proses hidrolisis asam. Untuk menganalisis asam amino tersebut harus menggunakan hidrolisis basa. Hidrolisis basa yang biasanya dilakukan menggunakan NaOH 2-4 N dan tidak merusak triptofan tetapi menyebabkan deaminasi terhadap asam amino lainnya (Hidayat, 2011).

Produk hidrolisat protein kerang hijau dan hidrolisat lainnya, jika diamati mengandung asam amino non esensial tertinggi yaitu glutamat. Hal ini dimungkinkan karena proses analisis menggunakan hidrolisis asam yang mempunyai derajat analisis yang lebih tinggi yang menyebabkan asam amino glutamin mengalami deaminasi membentuk asam glutamat. Hidayat (2011) melaporkan bahwa pada umumnya kandungan asam amino non esensial yang paling banyak ditemukan yaitu asam glutamat, asam aspartat, alanin, dan taurin. Selain itu asam glutamat merupakan komponen penting dalam pembentukan cita rasa pada makanan hasil laut sehingga makanan terasa lebih gurih. Hidayat (2005) menambahkan bahwa asam glutamat dapat disertakan dalam menu penderita gangguan pencernaan, mempercepat penyembuhan luka pada usus, meningkatkan kesehatan mental, dan meredakan depresi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini yaitu volume molase segar yang tepat terhadap karakteristik hidrolisat protein kerang hijau adalah sebanyak 400 mL dengan kandungan nutrisi sebesar 19,22% kadar air, 1,35% kadar lemak, 64,27% kadar protein, 12,79% kadar abu, 3,19% kadar karbohidrat, 3,29 pH, 44,22% kapasitas emulsi, dan 8,27% daya buih. Sedangkan lama waktu fermentasi yang tepat terhadap karakteristik hidrolisat protein kerang hijau adalah pada hari ke-12 dengan kandungan nutrisi sebesar 13,70% kadar air, 1,85% kadar lemak, 71,55% kadar protein, 11,31% kadar abu, 3,12% kadar karbohidrat, 3,61 pH, 44,60% kapasitas emulsi, dan 7,06% daya buih.

5.2 Saran

Saran yang dapat diambil dari penelitian ini adalah perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai hidrolisat protein kerang hijau segar dengan menggunakan enzim khamir laut yang lebih murni sehingga dapat diaplikasikan sebagai bahan pangan ataupun pakan yang memiliki nilai gizi yang tinggi dan perlu adanya uji lanjut α -amino untuk menentukan derajat kesempurnaan proses hidrolisis.

DAFTAR PUSTAKA

- Abun. 2009. Pengolahan Limbah Udang Windu Secara Kimiawi dengan NaOH dan H₂SO₄ terhadap Protein dan Mineral Terlarut. Skripsi. Universitas Padjadjaran: Jatinangor
- Afrianto, E dan E. Liviawati. 1992. Pengawetan dan Pengolahan Ikan. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta
- Ahmad, R.Z. 2005. Pemanfaatan Khamir *Saccharomyces cerevisiae* Untuk Ternak. Balai Penelitian Veteriner. Bogor
- Amalia, E. 2007. Pemanfaatan Kerang Hijau (*Mytilus viridis*) dalam Pembuatan Hidrolisat Protein menggunakan Enzim Papain. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor: Bogor
- Andarwulan, N., F. Kusnandar, dan D. Herawari. 2011. Analisa Pangan. Dian Rakyat: Jakarta
- A.O.A.C. 1984. Officials Methods of Analysis. Association of Officials Analytical Chemists. Wasington.D.C..USA
- Apriani. 2008. Performa dan Bobot Organ Pencernaan Ayam Boiler yang Diberi Pakan Limbah Udang Hasil Fermentasi *Bacillus* sp. Media Peternakan. 32 (3): 212-219.
- Astuti, F. K., M. Junnus, and E. Setyowati. 2013 The Effect of Fermentation Time and Proportion Liquid Sludge for Crude Fiber in Sluge Organic Biogas. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya
- Azwar, S. 1998. Metode Penelitian. Pustaka Pelajar: Yogyakarta
- Bamfort, E. 2005. Microbiology, Chapman and Hall. New York. Hal. 98-110
- Bell, C., P. Neaves, dan A.P. Williams. 2005. Food Microbiology And Laboratory Practice. Blackwell Publishing. Singapore. Hal 4-6.
- Bharathi, S., D. Saravanan, M. Radhakrishman, and R. Balagurunathan. 2011. Bioprospecting of Marine Yeast with Special Reference to Insulinase Production. *Int. J. ChemTech Res.* 3 (3): 1514-1519.
- Buckle, K. A. , Edward, R.A., Fleet, G.H. dan Wooton M. 1987. Ilmu Pangan. Alih Bahasa: Purnomo. UI Press. Jakarta
- Bueno-Solano, C., J. Lopez-Cervantes, O. N. Campas-Baypoli, R. Lauterio-Garcia, N. P. Adan-Bante, and D. I. Sanchez-Machado. 2008. Chemical and Biological Characteristics of Protein Hydrolysates from Fermented Shrimp by-Products. *Food Chem.* (112): 671-675.

- Budisatria, I. G. S. 1998. Pengaruh penambahan urea dan molase dalam ransum terhadap penampilan domba lokal jantan. *Buletin Peternakan* (22)(4): 0126-4400
- Candra, J. I. 2006. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat dari Produk Bekasam Ikan Bandengan (*Chanos chanos*). Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor: Bogor
- DKP. 2007. Kumpulan hasil-hasil penelitian pasca panen perikanan. Balai Besar Riset Pengolahan Produk Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan. Jakarta.
- Fauziah, S. Sirajuddin, dan U. Najamuddin. 2014. Analisis Kadar Asam Lemak Bebas dalam Gorengan Minyak Bekas Hasil Pengorenan Makanan Jajanan di *Workshop* Universitas Hasanuddin. *Workshop*. Universitas Hasanuddin. Makasar.
- Fardiaz, S. 1992. Mikrobiologi Pangan 1. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. Hal. 57-63
- Gbogouri, G. A., M. Linder, J. Fanni, dan M. Parmentier. 2004. Influence of Hydrolysis Degree on the Functional Properties of Salmon Byproducts Hydrolysates. *J. Food Sci.* 69 (8): 615-622.
- Handayani, W. 2007. Pengaruh Variasi Konsentrasi Sodium Klorida terhadap Hidrolisis Protein Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru* Bleeker, 1853) oleh Protease Ekstrak Nanas (*Ananas comosus* [L.] Merr. var. *Dulcis*). *Jurnal Teknologi Proses.* 6(1): 1 – 9.
- Hartanto, R. 2003. Modul Metodologi Penelitian. Universitas Diponegoro. Semarang
- Haslina. 2004. Nilai Gizi, Daya Cerna Protein dan Daya Terima Patilo sebagai Makanan Jajanan yang Diperkaya dengan Hidrolisat Protein Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*). Tesis. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro: Semarang
- Haslina, S. F. Muis, dan Suyatno. 2006. Nilai Gizi, Daya Cerna Protein dan Daya Terima Patilo sebagai makanan Jajanan yang Diperkaya dengan Hidrolisat Protein Ikan Mujair. *Jurnal Gizi Indo.* 1 (2): 34-40
- Hidayat, T. 2005. Pembuatan Hidrolisat Protein dari Ikan Selar Kuning (*Caranx leptolepis*) dengan Menggunakan Enzim Papain. Skripsi. Institut Pertanian Bogor
- Holilah. 2005. Pengaruh Penambahan Molase terhadap Keefektifan Ekstrak Kompos untuk Pengendalian *Colletotrichum capsici* (Syd.) Butter dan Bisby Penyebab Penyakit Antraknosa pada Cabai. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Indratwari, A. 2010. Karakteristik Ekstrak Khamir Laut dalam Hidrolisat Protein Kepala Ikan Peperek (*Leiognathus sp.*). Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya: Malang
- Irma, K., D. Z. Arief, dan T. S. Ela. 1997. Pengaruh Konsentrasi Getah Pepaya (*Carica papaya, Linn*) dan Waktu Hidrolisis terhadap Hidrolisat Protein Kepala Udang Windu (*Panaeus monodon*). Prosiding Seminar Tek. Pangan. hlm. 271-282
- Jannah, A. K. 2012. Pengaruh Khamir Laut Jenis Campuran yang Dipanen Pada Fase Log dalam Menghidrolisis Protein Kerang Darah (*Anadara granosa*). Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Juwita. 2012. Studi Produksi Alkohol Dari Tetes Tebu (*Saccharum officinarum L*) Selama Proses Fermentasi. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Hasanudin: Makassar
- Kholilah, W. 2002. Daya Terima dan Gizi Biskuit dengan Penambahan Konsentrat Protein Ikan Layang (*Decapterus russelli ruppel.*) dan Difortifikasi Zat Besi. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor: Bogor
- Koesoemawardani, D., F. Nuraini, dan Hidayati. 2011. Proses Pembuatan Hidrolisat protein ikan Rucah. J. Natur Indo.13 (3): 256 – 261
- Liawati. 1992. Mempelajari Pengaruh Perbedaan Perendaman dengan Mumbu Ekstrak dan Larutan Garam terhadap Daya Awet Cumi-Cumi (*Loligo edulis*) Asap. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Liliandari, P dan Aunurohim. 2013. Kecepatan filtrasi kerang hijau *Perna viridis* terhadap *Chaetoceros sp* dalam media logam tercemar kadmium. Jurnal Sains dan Seni Pomits (2)(2) 2337-3520
- Murni, R., Suparjo, Akmal, dan B. L. Ginting. 2008. Buku Ajar Teknologi Pemanfaatan Limbah untuk Pakan. Laboratorium Makanan Ternak. Fakultas Peternakan. Universitas Jambi. Jambi
- Nihrawi, Indah W. A. dan Muhammad Z. 2005. Hubungan panjang-berat dan jenis kelamin kerang hijau (*Perna viridis*) berdasarkan lokasi yang berbeda di perairan desa Kalisangka kepulauan Kangean kabupaten Sumenep. Jurnal Perikanan Laut. 5 (1): 83-102
- Noviati, M. 2007. Optimasi Kadar Molase Dalam Ekstrak Ubi Jalar Untuk Pertumbuhan Isolat Khamir R1 dan R2 Pada Fermentor AIR-LIFT 18 Liter. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta
- Nurchahyo, H. 2011. Diktat Bioteknologi. Universitas Negeri Yogyakarta: Yogyakarta

- Nurhayati T, Ni'matuzahroh, dan T, Surtiningsih. 2014. Keanekaragaman Khamir Pendegradasi Minyak Hasil Isolasi Dari Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. *Jurnal Ilmu Hayati*: 9 (87-91).
- Pangesti, N.W.I, A. Pangastuti dan E. Retnaningtyas N. 2012. Pengaruh Penambahan Molase Pada Produksi Enzim Xilanase oleh Fungi *Aspergillus niger* dengan Substrat Jerami Padi. *Bioteknologi* 9 (2): 41-48
- Pelczar, J.M. dan E.C.S. Chan. 2006. *Microbiology*, Mc Graw Hill Companies Inc. New York. Hal. 26-47.
- Pigot, G. M., and B. W. Tucker. 1990. *Utility Fish Flesh Effectively While Maintaining Nutritional Qualities. Sea Food Effect of Technology on Nutrition*. Marcel Decker Inc. New York.
- Prasetyo, D.A. 2009. Penentuan Kandungan Logam (Hg, Pb, dan Cd) dengan Penambahan Pengawet dan Waktu Perendaman yang Berbeda Pada Kerang Hijau (*Perna viridis L.*) di Perairan Muara Kamal, Teluk Jakarta. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarifi Hidayatullah. Jakarta.
- Purbasari, D. 2008. Produksi dan Karakterisasi Hidrolisat Protein Dari Kerang Mas Ngur (*Atactodea striata*). Skripsi. Program Studi Teknologi Hasil Perikanan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Puspitasari, R. 2011. Aspek toksisitas sedimen pesisir Cirebon terhadap abnormalitas larva kerang hijau, *Perna viridis*. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 37(2): 235-245.
- Purwaningsih, S. 2012. Aktivitas Antioksidan dan Komposisi Kimia Keong Matah Merah (*C. obtusa*). *J. Ilmu Kelautan*. 17 (1): 39-48
- Rohim, D. A. 2009. Produksi Etanol oleh *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* dari sirup dekstrin Pati Sagu (*Metroxylon sp.*) menggunakan Metode Aerasi Penuh dan Aerasi Dihentikan. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Rahmadi, D. 2003. Pengaruh Lama Fermentasi dengan Kultur Mikroorganism Campuran terhadap Komposisi Kimiawi Limbah Kubis. *J. Indon. Trop. Anim. Agric.* 28 (2): 90-94
- Ratnawati, E. dan Sunarko. 2009. Penentuan kandungan logam pada kerang hijau dengan metode analisis aktivasi neutron komparatif. Prosiding seminar nasional penelitian dan pengelolaan perangkat nuklir. Yogyakarta
- Reo, M. B., A.M. Tanksale, M.S. Ghatge and V.V. Deshpande. 1998. Molecular and biotechnological aspect of microbial. *Proteases Microbiology And Molecular Biology Reviews*. (62)(3): 600-604.
- Rieuwpassa, F.J., J. Santoso, dan W. Trilaksani. 2013. Karakterisasi Sifat Fungsional Konsentrat Protein Telur Ikan Cakalang (*K. pelamis*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 5(2): 229-309

- Riyanto I. 2006. Analisa Kadar, Daya Cerna dan Karakteristik protein Daging Ayam Kampung dan Hasil Olahan. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Romantic E, Imam T, dan Lilik R. 2014. Effect on Fermentation Time to Water Content, Rendement, Foaming Capacity and Foaming Stability of Pan Drying Egg Powder. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya.
- Rosdiana, K., suharjono, Peranginangin, R., Murdinah. 2003. Isolasi dan Karakterisasi *Bacillus sp* Penghasil Protease dari Kulit Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sanguineus*). Jurnal ilmu-ilmu hayati (15)(2): 140.
- Shahidi, F. B. J. R. 1994. Seafood: Chemistry, Processing Technology and Quality. Blackie Academic and Professional. Glasgow.
- Sari, S. P. 2009. Substitusi Molase Rebus dengan Kadar yang Berbeda pada Medium Fermentasi Khamir Laut. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Universitas Brawijaya: Malang
- Sastrosupadi, A. 2000. Rancangan Percobaan Praktis. Kanisius: Yogyakarta
- Sartika, D., Harpeni. Esti., Rara, D. 2012. Pemberian Molase Pada Aplikasi Probiotik Terhadap Kualitas Air, Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan. 1(1):103-108
- Savitri, R. D. 2011. Aplikasi Proses Hidrolisis Enzimatis dan Fermentasi Dalam Pengolahan Condiment Kupang Putih (*Corbula faba H*). Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 101 hlm
- Sebayang, F. 2006. Pembuatan Etanol dari Molase Secara Fermentasi Menggunakan Sel *Saccharomyces cerevisiae* yang Terimobilisasi Pada Kalsium Alginat. Jurnal Teknologi Proses 5 (2):68-74
- Silalahi F.Y Dan Ikhsan F. 2014. Fermentasi Fruitghurt dengan Variasi Kulit Buah Upaya dalam Pemanfaatan Limbah Cair Buah. Skripsi. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Simanjorang, E., N. Kurniawati, dan Z. Hasan. 2012. Pengaruh Penggunaan Enzim Papain dengan Konsentrasi yang Berbeda terhadap Karakteristik Kimia Kecap Tutut. J. Perikanan dan Kelautan. 3 (4): 209-220
- Simanjuntak, R. 2009. Studi Pembuatan Etanol Dari Limbah Gula (Molase). Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara: Sumatera Utara
- Sitompul, R. 2011. Teknologi Energi Terbarukan yang Tepat untuk Aplikasi di Masyarakat Pedesaan. PNPM Support Facility (PSF): Jakarta
- SNI 06-6989.11-2004. Air dan Air Limbah – Bagian 11: Cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter. Badan Standarisasi Nasional.

- Souissi, N. Biochemical and Functional Properties of Sardinella (*Sardinella aurita*) By-Product Hydrolysates. *Journal Food Technol Biotechnol.* 45(2) 187-194
- Steviani, S. 2011. Pengaruh penambahan molase dalam berbagai media pada jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*). Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Sudarmadji, S., B. Haryono., Suhardi. 2003. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty: Yogyakarta
- Sugoro, I. Gobel Dan N. Lelaningtyas. 2006. Optimasi Sumber Nitrogen Probiotik Khamir R1 dan R110 dalam Medium Ekstrak Singkong. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. hlm. 905-911
- Sukoso. 2012. Eksplorasi Potensi Khamir Laut. PPSUB: Malang
- Sumarsih, S. 2003. Diktat Kuliah Mikrobiologi Dasar. UPN.: Yogyakarta
- Umar, H. 1999. Petunjuk Lengkap Membuat Skripsi dan Tesis. Rajawali Pers: Jakarta
- Tampoebolon. 2009. Kajian Perbedaan Aras dan Lama Pemeraman Fermentasi Ampas Sagu dengan *Aspergillus niger* terhadap Kandungan Protein Kasar dan Serat kasar. Seminar Nasional Kebangkitan Peternakan. hlm: 235 – 243
- Tetelepta L.D. 2011. Pertumbuhan Kultur *Chlorella Spp* Skala Laboratorium pada Beberapa Tingkat Kepadatan Inokulum. Prosiding Seminar Nasional: Pengembangan Pulau-Pulau Kecil
- Waluyo, L. 2005. Mikrobiologi Umum. UMM Press. Malang
- Wahyudi. 1997. Produksi Alkohol Oleh *Saccharomyces ellipsoideus* Dengan Tetes Tebu (MOLASE) Sebagai Bahan Baku Utama. Skripsi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor: Bogor
- Williams. 2007. Teori Pengembangan Konsep dan Aplikasi. Pustaka Belajar. Yogyakarta
- Widyanti, E.M. 2010. Produksi Asam Sitrat Dari Substrat Molase Pada Pengaruh Penambahan VCO (Virgin Coconut Oil) Terhadap Produktivitas *Aspergillus niger* ITBCC L₇₄ Terimobilisasi. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Diponegoro: Semarang
- Widyasari, R. A. H. 2000. Pemanfaatan Hidrolisat Protein Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) dalam Pengolahan "Cookies" sebagai Makanan Tambahan Balita. Skripsi. Institut Pertanian Bogor: Bogor
- Yasin, M. 2011. Potensi Khamir Laut Sebagai Imunostimulan Terhadap Peningkatan Limfosit dan Aktivitas Fagositosis Ikan Betok Yang Terinfeksi Bakteri *Aeromonas hydrophyla*. *Journal of Tropical Fisheries* 6 (1): 538 – 543.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan komposisi kultur khamir laut

- Air laut = 1 Liter = 1000 mL
- Gula pasir 0,5%

$$0,5\% = \frac{\text{banyaknya gula pasir terlarut}}{\text{volume air laut}} \times 100\%$$

$$0,5\% = \frac{\text{banyaknya gula pasir terlarut}}{1000 \text{ mL}} \times 100\%$$

$$5 \text{ mL} = 4,5 \text{ g} = 5 \text{ g}$$

Jadi gula pasir yang dibutuhkan dalam kultur khamir laut sebanyak 5 g

- Pupuk daun 0,2%

$$0,2\% = \frac{\text{banyaknya pupuk daun terlarut}}{\text{volume air laut}} \times 100\%$$

$$0,2\% = \frac{\text{banyaknya pupuk daun terlarut}}{1000 \text{ mL}} \times 100\%$$

$$= 2 \text{ mL} = 1,8 \text{ g} = 2 \text{ g}$$

Jadi pupuk daun yang dibutuhkan dalam kultur khamir laut sebanyak 2 g

- Starter khamir laut

$$0,2 = \frac{\text{banyaknya starter khamir laut}}{\text{volume air laut}} \times 100\%$$

$$0,2 = \frac{\text{banyaknya starter khamirlaut}}{1000 \text{ mL}} \times 100\%$$

$$= 2 \text{ mL}$$

Jadi starter khamir laut yang dibutuhkan dalam kultur khamir laut sebanyak 2 mL

Lampiran 2. Perhitungan komposisi media pengenceran kultur khamir laut

- Air laut = 50 mL
- GulaPasir = 0,25%

$$0,25\% = \frac{\text{banyaknya gula pasir terlarut}}{\text{volume air laut}} \times 100\%$$

$$0,25\% = \frac{\text{banyaknya gula pasir terlarut}}{50 \text{ mL}} \times 100\%$$

$$= 0,125 \text{ g}$$

Jadi gula pasir yang dibutuhkan dalam media pengenceran kultur khamir laut sebesar 0,125 g

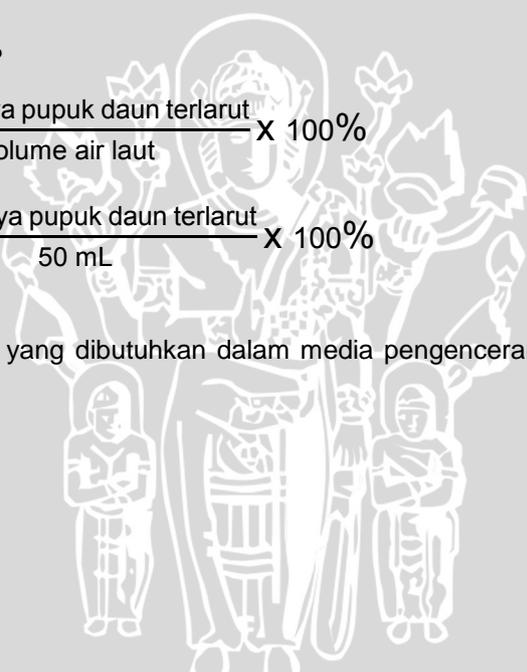
- PupukDaun 0,1%

$$0,1\% = \frac{\text{banyaknya pupuk daun terlarut}}{\text{volume air laut}} \times 100\%$$

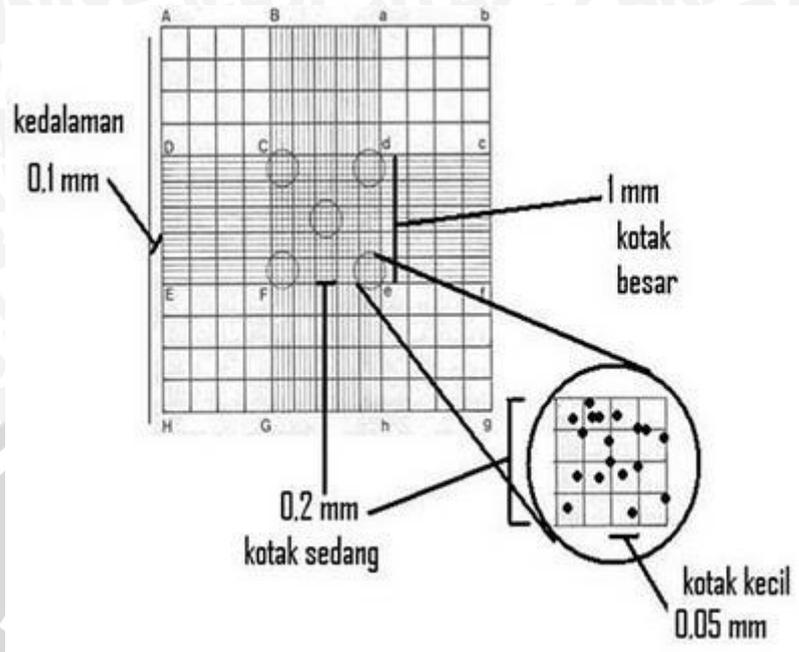
$$0,1\% = \frac{\text{banyaknya pupuk daun terlarut}}{50 \text{ mL}} \times 100\%$$

$$= 0,05 \text{ g}$$

Jadi pupuk daun yang dibutuhkan dalam media pengenceran kultur khamir laut sebesar 0,05 g



Lampiran 3. Perhitungan Kepadatan Sel Khamir Laut



Pengujian kepadatan sel khamir laut menggunakan kotak sedang pada hemositometer.

$$\begin{aligned} \text{Luas kotak sedang} &= p \times l \\ &= 0,2 \text{ mm} \times 0,2 \text{ mm} \\ &= 0,04 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume kotak sedang} &= 0,04 \text{ mm}^2 \times 0,1 \text{ mm} \\ &= 0,004 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{karena } 1 \text{ mL} &= 1 \text{ cm}^3 \\ \text{maka,} &= 0,04 \text{ mm}^3 \\ &= 0,000004 \text{ cm}^3 \\ &= 4 \times 10^{-6} \text{ mL} \end{aligned}$$

Jadi, formula dalam menentukan jumlah sel yaitu:

$$\text{Jumlah sel/mL} = \frac{\text{jumlah sel}}{4 \times 10^{-6} \times \text{faktor pengenceran} (10^{-4})}$$

Atau,

$$\text{Jumlah sel/mL} = \text{jumlah sel} \times \frac{1}{4} \times 10^6 \times 10^4$$

Pengamatan jam ke-0

Pojok kanan atas = 4

Pojok kanan bawah = 8

Pojok kiri atas = 11

Pojok kiri bawah = 8

Tengah = 4

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sel} &= (4+8+11+8+4)/5 \\ &= 35/5 \\ &= 7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sel/mL} &= 7 \times \frac{1}{4} \times 10^6 \times 10^4 \\ &= 1,75 \times 10^{10} \text{ sel/mL} \end{aligned}$$

$$\text{log sel/mL} = 10,2430$$

Pengamatan jam ke-36

Pojok kanan atas = 60

Pojok kanan bawah = 49

Pojok kiri atas = 50

Pojok kiri bawah = 60

Tengah = 55

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sel} &= (60+49+50+60+55)/5 \\ &= 274/5 \\ &= 54,8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sel/mL} &= 54,8 \times \frac{1}{4} \times 10^6 \times 10^4 \\ &= 13,7 \times 10^{10} \text{ sel/mL} \end{aligned}$$

$$\text{log sel/mL} = 11,1367$$

Pengamatan jam ke-12

Pojok kanan atas = 14

Pojok kanan bawah = 9

Pojok kiri atas = 8

Pojok kiri bawah = 11

Tengah = 6

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sel} &= (14+9+8+11+6)/5 \\ &= 48/5 \\ &= 9,6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sel/mL} &= 9,6 \times \frac{1}{4} \times 10^6 \times 10^4 \\ &= 2,4 \times 10^{10} \text{ sel/mL} \end{aligned}$$

$$\text{log sel/mL} = 10,3802$$

Pengamatan jam ke-48

Pojok kanan atas = 55

Pojok kanan bawah = 74

Pojok kiri atas = 103

Pojok kiri bawah = 75

Tengah = 86

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sel} &= (55+74+103+75+86)/5 \\ &= 393/5 \\ &= 78,6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sel/mL} &= 78,6 \times \frac{1}{4} \times 10^6 \times 10^4 \\ &= 19,65 \times 10^{10} \text{ sel/mL} \end{aligned}$$

$$\text{log sel/mL} = 11,2933$$

Pengamatan jam ke-24

Pojok kanan atas = 20

Pojok kanan bawah = 30

Pojok kiri atas = 19

Pojok kiri bawah = 17

Tengah = 18

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sel} &= (20+30+19+17+18)/5 \\ &= 104/5 \\ &= 20,8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sel/mL} &= 20,8 \times \frac{1}{4} \times 10^6 \times 10^4 \\ &= 5,2 \times 10^{10} \text{ sel/mL} \end{aligned}$$

$$\text{log sel/mL} = 10,7160$$

Pengamatan jam ke-60

Pojok kanan atas = 95

Pojok kanan bawah = 137

Pojok kiri atas = 123

Pojok kiri bawah = 145

Tengah = 105

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sel} &= (95+137+123+145+105)/5 \\ &= 605/5 \\ &= 121 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sel/mL} &= 121 \times \frac{1}{4} \times 10^6 \times 10^4 \\ &= 30,25 \times 10^{10} \text{ sel/mL} \end{aligned}$$

$$\text{log sel/mL} = 11,4807$$

Pengamatan jam ke-72

Pojok kanan atas = 190

Pojok kanan bawah = 135

Pojok kiri atas = 85

Pojok kiri bawah = 68

Tengah = 267

Jumlah sel = $(190+135+85+68+267)/5$

$$= 745/5$$

$$= 149$$

Jumlah sel/mL = $149 \times \frac{1}{4} \times 10^6 \times 10^4$

$$= 37,25 \times 10^{10} \text{ sel/mL}$$

log sel/mL = 11,5711

Pengamatan jam ke-84

Pojok kanan atas = 42

Pojok kanan bawah = 122

Pojok kiri atas = 55

Pojok kiri bawah = 20

Tengah = 29

Jumlah sel = $(42+122+55+20+29)/5$

$$= 268/5$$

$$= 53,6$$

Jumlah sel/mL = $53,6 \times \frac{1}{4} \times 10^6 \times 10^4$

$$= 13,4 \times 10^{10} \text{ sel/mL}$$

log sel/mL = 11,1271

Pengamatan jam ke-90

Pojok kanan atas = 37

Pojok kanan bawah = 39

Pojok kiri atas = 31

Pojok kiri bawah = 30

Tengah = 31

Jumlah sel = $(37+39+31+30+31)/5$

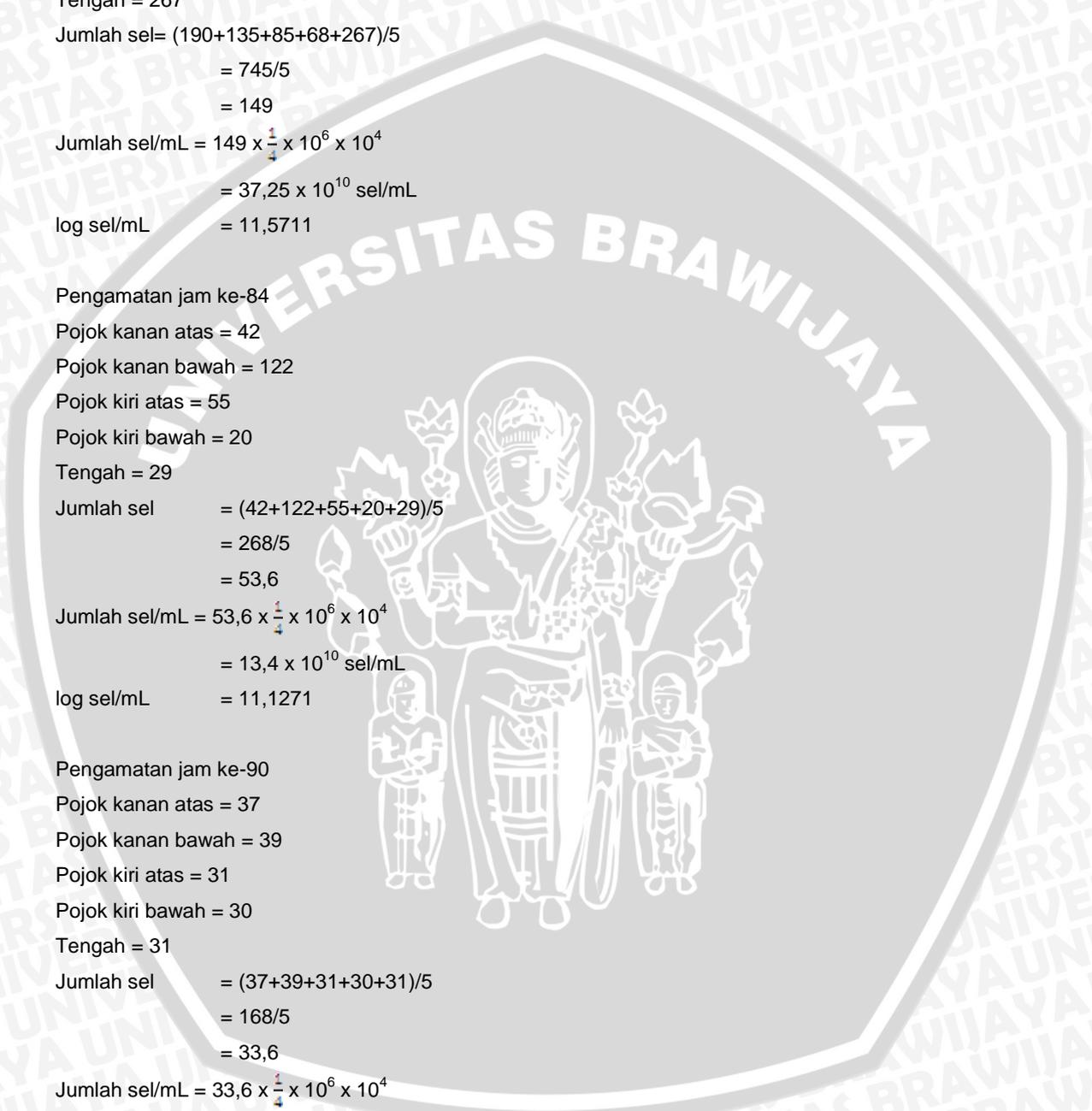
$$= 168/5$$

$$= 33,6$$

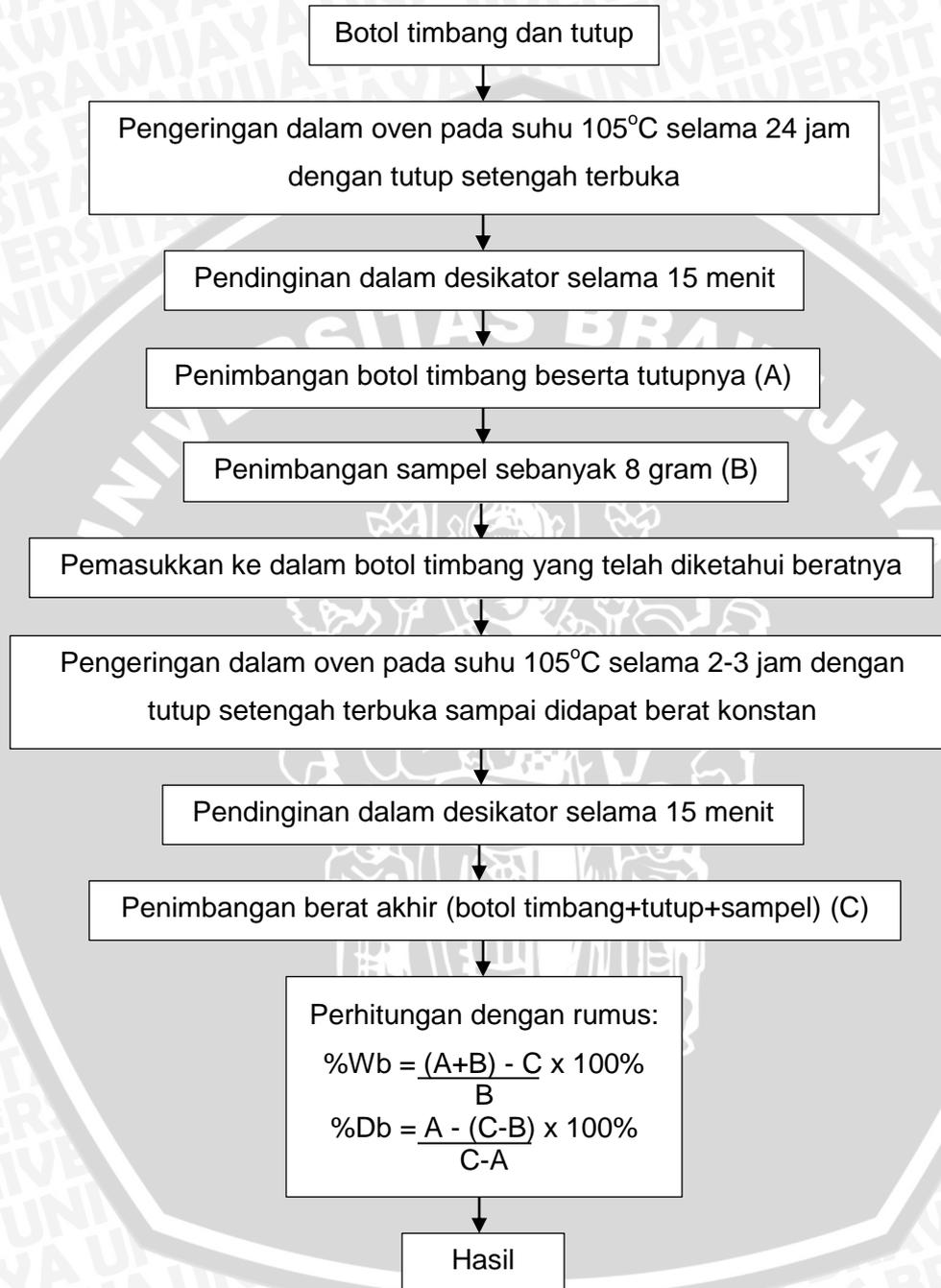
Jumlah sel/mL = $33,6 \times \frac{1}{4} \times 10^6 \times 10^4$

$$= 8,4 \times 10^{10} \text{ sel/mL}$$

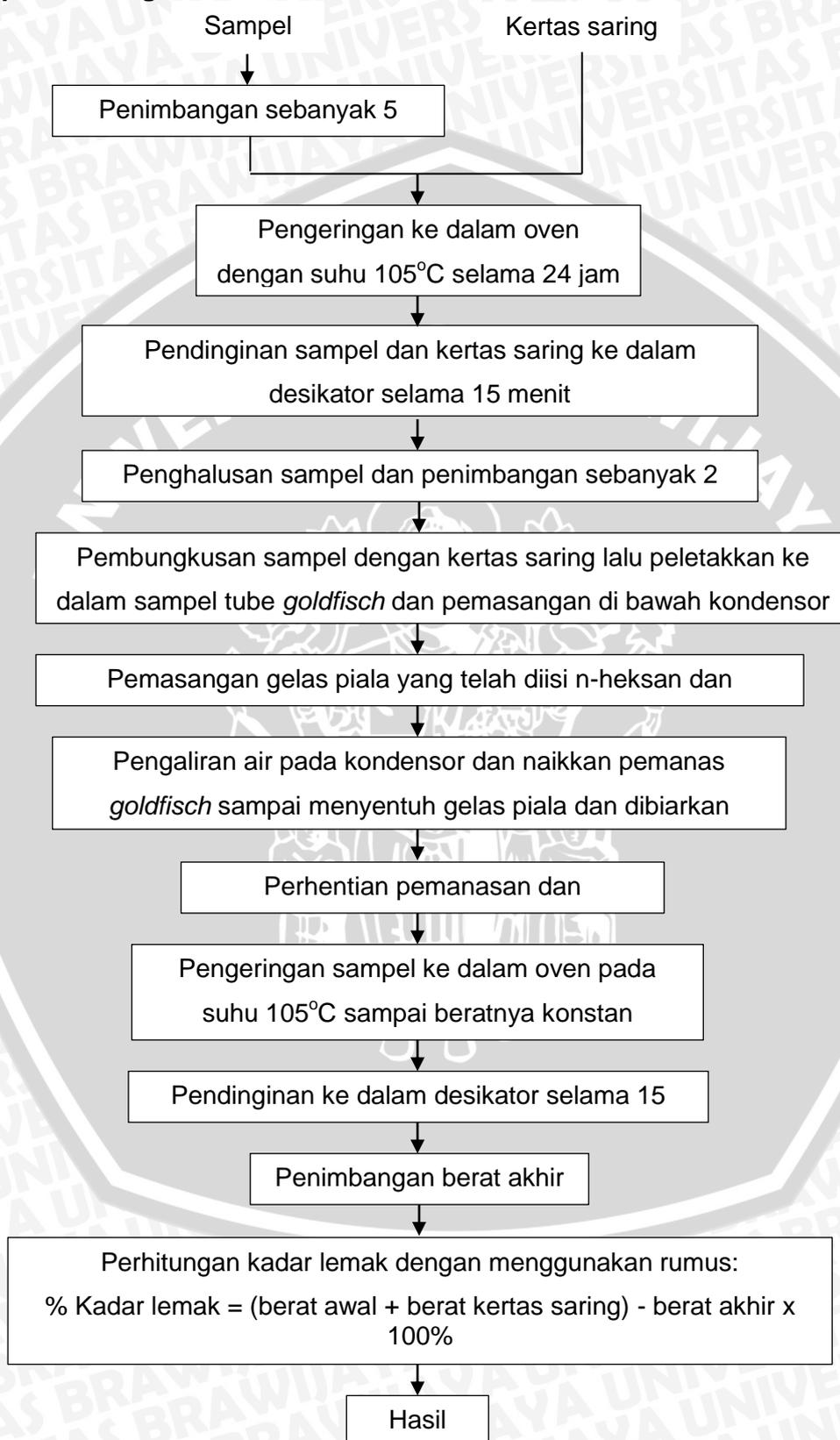
log sel/mL = 10,



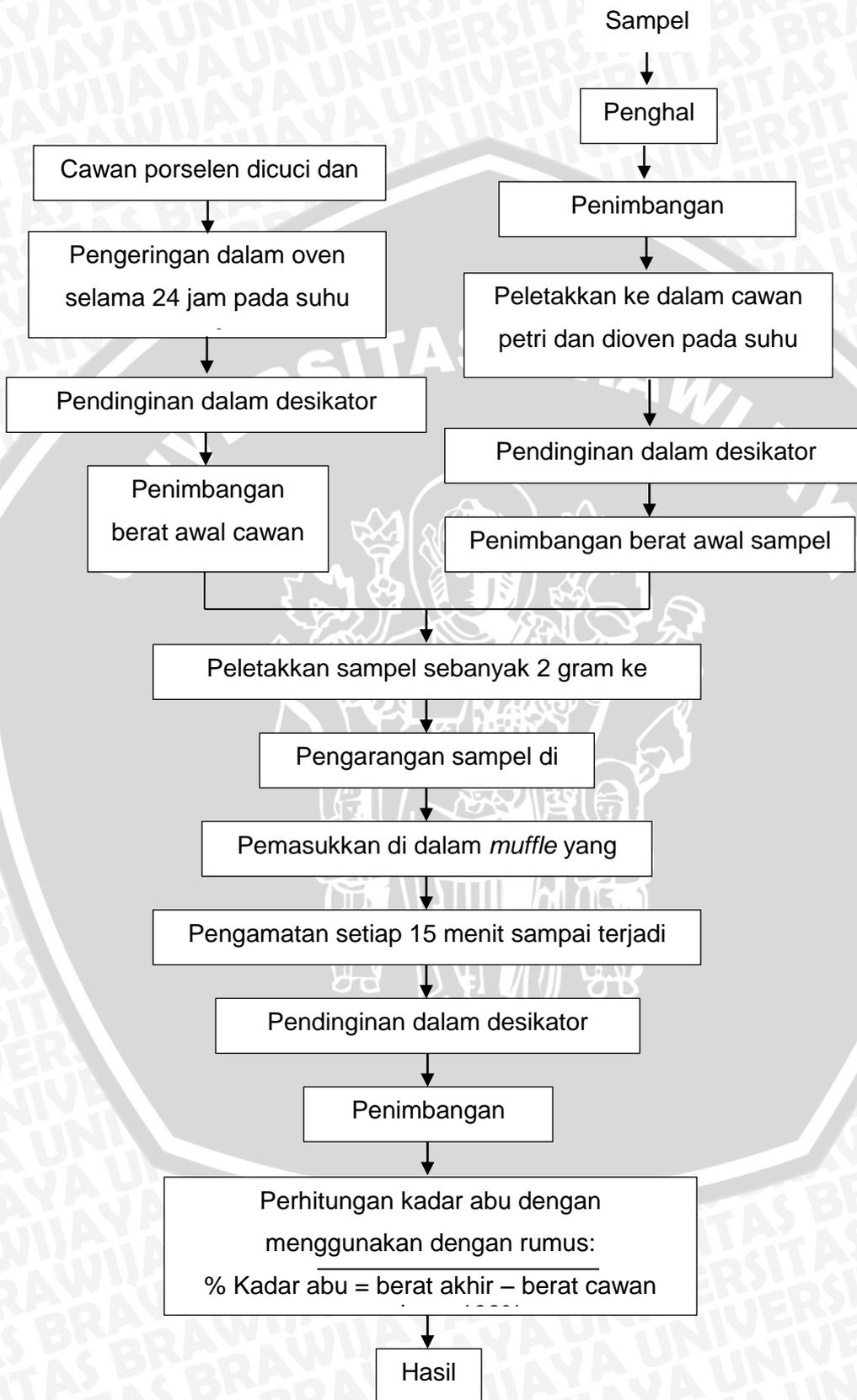
Lampiran 4. Diagram Alir Analisis Kadar Air



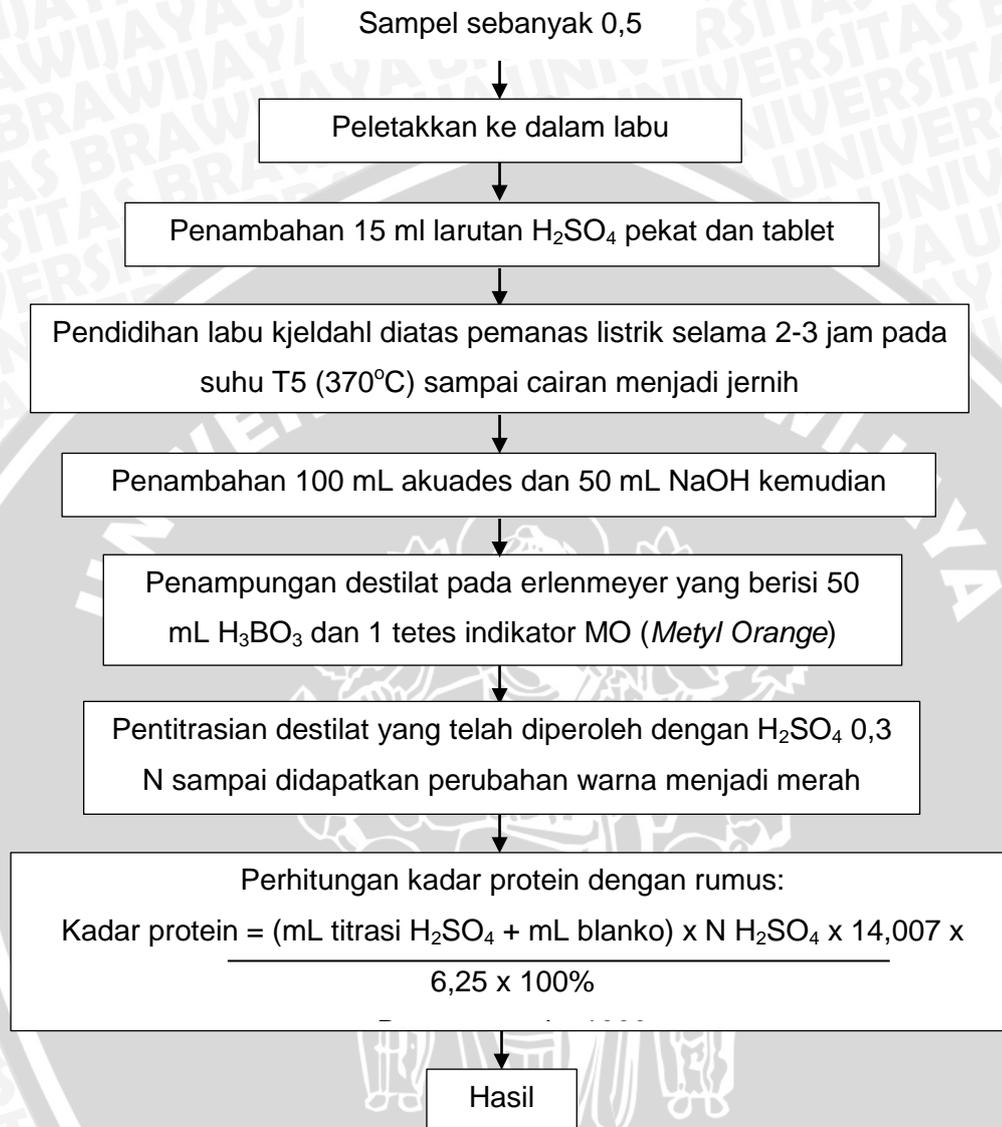
Lampiran 5. Diagram Alir Analisis Kadar Lemak



Lampiran 7. Diagram Alir Analisis Kadar Abu



Lampiran 7. Diagram Alir Analisis Kadar Protein



Lampiran 8. Data Hasil Rendeman Hidrolisat Protein Kerang Hijau

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
B0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
C0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
D0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A3	29,120	33,160	25,37	87,650	29,22
B3	25,100	27,72	30,03	82,850	27,62
C3	31,27	35,22	35,68	102,170	34,06
D3	35,05	37,43	37,88	110,360	36,79

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A6	30,770	31,680	32,12	94,570	31,52
B6	36,060	37,07	36,41	109,540	36,51
C6	40,75	39,12	45,52	125,390	41,80
D6	47,59	46,9	48,75	94,490	47,25

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A9	29,570	27,260	28,18	85,010	28,34
B9	34,890	33,13	32,27	100,290	33,43
C9	38,64	44,04	40,36	123,040	41,01
D9	44,42	48,08	46,72	139,220	46,41

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A12	25,150	22,780	25,58	73,510	24,50
B12	26,360	29,67	27,07	83,100	27,70
C12	33,82	32,58	31,66	98,060	32,69
D12	35,64	35,68	34,78	106,100	35,37

PERLAKUAN	HARI					JUMLAH	RERATA	SIMPANGAN BAKU
	0	3	6	9	12			
A	0,00	29,22	31,52	28,34	24,50	113,58	22,72	12,95
B	0,00	27,62	36,51	33,43	27,7	125,26	25,05	14,52
C	0,00	34,06	41,80	41,01	32,69	149,55	29,91	17,21
D	0,00	36,79	47,25	46,41	35,36	165,80	33,16	19,31
Σ HARI	0,00	127,67	157,07	149,18	120,25	554,19		
Rerata	0,00	31,91	39,27	37,29	30,06			
SIMP.BK	0,00	4,24	6,77	8,00	4,88			

FK	1390629,37
JK TOTAL	37306,94
JK PERLAKUAN	1803,54
JK KELOMPOK	33818,99
JK GALAT	1684,62

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%	F1%	KET.
KELOMPOK	4	33818,99	8454,75	60,23	3,260	5,410	
PERLAKUAN	3	1803,54	601,18	4,2829	3,490	5,950	
GALAT	12	1684,42	140,37				
TOTAL	19	37306,94					

Uji Lanjut BNT 5% (Perlakuan)

Nilai t tabel	2,179
BNT 5 %	21,08

Lampiran 9. Data Hasil Kadar Air Hidrolisat Protein Kerang Hijau

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A0	18,41	18,12	18,26	54,790	18,26
B0	18,98	18,66	18,95	56,590	18,86
C0	19,93	19,58	19,58	59,090	19,70
D0	22,78	22,68	23,86	69,320	23,11

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A3	17,64	17,74	17,44	52,820	17,61
B3	17,83	17,42	17,24	52,490	17,50
C3	17,86	17,88	18,88	54,620	18,21
D3	20,56	21,29	22,07	63,920	21,31

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A6	16,33	16,64	16,71	49,680	16,56
B6	16,44	16,87	16,64	49,950	16,65
C6	16,85	16,65	16,88	50,380	16,79
D6	20,66	19,23	18,24	58,130	19,38

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A9	16,33	14,44	14,24	45,010	15,00
B9	15,42	15,24	15,12	45,780	15,26
C9	16,65	16,15	14,36	47,160	15,72
D9	17,17	16,98	16,78	50,930	16,98

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A12	13,76	12,24	12,54	38,540	12,85
B12	12,64	12,34	12,93	37,910	12,64
C12	14,26	13,22	14,54	42,020	14,01
D12	15,81	14,88	15,24	45,930	15,31

PERLAKUAN	HARI					JUMLAH	RERATA	SIMPANGAN BAKU
	0	3	6	9	12			
A	18,26	17,61	16,56	15,00	12,85	80,28	16,06	2,18
B	18,86	17,50	16,65	15,26	12,64	80,91	16,18	2,37
C	19,70	18,21	16,79	15,72	14,01	84,42	16,88	2,20
D	23,11	21,31	19,38	16,98	15,31	96,08	19,22	3,15
∑ HARI	79,93	74,62	69,38	62,96	54,80	341,69		
Rerata	19,98	18,65	17,35	15,74	13,70			
SIMP.BK	2,16	1,80	1,36	0,88	1,23			

FK	17512,47
JK TOTAL	413,44
JK PERLAKUAN	96,81
JK KELOMPOK	290,31
JK GALAT	26,36

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%	F1%	KET.
KELOMPOK	4	290,312	72,578	143,413	2,550	3,703	
PERLAKUAN	3	96,809	32,270	63,764	2,783	4,182	
GALAT	52	26,316	0,506				
TOTAL	59	1195,86					

Uji Lanjut BNT 5% (Perlakuan)

Nilai t tabel	2,18
BNT 5 %	1,27

Perlakuan	Rerata	Notasi
100 mL	16,06	a
200 mL	16,18	a
300 mL	16,88	a
400 mL	19,22	b

Uji Lanjut BNT 5% (Kelompok)

Nilai t tabel	2,18
BNT 5 %	1,27

Kelompok	Rerata	Notasi
Hari ke-12	13,70	a
Hari ke-9	15,74	b
Hari ke-3	17,35	c
Hari ke-0	18,65	d
Hari ke-6	19,24	e

Lampiran 10. Data Hasil Kadar Lemak Hidrolisat Protein Kerang Hijau

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A0	1,56	1,39	0,14	3,090	1,03
B0	1,32	0,71	1,59	3,620	1,21
C0	0,63	1,52	0,71	2,860	0,95
D0	0,54	1,24	1,23	3,010	1,00

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A3	1,17	0,22	2,26	3,650	1,22
B3	1,45	1,16	2,12	4,730	1,58
C3	1,13	0,49	1,75	3,370	1,12
D3	1,11	1,26	1,24	3,610	1,20

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A6	1,16	3,18	1,15	5,490	1,83
B6	0,52	3,26	0,65	4,430	1,48
C6	0,36	2,47	2,34	5,170	1,72
D6	2,13	1,24	1,27	4,640	1,55

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A9	1,19	2,13	2,52	5,840	1,95
B9	0,82	1,29	3,38	5,490	1,83
C9	2,48	2,32	1,21	6,010	2,00
D9	1,15	1,06	1,08	3,290	1,10

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A12	2,28	3,17	1,08	6,530	2,18
B12	1,69	2,52	1,56	5,770	1,92
C12	1,51	1,21	1,45	4,170	1,39
D12	3,14	1,47	1,12	5,730	1,91

PERLAKUAN	HARI					JUMLAH	RERATA	SIMPANGAN BAKU
	0	3	6	9	12			
A	1,03	1,22	1,83	1,95	2,18	8,20	1,64	0,49
B	1,21	1,58	1,48	1,83	1,92	8,01	1,60	0,29
C	0,95	1,12	1,72	2,00	1,39	7,19	1,44	0,43
D	1,00	1,20	1,55	1,10	1,91	6,76	1,35	0,37
Σ HARI	4,19	5,12	6,58	6,88	7,40	30,17		
Rerata	1,05	1,28	1,64	1,72	1,85			
SIMP.BK	0,11	0,20	0,16	0,42	0,33			

FK	136,50
JK TOTAL	35,96
JK PERLAKUAN	0,83
JK KELOMPOK	5,32
JK GALAT	29,80

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%	F1%	KET.
KELOMPOK	4	5,320	1,330	2,321	2,550	3,703	
PERLAKUAN	3	0,833	0,278	0,484	2,783	4,182	
GALAT	52	29,804	0,573				
TOTAL	59	35,957					

Uji Lanjut BNT 5% (Perlakuan)

Nilai t tabel	2,18
BNT 5 %	1,35

Perlakuan	Rerata	Notasi
100 mL	1,35	a
200 mL	1,44	a
300 mL	1,60	a
400 mL	1,64	a

Uji Lanjut BNT 5% (Kelompok)

Nilai t tabel	2,18
BNT 5 %	1,35

Kelompok	Rerata	Notasi
Hari ke-0	1,05	a
Hari ke-3	1,28	a
Hari ke-6	1,64	a
Hari ke-9	1,72	a
Hari ke-12	1,85	a

Lampiran 11. Data Hasil Kadar Protein Hidrolisat Protein Kerang Hijau

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A0	42,06	45,48	45,18	132,72	44,24
B0	47,89	47,57	47,08	142,54	47,51
C0	47,97	47,86	44,28	140,11	46,70
D0	48,61	48,89	51,19	148,69	49,56

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A3	50,55	52,11	52,98	155,64	51,88
B3	58,08	58,13	57,03	173,24	57,75
C3	59,06	58,65	59,61	177,32	59,11
D3	59,40	59,58	62,50	181,48	60,49

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A6	58,33	58,50	59,53	176,36	58,79
B6	64,07	65,42	63,35	192,84	64,28
C6	63,24	63,66	68,47	195,37	65,12
D6	67,29	66,43	68,36	202,08	67,36

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A9	63,20	64,30	59,53	187,03	62,34
B9	70,01	66,89	65,35	202,25	67,42
C9	66,45	66,26	69,47	202,18	67,39
D9	71,78	71,41	68,36	211,55	70,52

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A12	67,38	67,08	68,34	202,80	67,60
B12	74,09	70,72	73,36	218,17	72,72
C12	72,05	70,75	74,55	217,35	72,45
D12	71,98	74,47	73,86	220,31	73,44

PERLAKUAN	HARI					JUMLAH	RERATA	SIMPANGAN BAKU
	0	3	6	9	12			
A	44,24	51,88	58,79	62,34	67,60	284,85	56,97	9,13
B	47,51	57,75	64,28	67,42	72,72	309,68	61,94	9,71
C	46,70	59,11	65,12	67,39	72,45	310,78	62,16	9,88
D	49,56	60,49	67,36	70,52	73,44	321,37	64,27	9,53
∑ HARI	188,02	229,23	255,55	267,67	286,21	1226,68		
Rerata	47,01	57,31	63,89	66,92	71,55			
SIMP.BK	2,20	3,79	3,64	3,38	2,67			

FK	225710,35
JK TOTAL	4930,68
JK PERLAKUAN	430,88
JK KELOMPOK	4363,84
JK GALAT	135,96

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%	F1%	KET.
KELOMPOK	4	4363,839	1090,960	417,252	2,550	3,703	
PERLAKUAN	3	430,876	143,625	54,931	2,783	4,182	
GALAT	52	135,961	2,615				
TOTAL	59	4930,676					

Uji Lanjut BNT 5% (Perlakuan)

Nilai t tabel	2,18
BNT 5 %	2,88

Perlakuan	Rerata	Notasi
100 mL	56,97	a
200 mL	61,94	b
300 mL	62,16	b
400 mL	64,27	b

Uji Lanjut BNT 5% (Kelompok)

Nilai t tabel	2,18
BNT 5 %	4,72

Kelompok	Rerata	Notasi
Hari ke-0	47,01	a
Hari ke-3	57,31	b
Hari ke-6	63,89	c
Hari ke-9	66,92	c
Hari ke-12	71,55	cd

Lampiran 12. Data Hasil Kadar Abu Hidrolisat Protein Kerang Hijau

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A0	17,93	18,52	18,08	54,53	18,18
B0	17,11	17,13	18,27	52,51	17,50
C0	16,06	16,65	16,89	49,60	16,53
D0	15,31	15,33	15,05	45,69	15,23

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A3	17,27	17,3	18	52,57	17,52
B3	15,99	16,96	16,01	48,96	16,32
C3	15,15	15,19	16,16	46,50	15,50
D3	14,32	14,75	14,55	43,62	14,54

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A6	16,61	17,01	16,45	50,07	16,69
B6	13,31	15,17	14,94	43,42	14,47
C6	14,43	13,06	13,98	41,47	13,82
D6	12,95	12,13	12,66	37,74	12,58

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A9	16,52	15,67	11,61	43,80	14,60
B9	12,21	12,92	13,03	38,16	12,72
C9	11,24	12,22	12,21	35,67	11,89
D9	10,99	11,79	10,09	32,87	10,96

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A12	12,41	13,18	14,32	39,91	13,30
B12	10,57	11,24	11,14	32,95	10,98
C12	10,07	10,02	10,89	30,98	10,33
D12	11,01	10,35	10,55	31,91	10,64

PERLAKUAN	HARI					JUMLAH	RERATA	SIMPANGAN BAKU
	0	3	6	9	12			
A	18,18	17,52	16,69	14,60	13,30	80,29	16,06	2,05
B	17,50	16,32	14,47	12,72	10,98	72,00	14,40	2,64
C	16,53	15,50	13,82	11,89	10,33	68,07	13,61	2,54
D	15,23	14,54	12,58	10,96	10,64	63,94	12,79	2,07
∑ HARI	67,44	63,88	57,57	50,17	45,25	284,31		
Rerata	16,86	15,97	14,39	12,54	11,31			
SIMP.BK	1,28	1,27	1,72	1,55	1,35			

FK	12124,83
JK TOTAL	375,80
JK PERLAKUAN	87,42
JK KELOMPOK	256,07
JK GALAT	32,31

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%	F1%	KET.
KELOMPOK	4	256,070	64,017	103,040	2,550	3,703	
PERLAKUAN	3	87,422	29,141	46,904	2,783	4,182	
GALAT	52	32,307	0,621				
TOTAL	59	375,799					

Uji Lanjut BNT 5% (Perlakuan)

Nilai t tabel	2,18
BNT 5 %	1,40

Perlakuan	Rerata	Notasi
400 mL	12,79	a
300 mL	13,61	ab
200 mL	14,40	b
100 mL	16,06	c

Uji Lanjut BNT 5% (Kelompok)

Nilai t tabel	2,18
BNT 5 %	1,40

Kelompok	Rerata	Notasi
Hari ke-12	11,31	a
Hari ke-9	12,54	a
Hari ke-6	14,39	b
Hari ke-3	15,97	c
Hari ke-0	16,86	c

Lampiran 13. Data Hasil Kadar Karbohidrat Hidrolisat Protein Kerang Hijau

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A0	19,05	16,49	18,34	53,88	17,96
B0	15,61	15,93	13,11	44,65	14,88
C0	12,09	12,39	14,54	39,02	13,01
D0	12,74	11,86	8,67	33,27	11,09

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A3	13,37	12,63	9	35,32	11,77
B3	4,15	4,63	6,60	15,38	5,13
C3	6,08	7,79	3,60	17,47	5,82
D3	4,61	3,12	0,36	8,09	2,70

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A6	7,57	5,67	6,16	19,40	6,47
B6	5,66	3,72	3,42	12,80	4,27
C6	4,12	4,16	1,67	9,95	3,32
D6	0,03	0,97	0,53	1,53	0,51

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A9	3,76	4,46	13,10	21,32	7,11
B9	1,54	3,66	3,12	8,32	2,77
C9	3,18	3,05	3,75	9,98	3,33
D9	1,09	1,24	0,69	3,02	1,01

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A12	7,99	5,33	6,72	20,04	6,68
B12	2,01	4,18	2,01	8,20	2,73
C12	2,11	4,80	0,43	7,34	2,45
D12	0,94	0,17	0,77	1,88	0,63

PERLAKUAN	HARI					JUMLAH	RERATA	SIMPANGAN BAKU
	0	3	6	9	12			
A	17,96	11,77	6,47	7,11	6,68	49,99	10,00	4,96
B	14,88	5,13	4,27	2,77	2,73	29,78	5,96	5,09
C	13,01	5,82	3,32	3,33	2,45	27,92	5,58	4,34
D	11,09	2,70	0,51	1,01	0,63	15,93	3,19	4,50
∑ HARI	56,94	25,42	14,56	14,21	12,49	123,62		
Rerata	14,24	6,36	3,64	3,55	3,12			
SIMP.BK	2,93	3,85	2,47	2,57	2,55			

FK	2292,29
JK TOTAL	1569,74
JK PERLAKUAN	359,12
JK KELOMPOK	1051,42
JK GALAT	159,20

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%	F1%	KET.
KELOMPOK	4	1051,416	262,854	85,856	2,550	3,703	
PERLAKUAN	3	359,117	119,706	39,099	2,783	4,182	
GALAT	52	159,202	3,062				
TOTAL	59	1569,736					

Uji Lanjut BNT 5% (Perlakuan)

Nilai t tabel	2,18
BNT 5 %	3,11

Perlakuan	Rerata	Notasi
400 mL	3,19	a
300 mL	5,58	ab
200 mL	5,96	ab
100 mL	10,00	b

Uji Lanjut BNT 5% (Kelompok)

Nilai t tabel	2,18
BNT 5 %	3,11

Kelompok	Rerata	Notasi
Hari ke-12	3,12	a
Hari ke-9	3,55	a
Hari ke-3	3,64	a
Hari ke-0	6,36	a
Hari ke-6	14,24	b

Lampiran 14. Data Hasil pH Hidrolisat Protein Kerang Hijau

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A0	4,97	4,26	4,99	14,22	4,74
B0	4,58	3,94	4,23	12,75	4,25
C0	4,73	4,44	3,91	13,08	4,36
D0	3,02	4,17	4,63	11,82	3,94

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A3	4,97	4,42	4	13,35	4,45
B3	3,55	3,07	4,11	10,73	3,58
C3	3,61	3,50	3,42	10,53	3,51
D3	3,04	3,02	3,01	9,07	3,02

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A6	4,95	4,67	4,78	14,40	4,80
B6	3,25	4,19	3,22	10,66	3,55
C6	3,30	3,04	4,05	10,39	3,46
D6	3,05	3,13	3,12	9,30	3,10

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A9	4,08	3,98	3,72	11,78	3,93
B9	3,02	3,16	3,09	9,27	3,09
C9	3,17	3,03	3,08	9,28	3,09
D9	3,02	3,05	3,01	9,08	3,03

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A12	4,17	4,91	4,56	13,64	4,55
B12	3,20	3,23	4,08	10,51	3,50
C12	3,43	3,42	3,14	9,99	3,33
D12	3,01	3,05	3,06	9,12	3,04

PERLAKUAN	HARI					JUMLAH	RERATA	SIMPANGAN BAKU
	0	3	6	9	12			
A	4,74	4,45	4,70	3,93	4,55	22,36	4,47	0,33
B	4,38	3,88	3,22	3,09	3,17	17,74	3,55	0,56
C	4,09	3,51	3,13	3,04	3,33	17,11	3,42	0,42
D	4,27	3,02	3,10	3,02	3,04	16,46	3,29	0,55
Σ HARI	17,49	14,86	14,15	13,08	14,09	73,67		
Rerata	4,37	3,72	3,54	3,27	3,52			
SIMP.BK	0,27	0,60	0,78	0,44	0,69			

FK	814,02
JK TOTAL	25,60
JK PERLAKUAN	12,96
JK KELOMPOK	8,33
JK GALAT	4,32

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%	F1%	KET.
KELOMPOK	4	8,330	2,083	25,089	2,550	3,703	
PERLAKUAN	3	12,955	4,318	52,023	2,783	4,182	
GALAT	52	4,316	0,083				
TOTAL	59	25,602					

Uji Lanjut BNT 5% (Perlakuan)

Nilai t tabel	2,18
BNT 5 %	0,51

Perlakuan	Rerata	Notasi
400 mL	3,29	a
300 mL	3,42	a
200 mL	3,55	a
100 mL	4,47	b

Uji Lanjut BNT 5% (Kelompok)

Nilai t tabel	2,18
BNT 5 %	0,51

Kelompok	Rerata	Notasi
Hari ke-9	3,27	ab
Hari ke-12	3,52	a
Hari ke-6	3,54	ab
Hari ke-3	3,72	ab
Hari ke-0	4,37	b

Lampiran 15. Data Hasil Daya Buih Hidrolisat Protein Kerang Hijau

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A0	1,40	1,50	2,45	5,35	1,78
B0	2,90	1,85	2,96	7,71	2,57
C0	3,60	3,70	3,75	11,05	3,68
D0	6,00	6,10	6,65	18,75	6,25

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A3	1,40	2,5	2	6,30	2,10
B3	3,80	5,08	3,63	12,51	4,17
C3	6,00	5,48	5,68	17,16	5,72
D3	8,00	8,20	9,20	25,40	8,47

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A6	1,60	2,54	2,54	6,68	2,23
B6	6,80	4,55	4,55	15,90	5,30
C6	5,00	6,54	6,54	18,08	6,03
D6	9,00	7,6	9,02	25,62	8,54

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A9	4,05	5,45	3,45	12,95	4,32
B9	7,60	6,50	7,40	21,50	7,17
C9	7,00	8,32	7,60	22,92	7,64
D9	8,50	9,32	8,60	26,42	8,81

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A12	3,50	5,05	5,05	13,60	4,53
B12	6,22	8,05	6,42	20,69	6,90
C12	7,50	7,42	7,64	22,56	7,52
D12	9,01	9,25	9,64	27,90	9,30

PERLAKUAN	HARI					JUMLAH	RERATA	SIMPANGAN BAKU
	0	3	6	9	12			
A	1,78	2,10	2,23	4,32	4,53	14,96	2,99	1,32
B	2,57	4,17	5,30	7,17	6,90	26,10	5,22	1,92
C	3,68	5,72	6,03	7,64	7,52	30,59	6,12	1,61
D	6,25	8,47	8,54	8,81	9,30	41,36	8,27	1,18
∑ HARI	14,29	20,46	22,09	27,93	28,25	113,02		
Rerata	3,57	5,11	5,52	6,98	7,06			
SIMP.BK	1,95	2,68	2,60	1,91	1,97			

FK	1915,92
JK TOTAL	347,52
JK PERLAKUAN	215,20
JK KELOMPOK	100,72
JK GALAT	31,60

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%	F1%	KET.
KELOMPOK	4	100,721	25,180	41,441	2,550	3,703	
PERLAKUAN	3	215,202	71,734	118,057	2,783	4,182	
GALAT	52	31,596	0,608				
TOTAL	59	347,519					

Uji Lanjut BNT 5% (Perlakuan)

Nilai t tabel	2,18
BNT 5 %	1,39

Perlakuan	Rerata	Notasi
100 mL	2,99	a
200 mL	5,22	b
300 mL	6,12	b
400 mL	8,27	c

Uji Lanjut BNT 5% (Kelompok)

Nilai t tabel	2,18
BNT 5 %	1,39

Kelompok	Rerata	Notasi
Hari ke-0	3,57	a
Hari ke-3	5,11	b
Hari ke-6	5,52	b
Hari ke-9	6,98	c
Hari ke-12	7,06	c

Lampiran 16. Data Hasil Emulsi Hidrolisat Protein

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A0	49,73	49,14	48,99	145,86	48,62
B0	47,52	46,86	47,11	140,49	46,83
C0	47,29	47,87	48,61	143,77	47,92
D0	44,03	47,45	46,59	138,07	46,02

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A3	48,31	46,02	49,09	143,42	47,81
B3	46,22	45,20	46,69	138,11	46,04
C3	46,87	46,95	45,99	139,81	46,60
D3	45,02	43,57	46,10	134,69	44,90

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A6	49,36	49,71	49,18	148,25	49,42
B6	46,42	47,19	48,3	141,91	47,30
C6	48,32	47,08	48,26	143,66	47,89
D6	45,04	45,03	46,92	136,99	45,66

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A9	48,27	44,82	48	140,87	46,96
B9	47,05	45,67	44,67	137,39	45,80
C9	46,61	45,23	43,89	135,73	45,24
D9	44,15	43,63	43,51	131,29	43,76

PERLAKUAN	ULANGAN			TOTAL	RERATA
	I	II	III		
A12	46,20	48,38	46,99	141,57	47,19
B12	45,03	47,04	45,03	137,10	45,70
C12	46,09	44,04	44,91	135,04	45,01
D12	44,17	43,54	41,63	131,34	43,78

PERLAKUAN	HARI					JUMLAH	RERATA	SIMPANGAN BAKU
	0	3	6	9	12			
A	49,50	47,81	49,85	47,96	46,86	241,97	48,39	1,25
B	47,50	46,04	48,30	45,80	45,09	232,72	46,54	1,32
C	47,92	46,60	47,89	45,24	45,01	232,67	46,53	1,39
D	46,02	44,90	45,33	43,43	41,43	221,11	44,22	1,83
∑ HARI	190,95	185,34	191,37	182,43	178,39	928,47		
Rerata	47,74	46,34	47,84	45,61	44,60			
SIMP.BK	1,43	1,21	1,88	1,86	2,28			

FK	129309,41
JK TOTAL	263,45
JK PERLAKUAN	131,43
JK KELOMPOK	93,00
JK GALAT	39,02

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%	F1%	KET.
KELOMPOK	4	93,002	23,251	30,986	2,550	3,703	
PERLAKUAN	3	131,429	43,810	58,384	2,783	4,182	
GALAT	52	39,019	0,750				
TOTAL	59	263,450					

Uji Lanjut BNT 5% (Perlakuan)

Nilai t tabel	2,18
BNT 5 %	1,54

Perlakuan	Rerata	Notasi
400 mL	44,22	a
300 mL	46,53	ab
200 mL	46,54	ab
100 mL	48,39	b

Uji Lanjut BNT 5% (Kelompok)

Nilai t tabel	2,18
BNT 5 %	1,54

Kelompok	Rerata	Notasi
Hari ke-12	44,60	a
Hari ke-9	45,61	ab
Hari ke-3	46,34	b
Hari ke-0	47,74	c
Hari ke-6	47,84	c

Lampiran 17. Data Hasil Rendeman Cairan Hidrolisat Protein

PERLAKUAN	ULANGAN			RERATA
	I	II	III	
A0	0,000	0,000	0,000	0,000
B0	0,000	0,000	0,000	0,000
C0	0,000	0,000	0,000	0,000
D0	0,000	0,000	0,000	0,000

PERLAKUAN	ULANGAN			RERATA
	I	II	III	
A3	72,72	73,67	74,44	73,61
B3	70,91	68,82	69,02	69,58
C3	71,97	73,55	74,65	73,39
D3	76,01	69,93	77,99	74,64

PERLAKUAN	ULANGAN			RERATA
	I	II	III	
A6	70,99	72,78	63,11	68,96
B6	70,46	71,05	69,79	70,43
C6	72,57	73,02	73,92	73,17
D6	72,95	76,99	67,77	72,57

PERLAKUAN	ULANGAN			RERATA
	I	II	III	
A9	53,47	54,36	55,67	54,50
B9	58,88	55,17	62,17	58,74
C9	57,76	54,44	52,46	54,89
D9	56,84	58,02	59,17	58,01

PERLAKUAN	ULANGAN			RERATA
	I	II	III	
A12	54,05	53,88	50,68	52,87
B12	53,46	57,68	57,02	56,05
C12	51,68	60,48	52,44	54,87
D12	56,46	66,88	56,68	60,01

PERLAKUAN	HARI					JUMLAH	RERATA	SIMPANGAN BAKU
	0	3	6	9	12			
A	0,00	73,61	68,96	54,50	52,87	249,94	49,99	29,35
B	0,00	69,58	70,43	58,74	56,05	254,81	50,96	29,20
C	0,00	73,39	73,17	54,89	54,87	256,31	51,26	30,10
D	0,00	74,64	72,57	58,01	60,01	265,23	53,05	30,56
∑ HARI	0,00	291,23	285,13	226,14	223,80	1026,29		
Rerata	0,00	72,81	71,28	56,53	55,95			
SIMP.BK	0,00	2,22	1,94	2,15	3,01			

FK	157991,70
JK TOTAL	43032,62
JK PERLAKUAN	73,27
JK KELOMPOK	42510,85
JK GALAT	448,50

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%	F1%	KET.
KELOMPOK	4	42510,846	10627,711	1232,198	2,550	3,703	
PERLAKUAN	3	73,270	24,423	2,832	2,783	4,182	
GALAT	52	448,500	8,625				
TOTAL	59	43032,616					

Uji Lanjut BNT 5% (Perlakuan)

Nilai t tabel	2,18
BNT 5 %	5,22

Perlakuan	Rerata	Notasi
100 mL	49,99	a
200 mL	50,96	ab
300 mL	51,26	ab
400 mL	53,05	b

Uji Lanjut BNT 5% (Kelompok)

Nilai t tabel	2,18
BNT 5 %	5,22

Kelompok	Rerata	Notasi
Hari ke-12	53,02	a
Hari ke-9	56,53	b
Hari ke-6	71,28	c
Hari ke-6	72,81	cd

Lampiran 18. Data Hasil Rendeman Pasta Hidrolisat Protein

PERLAKUAN	ULANGAN			RERATA
	I	II	III	
A0	0,000	0,000	0,000	0,000
B0	0,000	0,000	0,000	0,000
C0	0,000	0,000	0,000	0,000
D0	0,000	0,000	0,000	0,000

PERLAKUAN	ULANGAN			RERATA
	I	II	III	
A3	24,720	23,670	24,440	24,277
B3	26,910	28,820	29,020	28,250
C3	34,970	34,550	34,650	34,723
D3	40,010	38,930	36,990	38,643

PERLAKUAN	ULANGAN			RERATA
	I	II	III	
A6	31,990	32,780	33,110	32,627
B6	40,460	39,050	38,790	39,433
C6	41,570	40,020	43,920	41,837
D6	49,950	45,990	48,770	48,237

PERLAKUAN	ULANGAN			RERATA
	I	II	III	
A9	28,470	28,360	28,670	28,500
B9	33,880	32,170	31,170	32,407
C9	37,760	42,440	42,460	40,887
D9	45,840	47,020	48,170	47,010

PERLAKUAN	ULANGAN			RERATA
	I	II	III	
A12	24,050	23,880	24,680	24,203
B12	27,460	28,680	28,020	28,053
C12	32,680	31,480	32,440	32,200
D12	36,460	36,880	35,680	36,340

PERLAKUAN	HARI					JUMLAH	RERATA	SIMPANGAN BAKU
	0	3	6	9	12			
A	0,00	24,28	32,63	28,50	24,20	109,61	21,92	12,74
B	0,00	28,25	39,43	32,41	28,05	128,14	25,63	15,05
C	0,00	34,72	41,84	40,89	32,20	149,65	29,93	17,22
D	0,00	38,64	48,24	47,01	36,34	170,23	34,05	19,72
∑ HARI	0,00	125,89	162,13	148,80	120,80	557,63		
Rerata	0,00	31,47	40,53	37,20	30,20			
SIMP.BK	0,00	6,43	6,45	8,34	5,24			

FK	46642,12
JK TOTAL	14180,05
JK PERLAKUAN	1241,90
JK KELOMPOK	12510,84
JK GALAT	427,31

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%	F1%	KET.
KELOMPOK	4	12510,837	3127,709	380,614	2,550	3,703	
PERLAKUAN	3	1241,903	413,968	50,376	2,783	4,182	
GALAT	52	427,312	8,218				
TOTAL	59	14180,052					

Uji Lanjut BNT 5% (Perlakuan)

Nilai t tabel	2,18
BNT 5 %	5,10

Perlakuan	Rerata	Notasi
100 mL	21,92	a
200 mL	25,63	b
300 mL	29,93	c
400 mL	34,05	d

Uji Lanjut BNT 5% (Kelompok)

Nilai t tabel	2,18
BNT 5 %	5,10

Kelompok	Rerata	Notasi
Hari ke-0	0,00	a
Hari ke-12	30,20	b
Hari ke-3	31,47	b
Hari ke-9	37,20	c
Hari ke-6	40,53	c

Lampiran 19. Foto pembuatan hidrolisat protein kerang hijau



Kerang hijau segar
Dikupas cangkang



Penghalusan
menggunakan
blender



Penimbangan
sebanyak 100 g



Pencampuran molase
segar dengan daging
kerang hijau segar



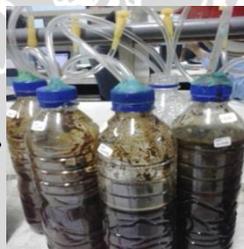
Penambahan molase
sebanyak
100 mL, 200 mL,
300 mL dan 400 mL
dengan beaker glass



Molase segar



Penambahan volume
Inokulan khamir laut
20 mL



Fermentasi dengan
penambahan aerasi
selama 3, 6, 9, dan
12 hari



Pengepresan
menggunakan kain
blancu



Hidrolisat protein
kerang hijau bentuk
pasta



Pengovenan menggunakan
oven vacuum suhu 55°C
selama ± 15 jam

Lampiran 20. Foto proses analisis kadar air



Pengovenan cawan kosong selama 24 jam



Penyimpanan cawan di dalam desikator selama 15 menit



Penimbangan cawan sebagai berat A



Penyimpanan cawan di dalam desikator selama 15 menit



Pengovenan dengan suhu 105°C selama 4 jam



Penimbangan sampel sebanyak 10 g (B)



Penimbangan sampel sebagai berat C



Lampiran 21. Foto proses analisis kadar lemak



Pengovenan kertas saring dan tali dengan suhu 105°C selama 24 jam



penyimpanan kertas saring dan tali di dalam desikator selama 15 menit



penimbangan berat kertas saring dan tali



Pembungkusan sampel dengan kertas saring dan diikat dengan tali



penimbangan sampel halus sebagai berat awal



penghalusan sampel sisa dari kadar air



Pemasukkan sampel ke dalam goldfish selama 3 jam



pengovenan selama 15 menit



penyimpanan sampel ke dalam desikator selama 15 menit



Penimbangan sampel Sebagai berat akhir



Lampiran 22. Foto proses analisis kadar abu



Pengovenan cawan porselen dengan suhu 105°C selama 24 jam



Penyimpanan cawan porselen di dalam desikator selama 15 Menit



penimbangan berat cawan porselen kosong



Pengarangan hingga tidak berasap



penimbangan sampel sebanyak 2 g



penghalusan sampel sisa dari kadar lemak



Pengabuan di dalam muffle dengan suhu 600°C selama 3 jam



Penyimpanan cawan porselen di dalam desikator selama 15 menit



penimbangan sampel sebagai berat akhir

Lampiran 23. Foto proses analisis pH



Penimbangan sampel sebanyak 1 g



memasukkan sampel dan penambahan aquades sebanyak 10 mL



penghomogenan



Pencatatan pH yang terukur



pencelupan elektroda pada sampel (sampai pembacaan stabil)



pembilasan elektroda dengan aquades



pH meter dinyalakan



Pembilasan elektroda dengan aquades



Lampiran 24. Foto proses analisis kapasitas emulsi



Penimbangan sampel sebanyak 1,25 g



penambahan minyak jagung sebanyak 5 mL



penambahan aquades sebanyak 5 mL



Hasil emulsi setelah sentrifus



sentrifus 3750 rpm selama 10 menit



pemasukkan sampel ke dalam sentrifus

Lampiran 25. Foto proses analisis daya buih



Penimbangan sampel sebanyak 1 g



pemasukkan sampel ke dalam cuvet



penambahan aquades sebanyak 10 mL



Hasil daya buih yang terbentuk



Pengocokan selama 1 menit

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 26. Hasil Analisis Asam Amino Hidrolisat Protein Kerang Hijau

	LABORATORIUM BALAI PENELITIAN TERNAK Jl. Raya Tapos Ciawi, PO Box 221 Bogor 16002 Tlp. 0251-240751, 240752, 240753, fax 0251-240754
---	--

Hasil Analisis

No Penerimaan : LP / 394 / XII - 2014 Tgl penerimaan : 22 / 12 / 2014
 Nama Pengirim : Riatni Tgl selesai : 30 / 12 / 2014
 Alamat Pengirim : UNBRAW - MALANG No contoh : 3219
 Hal : 1 / 1

Jenis / Kode Contoh	Parameter	Satuan	Hasil	Metoda Uji
IR (400)	As. Aspartat	g/100g	0,86	HPLC
	Serin	g/100g	0,26	
	As. Glutamat	g/100g	3,18	
	Glysin	g/100g	0,47	
	Histidin	g/100g	0,19	
	Arginin	g/100g	0,35	
	Treonin	g/100g	0,34	
	Alanin	g/100g	0,77	
	Prolin	g/100g	0,44	
	Cystein	g/100g	0,004	
	Tyrosin	g/100g	0,20	
	Valin	g/100g	0,41	
	Metionin	g/100g	0,13	
	Lysin	g/100g	0,21	
	Isoleusin	g/100g	0,35	
Leusin	g/100g	0,52		
Phenilalanin	g/100g	0,37		

Cat : Data ini hanya berlaku untuk cuplikan contoh yang dikirim
 Data ini berdasarkan presentase berat kering

Ciawi, 31 Desember 2014

Manajer Mutu



Supriyati MSc.

NIP1952 0716 197901 2 001



Lampiran 27. Hasil Proksimat Kerang Hijau

139



LABORATORIUM PENGUJIAN MUTU dan KEAMANAN PANGAN
(Testing Laboratory of Food Quality and Food Safety)

JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Jl. Veteran, Malang 65145, Telp/Fax. (0341) 573358
E-mail : labujipangan_thpub@yahoo.com

KEPADA : Sampir Suriati
TO FPIK -UB
MALANG

LAPORAN HASIL UJI
REPORT OF ANALYSIS

Nomor / Number : 4943/THP/LAB/2014
Nomor Analisis / Analysis Number : 4943
Tanggal penerbitan / Date of issue : 25 November 2014

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan, bahwa hasil pengujian

The undersigned ratifies that examination
Dari contoh / of the sample (s) of : Kerang Hijau

Untuk analisis / For analysis :

Keterangan contoh / Description of sample :

Diambil dari / Taken from :

Oleh / By :

Tanggal penerimaan contoh / Received : 13 November 2014

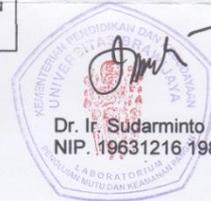
Tanggal pelaksanaan analisis / Date of analysis : 13 November 2014

Hasil adalah sebagai berikut / Resulted as follows :

Parameter	Hasil
Protein (%)	8,93
Lemak (%)	1,43
Air (%)	81,84
Abu (%)	2,83
Karbohidrat (%)	4,97

HASIL PENGUJIAN INI HANYA BERLAKU UNTUK
CONTOH-CONTOH TERSEBUT DI ATAS. PENGAMBIL
CONTOH BERTANGGUNG JAWAB ATAS KEBENARAN
TANDING BARANG

Ketua,



Dr. Ir. Sudarminto Setyo Yuwono, M.Sc.
NIP. 19631216 198803 1 002