

**HIDROLISAT PROTEIN IKAN KRESEK (*Thryssa mystax*) SEGAR
MENGUNAKAN STARTER KHAMIR LAUT & MOLASE REBUS DENGAN
PROSES FERMENTASI**

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

Oleh :
GAURA CRISIA RUMBIK
NIM. 105080300111026



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016**



SKRIPSI

HIDROLISAT PROTEIN IKAN KRESEK (*Thryssa mystax*) SEGAR
MENGUNAKAN STARTER KHAMIR LAUT & MOLASE REBUS DENGAN
PROSES FERMENTASI

Oleh:

Gaura Crisia Rumbiak

NIM. 105080300111026

Telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 15 Februari 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Penguji I

Dr. Ir. Yahya, MP
NIP. 19630706 199003 1 003
Tanggal :

Menyetujui
Dosen Pembimbing I

Prof. Ir. Sukoso, M.Sc. Ph.D
NIP. 19640919 198903 1 002
Tanggal :

Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. Hartati Kartikaningsih, M.Si
NIP. 19640726 198903 2 004
Tanggal :

Mengetahui
Ketua Jurusan MSP

Dr. Ir. Arning Wilujeng E., MS
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal :

PERNYATAAN ORSINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya 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, Februari 2016
Mahasiswa,

Gaura Crisia Rumbiak
NIM. 105080300111026

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan segala kelebihan dan keterbatasannya. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Papa dan Mama, Nenek (alm) dan kakek di Surabaya, Nenek Melati, Kakek dan Nenek di Sawkoreem beserta keluarga besar 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 menyusun skripsi ini, membiayai penelitian saya dan memberikan koleksi khamir laut serta molase yang sangat membantu dalam penelitian saya.
3. Dr. Ir. Hartati Kartikaningsih, M.Si selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan pengetahuan dan membimbing saya dengan sabar hingga saya dapat memahami materi penelitian saya.
4. Dr. Ir. M. Firdaus, MP dan Dr. Ir. Yahya, MP selaku Dosen Penguji yang telah banyak memberikan ilmu, kritik dan saran dalam penyusunan skripsi ini.
5. Sahabat saya Kubil, Nuvh, adhet, aldee, Hanafie, Dika, Mba Ning, Subi, Hamdan, Pepy, Gary, Arinda, Byan, Mimi Indra, Nizar, Ariyani (Bajay), Miss Cyndia, Syfa dan Erwin yang selalu memberikan semangat canda tawa, cacian dan senyuman.
6. Sahabat ngopi saya Komandan, Aga, Hagi, Joko, Bayu, Jambrong, Rivan, Lingling, Anis, dan Raisa yang selalu memberikan semangat canda tawa, cacian dan kritik saran yang membangun.

7. Keluarga PM3 saya Fadilla, Boim, Rosyta, Darin, Videa, Yugke, Nurul, Hanum, Jeny, Liza, Grace, Anatasia, Pegy, Mba Yeyen, Shinda, Intan, Mba Hanie dan Mas Syu yang selalu memberikan semangat, merawat dikala sakit dan membuat rame kosan bu jalius, “kompak dan saling jaga terus ya rek meskipun mba gau udah cabut dan yang terpenting jangan sampe lost contact”.
8. Kak Cup, Kak Yus, Putu dan Ajeng yang meskipun sibuk aktifitas masing-masing namun tetap menjaga hubungan dan selalu memberikan dukungan semangat tanpa akhir.
9. Mba Asthervina, Mba Manda, Mba Ila dan Pany yang juga selalu menemani, menyemangati dan memberikan kritik saran yang membangun.
10. Teman-teman THP 2010 yang telah memberikan motivasi selama ini.
11. Pihak lain yang namanya tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan, doa dan semangat selama penulis menyelesaikan skripsi ini.

Malang, Februari 2016

Penulis

RINGKASAN

GAURA CRISIA RUMBIAK. Skripsi tentang Hidrolisat Protein Ikan Kresek (*Thryssa mystax*) Segar Menggunakan Starter Khamir Laut & Molase Rebus Dengan Proses Fermentasi dibawah Bimbingan **Prof. Ir. Sukoso, M.Sc. Ph.D** dan **Dr. Ir. Hartati Kartikaningsih, M.Si.**

Ikan kresek (*Thryssa mystax*) merupakan salah satu jenis ikan laut yang dapat dikonsumsi dalam bentuk segar, asin, kering, dan juga sebagai bahan dasar terasi ikan yang memiliki nilai ekonomis rendah. Ikan kresek memiliki kadar protein tinggi oleh karena itu butuh diversifikasi produk agar ikan kresek bisa lebih dimanfaatkan. Hidrolisat protein merupakan produk yang berupa cairan dibuat dari ikan rucah atau limbah hasil perikanan, hidrolisat protein merupakan produk yang dihasilkan dari proses hidrolisis oleh enzim, asam atau basa. Salah satu cara untuk mengoptimalkan enzim dengan cara fermentasi.

Fermentasi dengan jangka waktu yang tepat dapat menghasilkan hidrolisat protein yang optimal karena komponen kompleks dipecah menjadi bentuk yang lebih sederhana. Hasil dari proses fermentasi dapat dilihat bahwa hidrolisat protein banyak mengandung senyawa-senyawa protein oleh karena itu protein banyak dibutuhkan oleh tubuh.

Selama ini belum ada penelitian tentang kualitas hidrolisat protein dari ikan kresek. Oleh karena itu perlu dilakukan kajian mengenai pemanfaatan ikan kresek menjadi hidrolisat protein serta pengaruh lama fermentasi dengan penambahan molase segar dalam pembuatannya.

Skripsi ini dilaksanakan di Laboratorium Keamanan Pangan, Laboratorium Biokimia dan Nutrisi, Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan, Laboratorium Reproduksi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan beserta Laboratorium Sentral Ilmu Hayati Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang pada bulan Agustus 2014 – April 2015.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi terbaik pada khamir laut dalam mendegradasi substrat berdasarkan volume molase dan lama fermentasi yang berbeda. Metode yang digunakan dalam pelaksanaan skripsi ini adalah metode deskriptif eksplorasi. Metode deskriptif eksplorasi digunakan untuk mencapai tujuan penelitian yaitu faktor-faktor yang menjadi penyebab dan akibat dari hidrolisat protein ikan kresek.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hidrolisat protein ikan kresek pada perlakuan penambahan molase rebus 600mL dan lama fermentasi 12 hari menghasilkan kualitas yang lebih baik dibandingkan yang lainnya, yakni kadar protein sebesar 63,12%; kadar air 17,05%; kadar lemak 0,13%; kadar abu 12,65%; kadar karbohidrat 6,99%; pH 4,22%; kapasitas emulsi 50,33%; daya buih 38,53% dan kalsium 0,00270%.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyajikan laporan skripsi yang berjudul “Hidrolisat Protein Ikan Kresek (*Thryssa mystax*) Segar Menggunakan Starter Khamir Laut & Molase Rebus Dengan Proses Fermentasi”. Di dalam tulisan ini, disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi pertumbuhan khamir laut, volume molase rebus, lama fermentasi dan volume khamir laut yang optimum, serta kualitas hidrolisat protein ikan kresek yang dihasilkan dari hidrolisis khamir laut dengan menggunakan volume molase rebus dan lama fermentasi berbeda.

Penulis menyadari adanya keterbatasan kemampuan dan pengetahuan dalam menyusun laporan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi para pembaca.

Malang, Februari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL	i
PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORSINALITAS	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
RINGKASAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Hipotesis	4
1.5 Kegunaan	4
1.6 Tempat dan Waktu.....	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Ikan Kresek (<i>Thryssa mystax</i>).....	5
2.2 Khamir Laut.....	6
2.2.1 Isolasi Khamir Laut	7
2.2.2 Komposisi Kimia Khamir Laut	8
2.2.3 Manfaat Khamir Laut.....	9
2.3 Molase	10
2.3.1 Komposisi Kimia Molase	11
2.3.2 Pengaruh Perebusan Terhadap Molase	13
2.3.2.1 Manfaat Molase Terhadap Pertumbuhan Khamir Laut	13
2.4 Fermentasi.....	14
2.4.1 Efektifitas Fermentasi dengan Biokatalisator Khamir Laut.....	15
2.5 Hidrolisat Protein	16
2.5.1 Teknologi Hidrolisat Protein dengan Biokatalisator Khamir Laut	17
2.6 Protein dan Asam Amino	18
3. METODE PENELITIAN	
3.1 Materi Penelitian	20
3.1.1 Bahan Penelitian.....	20
3.1.2 Alat Penelitian	20
3.2 Metode Penelitian	21
3.3 Prosedur Penelitian	22
3.3.1 Penelitian Pendahuluan	22
3.3.1.1 Prosedur Kultur Khamir Laut.....	22
3.3.1.2 Prosedur Penentuan Fase Log Khamir Laut	23
3.3.1.3 Prosedur Penentuan Volume Molase Rebus	24

3.3.1.4	Prosedur Pembuatan Hidrolisat Protein Ikan Kresek (<i>Thryssa mystax</i>)	26
3.3.2	Penelitian Utama.....	27
3.3.2.1	Rendemen	28
3.3.2.2	Analisis Proksimat	28
	• Kadar Air	29
	• Kadar Lemak	29
	• Protein	29
	• Kadar Abu	30
	• Karbohidrat	30
3.3.2.3	Uji pH	30
3.3.2.4	Uji Buih	31
3.3.2.5	Uji Emulsi	31
3.3.2.6	Analisis Asam Amino	31
3.3.2.7	Analisis Kalsium	32
3.3.2.8	Uji Derajat Hidrolisis	32
3.4	Hasil Penelitian Pendahuluan	33
3.4.1	Hasil
	Penentuan Fase Logaritmik	33
3.5	Analisis Data	36
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1	Penelitian Utama	37
4.1.1	Kadar Air	39
4.1.2	Kadar Lemak	40
4.1.3	Kadar Protein	41
4.1.4	Kadar Abu	42
4.1.5	Karbohidrat	44
4.1.6	Uji Buih	45
4.1.7	Uji pH	46
4.1.8	Uji Emulsi	47
4.2	Hidrolisat Protein Ikan Kresek Terbaik	48
4.3	Analisis Derajat Hidrolisis	49
4.4	Analisis Total Asam Amino	49
5.	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran	51
	DAFTAR PUSTAKA	52
	LAMPIRAN	59

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi kimia ikan kresek (<i>Thryssa mystax</i>)	6
2. Kandungan nutrisi, asam lemak, asam amino essensial dan mineral khamir laut	9
3. Komposisi kimia molase dan molase rebus	12
4. Beberapa fungsi asam amino essensial dan non essensial	19
5. Selisih kadar air hidrolisat dibandingkan kontrol awal fermentasi	39
6. Selisih kadar lemak hidrolisat dibandingkan kontrol awal fermentasi	40
7. Selisih kadar protein hidrolisat dibandingkan kontrol awal fermentasi	42
8. Selisih kadar abu hidrolisat dibandingkan kontrol awal fermentasi	43
9. Selisih karbohidrat hidrolisat dibandingkan kontrol awal fermentasi	44
10. Selisih uji buih hidrolisat dibandingkan kontrol awal fermentasi	45
11. Selisih uji pH hidrolisat dibandingkan kontrol awal fermentasi	46
12. Selisih uji emulsi hidrolisat dibandingkan kontrol awal fermentasi	47
13. Komposisi kimia hidrolisat protein ikan kresek terbaik dan ikan kresek segar	49
14. Total kandungan asam amino hidrolisat protein ikan kresek	50



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ikan kresek (hasil penelitian, 2014)	5
2. Reaksi hidrolisis protein	17
3. Diagram alir kultur khamir laut	23
4. Pengenceran kultur khamir laut hingga pengenceran 10^{-4}	24
5. Diagram alir pembuatan hidrolisat protein ikan kresek (<i>Thryssa mystax</i>)	27
6. Diagram penelitian utama	28
7. Fase logaritmik khamir laut	33
8. Mikrograf kepadatan khamir laut diamati dari hemositometer dalam berbagai lama kultur dengan perbesaran 1000x ; jam ke-0 (a); jam ke-6 (b); jam ke-12 (c); jam ke-18 (d); jam ke-24 (e); jam ke-30 (f); jam ke-36 (g); jam ke-42 (h); jam ke-48 (i)	34
9. Rendemen hidrolisat protein ikan kresek segar dengan penambahan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda	35
10. Rendemen cairan hidrolisat protein ikan kresek (<i>Thryssa mystax</i>) .	37
11. Kadar air hidrolisat protein ikan kresek (<i>Thryssa mystax</i>)	39
12. Kadar lemak hidrolisat protein ikan kresek (<i>Thryssa mystax</i>)	40
13. Kadar protein hidrolisat protein ikan kresek (<i>Thryssa mystax</i>)	41
14. Kadar abu hidrolisat protein ikan kresek (<i>Thryssa mystax</i>)	42
15. Karbohidrat hidrolisat protein ikan kresek (<i>Thryssa mystax</i>)	44
16. Uji buih hidrolisat protein ikan kresek (<i>Thryssa mystax</i>)	45
17. Uji pH hidrolisat protein ikan kresek (<i>Thryssa mystax</i>)	46
18. Uji emulsi hidrolisat protein ikan kresek (<i>Thryssa mystax</i>)	47



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Perhitungan komposisi kultur khamir laut	59
2. Perhitungan komposisi media pengenceran kultur khamir laut	60
3. Jumlah kepadatan sel khamir laut saat dilakukan pengenceran	61
4. Perhitungan kepadatan sel khamir laut	62
5. Perhitungan penelitian pendahuluan rendemen cair hidrolisat protein ikan kresek dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda	63
6. Perhitungan penelitian rendemen cair hidrolisat protein ikan kresek dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda	64
7. Perhitungan penelitian rendemen pasta hidrolisat protein ikan kresek dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda	65
8. Perhitungan penelitian kadar protein hidrolisat protein ikan kresek dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda	66
9. Perhitungan penelitian kadar air hidrolisat protein ikan kresek dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda	67
10. Perhitungan penelitian kadar lemak hidrolisat protein ikan kresek dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda	68
11. Perhitungan penelitian kadar abu hidrolisat protein ikan kresek dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda.....	69
12. Perhitungan penelitian karbohidrat hidrolisat protein ikan kresek dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda	70
13. Perhitungan penelitian uji pH hidrolisat protein ikan kresek dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda	71
14. Perhitungan penelitian uji emulsi hidrolisat protein ikan kresek dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda	72
15. Perhitungan penelitian uji daya buih hidrolisat protein ikan kresek dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda.....	73
16. Perhitungan penelitian uji derajat hidrolisis hidrolisat protein ikan kresek dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda	74
17. Data proksimat sampel ikan kresek	75
18. Data analisis kalsium pasta hidrolisat protein ikan kresek	76
19. Data kromatografi asam amino pasta hidrolisat protein ikan kresek ...	77
20. Data analisis asam amino pasta hidrolisat protein ikan kresek	78
21. Data analisis asam amino pasta hidrolisat protein ikan kresek	79
22. Data pengamatan penelitian awal hidrolisat protein ikan kresek	80
23. Foto pengkulturan khamir laut	82
24. Foto pengamatan kepadatan sel khamir laut	83
25. Foto proses pembuatan hidrolisat protein ikan kresek	84
26. Foto proses analisis kadar air	85
27. Foto proses analisis kadar lemak	86
28. Foto proses analisis kadar protein	87

29. Foto proses analisis kadar abu	88
30. Foto proses analisis pH	89
31. Foto proses analisis emulsi	90
32. Foto proses analisis daya buih	91



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan kresek (*Thryssa mystax*) merupakan salah satu jenis ikan laut yang dapat dikonsumsi dalam bentuk segar, asin, kering, dan juga sebagai bahan dasar terasi ikan. Di daerah Kenjeran, jenis ikan ini banyak dimanfaatkan sebagai ikan asin. Ikan ini tergolong jenis ikan pelagis namun sering dijumpai memasuki perairan mangrove dan perairan payau (Sulistiono *et.al.*, 2009). Ikan kresek memiliki komposisi nilai gizi yaitu kadar air 69,9%; protein 21,3%; lemak 2,7%; kadar abu 1,42% dan karbohidrat 1,4% (Vijayakumar, 2014). Tingginya nilai gizi khususnya protein pada ikan kresek tersebut dapat menjadi alternatif yang bagus sebagai bahan hidrolisat protein ikan.

Hidrolisat protein merupakan protein yang mengalami degradasi baik secara hidrolitik, fermentasi dan enzimatis dengan hasil akhir berupa senyawa protein yang lebih sederhana (Girinda, 1993). Penggunaan enzim proteolitik biasanya untuk mempercepat proses hidrolisis dalam kondisi terkontrol yang mengandung peptida dengan berat molekul yang lebih rendah dan asam amino bebas dalam bentuk cairan yang dibuat dari ikan atau limbah hasil perikanan (Purbasari, 2008). Aplikasi produk hidrolisat protein salah satunya yaitu hidrolisat protein ikan (HPI) yang digunakan dalam pengolahan bahan makanan tambahan dengan tujuan selain menambah sumber protein yang kaya dengan asam amino juga meningkatkan cita rasa produk (Kirk dan Othmer, 1953). Pemanfaatan hidrolisat protein ikan tersebut dikarenakan tingkat kelarutan dan daya pencernaan HPI yang cukup tinggi (Giyatmi, 2001). Proses produksi hidrolisat protein ikan dapat dilakukan dengan fermentasi.

Fermentasi merupakan proses pemecahan karbohidrat dan asam amino secara anaerobik dengan menambahkan starter mikroorganisme (kapang atau

bakteri) yang sesuai dengan substrat dan tujuan proses fermentasi. Dengan jangka waktu yang tepat, proses fermentasi dapat menghasilkan hidrolisat protein yang optimal karena komponen kompleks dipecah menjadi bentuk yang lebih sederhana (Tampoebolon, 2009). Proses fermentasi mengakibatkan terjadinya perubahan fisik dan kimia yang dapat memperbaiki aspek gizi, daya cerna serta daya simpan produk yang difermentasi (Buckle *et.al.*, 1987). Pada proses fermentasi kali ini, mikroorganisme yang berperan yaitu khamir laut.

Khamir laut merupakan khamir yang mampu hidup di lingkungan bersalinitas tinggi (air laut) (Kohlmeyer dan Kohlmeyer, 1979). Khamir dapat tumbuh dan berkembang biak dengan memanfaatkan heksosa monosakarida seperti glukosa, fruktosa, manosa, dan galaktosa sebagai substrat pertumbuhan. Sehingga salah satu peranan penting khamir laut yakni sebagai penghasil enzim yang dapat mengkatalis karbohidrat, lemak, dan protein dari suatu bahan pangan (Febriani, 2008). Ditambahkan Chi *et.al.*, (2009), bahwa khamir laut dapat menghasilkan enzim ekstraseluler seperti amilase, protease asam, fitase, lipase, inulinase dan toksin pembunuh. Ruriani *et.al.*, (2012) mengemukakan bahwa mikroorganisme ini membutuhkan nutrisi yang sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangbiakannya. Unsur-unsur dasar yang dibutuhkan adalah karbon, hidrogen, oksigen, fosfor, zat besi dan magnesium. Unsur karbon banyak diperoleh dari gula. Alternatif lain sebagai pengganti sumber karbon yaitu dengan penambahan molase.

Molase banyak mengandung gula yakni 48-56% gula yang dapat difermentasi, yang terdiri dari 70% sukrosa dan 30% gula invers. Molase merupakan limbah dari industri gula yang kaya akan biotin, asam pantotenat, tiamin, fosfor dan sulfur (Sulistyo *et.al.*, 2007). Selama ini hasil penelitian menunjukkan molase yang digunakan yaitu molase segar dan belum ada yang menggunakan perlakuan perebusan. Menurut Susanto dan Setyohadi, (2011),

perebusan molase dapat menyebabkan sebagian sukrosa dalam molase akan terhidrolisis menjadi senyawa yang lebih sederhana yaitu gula invert (fruktosa dan glukosa). Ditambahkan Sukoso (2012), senyawa karbon dari jenis monosakarida (glukosa, fruktosa, dan galaktosa) dapat diasimilasi lebih cepat dibandingkan dengan disakarida (sukrosa dan maltosa), sehingga dapat segera digunakan khamir laut untuk pertumbuhannya.

Hasil penelitian sebelumnya Kurniawan (2012) didapatkan hidrolisat protein tinta cumi-cumi menggunakan enzim papain menghasilkan protein terbaik 36,31mg/ml dengan asam amino glutamat tertinggi sebesar 0,35% dilanjutkan Fathony (2014) didapatkan hidrolisat protein kepala udang menggunakan molase rebus menghasilkan protein terbaik 65,06% dengan asam amino glutamat tertinggi sebesar 4,98%. Berdasarkan hasil tersebut, peneliti hendak menunjukkan kualitas hasil fermentasi pembuatan hidrolisat protein dari ikan kresek (*Thryssa mystax*) menggunakan starter khamir laut dengan penambahan sumber karbon berupa molase rebus.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, rumusan masalah yang mendasari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Pada konsentrasi volume keberapakah khamir laut mampu mendegradasi substrat secara optimal ?

1.3 Tujuan

- Untuk mengetahui konsentrasi terbaik pada khamir laut dalam mendegradasi substrat berdasarkan volume molase dan lama fermentasi yang berbeda

1.4 Hipotesis

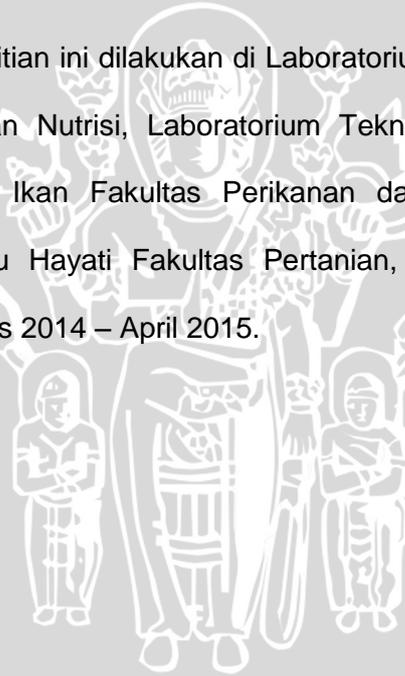
Hi : ada pengaruh volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda terhadap kualitas hidrolisat protein Ikan kresek (*Thryssa mystax*).

1.5 Kegunaan

- Memanfaatkan ikan kresek (*Thryssa mystax*) menjadi hidrolisat protein ikan.
- Mengetahui pengaruh penggunaan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda terhadap kualitas terbaik hidrolisat protein ikan kresek (*Thryssa mystax*).

1.6 Tempat & Waktu

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Keamanan Pangan, Laboratorium Biokimia dan Nutrisi, Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan, Laboratorium Reproduksi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan dan Laboratorium Sentral Ilmu Hayati Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang pada bulan Agustus 2014 – April 2015.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Kresek (*Thryssa mystax*)

Ikan kresek, cangkang atau bido (Sulawesi selatan), khoira (India) dan di dunia lebih dikenal dengan *Moustached thryssa* merupakan jenis ikan bertulang sejati (Teleostei) dan masuk dalam golongan ikan pelagis kecil. Taksonomi ikan kresek (*Thryssa mystax*) menurut Selvam *et.al.*, (2013) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Kelas	: Osteichthyes
Subkelas	: Actinopterygii
Ordo	: Clupeiformes
Famili	: Engraulidae
Subfamili	: Coilineae
Genus	: <i>Thryssa</i>
Spesies	: <i>Thryssa mystax</i>
Nama lain	: <i>Engraulis mystax</i> , <i>Scutengraulis valenciennesi</i> , <i>Stolephorus valenciennesi</i>
Nama Inggris	: Moustached thryssa



Gambar 1. Ikan Kresek (Hasil Penelitian, 2014)

Ikan kresek dilihat pada **Gambar 1.** menurut Fatimah (2006), ikan ini mempunyai bentuk tubuh pipih, sirip ekor bercagak, tidak bersambungan dengan sirip dubur, sisik tebal berada antara sirip dada dan sirip dubur. Panjang ikan 3

sampai 5 kali panjang sirip dubur, dari mulut sampai dubur bersisik tebal. Sirip dubur terletak dibawah atau sedikit di belakang ujung sirip punggung. Daerah penyebaran ikan kresek terdapat di sepanjang pantai perairan Indonesia terutama di Jawa, Sumatra bagian Timur, sepanjang Kalimantan, Sulawesi Selatan, Arafuru, ke utara sampai Teluk Benggala, sepanjang pantai Laut Cina Selatan, ke selatan sampai utara Queensland (Australia). Menurut hasil proksimat laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian (2014) didapatkan komposisi sebagai berikut :

Tabel 1. Komposisi Kimia Ikan Kresek (*Thryssa mystax*)

Kandungan	Presentase
Protein	15,86 %
Lemak	1,50 %
Air	74,40 %
Abu	6,05 %
Karbohidrat	2,19 %
Ca (ppm)	263,92 %

2.2 Khamir Laut

Khamir atau yeast merupakan mikroba bersel satu yang bersifat mikroskopik berbentuk bulat (sferoid), elips, batang atau silindris dan tidak mempunyai flagel tetapi beberapa jenis tertentu dapat membentuk filamen (*pseudomisellium*). Khamir juga dapat berkembang biak secara seksual dengan membentuk spora (Febriani, 2008). Terdapat jenis-jenis khamir antara lain *S.cerevisiae*, *C.utilis*, *C.tropicalis*, *R.glacilis*, *R.pilimanae*, *R.rubra*. Khamir jenis tersebut berperan dalam memecah gula dan produksi massa sel (Waluyo, 2007). Ditambahkan Mangunwijaya dan Suryani (1994), khamir memiliki kemampuan untuk meningkatkan bahan bermutu rendah menjadi bahan yang berprotein tinggi.

Khamir laut merupakan khamir yang mampu hidup di lingkungan bersalinitas tinggi (air laut) (Kohlmeyer dan Kohlmeyer, 1979). Karakteristik

khamir laut tidak jauh berbeda dengan khamir laut pada umumnya kecuali habitat. Khamir dapat tumbuh dan berkembang biak dengan memanfaatkan heksosa monosakarida seperti glukosa, fruktosa, manosa, dan galaktosa sebagai substrat pertumbuhan. Peranan penting khamir laut yakni sebagai penghasil enzim yang dapat mengkatalis karbohidrat, lemak, dan protein dari suatu bahan pangan (Febriani, 2008). Ditambahkan Chi *et.al.*, (2009), bahwa khamir laut dapat menghasilkan enzim ekstraseluler seperti amilase, protease asam, fitase, lipase, inulinase dan toksin pembunuh. Ruriani *et.al.*, (2012) mengemukakan bahwa mikroorganisme ini membutuhkan nutrisi yang sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangbiakannya. Unsur-unsur dasar yang dibutuhkan adalah karbon, hidrogen, oksigen, fosfor, zat besi dan magnesium. Unsur karbon banyak diperoleh dari gula.

Beberapa khamir laut dapat ditemukan pada suhu -3°C sampai $+13^{\circ}\text{C}$, salinitas sekitar 35% dan pada kedalaman 4000m. Air laut biasanya dapat mengandung 10-100 khamir laut per liter, namun jumlah tersebut dapat meningkatkan secara drastis apabila di daerah muara. Tebal dinding sel pada khamir laut mencapai 100-200nm, beratnya 15-25% dari berat kering biomassa, tidak berklorofil namun beberapa mempunyai pigmen (Walker, 1998). Kisaran pH dari 4,0-4,5 dan kisaran suhu optimum $25-30^{\circ}\text{C}$ dengan suhu maksimum $35-47^{\circ}\text{C}$ (Waluyo, 2007). Untuk mendapatkan jenis khamir yang diinginkan maka dilakukan pengisolasian khamir laut.

2.2.1 Isolasi Khamir Laut

Khamir laut pertama diisolasi oleh Fischer pada tahun 1886 sampai 1894 yang kemudian dilanjutkan oleh Zo Bell dan Feltham. Sebelumnya pada tahun 1976 dilaporkan bahwa khamir laut dari Biscayne Bay Florida diperoleh isolat yang terdiri dari spesies *Saccharomyces*, *Hansenula*, *Debaryomyces*, *Candida*,

Cryptococcus, *Rhodotorula*, *Trichosporon*, dan *Torulopsis*. Dua spesies khamir laut tidak berspora, *Candida tropicalis* dan *Rhodotorula mucilaginosa* merupakan khamir laut yang melimpah dan terdistribusikan di Bay (Fell *et.al.*, 1976). Dilanjutkan pada tahun 1979 telah teridentifikasi 177 khamir (fungi uniseluler) dari perairan laut, sebagian kecil merupakan khamir obligat (benar-benar habitatnya diperairan laut) (Kohlmeyer dan Kohlmeyer, 1979).

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

2.2.2 Komposisi Kimia Khamir Laut

Komposisi kimia dari khamir laut yaitu dinding sel terdiri dari glukukan atau selulosa khamir (3-35%), mannan (30%), lemak (8,5-13%), protein (6-8%) dan kitin (1-2%) dari berat kering sel (Waluyo, 2007). Kandungan nutrisi pada khamir laut diketahui mengandung asam amino, sulfurnya rendah tetapi merupakan sumber yang baik akan vitamin B, sedikit mengandung vitamin E, dan provitamin D (Sukoso, 2012). Selain itu, vitamin B kompleks seperti thiamin, riboflavin, nicotinat dan biotin juga dimiliki pada khamir laut. Selama pertumbuhannya, khamir laut mempunyai daya cerna yang tinggi dan dapat meningkatkan aktifitas tripsin dalam mencerna protein (Febriani, 2006). Kandungan nutrisi asam lemak,

asam amino esensial dan mineral khamir laut dapat dilihat pada **tabel 2** sebagai berikut:

Tabel 2. Kandungan nutrisi, asam lemak, asam amino esensial, dan mineral khamir laut

Kandungan		Presentase (%)	mg/100g
Analisa proksimat :	Bahan kering oven	71,85	-
	Abu	66,09	-
	Protein	28,29	-
	BETN	4,33	-
	Serat kasar	0,95	-
	Lemak	0,34	-
Asam lemak :	Stearat	28,726	-
	Palmitat	17,437	-
	Oleat	14,447	-
	Linoleat	7,469	-
	Laurat	1,842	-
	Linolenat	0,875	-
Asam amino esensial :	Metionin + sistin	0,773	-
	Lisin	0,463	-
	Valin	0,342	-
	Leucin	0,318	-
	Isoleucin	0,310	-
	Phenylalanin	0,274	-
	Histidin	0,262	-
	Arginin	0,206	-
	Thereonin	0,187	-
Mineral :	Ca	-	2,161
	P	-	2,276
	Cl	-	7.452,459
	Mn	-	2.844
	Zn	-	266.241
	Mg	0,09	-

Sumber: Fathony dan Sukoso (2014).

2.2.3 Manfaat Khamir Laut

Zhenming *et.al.*, (2006) mengungkapkan bahwa khamir laut dapat menghasilkan berbagai senyawa bioaktif seperti protein sel tunggal, asam amino, probiotik, vitamin, glutation, β -carotenoid, glukukan, amilase, phytase, pembunuh toksin, dan protease. Chi *et.al.*, (2009) menambahkan bahwa khamir laut merupakan sumber biologi yang belum tersentuh dalam produksi enzim, sehingga dapat berpotensi sebagai bahan penghidrolisis. Didukung oleh Wang *et.al.*, (2007), melaporkan bahwa 9 strain khamir (isolat dari sedimen air laut,

lumpur beragam, usus ikan laut dan ganggang laut) yang ditumbuhkan dalam media dengan minyak zaitun dapat menghasilkan lipase.

Potensi bioteknologi yang dimiliki khamir laut cukup besar dan dapat diaplikasikan dalam kehidupan manusia. Khamir juga dapat menghasilkan beberapa komponen seperti inulinase. Enzim ini dapat diterima di kalangan masyarakat karena telah diterapkan dalam produksi bahan bakar etanol dan sirup yang mempunyai kandungan fruktosa tinggi. D-fruktosa merupakan pemanis yang 70% lebih tinggi dibandingkan sukrosa. Oleh sebab itu kandungan gula yang dihasilkan khamir laut cocok untuk substrat dalam formula fermentasi (Bharathi *et.al.*, 2011). Fardiaz (1992) menambahkan bahwa gula yang umumnya dapat difermentasi oleh khamir adalah glukosa, galaktosa, maltose, sukrosa, laktosa, trehalosa, melibiosa dan raffinosa.

2.3 Molase

Molase atau tetes tebu adalah hasil samping dari proses kristalisasi gula yang berulang-ulang sehingga tidak memungkinkan diproses menjadi gula. Molase merupakan salah satu bahan berpati, namun belum banyak dimanfaatkan sebagai bahan pokok (Wiratno *et.al.*, 2013). Sari (2011) menjelaskan tetes tebu ini tidak dapat dikristalkan lagi dalam bentuk sukrosa akan tetapi masih mengandung kadar gula tinggi 50-60%, asam amino dan mineral. Hal tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku bioethanol. Dalam 1000Kg tetes tebu terkandung 450-520Kg gula yang bisa menghasilkan 250L etanol.

Molase ini dapat digunakan untuk produksi alkohol karena mengandung gula 48-50%. Molase mengandung sukrosa, glukosa, fruktosa, nitrogen, silica, kalium dan sulfur. Sebelum digunakan, molase terlebih dahulu diuji kepekatan, gula invert, kadar alkohol dan berat jenisnya. Asam sulfat biasanya digunakan

untuk mengatur pH molase agar kondisinya optimum untuk pertumbuhan khamir dan digunakan sebagai pencegah tumbuhnya mikroorganisme lain yang tidak diharapkan serta memenuhi kebutuhan unsur belerang (Hidayat *et.al.*, 2006).

Murni *et.al.*, (2008), menambahkan bahwa hingga saat ini dikenal 4 jenis molase yaitu : 1) Surgance molasses adalah molase yang berasal dari industri pengolahan tebu menjadi gula. Jenis ini lebih sering digunakan sebagai komponen dalam pembuatan pakan dibandingkan molase jenis yang lainnya, 2) Citrus molasses adalah limbah yang dihasilkan dalam proses pengolahan jeruk, 3) Wood molasses merupakan molase yang didapat dari industri kertas, fiber board dan selulosa murni, 4) Beet molasses merupakan limbah dari pengolahan bit menjadi gula bit. Nurcahyo (2011) menambahkan molase digunakan secara luas sebagai bahan baku fermentasi dan untuk produksi antibiotik, asam organik, dan khamir untuk pembuatan roti, bumbu masak (MSG) atau diberikan langsung untuk makanan ternak.

2.3.1 Komposisi Kimia Molase

Kandungan kimia molase yaitu biotin, asam pantotenat, tiamin, fosfor, sulfur dan nitrogen organik yang sedikit. Molase mengandung 62% gula yang terdiri dari 32% sukrosa, 14% glukosa, dan 16% fruktosa. Karbohidrat yang terkandung dalam molase dapat langsung dimanfaatkan untuk fermentasi tanpa perlu dilakukan perlakuan pendahuluan karena berbentuk gula (Hidayat *et.al.*, 2006). Komposisi kimia molase dan molase rebus dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Komposisi Kimia Molase dan Molase Rebus

Komposisi Kimia	Kandungan (%)	
	Molase	Molase Rebus
Kandungan Gula	Fruktosa	4,5652
	Gula reduksi	1,5602
	Sukrosa	0,5299
Proksimat	Air	66,20
	Protein	23,23
	Karbohidrat	6,36
	Abu	4,13
	Lemak	0,08
	Asam amino	2,912
Asam amino	L-Asam Glutamat	3,954
	L-Prolin	0,350
	L-Alanin	0,512
	L-Asam Aspartat	0,405
	L-Serin	0,069
	L-Glisin	0,051
	L-Valin	0,046
	L-Lisin	0,035
	L-Leusin	0,027
	L-Isoleusin	0,024
	L-Treonin	0,021
	L-Tirosin	0,015
	L-Histidin	0,014
	L-Fenilalanin	0,009
	L-Meitionin	0,008
	L-Arginin	0,007
	L-Sistein	-

Sumber : Rohim (2014)

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

2.3.2 Pengaruh Perebusan terhadap Molase

Pengolahan panas seperti perebusan merupakan salah satu cara yang telah dikembangkan untuk memperpanjang masa simpan bahan pangan. Menurut Widyati (2004), perebusan adalah proses memasak makanan dalam cairan yang sedang mendidih (100°C) yang bertujuan untuk menghomogenkan atau memasak suatu substansi yang dapat menghilangkan atau membunuh mikroorganisme lain. Apabila gula dilakukan perebusan maka akan membentuk warna kecoklatan. Pengolahan berlanjut juga dapat menghasilkan produk pangan dengan sifat-sifat yang diinginkan yaitu aman, bergizi dan dapat diterima dengan baik secara sensori maupun kimia. Namun, pengolahan juga dapat menimbulkan hal sebaliknya seperti kehilangan zat gizi dan perubahan sensori (warna, tekstur, bau dan cita rasa).

Pada saat perebusan molase, setiap molekul sukrosa akan dipecah menjadi glukosa dan fruktosa yang disebut dengan gula invert (Winarno, 2004). Menurut Sukoso (2012), invert sukrosa menyebabkan berkurangnya hasil dan kadar air yang tinggi pada produk akhir. Selain itu apabila gula tebu atau molase dipanaskan akan memecah ikatan pada molekul kompleks menjadi bentuk molekul yang lebih sederhana sehingga memudahkan khamir laut untuk memanfaatkan molase sebagai nutrient untuk pertumbuhan khamir laut.

2.3.3 Manfaat Molase terhadap Pertumbuhan Khamir Laut

Penggunaan molase sebagai sumber karbon dalam fermentasi karena adanya kandungan gula dan berbagai nutrisi yang diperlukan mikroorganisme untuk pertumbuhannya. Pertumbuhan sel dengan menggunakan sumber karbon molase cenderung lebih tinggi disebabkan oleh komposisi molase yang cukup kompleks dan dapat digunakan sebagai pengganti glukosa sehingga mempengaruhi metabolisme sel tersebut (Kusmiati *et.al.*, 2011). Khamir dapat

mengubah senyawa gula menjadi alkohol dan juga memproduksi metabolit-metabolit lain dalam jumlah kecil, yaitu gliserol, asam suksinat, alkohol rantai panjang, 2.3 butanadiol, sedikit asetaldehid, asam asetat, dan asam laktat (Fardiaz, 1992). Febriani (2008) mengungkapkan bahwa aktivitas ini didukung oleh keberadaan sumber energi yang tersedia dari molase yang banyak mengandung gula, sebagai sumber karbon dan energi bagi khamir laut untuk pertumbuhannya.

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

2.4 Fermentasi

Fermentasi merupakan pengolahan pangan yang dihasilkan dari metabolisme mikroorganisme bakteri, khamir dan kapang yang berlangsung secara anaerobik yang memberikan efek pengawetan pangan. Pada proses ini terjadi perubahan kimia yang diakibatkan oleh aktifitas enzim. Fermentasi oleh bakteri, khamir atau kapang mengakibatkan perubahan pada tekstur, citarasa dan aroma dari bahan pangan (Tejasari, 2005). Menurut Adawyah (2011), prinsip fermentasi adalah penguraian secara biologis atau semibiologis terhadap senyawa kompleks terutama protein menjadi senyawa yang lebih sederhana. Proses ini berlangsung dalam suasana yang terkontrol. Selama fermentasi berlangsung, protein akan dihidrolisis menjadi asam-asam amino dan peptida yang selanjutnya akan terurai menjadi komponen lain.

Dalam fermentasi terjadi proses pemecahan karbohidrat dan asam amino secara anaerobik, yaitu tanpa memerlukan oksigen. Senyawa yang dapat dipecah dalam proses fermentasi paling utama adalah karbohidrat, sedangkan asam amino hanya dapat difermentasi oleh beberapa jenis bakteri tertentu (Fardiaz, 1992). Dalam proses fermentasi juga dapat mengakibatkan terjadinya perubahan fisik yang dapat memperbaiki aspek gizi, daya cerna serta daya simpan produk yang difermentasikan (Buckle *et.al.*, 1987).

2.4.1 Efektifitas Fermentasi dengan Biokatalisator Khamir Laut

Salah satu syarat mikroba yang digunakan dalam proses fermentasi adalah yang kemampuannya menghasilkan enzim dalam jumlah besar misalnya khamir. Khamir merupakan salah satu organisme bersel tunggal dengan wujud kehidupan yang lengkap sehingga khamir memiliki produktivitas enzim dan kapasitas fermentatif yang lebih tinggi dibandingkan dengan makhluk hidup lainnya (Desrosier, 1988). Khamir laut akan menghasilkan enzim protease yang berfungsi untuk menghidrolisis substrat yang akan dioalah pada fermentasi. Khamir mempunyai protein cukup tinggi yaitu kira-kira ($N \times 6.25$) sebesar 40-48% protein kasar. Disamping itu khamir juga mampu menghasilkan enzim protease yang dapat digunakan dalam mendegradasi protein pada substrat saat proses fermentasi berlangsung (Winarno, 2007).

Pada awal proses fermentasi, khamir membutuhkan oksigen sebagai media pertumbuhannya sehingga fermentasi berlangsung secara aerob. Pada kondisi aerob proses fermentasi, maka etanol yang terbentuk lebih sedikit karena terjadi respirasi yang mengakibatkan terjadinya konversi gula menjadi sel, CO_2 , dan Air. Suhu optimum yang digunakan dalam pertumbuhan khamir yaitu 25-30°C dan maksimum pada 35-47°C. Sedangkan pH optimumnya antara 4-5. Perubahan pH mempengaruhi pembentukan hasil samping fermentasi. Nilai pH

pertumbuhan berhubungan erat dengan pembentukan asam piruvat. Pada pH tinggi maka fase lag akan lebih singkat dan aktivitas fermentasi akan meningkat pula (Rahim, 2009).

2.5 Hidrolisat Protein

Hidrolisat protein ikan adalah suatu produk cairan yang dibuat dari ikan rucah dengan penambahan bahan penghidrolisis berupa asam, basa atau enzim dengan hasil akhir berupa campuran komponen protein. Secara umum proses hidrolisis menggunakan teknik enzimatik. Hidrolisat protein ikan ini sangat kaya akan asam amino esensial yang dibutuhkan oleh tubuh (Indratwari, 2010). Hidrolisat sering kali digunakan dalam penyedap makanan seperti kaldu, keju, biskuit dan lain-lain yang dapat memberikan flavor yang lebih baik (Widyasari, 2000). Purbasari (2008) menyatakan bahwa pembuatan hidrolisat merupakan salah satu usaha dalam menambah sumber protein yang kaya dengan asam amino guna mengatasi defisiensi protein.

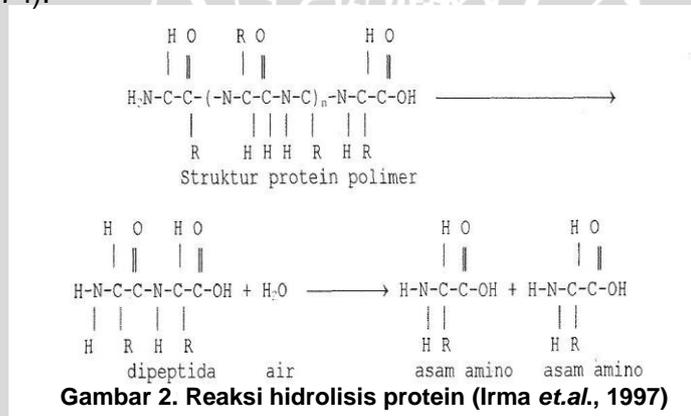
Haslina (2012) menyatakan produk hidrolisat protein mempunyai kadar protein yang tinggi sehingga cocok digunakan sebagai fortifikasi bahan pangan berprotein rendah seperti patilo yaitu salah satu jajanan tradisional Gunung Kidul yang diolah dari ampas singkong terfermentasi dan dicampur pati singkong. Pigot dan Tucker (1990) mengungkapkan bahwa HPI dapat digunakan sebagai bahan pengganti albumin telur pada proses pembuatan es krim, agar-agar dan secara fungsional dapat digunakan sebagai bahan pengemulsi, pengembang, dan pengisi. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Koesoemawardi, (2009) yang menyatakan bahwa dengan meningkatnya protein terlarut maka kapasitas lemak menurun dan daya buih meningkat.

Sejalan dengan perkembangannya, HPI dapat digunakan sebagai nutrisi atlet bidang olahraga untuk meningkatkan pemulihan pasca latihan. Hal ini

dikarenakan protein hidrolisat mengandung protein dan asam amino yang dapat merangsang sintesis protein sehingga mencegah terjadinya kerusakan protein dan meningkatkan keseimbangan protein setelah latihan (Loon, 2007). Berdasarkan penelitian Liu *et.al.*, (2013) menunjukkan bahwa protein yang larut air dapat digunakan sebagai anti obesitas, misalnya hidrolisat protein.

2.5.2 Teknologi Hidrolisat Protein dengan Biokatalisator Khamir Laut

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



Gambar 2. menjelaskan bahwa protein yang terdiri dari rantai polipeptida pada proses hidrolisis akan dipecah oleh enzim membentuk ikatan-ikatan dipeptida dan setiap ikatan dipeptida akan membebaskan satu molekul air. Ikatan-ikatan peptida yang terputus juga akan membebaskan sejumlah komponen asam-asam amino. Bila hidrolisis dilakukan dengan sempurna maka akan diperoleh hidrolisat dengan 18-20 asam amino (Irma *et.al.*, 1997). Ping

et.al., (2006), menyatakan khamir laut berpotensi dijadikan bahan penghidrolisis karena kandungan alkaline proteasenya yang tinggi.

Ditambahkan Waluyo (2007), bahwa khamir laut yang digunakan sebagai starter dalam pembuatan hidrolisat protein ikan peperek dapat menghasilkan tujuh macam asam lemak dan ditambah EPA (*Eicosa Pentaenoic Acid*) serta DHA (*Docosa Hexaenoic Acid*). Jannah (2012) juga menyatakan bahwa kapasitas hidrolisis protein kerang darah (*Anadara granosa*) oleh khamir laut yang dipanen pada fase log hari ke-3 didapatkan kondisi optimal yaitu pH 13, suhu 44°C selama 80 menit dan menghasilkan 17 macam asam amino.

2.6 Protein dan Asam Amino

Protein adalah sumber-sumber asam amino yang mengandung unsur-unsur C, H, O, N yang tidak dimiliki oleh lemak dan karbohidrat. Molekul protein juga mengandung fosfor, belerang dan ada jenis protein yang mengandung unsur logam seperti besi dan tembaga (Winarno, 2004). Satu molekul protein mengandung 500 asam amino, asam amino tersebut saling terikat dengan ikatan peptida. Gugus asam amino (NH_2) dan suatu asam amino bereaksi dengan gugus asam ($-\text{COOH}$) dari asam amino berikutnya. Dalam pembentukan ikatan peptida tersebut dibebaskan satu molekul air (Gaman dan Sherrington, 1992).

Protein mampu berinteraksi dengan senyawa lain, baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga berpengaruh pada aplikasi proses, mutu dan penerimaan produk. Sifat-sifat inilah yang disebut dengan sifat fungsional protein, seperti water binding, kelarutan, pembentukan gel, flavor binding dan aktifitas permukaan (Haslina *et.al.*, 2006). 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 dan non esensial dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Beberapa fungsi asam amino esensial dan non esensial

Asam Amino	Fungsi
Esensial :	
Histidin	Prekursor histamin, penting untuk pertumbuhan fisik, mental sempurna dan menanggulangi penyakit rematik.
Isoleusin	Pertumbuhan bayi dan keseimbangan nitrogen bagi orang dewasa.
Leusin	Merangsang pembentukan insulin yang berlebih oleh pankreas.
Lisin	Untuk <i>crosslinking</i> protein dalam biosintesis karnitin, menyembuhkan herpes kelamin.
Metionin	Produksi sulfur, menjaga kenormalan metabolisme, sebagai antioksidan dan merangsang serotonin sehingga dapat menghilangkan ngantuk.
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 primidin.
Sistein	Sebagai prekursor taurin (proses konjugasi asam empedu).
Glutamat	Produksi 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 kholin.
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.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini terdiri dari dua macam yaitu bahan utama dan bahan tambahan. Bahan utama yaitu ikan kresek (*Thryssa mystax*) yang nantinya akan di aerasi dengan campuran molase dan khamir untuk didapatkan hidrolisat protein ikannya. Ikan kresek (*Thryssa mystax*) didapatkan dari nelayan pesisir Pantai Kenjeran, Surabaya. Selain itu, khamir laut yang digunakan didapatkan dari hasil isolasi kultur khamir laut oleh Sukoso (2012). Bahan-bahan penunjang lain yang digunakan berupa air laut, gula pasir, pupuk daun (Grow Up), kapas, plastik *wrap* dan aquadest. Sedangkan bahan yang digunakan untuk analisis kimia terdiri dari silika gel, benang kasur, kertas saring, n-heksan, H_2SO_4 , tablet kjeldahl, aquades, H_3BO_3 , NaOH, HCl, indikator *metil orange*, larutan OPA (*O-Phthaldehyde*), metanol, merkptoetanol, BF_3 metanol, NaCl, Na_2SO_4 anhidrous, kertas label, dan minyak jagung didapatkan dari Makmur Jalan Griya Shanta Malang.

3.1.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari peralatan untuk pembuatan kultur khamir laut, perhitungan fase kepadatan sel khamir laut, pembuatan hidrolisat protein dan peralatan untuk analisa. Peralatan yang digunakan untuk pembuatan kultur khamir laut dan fase perhitungan kepadatan sel khamir laut terdiri dari botol kaca, panci perebusan, kompor gas, pipet volume 10mL, bola hisap, timbangan digital, *aerator*, selang *aerator*, spatula, *beaker glass* 1000mL, *sprayer*, rak tabung reaksi, tabung reaksi, *vortex mixer*, spatula, gelas ukur 10mL, *Petroff-Hauser Chamber (Haemocytometer)*, mikropipet, *cover*

glass, mikroskop dan *handy tally counter*. Sedangkan peralatan yang digunakan untuk pembuatan hidrolisat protein ikan kresek (*Thryssa mystax*) terdiri dari kompor, panci, *beaker glass* 1000mL, timbangan digital, piring, bola hisap, pipet volume 10mL, botol, sentrifus, selang, aerator, blender, dan *food processor*.

Alat-alat yang digunakan untuk analisis kimia terdiri dari pH meter, oven, desikator, botol timbang, loyang, *crushable tang*, *gold fisch*, sampel tube, gelas piala, gelas ukur, corong, timbangan digital, kuvet, sentrifus, pipet tetes, pipet volume 10mL, bola hisap, cawan petri, spatula, tabung reaksi, rak tabung reaksi, *beaker glass*, cawan porselen, destruksi, destilasi, statif, buret, *hot plate*, *muffle*, dan *High Performance Liquid Chromatography*.

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode deskriptif eksplorasi. Metode deskriptif eksplorasi dilakukan dengan cara mendeskripsikan fakta-fakta yang kemudian disusul dengan analisis. Metode ini dipilih untuk menggambarkan keadaan objek yang diteliti dan menemukan hal-hal yang menjadi bagian penting dalam penelitian (objek). Dengan demikian, metode deskriptif eksplorasi akan menghasilkan bentuk kajian yang mendalam tentang objek yang diteliti (Ratna, 2012). Ditambahkan Nazir (2003) bahwa eksplorasi adalah observasi yang dilakukan dengan kondisi yang dibuat dan diatur oleh peneliti. Penelitian ini dilakukan dengan mengadakan manipulasi terhadap objek penelitian dan adanya penggunaan kontrol. Dalam metode ini seringkali ditemui kritik karena interpretasi yang salah asumsi maupun desain percobaan yang kurang sempurna.

Tujuan dari penelitian deskriptif eksplorasi bukan untuk mengumpulkan data dan deskripsinya melainkan untuk menemukan faktor-faktor yang menjadi penyebab dan akibat. Eksplorasi yang dilakukan di dalam laboratorium lebih

mudah untuk dilakukan karena adanya fasilitas dan situasi khusus yang terpisah dari gangguan luar. Hal ini yang memungkinkan adanya manipulasi variabel sesuai dengan situasi yang dikehendaki (Surakhmad, 2004). Nasution (2011) menambahkan bahwa desain penelitian eksplorasi dilakukan untuk mengetahui pengaruh variabel tertentu terhadap sesuatu dalam kondisi yang terkontrol. Kesulitan yang ditemui dalam prosedur penelitian ini yaitu kesulitan dalam menyusun kelompok kontrol yang sama atau kelompok yang dikendalikan.

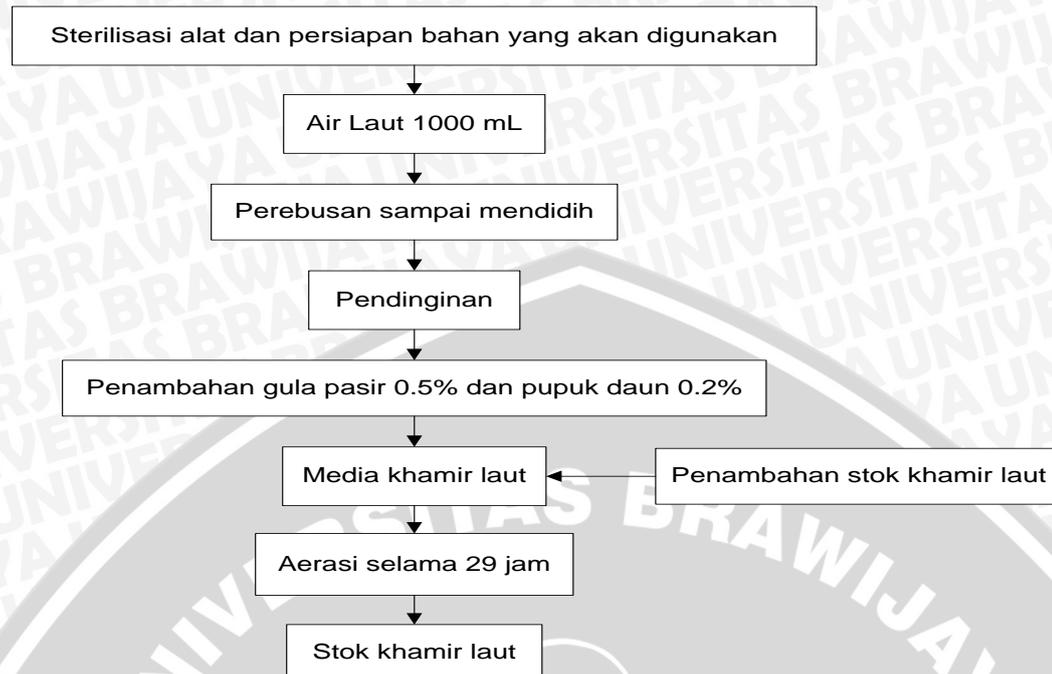
3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Penelitian Pendahuluan

Kegiatan dalam penelitian pendahuluan meliputi prosedur pembuatan kultur khamir laut sehingga didapatkan waktu penetapan fase log khamir laut. Penetapan konsentrasi molase yang tepat guna menghasilkan proses hidrolisis protein ikan juga dilakukan dalam penelitian pendahuluan ini.

3.3.1.1 Prosedur Kultur Khamir Laut (Hidayat *et.al.*, 2006)

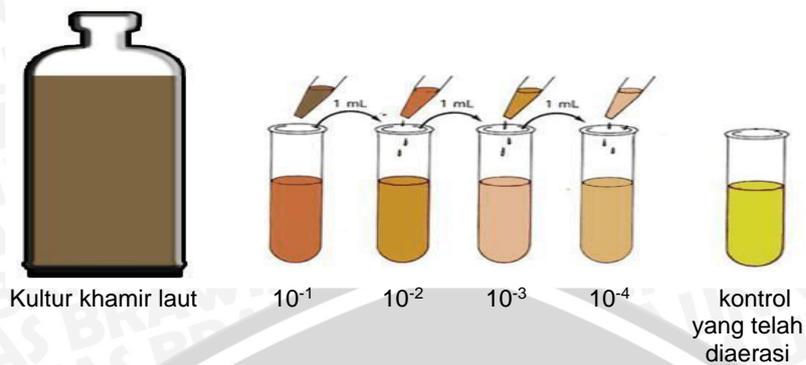
Perlakuan kultur khamir dilakukan untuk memperbanyak jumlah khamir yang nantinya digunakan dalam proses fermentasi. Tahapnya yaitu dilakukan secara aerobik dengan aerasi udara pada suhu 28-30°C. Proses ini dilakukan terus-menerus sampai jumlah khamir yang dibutuhkan tercukupi untuk fermentasi. Diagram alir proses kultur khamir laut dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Diagram Alir Kultur Khamir Laut

3.3.1.2 Prosedur Penentuan Fase Log Khamir Laut (Jannah, 2012)

Prosedur penentuan fase log dilakukan dengan pengamatan melalui *haemocytometer* dan mikroskop. Pengamatan dilakukan setiap 6 jam sekali dengan cara mengukur kepadatan kultur khamir laut dengan menggunakan *haemocytometer* yang diamati menggunakan mikroskop. Penggunaan pupuk daun *grow more* dapat mempersingkat waktu pengamatan lebih efisien dikarenakan pupuk jenis ini mempercepat pertumbuhan khamir laut. Kultur khamir laut diamati mulai dari hari pertama pengkulturam jam ke-0 sampai jam ke-48. Foto pengamatan kepadatan sel khamir laut dapat dilihat pada **Lampiran 3.**



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

Prinsip kultur adalah memperbanyak khamir laut yang dapat memproduksi protease, pada proses pertumbuhannya menggunakan media air laut dengan pemanfaatan gula sebagai sumber nutrisi, pupuk sebagai sumber nitrogen dan aerasi yang cukup sebagai sumber nitrogen dan aerasi yang cukup sebagai suplai oksigen dalam pertumbuhannya. Khamir mampu mentransportasikan dan memanfaatkan senyawa nitrogen organik dan anorganik. Selama pertumbuhannya khamir laut menghasilkan senyawa seperti nukleotida, asam amino, enzim dan faktor pertumbuhan yang belum teridentifikasi yang mampu menstimulasi pertumbuhan dan enzim. Dalam perkembangbiakan khamir laut, suplai udara menjadi kebutuhan untuk produksi biomassa yang optimal.

3.3.1.3 Prosedur Penentuan Volume Molase Rebus (Mangisah et.al., 2009)

Prosedur penentuan volume molase dilakukan dengan pengamatan fisik melalui lama fermentasi aerasi selama 12 hari. Penentuan ini dilakukan dengan jumlah bahan baku ikan kresek segar 50 gram dengan penambahan 2ml inokulan khamir laut menggunakan formulasi molase percobaan pertama sebesar 100ml, 150ml dan 200ml kemudian dilanjutkan percobaan kedua menggunakan formulasi 300ml dan 600ml.

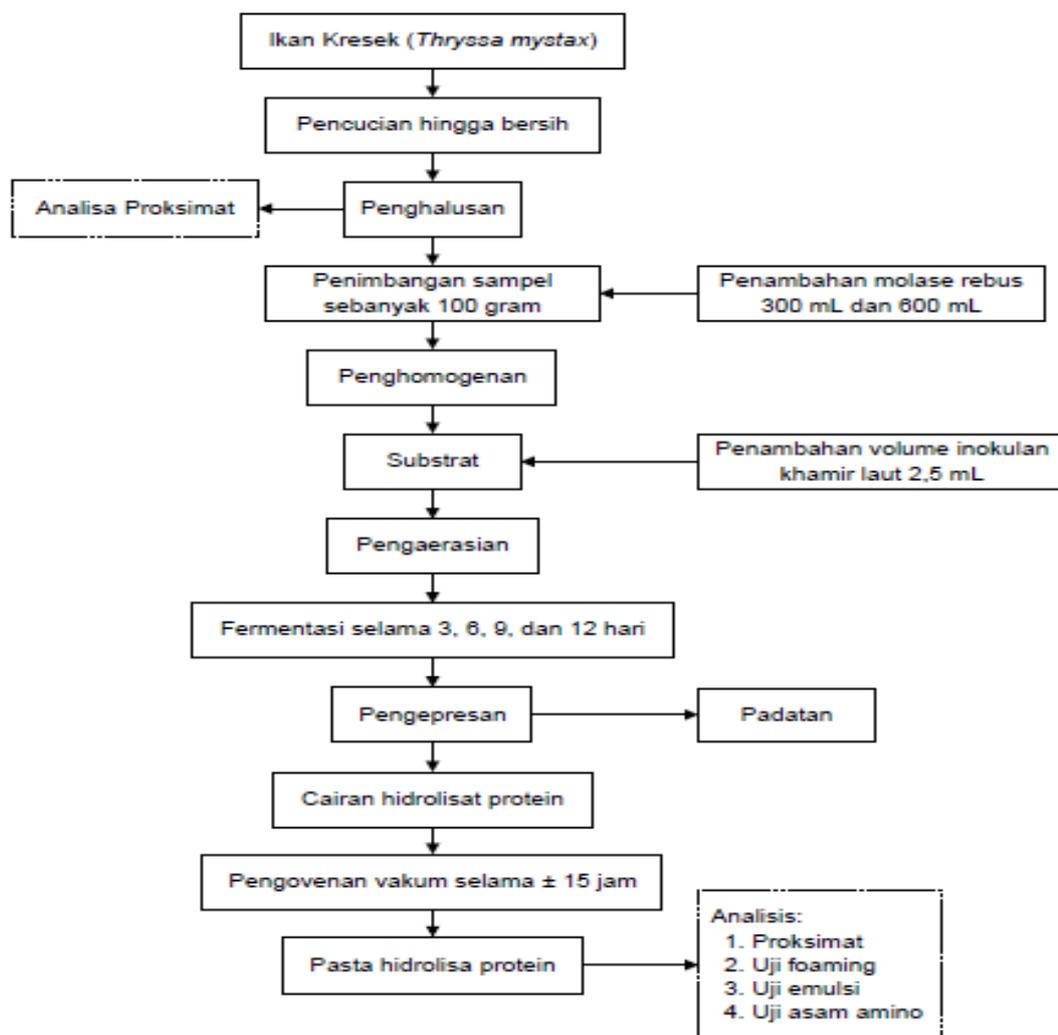
Hasil dari percobaan pertama dengan menggunakan formulasi molase rebus sebesar 100ml mengalami pembusukan dan tumbuh jamur pada hari ke-12 aerasi, tetapi pada volume 150ml dan 200ml sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan khamir laut selama proses fermentasi. Dimungkinkan karena kurangnya volume molase yang digunakan untuk hidrolisat protein mengakibatkan sampel atau substrat terlalu padat dalam hal ini menjadi kering, sehingga khamir tidak dapat menguraikan substrat dan mati, selanjutnya mikroorganisme yang berperan di ambil alih oleh jamur. Silalahi dan Ikhsan (2014) menyatakan bahwa kebanyakan proses 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. Dari hasil tersebut hidrolisat protein dengan konsentrasi 150ml dan 200ml dapat dilanjutkan untuk penelitian utama namun karena hasil hidrolisat saat proses pemerasan tidak menghasilkan filtrat hidrolisat protein yang banyak dan tidak cukup untuk analisa proksimat maka volume molase rebus yang digunakan dilakukan pengandaan dari formula awal.

Percobaan kedua dilakukan dengan penambahan volume rebus molase 300ml dan 600ml dengan 2,5ml inokulan khamir laut dan 100gr sampel ikan kresek. Didapatkan hasil fermentasi selama 6 hari menunjukkan hidrolisat protein ikan kresek mengalami proses fermentasi dengan baik ditandai dengan bau khas fermentasi yang berbau asam, cairan molase dapat bertahan hingga hari ke-12 dan tidak mengalami pembusukan. Hal tersebut disebabkan oleh perbandingan antara bahan baku lebih sedikit dibandingkan dengan volume molase rebus, sehingga proses aerasi berjalan dengan sumber karbon dan oksigen dapat dimanfaatkan oleh khamir tumbuh. Sari (2014) menyatakan bahwa kecepatan

aerasi dalam fermentasi menggunakan medium molase rebus dan kontrol (gula) sangat dibutuhkan khamir laut dalam pertumbuhan sel dan untuk mengatur jumlah oksigen terlarut pada medium fermentasi. Ditambahkan Iriana (2014) bahwa semakin tinggi molase yang diberikan, maka hidrolisat semakin berwarna coklat kehitaman dan semakin cair serta aroma khas fermentasi yang mengandung banyak alkohol.

3.3.1.4 Prosedur Pembuatan Hidrolisat Protein Ikan Kresek (*Thryssa mystax*) (Winarno, 2007)

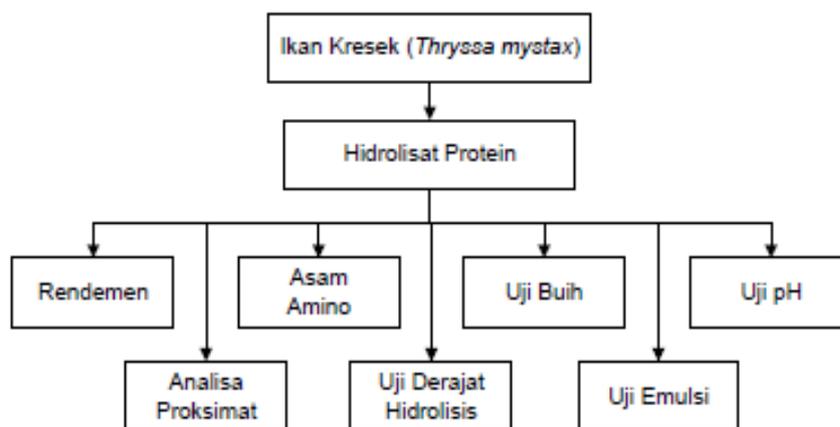
Prinsip dari pembuatan hidrolisat yaitu melakukan suatu pemecahan substrat dengan bantuan air atau H₂O dan adanya penambahan enzim untuk memecah substrat tersebut menjadi komponen yang lebih sederhana. Pada dasarnya komposisi gizi bahan pangan terdiri dari empat komponen utama yaitu air, protein, karbohidrat dan lemak. Jumlah masing-masing komponen tersebut berbeda-beda pada bahan pangan tergantung dari sifat alamiah bahan misalnya, kekerasan, citarasa dan warna. Diagram alir proses pembuatan hidrolisat protein ikan kresek (*Thryssa mystax*) dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Diagram Alir Pembuatan Hidrolisat Protein Ikan Kresek (*Thryssa mystax*)

3.3.2 Penelitian Utama

Kegiatan penelitian utama meliputi analisis proksimat, asam amino, buih, pH, emulsi, rendemen dan uji derajat hidrolisis pada hidrolisat protein ikan kresek (*Thryssa mystax*) terbaik pada penelitian pendahulu. Diagram alir penelitian utama dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian Utama

3.3.2.1 Rendemen (Purbasari, 2008)

Rendemen produk hidrolisat merupakan hasil akhir yang dihitung berdasarkan proses input dan output. Dihitung hasil rendemen dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Ket: A = berat akhir hidrolisat yaitu setelah diperas atau dikeringkan (gram)
B = berat awal sampel setelah pencampuran (gram)

3.3.2.2 Analisis Proksimat (Sudarmadji, et.al.,1989)

Pada dasarnya bahan pangan terdiri atas lima komponen utama yaitu air, protein, karbohidrat, lemak dan abu yang komposisinya berbeda-beda pada setiap bahan makanan. Untuk mengetahui seberapa besar kandungan komposisi gizi perlu dilakukan analisis proksimat. Analisis proksimat dapat diartikan sebagai suatu usaha pemisahan suatu kesatuan materi bahan menjadi komponen penyusunnya sehingga dapat dipakai sebagai data untuk menetapkan komposisi bahan tersebut.

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

Metode analisis kadar air dengan menggunakan metode pengeringan atau pengovenan. Prinsipnya yaitu mengeringkan sampel dalam oven pada suhu 100°C – 105°C hingga diperoleh berat konstan. Metode ini dilakukan dengan cara mengeluarkan air dari bahan dengan bantuan proses pemanasan. Dihitung kadar air menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ Kadar air (basis kering)} = \frac{b-(c-a)}{(c-a)} \times 100\%$$

ket: a = berat cawan kering yang sudah konstan
b = berat sampel awal
c = berat cawan dan sampel kering yang sudah konstan

- **Kadar Lemak (Sudarmadji *et.al.*, 1989)**

Metode analisis kadar lemak dengan menggunakan metode goldfish. Prinsip kerja metode ini yaitu apabila dipanaskan, uap pelarut akan naik dan didinginkan oleh kondensor sehingga uap akan mengembun dan menetes pada sampel, demikian terus menerus sehingga bahan atau sampel akan dibasahi oleh pelarut dan lipid akan diekstraksi seterusnya akan tertampung pada beaker glass kembali. Residu yang dihasilkan dioven dalam 100°C sampai berat konstan. Berat residu ini dinyatakan sebagai minyak atau lemak yang terkandung dalam bahan pangan. Dihitung kadar lemak menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{ Kadar lemak} = \frac{(a+b)-c}{a} \times 100\%$$

Ket : a = berat awal (g)
b = berat kertas saring (g)
c = berat akhir (g)

- **Protein (Andarwulan *et.al.*, 2011)**

Prinsip analisis protein yaitu untuk mengetahui kandungan protein kasar dari suatu bahan. Prosedur yang dilakukan dalam analisis protein terdiri dari tiga tahap, yaitu destruksi, destilasi dan titrasi. Pengukuran kadar protein dilakukan dengan metode mikro kjedahl. Dihitung kadar protein menggunakan rumus berikut:

$$\% N = \frac{(ml\ HCl-blanko) \times Normalitas \times 14,007 \times 100}{mg\ sampel}$$

- **Kadar Abu (Andarwulan *et.al.*, 2011)**

Analisis kadar abu dilakukan dengan mengabukan sampel menggunakan suhu tinggi didalam tanur (*furnace*). Prinsip dari metode ini yaitu abu dalam bahan ditetapkan dengan menimbang residu hasil pembakaran komponen bahan organic pada suhu 550°C hingga mencapai berat konstan. Dihitung kadar abu menggunakan rumus berikut:

$$\% Abu = \{(W_2 - W_0) / (W_1 - W_0)\} \times 100\%$$

Ket : W_2 = berat cawan dan sampel setelah pengabuan (g)

W_0 = berat cawan kosong (g)

W_1 = berat cawan dan sampel sebelum pengabuan (g)

- **Karbohidrat (Andarwulan *et.al.*, 2011)**

Analisis karbohidrat menggunakan *metode by different*. Prinsip *metode by different* ini adalah bahan (100%) diasumsikan terdiri dari air, lemak, protein, abu dan karbohidrat. Kadar karbohidrat sebagai hasil pengurangan 100% - (kadar air+lemak+protein+abu)%. Zat-zat yang lain baik vitamin maupun mineral tidak diperhitungkan karena sebagai *trace element*.

3.3.2.3 Uji pH (Sudarmadji *et.al.*, 1989)

Nilai pH menunjukkan derajat keasaman suatu bahan, pH merupakan ion hidrogen yang terdapat di dalam larutan. Prinsip dari pengukuran pH berdasarkan pengukuran aktifitas ion hidrogen secara potensiometri atau elektrometri dengan menggunakan pH meter. pH adalah faktor kimia yang sangat mempengaruhi keawetan makanan atau bahan makanan, dimana mikroba hanya dapat hidup dan berkembang biak dalam lingkungan dengan kondisi pH tertentu.

3.3.2.4 Uji Buih (Rieuwpassa *et.al.*, 2013)

Analisis uji buih menggunakan metode homogenisasi sampel dengan air destilat dan dihomogenisasi. Prinsip pengujian daya buih (foaming), didasarkan pada banyak sedikitnya busa yang terbentuk setelah homogenisasi sampel dengan aquades. Dihitung uji buih dengan rumus berikut:

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

3.3.2.5 Uji Emulsi (Rieuwpassa *et.al.*, 2013)

Analisis uji emulsi menggunakan metode homogenisasi sampel dengan minyak jagung dan disentrifus pada 7500 rpm selama 7,5 menit.

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

3.3.2.6 Analisis Asam Amino (AOAC, 2005)

Analisis asam amino ditentukan menggunakan HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*). Dengan analisis HPLC ini analisis asam amino dapat dilakukan dengan cepat, lebih sensitif dan jumlah sampel yang sedikit. Prinsipnya digunakan untuk derivatisasi asam-asam amino, menghasilkan derivat yang bersifat fluoresen, kemudian akan dipisahkan dengan prosedur kromatografi kolom fase dibalik (*reversed phase column chromatography*). Pereaksi yang biasa digunakan dalam analisa asam amino yaitu ortoftaldehida (OPA). Pereaksi OPA akan bereaksi dengan asam amino primer yang terjadi dalam suasana basa. Kandungan asam amino dalam 100gr bahan dapat dihitung dengan rumus:

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

Ket: C = konsentrasi standar asam amino (0,5 $\mu\text{mol/ml}$)
fp = faktor pengenceran (5ml)

$$\% \text{ asam amino} = \left(\frac{\text{Area komponen}}{\text{Area AABA}} \right) \text{ sampel} \times \text{konsentrasi standar} \times \text{BM} \times \text{fp} \times 100\text{gr}$$

$$\left(\frac{\text{Area komponen}}{\text{Area AABA}} \right) \times \text{standar} \times 1,10^6 \times \text{bobot sampel (g)} \times 1,10^3$$

Kondisi alat HPLC saat berlangsungnya analisis asam amino sebagai berikut:

Temperatur	: 37°C
Jenis kolom HPLC	: AccQtag column (4,9x150 mm)
Kecepatan alir eluen	: 1ml/menit
Tekanan	: 3000 psi
Fase gerak	: Acetonitril 60%-AccqTaq Eluent A, sistem gradien komposisi
Detektor	: Fluoresensi, eksitasi = 250nm, emisi = 395nm
Panjang gelombang	: 254nm

3.3.2.7 Analisis Kalsium (SNI, 2004)

Metode yang digunakan dalam analisis kadar kalsium ini yaitu menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)*. Metode AAS berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu tergantung pada sifat unsurnya.

3.3.2.8 Uji Derajat Hidrolisis (*Kurniawan et.al., 2012*)

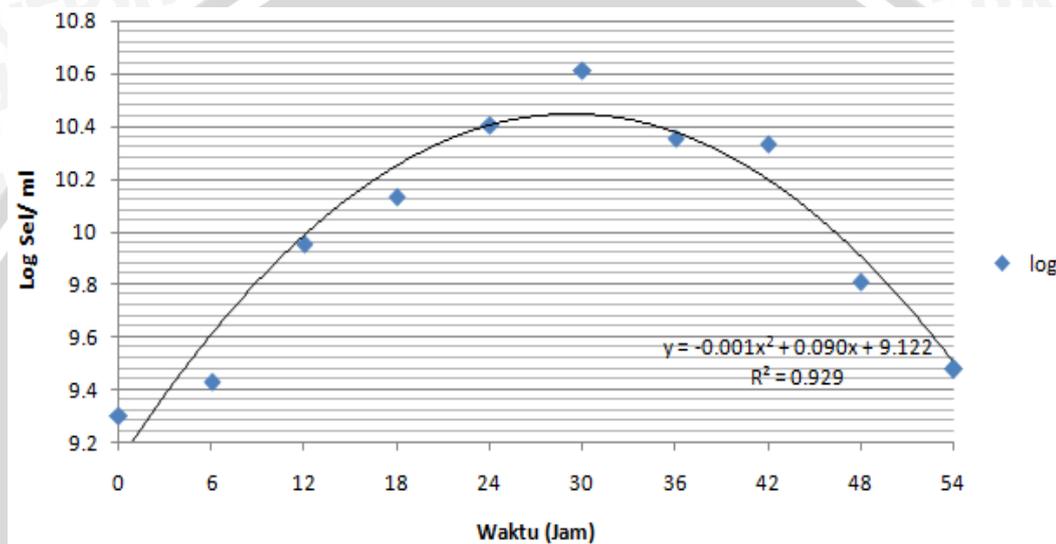
Derajat hidrolisis merupakan suatu parameter yang menunjukkan kemampuan protease untuk menguraikan protein dengan cara membandingkan amino nitrogen dengan total nitrogen. Uji ini digunakan untuk menentukan derajat kesempurnaan proses hidrolisis. Hasil perhitungan dari DH kemudian dibuat kurva polynomial yang menyatakan hubungan antara DH sebagai sumbu Y sedangkan waktu, suhu dan pH sebagai sumbu X. Dihitung DH dengan rumus berikut:

$$\text{DH} = \frac{\text{Nitrogen terlarut dalam sampel}}{\text{Total N dalam sampel}} \times 100$$

3.4 Hasil Penelitian Pendahuluan

Dari hasil penelitian pendahuluan didapatkan penentuan hasil fase logaritma khamir laut (**Gambar 7, 8**) dan penentuan volume molase rebus yang digunakan untuk hidrolisat protein ikan kresek (*Tryssa mystax*) dapat dilihat pada **Gambar 8**.

3.4.1 Hasil Penentuan Fase Logaritmik

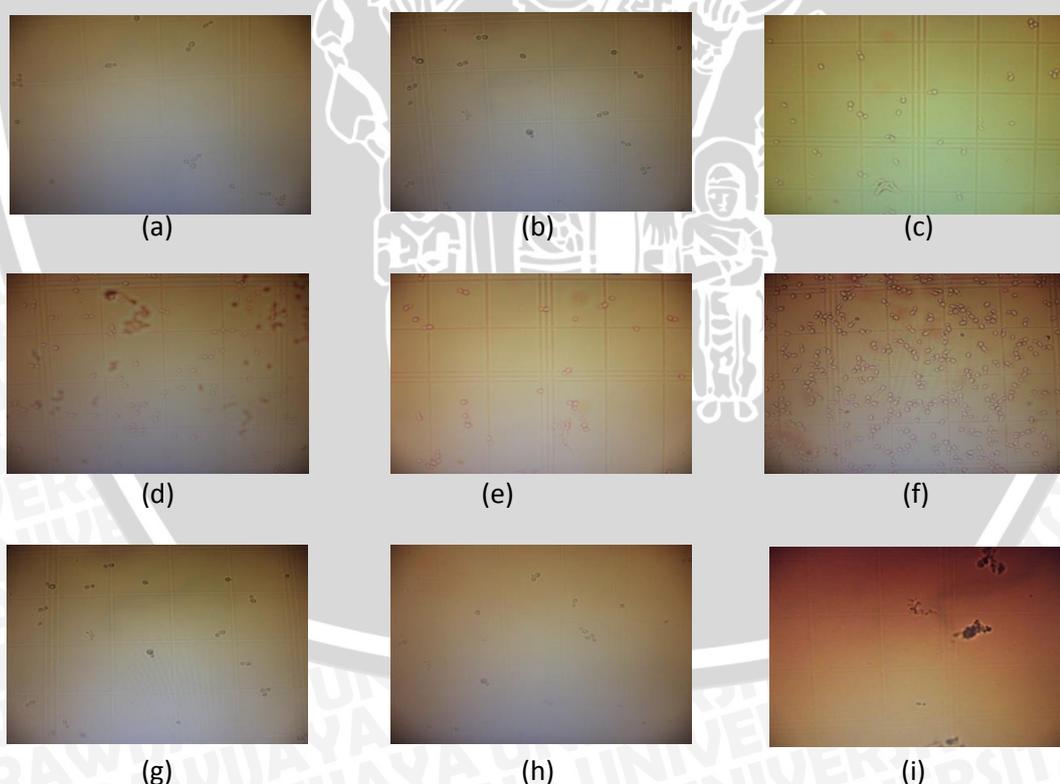


Gambar 7. Fase Logaritmik Khamir Laut

Pada **Gambar 7**, menunjukkan pertumbuhan khamir laut mulai dari fase adaptasi hingga menuju fase kematian. Fase adaptasi atau lag pada khamir laut terjadi pada jam ke-0 hingga jam ke-30, ditandai dengan pertumbuhan yang meningkat tajam. Hal tersebut menunjukkan 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). Sukoso (2012) menambahkan bahwa pertumbuhan khamir laut disebabkan oleh beberapa hal diantaranya (1) khamir laut memiliki batas toleransi untuk memanfaatkan gula sebagai sumber karbon dan sumber energi bagi kelangsungan pertumbuhannya, (2) kepekatan konsentrasi media yang berkaitan dengan tekanan osmosis berpengaruh

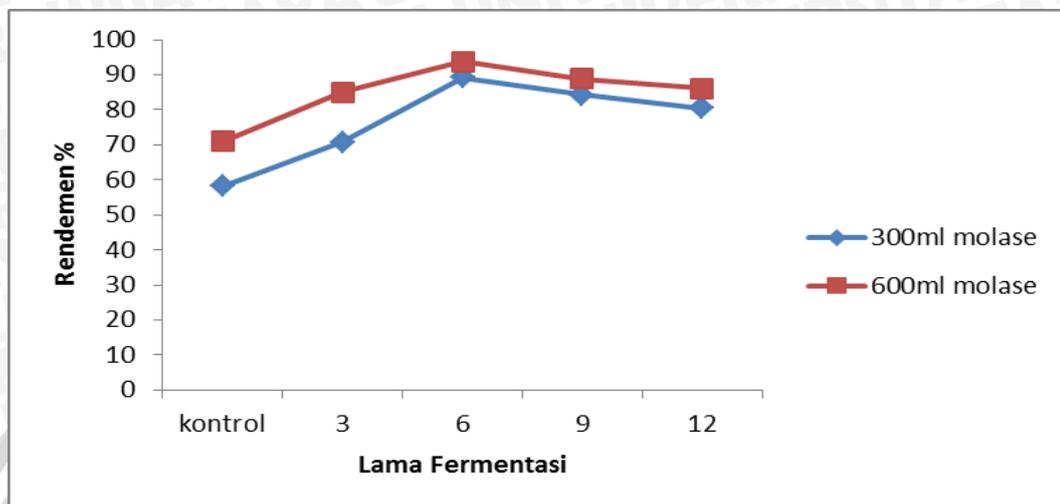
terhadap optimalisasi penyerapan nutrient oleh sel khamir laut, dan (3) semakin tinggi konsentrasi gula menyebabkan pH media semakin turun sehingga daya dukung media terhadap pertumbuhan.

Pertumbuhan khamir laut pada jam ke-6 sampai jam ke-30 terus mengalami peningkatan, ditandai adanya kekeruhan dan aroma khas fermentasi pada kultur khamir laut yang dibiakkan. Pengambilan atau panen kultur khamir laut yang akan digunakan sebagai starter fermentasi hidrolisat protein yaitu pada kondisi fase log jam ke-30. Khamir laut mengalami pembelahan secara cepat sehingga memiliki jumlah sel paling banyak dan menyebabkan tingkat kekeruhan meningkat. Sedangkan pada jam ke-36 hingga jam ke-54 pertumbuhan khamir laut mulai menurun. Fase log terjadi pada jam ke-30 diperkuat dengan pengamatan hemositometri pada mikroskop. Mikrograf yang dihasilkan dari kepadatan khamir laut terhadap lama kultur dapat dilihat pada **Gambar 8** berikut.



Gambar 8. Mikrograf kepadatan khamir laut diamati dari hemositometer dalam berbagai lama kultur dengan perbesaran 1000x ; jam ke-0 (a), jam ke-6 (b), jam ke-12 (c), jam ke-18 (d), jam ke-24 (e), jam ke-30 (f), jam ke-36 (g), jam ke-42 (h), jam ke-48 (i).

Data hasil rendemen dari penelitian pendahuluan dari hidrolisat ikan kresek segar dengan penambahan molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada **Gambar 9**.



Gambar 9. Rendemen hidrolisat protein ikan kresek segar dengan penambahan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda.

Gambar 9. diatas menunjukkan bahwa lama fermentasi dapat menurunkan rendemen hidrolisat protein ikan kresek. Hal ini dikarenakan pada saat proses fermentasi khamir merombak substrat yaitu ikan kresek dan molase menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga menghasilkan senyawa yang mudah menguap (CO_2) NH_3 dari hasil perombakan protein sedangkan karbohidrat dari substrat menghasilkan gas-gas fermentasi (CO_2 , CH_4 , CO , NO dan NO_2), air dan panas sehingga dapat mengurangi cairan yang terdapat pada hidrolisat protein ikan kresek. Menurut Liawati (1992) menyatakan bahwa aktivitas hidrolisat dapat menguraikan protein menjadi asam amino kemudian berubah menjadi H_2O , CO_2 , dan senyawa-senyawa yang mengandung nitrogen (NH_3 , skatol, indol, kadaverin dan putresin). Akibatnya lama fermentasi akan berpotensi terjadinya penguapan senyawa-senyawa volatil sehingga nilai rendemen cairan menurun.

3.5 Analisis Data

Dalam pengolahan data hasil penelitian untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diukur dalam grafik menggunakan *Software Microsoft Excel*.

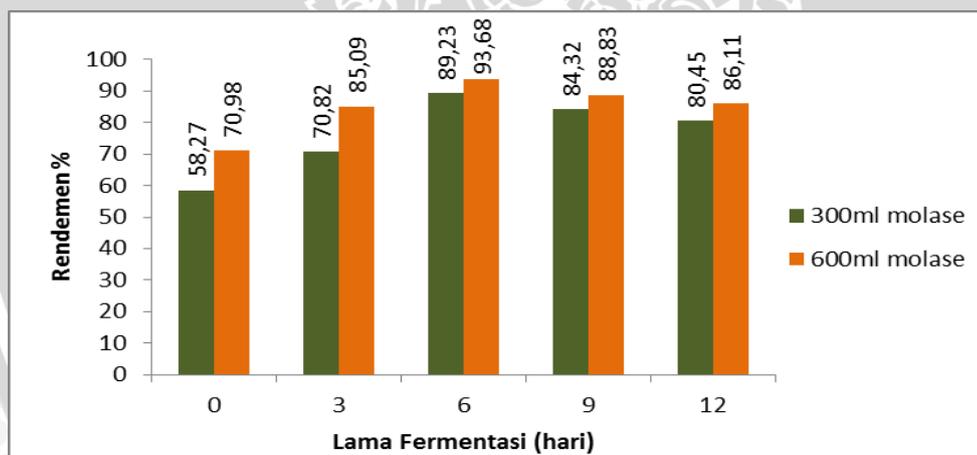


4. PEMBAHASAN

4.1 Penelitian Utama

Pada penelitian pendahulu di dapatkan hasil dari hasil tersebut dilanjutkan pada penelitian utama yang digunakan dalam pembuatan hidrolisat protein ikan kresek adalah lanjutan perlakuan terbaik dari penelitian pendahulu yaitu menggunakan formulasi molase 300ml dan 600ml dengan menggunakan khamir laut 2,5ml dengan kepadatan $13,8 \times 10^{10}$ sel/ml dan lama fermentasi yang berbeda yaitu 3, 6, 9, 12 hari. Dilakukan pengamatan perbandingan konsentrasi terbaik untuk melihat seberapa besar khamir laut mampu mendegradasi substrat dengan lama fermentasi yang dilakukan dari data rendemen cairan. Hasil pengamatan rendemen cairan hidrolisat protein ikan kresek dapat dilihat pada

Gambar 10.



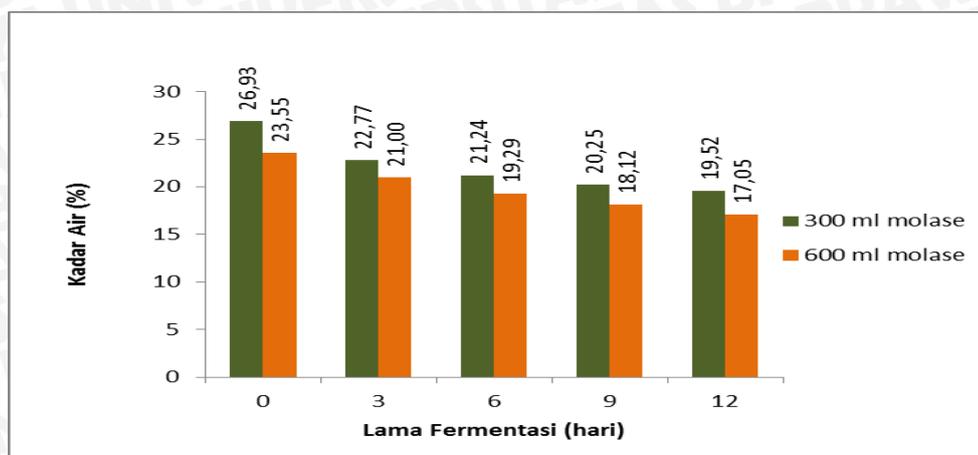
Gambar 10. Rendemen Cairan Hidrolisat Protein Ikan Kresek (*Thryssa mystax*).

Pada **Gambar 10.** menunjukkan nilai lama fermentasi terhadap perlakuan penambahan molase rebus yang berbeda menghasilkan hasil yang berbeda namun sama-sama menghasilkan nilai tertinggi pada hari ke-6. Hal ini dikarenakan pada saat proses fermentasi khamir merombak substrat yaitu ikan kresek dan molase menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga menghasilkan senyawa yang mudah menguap (CO_2) NH_3 dari hasil perombakan

protein sedangkan karbohidrat dari substrat menghasilkan gas-gas fermentasi (CO_2 , CH_4 , CO , NO dan NO_2), air dan panas sehingga dapat mengurangi cairan setelah lebih dari hari ke-6 yang terdapat pada hidrolisat protein ikan kresek. Selain itu penurunan proses dimungkinkan dari khamir laut yang sudah mengalami kejenuhan pada proses degradasi rendemen hidrolisat protein. Perwitasari dan Cahyo (2009), menyatakan bahwa selama hidrolisis, protease menghidrolisis substrat dengan kecepatan tertentu. Nilai kecepatan hidrolisis dipengaruhi oleh konsentrasi substrat, kepadatan atau tekstur substrat, konsentrasi enzim, waktu, katalisator, pH dan suhu yang digunakan. Selain itu menurut Rosdianti (2008) aktivitas hidrolisis menurun akibat penggunaan enzim yang berlebihan mengakibatkan tidak semua enzim dapat berkaitan dengan substratnya sehingga kecepatan enzim tidak maksimum dan proses hidrolisis tidak efisien. Hal ini dimungkinkan semakin lama fermentasi menyebabkan semakin banyak senyawa volatil yang terbentuk.

Ditambahkan Liawati (1992), menyatakan bahwa aktivitas hidrolisat yang tinggi menyebabkan larutnya protein menjadi asam amino yang kemudian berubah menjadi H_2O , CO_2 dan senyawa yang mengandung nitrogen (NH_3 , etanol, indol dan putresin). Akibatnya lama fermentasi akan berpotensi terjadinya penguapan senyawa-senyawa volatil sehingga nilai rendemen cairan menurun namun akan berpotensi pada kualitas analisis proksimat dan uji tambahan lain seperti penggunaan vacuum dryer untuk mendapatkan hasil akhir hidrolisat protein ikan.

4.1.1 Kadar Air



Gambar 11. Kadar Air Hidrolisat Protein Ikan Kresek (*Thryssa mystax*).

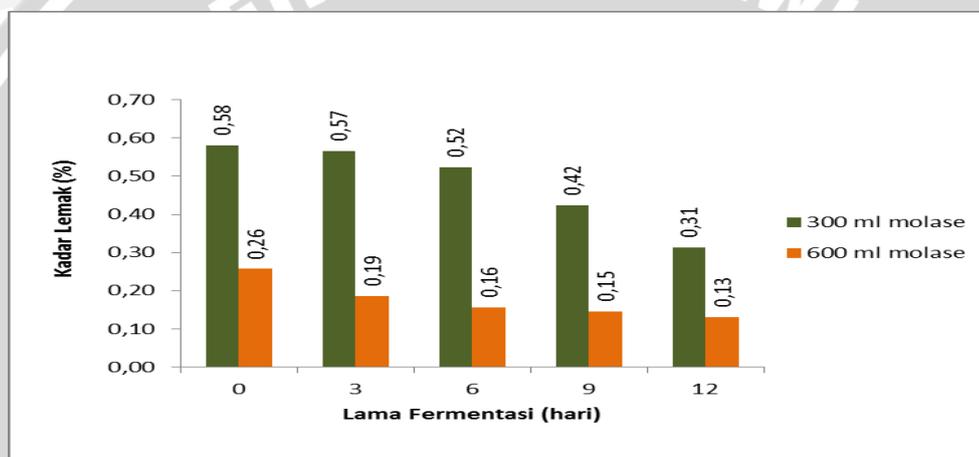
Tabel 5. Selisih Kadar Air Hidrolisat dibandingkan Kontrol Awal Fermentasi.

Volume Molase	Lama fermentasi (hari)			
	3	6	9	12
300 ml	4,16	5,69	6,68	7,40
600 ml	2,55	4,27	5,44	6,50

Dari **Gambar 11**, terlihat kadar air awal fermentasi konsentrasi 300ml sebesar 26,93% sedangkan konsentrasi 600ml sebesar 23,55%. Selama fermentasi terjadi penurunan kadar air menjadi 19,52% (300ml) dan 17,05% (600ml) pada fermentasi hari ke-12. Bila dilihat selisih dibandingkan dengan kontrol perubahan penurunan kadar air didapatkan selisih 2-7%. Di duga kemampuan khamir laut melepaskan ion (H^+) dan (OH^-) saat terjadi proses perombakan (hidrolisis) protein pada ikan kresek dengan cara metabolisme sehingga menghasilkan energi (panas) yang akhirnya memicu air untuk menguap. Anggraeni dan Yuwono (2014), menyatakan bahwa saat hidrolisis berlangsung menyebabkan turunnya kemampuan bahan dalam mempertahankan air. Sehingga semakin banyak jumlah air terikat yang terbebaskan, akibatnya tekstur bahan menjadi lunak dan berair. Ditambahkan

Simanjourang (2012) bahwa naiknya kadar air tersebut disebabkan oleh proses metabolisme (katabolisme) yang dilakukan oleh mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi tersebut. Akan tetapi menurunnya kadar air pada perlakuan kali ini disebabkan oleh adanya proses evaporasi menggunakan *vacuum dryer*. Ditambahkan Susti (2009) bahwa menurunnya kadar air juga diakibatkan oleh proses evaporasi yang merubah bahan dari substrat cair menjadi produk kering dan padat dengan mengurangi kadar air yang terkandung dalam bahan tersebut.

4.1.2 Kadar Lemak



Gambar 12. Kadar Lemak Hidrolisat Protein Ikan Kresek (*Thryssa mystax*).

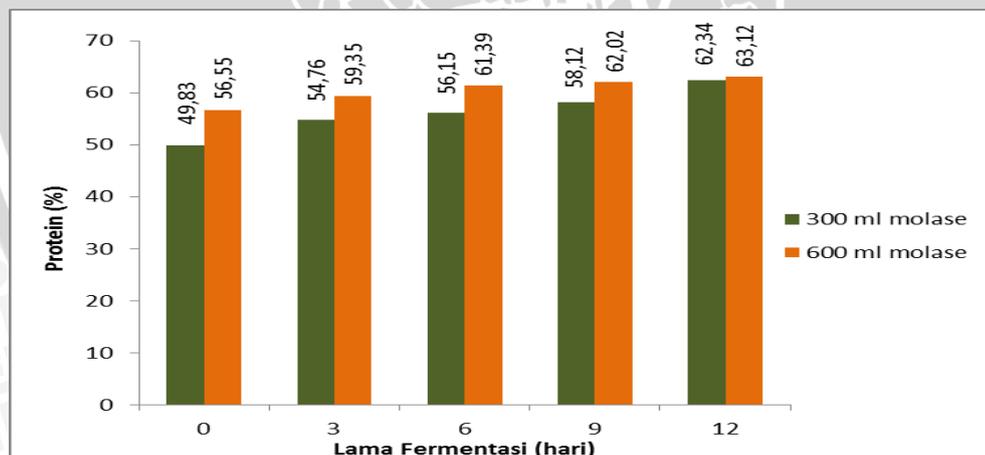
Tabel 6. Selisih Kadar Lemak Hidrolisat dibandingkan Kontrol Awal Fermentasi.

Volume Molase	Lama fermentasi (hari)			
	3	6	9	12
300 ml	0,01	0,06	0,16	0,27
600 ml	0,07	0,10	0,11	0,13

Dari Gambar 12, terlihat kadar lemak awal fermentasi konsentrasi 300ml sebesar 0,58% sedangkan konsentrasi 600ml sebesar 0,26%. Selama fermentasi terjadi penurunan kadar lemak menjadi 0,31% (300ml) dan 0,13% (600ml) pada fermentasi hari ke-12. Bila dilihat selisih dibandingkan dengan kontrol perubahan

penurunan kadar lemak didapatkan selisih 0,01-0,27%. Di duga kemampuan khamir laut dalam menghidrolisis akan menyebabkan semakin banyaknya lemak yang terdegradasi menjadi asam lemak dan gliserol. Purbasari (2008) menyatakan bahwa selama proses hidrolisis akan terjadi perubahan struktur jaringan ikan, dimana membran sel akan berkumpul dan membentuk gelembung yang tak larut air sehingga mengakibatkan terlepasnya lemak pada struktur membran. Terlepasnya lemak dari struktur membran akan memudahkan aktivitas khamir laut dalam mendegradasi lemak sehingga berkurangnya kadar lemak yang dihasilkan. Ditambahkan Bharathi (2011) bahwa semakin banyak khamir laut yang dapat tumbuh sehingga kemampuan dalam menghidrolisis lemak juga tinggi. Pada khamir laut juga terdapat enzim lipase yang berfungsi untuk mendegradasi lemak menjadi gliserol dan asam lemak. Sari (2014) melaporkan bahwa kandungan kadar lemak dari molase rebus yaitu 0,05%.

4.1.3 Kadar Protein



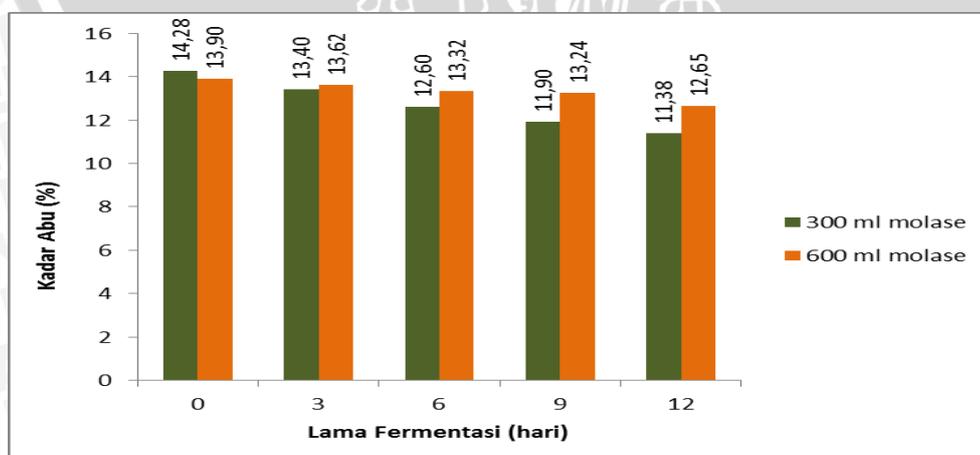
Gambar 13. Kadar Protein Hidrolisat Protein Ikan Kresek (*Thryssa mystax*).

Tabel 7. Selisih Kadar Protein Lemak Hidrolisat dibandingkan Kontrol Awal Fermentasi.

Volume Molase	Lama fermentasi (hari)			
	3	6	9	12
300 ml	4,93	6,32	8,29	12,51
600 ml	2,80	4,84	5,47	6,57

Dari **Gambar 13**, terlihat kadar protein awal fermentasi konsentrasi 300ml sebesar 49,83% sedangkan konsentrasi 600ml sebesar 56,55%. Selama fermentasi terjadi kenaikan kadar protein menjadi 62,34 % (300ml) dan 63,12% (600ml) pada fermentasi hari ke-12. Bila dilihat selisih dibandingkan dengan kontrol perubahan kenaikan kadar protein didapatkan kenaikan 3-13 %. Di duga kenaikan kandungan protein pada hidrolisat protein ikan kresek dikarenakan biomassa dari khamir laut juga memiliki enzim-enzim penghasil protein sehingga total protein akan bertambah. Sukoso (2012) menyatakan kadar protein dalam tubuh khamir laut yaitu sebesar 28,29% dan enzim yang dihasilkan oleh kultur khamir laut antara lain proteinase (protein), amilase (pati), deaminase (lemak), sukrose (sukrosa) dan fosfolipase (fosfolipid).

4.1.4 Kadar Abu



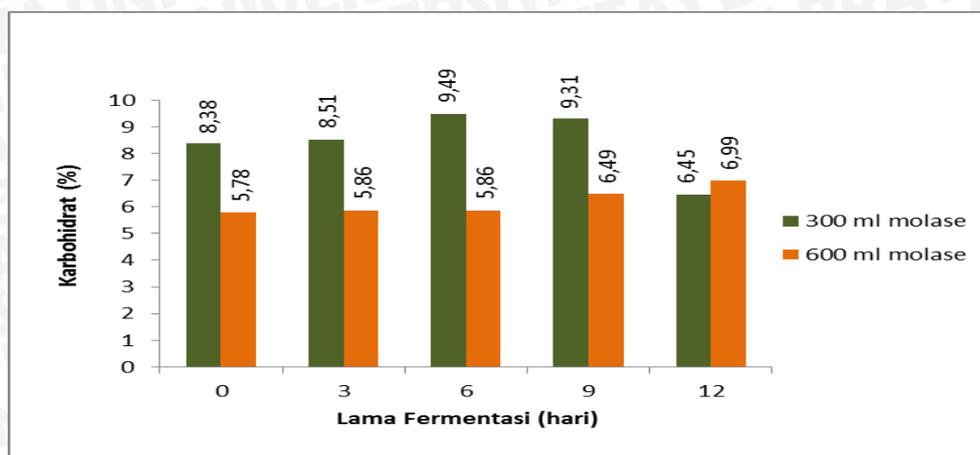
Gambar 14. Kadar Abu Hidrolisat Protein Ikan Kresek (*Thryssa mystax*).

Tabel 8. Selisih Kadar Abu Hidrolisat dibandingkan Kontrol Awal Fermentasi.

Volume Molase	Lama fermentasi (hari)			
	3	6	9	12
300 ml	0,88	1,68	2,38	2,90
600 ml	0,27	0,58	0,66	1,24

Dari **Gambar 14**, terlihat kadar abu awal fermentasi konsentrasi 300ml sebesar 14,28% sedangkan konsentrasi 600ml sebesar 13,90%. Setelah terjadi fermentasi terjadi penurunan kadar abu menjadi 11,38% (300ml) dan 12,65% (600ml) pada fermentasi hari ke-12. Bila dilihat selisih dibandingkan dengan kontrol perubahan penurunan kadar abu didapatkan selisih 1-3%. Di duga kemampuan khamir laut menggunakan komponen mineral yang ada pada molase juga untuk nutrisi pertumbuhannya. Arifin (2008) menambahkan bahwa sebagian besar kadar abu termasuk zat anorganik atau unsur mineral. Ditambahkan Holilah (2005), komponen mineral dalam molase antara lain bentuk anion (magnesium, kalsium, aluminium, kalium dan nitrogen) dan bentuk kation (silikat, fosfat, sulfat, sulfid dan klorida) yang dapat digunakan khamir laut untuk pertumbuhannya dan kadar abu semakin berkurang.

4.1.5 Karbohidrat



Gambar 15. Kadar Karbohidrat Hidrolisat Protein Ikan Kresek (*Thryssa mystax*).

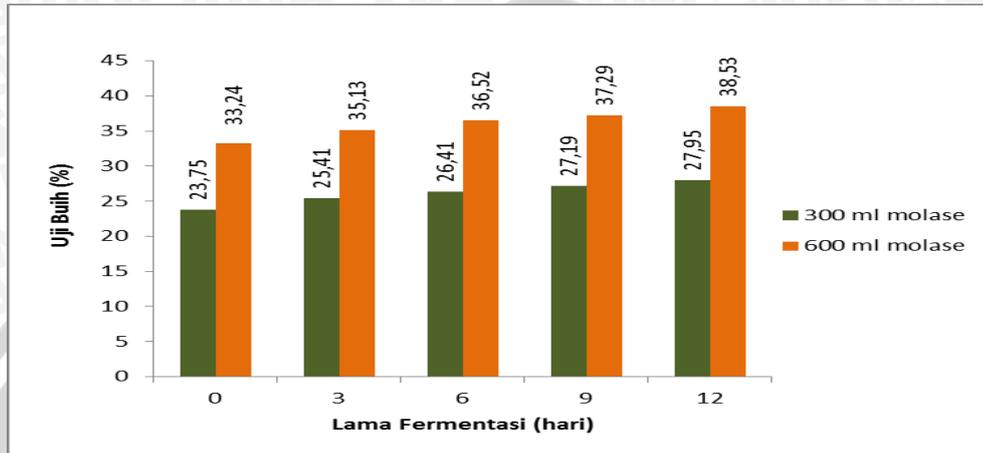
Tabel 9. Selisih Karbohidrat Hidrolisat dibandingkan Kontrol Awal Fermentasi.

Volume Molase	Lama fermentasi (hari)			
	3	6	9	12
300 ml	0,12	1,11	0,92	1,94
600 ml	0,08	0,08	0,71	1,21

Dari **Gambar 15**. Terlihat pada kadar analisis karbohidrat dengan konsentrasi molase 300ml terjadi peningkatan hingga hari ke-6 (9,49%) sedangkan pada hari ke-9 (9,31%) mengalami penurunan hingga hari ke-12 (6,45%). Hal ini di duga karena pada hari ke-9 penggunaan molase sebagai sumber karbohidrat sudah habis sehingga khamir laut menggunakan karbohidrat dari ikan kresek untuk digunakan sebagai nutrisi pertumbuhannya. Sedangkan pada perlakuan konsentrasi molase 600ml hingga hari ke-12 terus mengalami peningkatan. Hal tersebut diduga karena molase yang digunakan sebagai sumber karbohidrat masih tersedia bahkan lebih konsentrasinya didalam hidrolisat protein ikan. Kurniati *et.al.*, (2012) menyatakan bahan organik seperti pati atau gula reduksi digunakan untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan

mikroorganisme. Sehingga kandungan bahan organik mengalami penurunan selama fermentasi.

4.1.6 Uji Buih



Gambar 16. Uji Buih Hidrolisat Protein Ikan Kresek (*Thryssa mystax*).

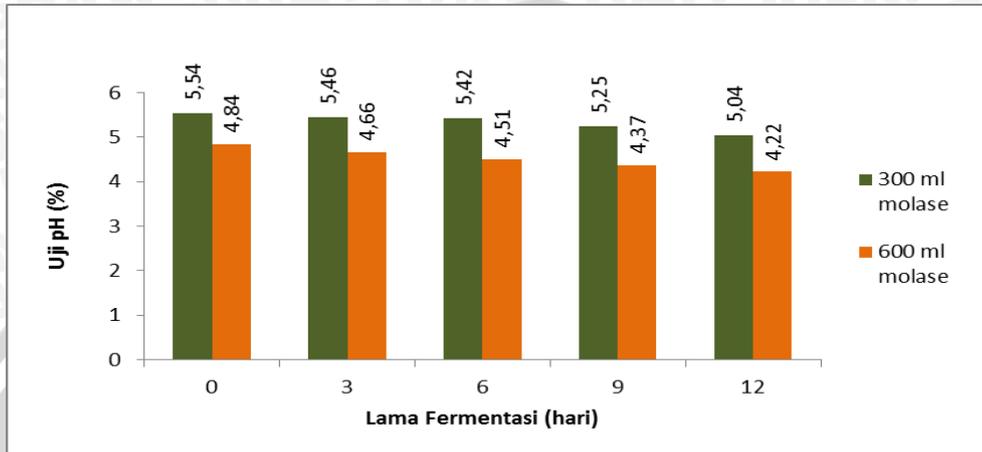
Tabel 10. Selisih Uji Buih Hidrolisat dibandingkan Kontrol Awal Fermentasi.

Volume Molase	Lama fermentasi (hari)			
	3	6	9	12
300 ml	1,66	2,66	3,44	4,20
600 ml	1,89	3,29	4,05	5,29

Dari Gambar 16. terlihat uji buih awal fermentasi konsentrasi 300ml sebesar 23,75% sedangkan konsentrasi 600ml sebesar 33,24%. Selama fermentasi terjadi kenaikan uji buih menjadi 27,95% (300ml) dan 38,53% (600ml) pada fermentasi hari ke-12. Bila dilihat selisih dibandingkan dengan kontrol perubahan kenaikan uji buih didapatkan kenaikan 2-5%. Hal ini sejalan dengan Koesoemawardani *et.al.*, (2011) yang menyatakan bahwa hidrolisat yang mempunyai nilai protein terlarut tinggi maka daya buihnya juga tinggi. Rieuwpassa *et.al.*, (2013) menambahkan bahwa karakteristik buih ditentukan oleh kekuatan asam amino dalam memerangkap gas. Hal ini menunjukkan

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

4.1.7 Uji pH



Gambar 17. Uji pH Hidrolisat Protein Ikan Kresek (*Thryssa mystax*).

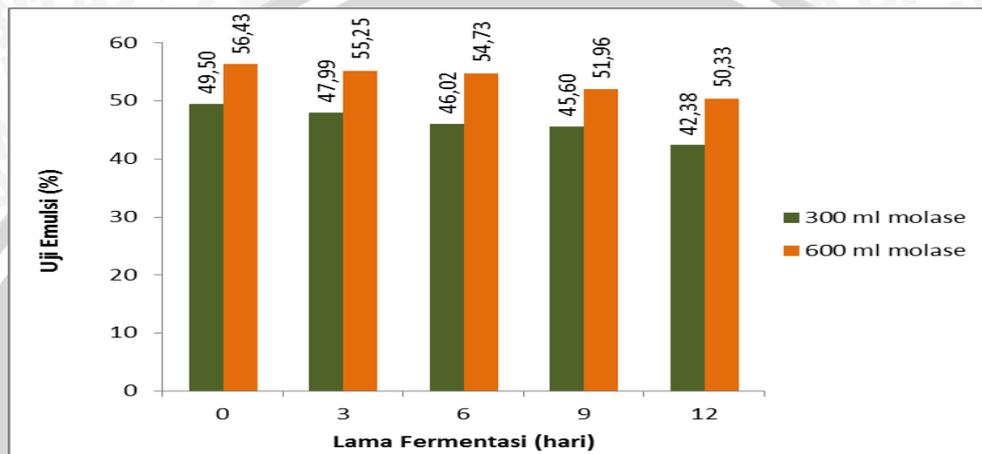
Tabel 11. Selisih Uji pH Hidrolisat dibandingkan Kontrol Awal Fermentasi.

Volume Molase	Lama fermentasi (hari)			
	3	6	9	12
300 ml	0,08	0,11	0,29	0,50
600 ml	0,18	0,33	0,48	0,62

Dari **Gambar 17**, terlihat uji pH awal fermentasi konsentrasi 300ml sebesar 5,54% sedangkan konsentrasi 600ml sebesar 4,84%. Setelah terjadi fermentasi terjadi penurunan uji pH menjadi 5,04% (300ml) dan 4,22% (600ml) pada fermentasi hari ke-12. Bila dilihat selisih dibandingkan dengan kontrol perubahan penurunan uji pH didapatkan selisih keasaman 0,08-0,50%. Di duga kemampuan khamir laut mendegradasi bahan organik saat fermentasi yang memicu banyaknya asam yang terbentuk. Hidayati *et.al.*, (2013) menambahkan bahwa pH mengalami penurunan karena terjadi penguraian karbohidrat yang dilakukan oleh mikroorganisme dan menghasilkan asam organik sehingga pH

turun. Sukoso (2012) menjelaskan dalam bukunya bahwa pH optimal pertumbuhan khamir laut yaitu 2,2-8. Selain itu Hidayat (2005), menyatakan nilai pH dan waktu optimum didasarkan atas sifat atau keadaan enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme dalam proses hidrolisis.

4.1.8 Uji Emulsi



Gambar 18. Uji Emulsi Hidrolisat Protein Ikan Kresek (*Thryssa mystax*).

Tabel 12. Selisih Uji Emulsi Hidrolisat dibandingkan Kontrol Awal Fermentasi.

Volume Molase	Lama fermentasi (hari)			
	3	6	9	12
300 ml	1,50	3,47	3,90	7,11
600 ml	1,18	1,71	4,47	6,10

Dari **Gambar 18**, terlihat uji emulsi awal fermentasi konsentrasi 300ml sebesar 49,50% sedangkan konsentrasi 600ml sebesar 56,43%. Setelah terjadi fermentasi terjadi penurunan uji emulsi menjadi 42,38% (300ml) dan 50,33% (600ml) pada fermentasi hari ke-12. Bila dilihat selisih dibandingkan dengan kontrol perubahan penurunan uji emulsi didapatkan selisih 2-7%. Di duga melalui proses fermentasi yang berperan sebagai stabilisator emulsi, diperoleh dengan cara memecah ikatan protein karena adanya mikrobia tersebut dapat

menghasilkan enzim protease yang menghidrolisis protein menjadi polipeptida. Pemecahan protein pada emulsi akan menyebabkan terjadinya pemisahan antara fase minyak dilapisan paling atas, air pada lapisan bawah dan protein pada lapisan tengah. Karena berat jenis minyak lebih kecil daripada air, maka lapisan minyak lebih mudah dipisahkan dari lapisan air. Untuk memisahkan minyak dari lapisan protein dilakukan dengan cara penyaringan menggunakan kertas saring (Soeka, 2008). Gbogouri *et.al.*, (2004) menyatakan bahwa kestabilan emulsi akan lebih baik pada derajat hidrolisis yang tinggi dengan menghasilkan peptida panjang. Peptida-peptida yang terbentuk akan terserap pada lapisan minyak akibatnya kestabilan emulsi menjadi lebih rendah. Koesoemawardani *et.al.*, (2011) menambahkan bahwa perbedaan stabilitas emulsi pada hidrolisat dapat dihasilkan oleh masing-masing enzim yang digunakan tergantung pada sifat spesifik enzim dalam memecah protein dan gugus aktifnya.

4.2 Hidrolisat Protein Ikan Kresek Terbaik

Berdasarkan hasil analisis proksimat dan parameter hidrolisat protein ikan kresek diperoleh hasil terbaik yaitu hidrolisat pada lama fermentasi hari ke-12 dengan volume 600mL. Hal ini ditinjau dari kandungan protein tertinggi yang diperoleh dari hidrolisat protein ikan kresek antar perlakuan. Purbasari (2008), melaporkan hidrolisat terbaik dilihat dari hasil kadar protein yang tertinggi. Selain itu, pemilihan hidrolisat protein terbaik dapat ditinjau dari parameter hidrolisat tersebut seperti pH, emulsi dan daya buih. Koesoemawardani *et.al.*, (2011) melaporkan dari penelitiannya bahwa kualitas produk hidrolisat protein terbaik ditandai dengan daya buih dan emulsi yang tinggi. Komposisi kimia hidrolisat protein ikan kresek dan ikan kresek dapat dilihat pada **Tabel 13**. sebagai berikut.

Tabel 13. Komposisi kimia hidrolisat protein ikan kresek terbaik dan ikan kresek segar.

Paramater	Satuan	Hidrolisat Protein Ikan Kresek Terbaik	Ikan Kresek *)
Kadar Protein	%	63,12	15,86
Kadar Air	%	17,05	74,40
Kadar Lemak	%	0,13	1,50
Kadar Abu	%	12,65	6,05
Kadar Karbohidrat	%	6,99	2,19
Kadar Kalsium *)	%	0,00205	0,02639
pH	-	4,22	6,90
Emulsi	%	50,33	-
Daya Buih	%	38,53	-

Sumber: *) Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan Pertanian Universitas Brawijaya (2015)

Tabel 13. menunjukkan adanya peningkatan kandungan protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan baku awal. Peningkatan kandungan protein ini dipengaruhi oleh enzim hasil metabolit khamir laut dan penambahan kadar protein dari khamir laut itu sendiri karena adanya pemanfaatan karbon yang ada pada molase sehingga memicu pertumbuhan khamir laut yang semakin pesat.

4.3 Analisis Derajat Hidrolisis

Derajat hidrolisis merupakan suatu parameter yang menunjukkan kemampuan protease untuk menguraikan protein dengan cara membandingkan amino nitrogen dengan total nitrogen (AN/TN) (Prasetyo, 2015). Analisis data derajat hidrolisis hidrolisat ikan kresek dapat dilihat pada **Lampiran 16**.

4.4 Analisis Total Asam Amino

Berdasarkan hasil analisis profil asam amino dengan menggunakan metode HPLC (*high performance liquid chromatography*) diketahui bahwa hampir seluruh jenis asam amino esensial maupun non esensial terdeteksi dalam analisis hidrolisat ini. Analisis data total asam amino hidrolisat ikan kresek dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 14. Total Kandungan Asam Amino Hidrolisat Protein Ikan Kresek.

No	Jenis Asam Amino	Kandungan Asam Amino Hidrolisat Protein (%)
		Ikan Kresek
1	Lisin	0,58
2	Histidin	0,05
3	Arginin	0,10
4	Leusin	0,16
5	Isoleusin	0,09
6	Threonin	0,06
7	Methionin	0,03
8	Valin	0,16
9	Triptofan	-
10	Phenilalanin	0,07
11	Lisin	0,10
Non Essensial		
12	Glutamat	6,73
13	Sistin	-
14	Aspartat	0,65
15	Alanin	0,64
16	Serin	0,08
17	Glisin	0,23
18	Prolin	0,17
19	Tirosin	0,04
	TOTAL	9,35

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini yaitu:

- Berdasarkan hasil analisis proksimat dan parameter hidrolisat protein ikan kresek diperoleh hasil terbaik yaitu hidrolisat pada lama fermentasi hari ke-12 dengan volume 600mL, diperoleh kadar protein 63,12%; kadar air 17,05%; kadar lemak 0,13%; kadar abu 12,63%; karbohidrat 6,99%; kadar kalsium 0,00205%; pH 4,22%; emulsi 50,33%; dan daya buih 38,53%.
- Hidrolisat protein ikan kresek berpengaruh terhadap kadar air, kadar protein, karbohidrat, pH, lemak, emulsi, buih, kadar abu dan kadar kalsium.
- Berdasarkan hasil uji total asam amino dari hidrolisat protein ikan kresek didapatkan jenis asam amino berupa: lisin 0,10%; histidin 0,05%; arginin 0,10%; leusin 0,16%; isoleusin 0,09%; threonin 0,04%; valin 0,16%; phenilalanin 0,07%; glutamat 6,73%; aspartate 0,65%; alanin 0,64%; serin 0,08%; glisin 0,23%; dan prolin 0,17%.

5.2 Saran

Saran yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu perlu adanya penambahan lama waktu fermentasi dalam pembuatan hidrolisat protein agar dapat lebih mengetahui kemampuan khamir laut dalam menghidrolisis protein.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawyah, R. 2011. **Pengolahan dan Pengawetan Ikan**. Bumi Aksara. Jakarta Cetakan 4. Hal.103.
- Andarwulan, N., F. Kusnandar, dan D. Herawati. 2011. **Analisis Pangan**. Dian Rakyat. Jakarta. 328 hlm.
- Anggraeni, Y. P., dan S. S. Yuwono. 2014. **Pengaruh Fermentasi Alami pada Chips Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) terhadap Sifat Fisik Tepung Ubi Jalar Terfermentasi**. *J. Pangan dan Agroindustri*. 2 (2): 59-69.
- AOAC. 2005. **Official Method 992.23 Crude Protein in Cereal Grains and Oilseeds Generic Combustion Method**. Cereal Food Chapter 32, p.27.
- Arifin, Z. 2008. **Beberapa Unsur Mineral Esensial Mikro dalam Sistem Biologi dan Metode Analisisnya**. *J. Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 27 (3): 99-105.
- Bharathi, S., D. Saravanan, M. Radhakrishnan. Dan R. Balagurunathan. 2011. **Bioprospecting of Marine Yeast with Special Reference to Inulinase Production**. *International Journal of ChemTech Research*. 3(3):1514-1519.
- Buckle, K. A., R. A. Edwards, G. H. Fleet, dan M. Wootton. 1987. **Ilmu Pangan**. UI Press: Jakarta.
- Chi Z., T. Zhang, G. Liu, J. Li, and X. Wang. 2009. **Production, Characterization and Gene Cloning of the Extracellular Enzymes From the Marine-Derived Yeasts and Their Potential Applications**. *Biotechnology Advances* vol.27, Pp.236-255.
- Desrosier, N.W. 1988. **Teknologi Pengawetan Pangan**. UI Press. Jakarta. 610 hml.
- Fajarwati, S. 2002. **Produksi Protein Sel Tunggal *Candida utilis* pada Media Molase dengan Penambahan Glukosa dan Urea**. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Fardiaz, S. 1992. **Mikrobiologi Pangan 1**. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 308 hlm.
- Fathony, A. 2014. Skripsi: **Pengaruh Volume Molase Rebus dan Lama Fermentasi yang berbeda dengan Starter Khamir Laut terhadap Kualitas Hidrolisat Protein Kepala Udang Vename**. FPIK. Universitas Brawijaya. Malang.
- Febriani, M. 2006. **Substitusi Protein Hewani dengan Tepung Kedelai dan Khamir Laut untuk Pakan Patin (*Pangasius* sp.) dan Kerapu Tikus (*Cromileptes altivelis*)**. *J. Fish. Sci*. 8 (2): 169-176.

Febriani, M. 2008. **Penggunaan Khamir Laut sebagai Biokatalisator dalam Pembuatan Silase Ikan Peperek (*Leiognathus splendens*) dan Silase Keong Mas (*Pomaceae* sp.)**. Prosiding Bidang Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan. Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan. Malang, 08 November 2008. Hlm. 5-11.

Fell, J. W., D. G. Samuel, P. Mayer, and Jr. F. J. Roth. 1976. **Isolation of Yeasts from Biscayne Bay, Florida and Adjacent Benthic Areas**. *Limnology and Oceanography* 5 (4): 366-371.

Gaman, P.M. dan K.B. Sherrington. 1992. **Ilmu Pangan, Pengantar Ilmu Pangan, Nutrisi dan Mikrobiologi**. Edisi Kedua. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Gbogouri, G.A., M. Linder, J. Fanni, and M. Parmentier. 2004. **Influence of Hydrolysis Degree on The Functional Properties**. *J. Food Scien.* 69 (8): 615-622.

Girindra, A. 1993. **Biokimia**. PT Gramedia. Jakarta.

Giyatmi, B.J., C.H. Wijaya, dan Fardiaz. 2001. **Pengaruh Jenis Kapang dan Lama Fermentasi Terhadap Mutu Ikan Kayu (*Katsuobushi*) Cakalang**. *Buletin Teknologi dan Industri Pangan*. Vol.XI. no.2. Hal: 10-20.

Haslina. 2012. **Nilai Gizi dan Daya Cerna Protein Patilo sebagai Makanan Jajanan yang Diperkaya dengan Hidrolisat Protein Ikan Mujair (*Oreochromis niloticus*)**. Prosiding Semnas FAI. Hlm 252-256.

Hidayat, N. Dan M.S.S. Padaga. 2006. **Mikrobiologi Industri**. Andi Yogyakarta.

Hidayat, T. 2005. **Pembuatan Hidrolisat Protein dari Ikan Selar Kuning (*Caranx leptolepis*) dengan Menggunakan Enzim Papain**. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.

Hidayati, D., B. Darratul dan S. Hastuti. 2013. **Pola Pertumbuhan Ragi Tape Pada Fermentasi Kulit Singkong**. *AGROINTEK* vol.7 no.1 Maret 2013.

Holihah. 2005. **Pengaruh Penambahan Molase terhadap Keefektifan Ekstrak Kompos untuk Pengendalian *Colletotrichum capsici* (Syd.) Butter dan Bisby Penyebab Penyakit Antraknosa pada Cabai**. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Indratwari, A. 2010. **Karakteristik Ekstrak Khamir Laut dalam Hidrolisis Protein Kepala Ikan Peperek (*Lelognathus* sp.)**. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.

Iriana, H. 2014. **Pengaruh Volume Molase Dan Lama Fermentasi Yang Berbeda Dengan Starter Khamir Laut Terhadap Kualitas Hidrolisat Protein Kepala Udang Vename Rebus (*Litopenaeus vannamei*)**. Skripsi. 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 (*Karapaks Panaeus monodon*)**. Prosiding Seminar Teknologi Pangan 1997. Hlm 271-282.
- Is, F., dan K. Wijaya. 2006. **Montmorillonit Teraktivasi Asam dan Termodifikasi Oksida Aluminium sebagai Katalis pada Esterifikasi Etil Asetat**. Prosiding Seminar Nasional Kimia 2006. 979-96595-2-3. Diselenggarakan oleh Jurusan Kimia FMIPA UII.
- 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.
- Johnson, A. H., and M. S. Peterson. 1974. **Encyclopedia of Food Technology**. Vol. II. The AVI Publ. Co. Inc. Westport.
- Kirk, R.E., and D.F. Othmer. 1953. **Encyclopedia of Chemical Technology vol.7,10,11, The Interscience Encyclopedia Inc., New York**.
- Kurniati, L.I., N. Aida, G. Setiyo, dan T. Widjaja. 2012. **Pembuatan MOCAF (Modified Cassava Flour) Dengan Proses Fermentasi Menggunakan *Lactobacillus plantarum*, *Saccharomyces cerevisiae*, dan *Rhizopus oryzae***. Jurnal Teknik POMITS vol.1 no.1, (2012) 1-6.
- Kurniawan, S.L., dan R.J.S. Hanggit. 2012. **Hidrolisat Protein Tinta Cumi-cumi (*Loligo sp*) dengan Enzim Papain**. Vol.1,no.1.
- Kusmiati, A. Thontowi, dan S. Nuswantara. 2011. **Efek Sumber Karbon Berbeda terhadap Produksi α -Glukan oleh *Saccharomyces cerevisiae* pada Fermentor Air Lift**. *J. Natur Indonesia*. 13 (2): 138-145.
- Koesoemawardani, D. 2009. **Kajian Hidrolisat Protein dari Ikan Rucah sebagai Bahan Fortifikasi Makanan**. Seminar Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat, Universitas Negeri Lampung. Bandar Lampung.
- Koesoemawardani, D., F. Nuraini, dan Hidayati. 2011. **Proses Pembuatan Hidrolisat protein ikan Rucah**. *J. Natur Indo*.13 (3):. 256 – 261.
- Kohlmeyer, J., and E. Kohlmeyer. 1979. **Marine Micology: The Higher Fungi**. Academic Press. New York.
- 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.
- Liu, L., Y. Wang, C. Peng, dan J. Wang. 2013. **Optimization of the Preparation of Fish Protein Anti-Obesity Hydrolysates Using Response Surface Methodology**. *Int. J. Mol. Sci.* (14): 3124-3139.

- Loon, L. J. C. V. 2007. **Application of Protein or Protein Hydrolysates to Improve Postexercise Recovery**. *Int. J. Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, (17): S104-S117.
- Mangisah, I., B. Sukanto dan M. H. Nasution. 2009. **Implementasi Daun Eceng Gondok Fermentasi Dalam Ransum Itik**. Fakultas Peternakan. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Mangunwidjaya, D. Dan A. Suryani. 1994. **Teknologi Bioproses**. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Murni, R., Suparjo, Akmal, dan B. L. Ginting. 2008. **Buku Ajar Teknologi Pemanfaatan Limbah Untuk Pakan**. Laboratorium Makanan Ternak Fakultas Peternakan. Universitas Jambi. 36 hlm.
- Nasution. (2011). **Teknologi Pendidikan**. Jakarta: Bumi Aksara.
- Nazir, M. 2003. **Metode Penelitian**. Cetakan Kelima. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Nurchahyo, H. 2011. **Diktat Bioteknologi**. Universitas Negeri Yogyakarta: Yogyakarta
- Noor, H.M.N., N. Ariffin, I.I. Hayati, and H. Rosline. 2006. **Red cell immunization in multiply transfused Malay thalassemic patients**. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 2006 Sep;37(5):1015-20.
- Perwitasari, D.S. dan A. Cahyo. 2009. **Pembuatan Dekstrin sebagai Bahan Perekat dari Hidrolisis Pati Umbi Talas dengan Katalisator HCl**. Chemical Engineering Seminar tgl 18 juni 2009: hlm:1-8.
- 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.
- Ping, W., C. Zhenming, and M. A. Chunling. 2006. **Alkaline Protease Production by a Strain of Marine Yeast**. *J. Ocean University of China (Oceanic and Coastal Sea Research)*. 5 (3): 263-268.
- Prasetyo, Y. E. 2015. **Pembuatan Hidrolisat Protein Enceng Gondok (*Eichorina crassipes*) Segar Menggunakan Starter Khamir Laut dan Molase Rebus Dengan Proses Fermentasi**. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang
- Purbasari, D. 2008. **Produksi dan Karakterisasi Hidrolisat Protein dari Kerang Mas Ngur (*Atractodea striata*)**. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 77 hlm.
- Rahim. 2009. **Pengaruh Penambahan Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dan Perebusan terhadap Kadar Residu Formalin dan Profil Protein Udang Putih (*Letapenaeus vannamei*) Berformalin serta Pemanfaatannya sebagai Sumber Pendidikan Gizi dan Keamanan Pangan pada Masyarakat**. Seminar Nasional VIII Pendidikan Biologi, hlm.76-84.

- Rieuwpassa, F. J., J. Santoso, dan W. Trilaksana. 2013. **Karakterisasi Sifat Fungsional Konsentrat Protein Telur Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)**. *J. Ilmu dan Tekn. Kel. Trop.* 5 (2): 299:309.
- Riyanto, I. 2006. **Analisis kadar, daya cerna dan karakteristik protein daging ayam kampung dan hasil olahannya**. Skripsi. Fakultas Peternakan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Ruriani, E., T.C. Sunarti, and A. Meryandini. 2012. **Yeast Isolation for Bioethanol Production**. *Hayati Journal of Biosciences* vol.19 no.3, p 145-149. EISSN: 2086-4094.
- Rohim, A. 2014. **Pengaruh Perbedaan Penambahan Kadar Molase Rebus pada Medium Gula Terhadap Biomassa Sel Khamir Laut**. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Rosdianti, I. 2008. **Pemanfaatan Enzim Papain Dalam Produksi Hidrolisat Protein Dari Limbah Industri Minyak Kelapa**. Skripsi. IPB. Bogor.
- Sari, R. D. 2011. **Optimasi Produksi Etanol oleh Flocculant *Sacchromyces cerevisiae* (NRRL – Y 265) dari Tetes Tebu (Kajian Kecepatan Agitasi dan Konsentrasi Urea)**. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Sari, S.P. 2014. **Substitusi Molase Rebus dengan Kadar yang Berbeda pada Medium Fermentasi Khamir Laut**. Laporan Skripsi. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Sarlin, P. J., and R. Philip. 2013. **A Molasses Based Fermentation Medium for Marine Yeast Biomass Production**. *Int. J. Res. Marine Sci.* 2 (2): 39 – 44.
- Selvam, J., D. Varadharjan, A. Babu, dan T. Balasubramanian. 2013. **Taxonomy and Identification of Finfish Egg from Muthupettai, South East Coast of India**. *J. Cytol Histol* 4 : 5.
- 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.
- SNI. 06-6989.11-2004. **Air dan Air Limbah- Bagian 11: Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter**. Badan Standarisasi Nasional.
- Soeka, Y.S., J. Sulistyono dan E. Naiola. 2008. **Analisis Biokimia Minyak Kelapa Hasil Ekstraksi Secara Fermentasi**. *Biodiversitas: Vol.9 No.2 Hal.91-95*.
- Subandriah, M.R. 2012. Thesis: **Analisis Soal-Soal Pada Buku Ajar Matematika Kelas VIII Ditinjau Dari Aspek Kognitif**. Universitas Muhammadiyah. Surakarta.

Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhardi, 1989. **Analisa Bahan Makanan dan Pertanian**. Liberty Yogyakarta Bekerjasama dengan Pusat Antar Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Sukoso. 2012. **Eksplorasi Potensi Khamir Laut**. PPSUB. Malang. 72 hlm.

Sulistiono, N.T. Tirta, dan M. Brodjo. 2009. **Kebiasaan Makanan Ikan Kresek (*Thryssa mystax*) Di Perairan Ujung Pangkah, Jawa Timur**. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 9(1):35-48.

Sulistyo, D. R. Arief, dan A. Nur. 2007. **Pembuatan Nata dari Limbah Cair Tahu dengan Menggunakan Molases sebagai Sumber Karbon *Acetobacter xylinum***. *Ekuilibrum*. 6.(1): 1-5.

Sundari, N. Nurhajizah dan I. Sugoro. 2006. **Daya Adaptabilitas Isolat Khamir Dalam Cairan Rumen Kerbau Steril Sebagai Bahan Probiotik**. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.

Surakhmad, W. 2004. **Pengantar Penelitian Ilmiah: Dasar, Metode dan Teknik**. Bandung: Tarsito.

Susanto, W.H. dan B.R. Setyohadi. 2011. **Pengaruh Varietas Apel (*Malus sylvestris*) dan Lama Fermentasi oleh Khamir *Saccharomyces cerevisiae* sebagai Pra-Pengolahan Terhadap Karakteristik Sirup**. *J. Teknologi Pertanian*. 12 (3): 135-142.

Susti. 2009. **Pengaruh Proses Pengeringan terhadap Karakteristik Kaldu Nabati Berflavour Analog Daging (*Meatlike Flavour*) Instan dari Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus L.*) Terfermentasi**. Skripsi. UIN.

Tampoebolon. 2009. **Kajian Perbedaan Aras dan Lama Pengeraman Fermentasi Ampas Sagu dengan *Aspergillus niger* terhadap Kandungan Protein Kasar dan Serat Kasar**. Seminar Nasional Kebangkitan Peternakan. Hlm: 235-243.

Tejasari. 2005. **Nilai Gizi Pangan**. Cetakan 1. Graham Ilmu. Yogyakarta. Hal 77 dan 206.

Urano, N., M. Yamazaki, and R. Ueno. 2001. **Distribution of Halotolerant and/or Fermentative Yeasts in Aquatic Environments**. *J. Tokyo University of Fisheries*, 87: 23-29.

Vijayakumar N., D. Sakthivel and V. Anandhan. 2014. **Proximate Composition of Clupeidae and Engraulidae Inhabiting Thengaithittu Estuary Puducherry South East Coast Of India**. Department of Zoology Kanchi Mamunivar Centre for Post-Graduate Studies (Autonomous), Lawspetv, Puducherry. India.

Walker, G. M. 1998. **Yeast Physiology and Biotechnology**. Wiley: 362pages.

Waluyo, L. 2007. **Mikrobiologi Umum**. Penerbit Universitas Muhamadiyah Press. Malang.

Wang, H. and T. Elston (2007). **Mathematical and computational methods for studying energy transduction in protein motors.** *Journal of Statistical Physics* **128**, 35-76.

Widyasari, R. A. H. 2000. **Pemanfaatan Hidrolisat Protein Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) dalam Pengolahan "Cookies" sebagai Makanan Tambahan Balita.** Skripsi. Institut Pertanian Bogor: Bogor.

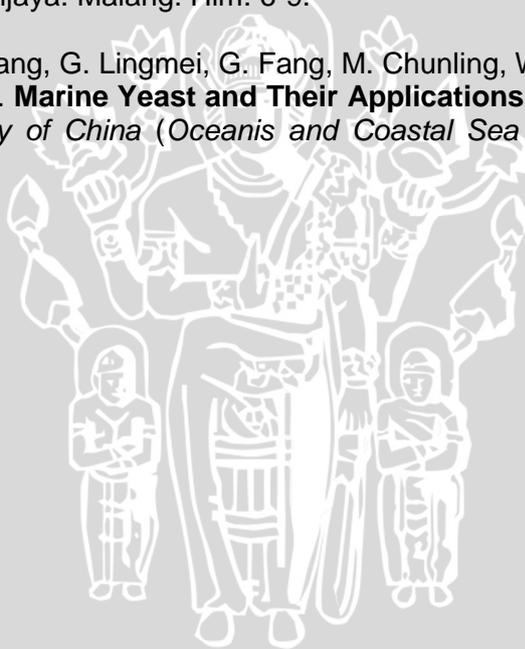
Widyati, R. 2004. **Pengetahuan Dasar Pengolahan Makanan Eropa.** PT. Grasindo. Jakarta.

Winarno. 2004. **Kimia Pangan dan Gizi.** Cetakan kesebelas. PT. Gramedia. Jakarta. 239 hlm.

Winarno. 2007. **Pengantar Teknologi Pangan.** PT Gramedia. Jakarta.

Wiratno, E. N., T. Ardyati, dan A. K. Wardani. 2013. **Pengaruh Gula Reduksi dan Total Nitrogen terhadap Densitas dan Viabilitas Sel *Saccharomyces cerevisiae* dalam Fermentasi Etanol dari Molase.** Universitas Brawijaya. Malang. Hlm. 6-9.

Zhenming, C., L. Zhiqiang, G. Lingmei, G. Fang, M. Chunling, W. Xianghong, dan L. Haifeng. 2006. **Marine Yeast and Their Applications in Mariculture.** *J. Ocean University of China (Oceanic and Coastal Sea Research)*. **5** (3): 251-256.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan komposisi kultur khamir laut

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

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

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

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

Jadi gula pasir yang digunakan dalam kultur khamir laut sejumlah 5 g

- ❖ Pupuk daun 0,2%

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

0,5%

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

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

Jadi pupuk daun yang digunakan dalam kultur khamir laut sejumlah 2 g

- ❖ Starter khamir laut 0,2%

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

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

$$\% = 2 \text{ mL}$$

Jadi starter khamir laur yang digunakan dalam kultur khamir laut sejumlah 2 mL

Lampiran 2. Perhitungan komposisi media pengenceran kultur khamir laut

❖ Air laut = 50 mL

❖ Gula pasir 0,25%

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

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

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

Jadi gula pasir yang digunakan dalam media pengenceran kultur khamir laut sejumlah 0,125 g

❖ Pupuk daun 0,1%

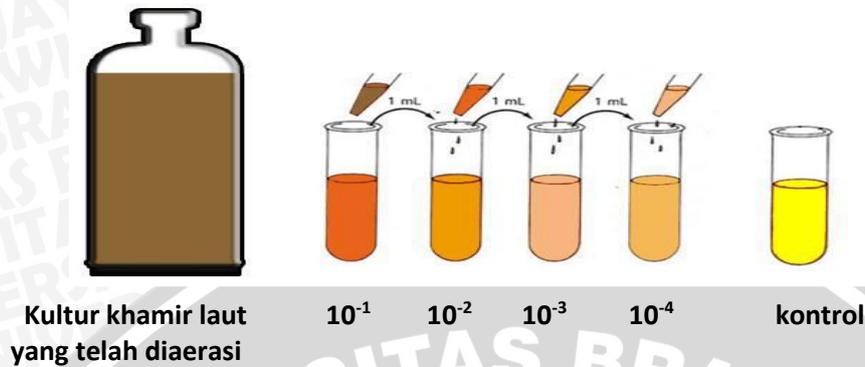
$$0,1\% = \frac{\text{banyaknya pupuk daun yang terlarut}}{\text{volume air laut}} \times 100\%$$

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

$$0,5 \quad \% = 0,05 \text{ g}$$

Jadi pupuk daun yang digunakan dalam media pengenceran kultur khamir laut sejumlah 0,05 g

Lampiran 3. Jumlah kepadatan sel khamir laut saat dilakukan pengenceran



Pengamatan hari ke- 0

Hasil kepadatan sel khamir laut pada pengenceran 10^{-4} menggunakan hemositometer pada mikroskop dan pengambilan sampel menggunakan mikropipet ukuran 50 mikrolit = 0,05 mL yaitu 10,0969 sel

0,05 mL \approx 10,0969 sel

5 mL = 1009,69 sel

1 mL = 201,938 sel

1 tabung reaksi = 10 mL \approx 2019,38 sel (tabung 10^{-4})

10^{-3} = 20193,8 sel

10^{-2} = 201938 sel

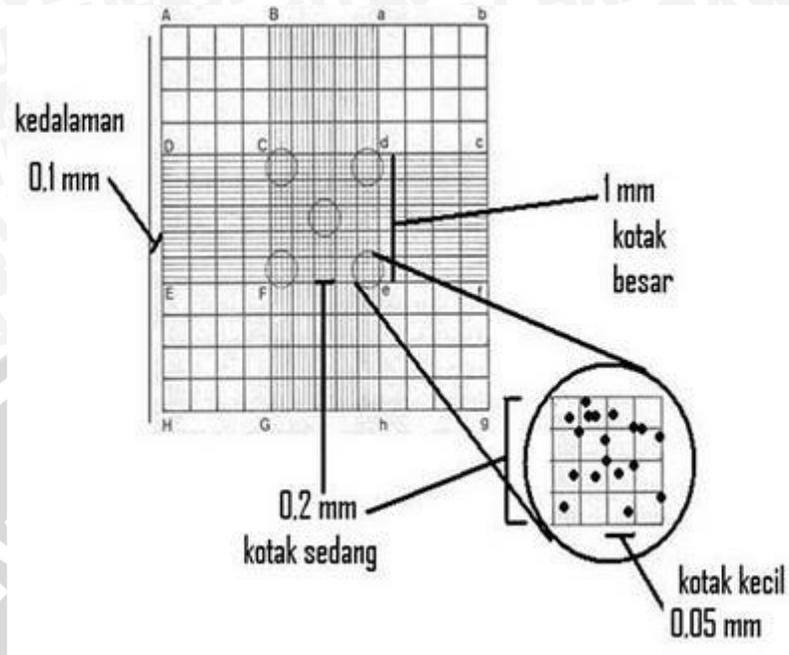
10^{-1} = 2019380 sel

1 mL = $2,01938 \times 10^6$ sel

1 Lt = $2,01938 \times 10^9$ sel

Jadi dalam 1 liter kultur khamir laut pada hari ke- 0 terdapat $2,01938 \times 10^9$ sel khamir laut

Lampiran 4. 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:

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

atau,

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

Lampiran 5. Perhitungan penelitian pendahuluan rendemen cair hidrolisat protein ikan kresek dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda

Perlakuan		Rendemen (%)	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)
Lama Fermentasi	Volume molase segar			
3 hari	100 mL	95,51	146,78	140,20
	150 mL	53.23	249.31	132.7
	200 mL	70	308.16	215.71
6 hari	100 mL	94,93	146,78	139,34
	150 mL	82.1	249.31	204.68
	200 mL	97.87	308.16	238.3
9 hari	100 mL	93,51	146,78	137,26
	150 mL	76.27	249.31	190.14
	200 mL	77.33	308.16	238.2
12 hari	100 mL	73,51	146,78	107,91
	150 mL	54.22	249.31	135.17
	200 mL	61.21	308.16	188.62

Rumus % Rendemen = $\frac{\text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100\%$

Berat Awal



Lampiran 6. Perhitungan penelitian rendemen cair hidrolisat protein ikan kresek dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata	ST DEV
Konsentrasi molase (mL)	Lama Fermentasi (hari)	1	2	3			
300	0	84,220	85,720	84,680	254,620	84,873	0,768
	3	70,540	71,620	71,350	213,510	71,170	0,562
	6	79,350	80,730	80,780	240,860	80,287	0,812
	9	77,680	76,350	78,050	232,080	77,360	0,894
	12	75,830	74,290	75,250	225,370	75,123	0,778
600	0	99,890	99,750	99,220	298,860	99,620	0,353
	3	89,530	88,010	87,990	265,530	88,510	0,883
	6	98,350	97,890	98,870	295,110	98,370	0,490
	9	94,330	95,210	95,140	284,680	94,893	0,489
	12	86,150	85,780	87,430	259,360	86,453	0,866

Lampiran 7. Perhitungan penelitian rendemen pasta hidrolisat protein ikan kresek dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata	ST DEV
Konsentrasi molase (mL)	Lama Fermentasi (hari)	1	2	3			
300	0	288,500	157,300	289,900	735,700	245,233	76,156
	3	239,000	286,400	237,800	763,200	254,400	27,719
	6	198,600	240,200	196,700	635,500	211,833	24,585
	9	157,900	197,600	156,300	511,800	170,600	23,396
	12	117,600	116,800	118,500	352,900	117,633	0,850
600	0	125,800	128,600	127,300	381,700	127,233	1,401
	3	122,450	124,700	125,000	372,150	124,050	1,394
	6	110,000	122,100	120,400	352,500	117,500	6,551
	9	108,700	121,400	117,000	347,100	115,700	6,449
	12	102,700	113,700	107,900	324,300	108,100	5,503

Lampiran 8. Perhitungan penelitian protein hidrolisat protein ikan kresek dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata	ST DEV
Konsentrasi molase (mL)	Lama Fermentasi (hari)	1	2	3			
300	0	50,310	49,060	50,120	149,490	49,830	0,674
	3	54,040	54,909	55,340	164,289	54,763	0,662
	6	55,370	56,390	56,690	168,450	56,150	0,692
	9	57,420	58,430	58,510	174,360	58,120	0,608
	12	62,910	61,410	62,690	187,010	62,337	0,810
600	0	56,930	56,030	56,680	169,640	56,547	0,465
	3	58,940	60,390	58,720	178,050	59,350	0,907
	6	61,880	61,450	60,830	184,160	61,387	0,528
	9	62,330	61,690	62,030	186,050	62,017	0,320
	12	62,700	62,940	63,720	189,360	63,120	0,533

Lampiran 9. Perhitungan penelitian kadar air hidrolisat protein ikan kresek dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata	ST DEV
Konsentrasi molase (mL)	Lama Fermentasi (hari)	1	2	3			
300	0	26,530	27,470	26,780	80,780	26,927	0,487
	3	22,980	22,540	22,780	68,300	22,767	0,220
	6	21,770	21,530	20,410	63,710	21,237	0,726
	9	20,980	20,270	19,490	60,740	20,247	0,745
	12	19,960	19,850	18,760	58,570	19,523	0,663
600	0	23,040	23,250	24,370	70,660	23,553	0,715
	3	20,720	20,340	21,940	63,000	21,000	0,836
	6	19,460	19,070	19,330	57,860	19,287	0,199
	9	18,500	17,820	18,028	54,348	18,116	0,348
	12	17,050	16,590	17,521	51,161	17,054	0,466

Lampiran 10. Perhitungan penelitian kadar lemak hidrolisat protein ikan kresek dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata	ST DEV
Konsentrasi molase (mL)	Lama Fermentasi (hari)	1	2	3			
300	0	0,570	0,550	0,620	1,740	0,580	0,036
	3	0,550	0,540	0,610	1,700	0,567	0,038
	6	0,520	0,460	0,590	1,570	0,523	0,065
	9	0,410	0,450	0,410	1,270	0,423	0,023
	12	0,350	0,320	0,270	0,940	0,313	0,040
600	0	0,200	0,260	0,311	0,771	0,257	0,056
	3	0,180	0,160	0,220	0,560	0,187	0,031
	6	0,158	0,140	0,170	0,468	0,156	0,015
	9	0,147	0,138	0,150	0,435	0,145	0,006
	12	0,129	0,120	0,145	0,394	0,131	0,013

Lampiran 11. Perhitungan penelitian kadar abu hidrolisat protein ikan kresek dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata	ST DEV
Konsentrasi molase (mL)	Lama Fermentasi (hari)	1	2	3			
300	0	13,960	13,960	14,920	42,840	14,280	0,554
	3	13,490	13,260	13,440	40,190	13,397	0,121
	6	13,170	12,530	12,090	37,790	12,597	0,543
	9	11,980	11,850	11,880	35,710	11,903	0,068
	12	11,380	11,390	11,370	34,140	11,380	0,010
600	0	13,750	13,790	14,150	41,690	13,897	0,220
	3	13,550	13,480	13,840	40,870	13,623	0,191
	6	13,440	13,310	13,200	39,950	13,317	0,120
	9	13,280	13,290	13,140	39,710	13,237	0,084
	12	12,950	12,300	12,710	37,960	12,653	0,329

Lampiran 12. Perhitungan penelitian karbohidrat hidrolisat protein ikan kresek dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata	ST DEV
Konsentrasi molase (mL)	Lama Fermentasi (hari)	1	2	3			
300	0	8,63	8,96	7,56	25,15	8,38	0,732
	3	8,94	8,75	7,83	25,52	8,51	0,594
	6	9,17	9,09	10,22	28,48	9,49	0,631
	9	9,21	9,00	9,71	27,92	9,31	0,365
	12	5,40	7,03	6,91	19,34	6,45	0,908
600	0	6,08	6,67	4,58	17,33	5,78	1,078
	3	6,61	5,63	5,33	17,57	5,86	0,669
	6	5,06	6,03	6,49	17,58	5,86	0,729
	9	5,74	7,06	6,66	19,46	6,49	0,676
	12	7,17	8,05	5,74	20,96	6,99	1,167

Lampiran 13. Perhitungan penelitian uji pH hidrolisat protein ikan kresek dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata	ST DEV
Konsentrasi molase (mL)	Lama Fermentasi (hari)	1	2	3			
300	0	5,590	5,470	5,550	16,610	5,537	0,061
	3	5,540	5,330	5,510	16,380	5,460	0,114
	6	5,490	5,310	5,470	16,270	5,423	0,099
	9	5,430	4,990	5,320	15,740	5,247	0,229
	12	5,110	4,830	5,170	15,110	5,037	0,181
600	0	4,910	4,730	4,890	14,530	4,843	0,099
	3	4,730	4,590	4,670	13,990	4,663	0,070
	6	4,580	4,420	4,530	13,530	4,510	0,082
	9	4,320	4,370	4,410	13,100	4,367	0,045
	12	4,290	4,210	4,170	12,670	4,223	0,061

Lampiran 14. Perhitungan penelitian uji emulsi hidrolisat protein ikan kresek dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata	ST DEV
Konsentrasi molase (mL)	Lama Fermentasi (hari)	1	2	3			
300	0	49,000	50,000	49,490	148,490	49,497	0,500
	3	47,950	48,510	47,520	143,980	47,993	0,496
	6	46,000	46,530	45,540	138,070	46,023	0,495
	9	44,890	46,460	45,450	136,800	45,600	0,796
	12	43,000	42,570	41,580	127,150	42,383	0,728
600	0	56,430	57,420	55,450	169,300	56,433	0,985
	3	54,450	55,980	55,320	165,750	55,250	0,767
	6	53,960	55,550	54,670	164,180	54,727	0,797
	9	52,520	52,470	50,900	155,890	51,963	0,921
	12	50,500	51,000	49,500	151,000	50,333	0,764

Lampiran 15. Perhitungan penelitian uji daya buih hidrolisat protein ikan kresek dengan volume molase rebus dan lama fermentasi yang berbeda

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata	ST DEV
Konsentrasi molase (mL)	Lama Fermentasi (hari)	1	2	3			
300	0	22,980	24,520	23,750	71,250	23,750	0,770
	3	25,780	26,160	24,290	76,230	25,410	0,988
	6	26,470	26,600	26,160	79,230	26,410	0,226
	9	27,630	27,100	26,850	81,580	27,193	0,398
	12	27,880	27,520	28,440	83,840	27,947	0,464
600	0	33,210	33,640	32,860	99,710	33,237	0,391
	3	35,510	35,180	34,690	105,380	35,127	0,413
	6	36,110	36,870	36,590	109,570	36,523	0,384
	9	37,030	37,960	36,870	111,860	37,287	0,589
	12	37,610	39,440	38,530	115,580	38,527	0,915

Lampiran 16. Data derajat hidrolisis protein ikan kresek dengan penambahan volume molase segar dan lama fermentasi yang berbeda

Perlakuan		Ulangan			Total	Rata-rata	ST DEV	%N Sampel	%N HPI	% DH
Konsentrasi molase (mL)	Lama Fermentasi (hari)	1	2	3						
300	0	50,31	49,06	50,12	149,490	49,830	0,674	1.630	7,578	4,649
	3	54,04	54,91	55,34	164,289	54,763	0,662	1.630	7,833	4,805
	6	55,37	56,39	56,69	168,450	56,150	0,692	1.630	7,932	4,866
	9	57,42	58,43	58,51	174,360	58,120	0,608	1.630	8,362	5,130
	12	62,91	61,41	62,69	187,010	62,337	0,810	1.630	9,387	5,758
600	0	56,93	56,03	56,68	169,640	56,547	0,465	1.630	8,273	5,075
	3	58,94	60,39	58,72	178,050	59,350	0,907	1.630	8,321	5,104
	6	61,88	61,45	60,83	184,160	61,387	0,528	1.630	9,215	5,653
	9	62,33	61,69	62,03	186,050	62,017	0,320	1.630	9,347	5,734
	12	62,70	62,94	63,72	189,360	63,120	0,533	1.630	9,456	5,801

➤ CARA MENGHITUNG %N sampel

Di Hitung dari jumlah %N HPI / jumlah % N Sampel

% N didapat : %P = %N x 6,25

$$\%N = \%P / 6,25$$

Lampiran 17. Data proksimat sampel ikan kresek segar



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 : Ananta Wira P.
TO FPIK - UB
MALANG

LAPORAN HASIL UJI
REPORT OF ANALYSIS

Nomor / Number : 4758/THP/LAB/2014
Nomor Analisis / Analysis Number : 4758
Tanggal penerbitan / Date of issue : 17 September 2014

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan, bahwa hasil pengujian

The undersigned ratifies that examination

Dari contoh / of the sample (s) of

Untuk analisis / For analysis

Keterangan contoh / Description of sample

Diambil dari / Taken from

Oleh / By

Tanggal penerimaan contoh / Received

Tanggal pelaksanaan analisis / Date of analysis

Hasil adalah sebagai berikut / Resulted as follows

: Ikan Glotek

:-

:-

:-

: 08 September 2014

: 08 September 2014

Parameter	Hasil
Protein (%)	15,86
Lemak (%)	1,50
Air (%)	74,40
Abu (%)	6,05
Karbohidrat (%)	2,19
Ca (ppm)	263,92

HASIL PENGUJIAN HANYA BERLAKU UNTUK
CONTOH YANG DISEBUT DI ATAS. PENGAMBILAN
CONTOH HARUS JAWAB ATAS KEBENARAN
TANGGAL

Ketua,

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





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 : labujiipangan_thpub@yahoo.com

KEPADA : Gaura Crisla

TO FPIK - UB

MALANG

LAPORAN HASIL UJI
REPORT OF ANALYSIS

Nomor / Number : 0485/THP/LAB/2015
Nomor Analisis / Analysis Number : 0485
Tanggal penerbitan / Date of issue : 01 Juli 2015
Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan, bahwa hasil pengujian
The undersigned ratifies that examination
Dari contoh / of the sample (s) of : Hidrolisat Protein Ikan
Untuk analisis / For analysis :
Keterangan contoh / Description of sample :
Diambil dari / Taken from :
Oleh / By :
Tanggal penerimaan contoh / Received : 19 Juni 2015
Tanggal pelaksanaan analisis / Date of analysis : 19 Juni 2015
Hasil adalah sebagai berikut / Resulted as follows :

Parameter	Hasil
Ca (ppm)	20,54

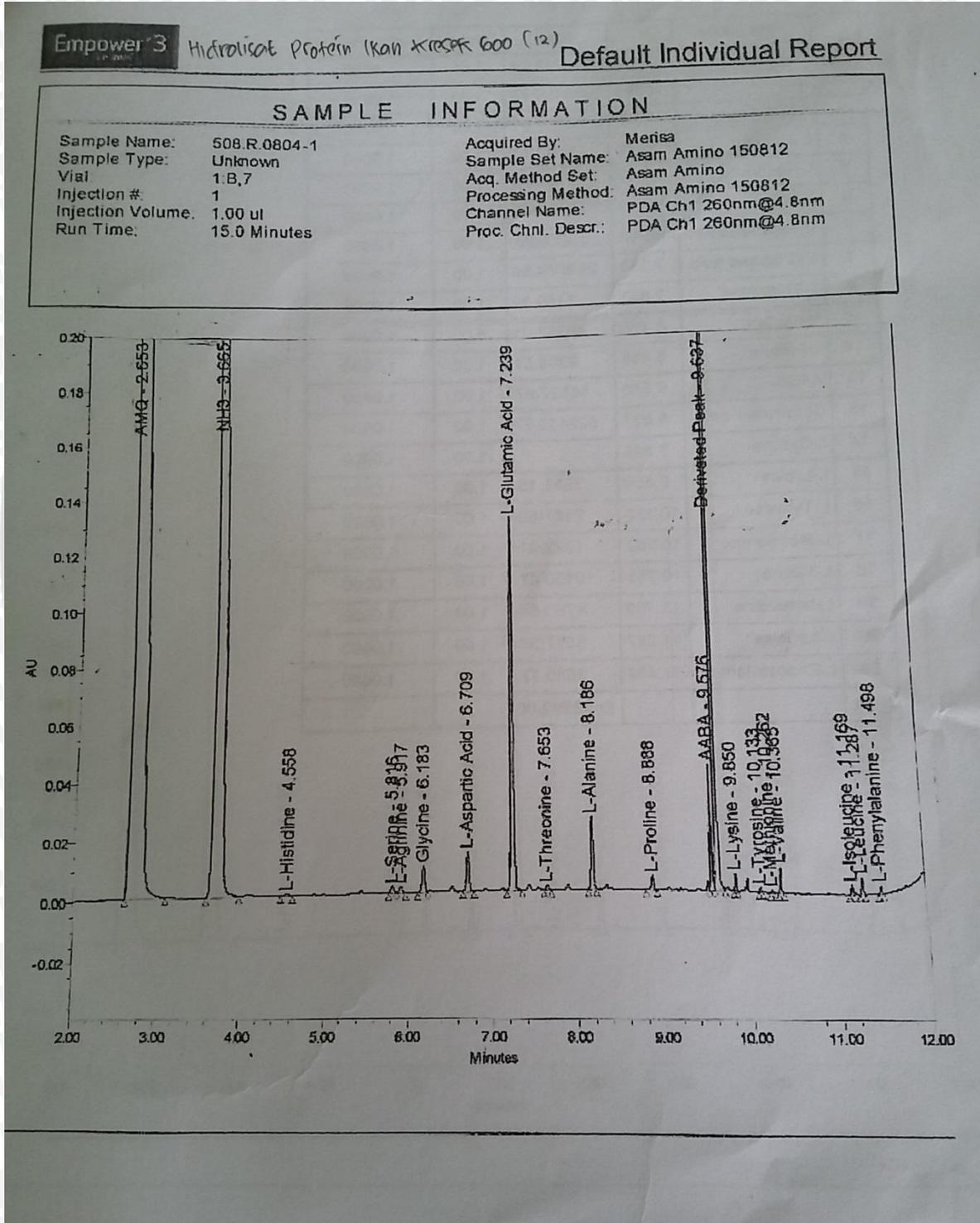
HASIL PENGUJIAN INI HANYA BERLAKU UNTUK CONTOH-CONTOH TERSEBUT DI ATAS. PENGAMBIL CONTOH BERTANGGUNG JAWAB ATAS KEBENARAN TANDING BARANG

Ketua,

Dr. Widya Dwi Rukmi P., STP, MP
NIP. 19700504 199903 2 002



Lampiran 19. Data kromatografi asam amino pasta hidrolisat protein ikan kresek



Lampiran 20. Data analisis asam amino pasta hidrolisat protein ikan kresek

	Peak Name	RT	Area	Dilution	SampleWeight
1	AMQ	2.653	4526748.24	1.00	1.0000
2	NH3	3.665	2620496.73	1.00	1.0000
3	L-Histidine	4.558	2421.91	1.00	1.0000
4	L-Serine	5.816	5597.43	1.00	1.0000
5	L-Agrinine	5.917	4709.86	1.00	1.0000
6	Glycine	6.183	20737.32	1.00	1.0000
7	L-Aspartic Acid	6.709	29176.23	1.00	1.0000
8	L-Glutamic Acid	7.239	269074.59	1.00	1.0000
9	L-Threonine	7.653	3159.39	1.00	1.0000
10	L-Alanine	8.186	46352.01	1.00	1.0000
11	L-Proline	8.888	9309.51	1.00	1.0000
12	AABA	9.576	56527.87	1.00	1.0000
13	Derivated Peak	9.637	822110.77	1.00	1.0000
14	L-Cystine	9.825		1.00	1.0000
15	L-Lysne	9.850	5631.15	1.00	1.0000
16	L-Tyrosine	10.133	2187.80	1.00	1.0000
17	L-Methionine	10.262	1322.01	1.00	1.0000
18	L-Valine	10.365	10150.27	1.00	1.0000
19	L-Isoleucine	11.169	4750.64	1.00	1.0000
20	L-Leucine	11.287	8577.58	1.00	1.0000
21	L-Phenylalanine	11.498	3550.77	1.00	1.0000
Sum			8452592.08		

Lampiran 21. Data analisis asam amino pasta hidrolisat protein ikan kresek



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
 LABORATORIUM SENTRAL ILMU HAYATI (LSIH)
 Jl. Veteran Malang
 Telp./Fax. +62 341 559054
 Email: labsentralub@ub.ac.id ; labsentralub@gmail.com <http://lsi.h.ub.ac.id>

Lampiran No: 077/LSIH-UB/3-LU/VIII/2015

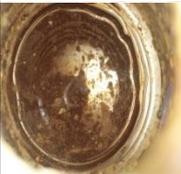
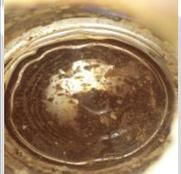
kode sampel uji: Hidrolisat Protein Ikan Kresek 600 (12)

Hasil Uji :

No.	Parameter Asam amino	Satuan	Hasil
1	Valin	%	0.16
	Threonin	%	0.06
	Lisin (Lysine HCl)	%	0.10
	Serin	%	0.08
	Isoleusin	%	0.09
	Alanin	%	0.64
	Histidin	%	0.05
	Phenilalanin	%	0.07
	Glutamat	%	6.73
	Tirosin	%	0.04
	Prolin	%	0.17
	Arginin	%	0.10
	Glisin	%	0.23
	Leusin	%	0.16
	Aspartat	%	0.65
	Metionin	%	0.03
	Sistin	%	Not detected
Total	%	9.35	

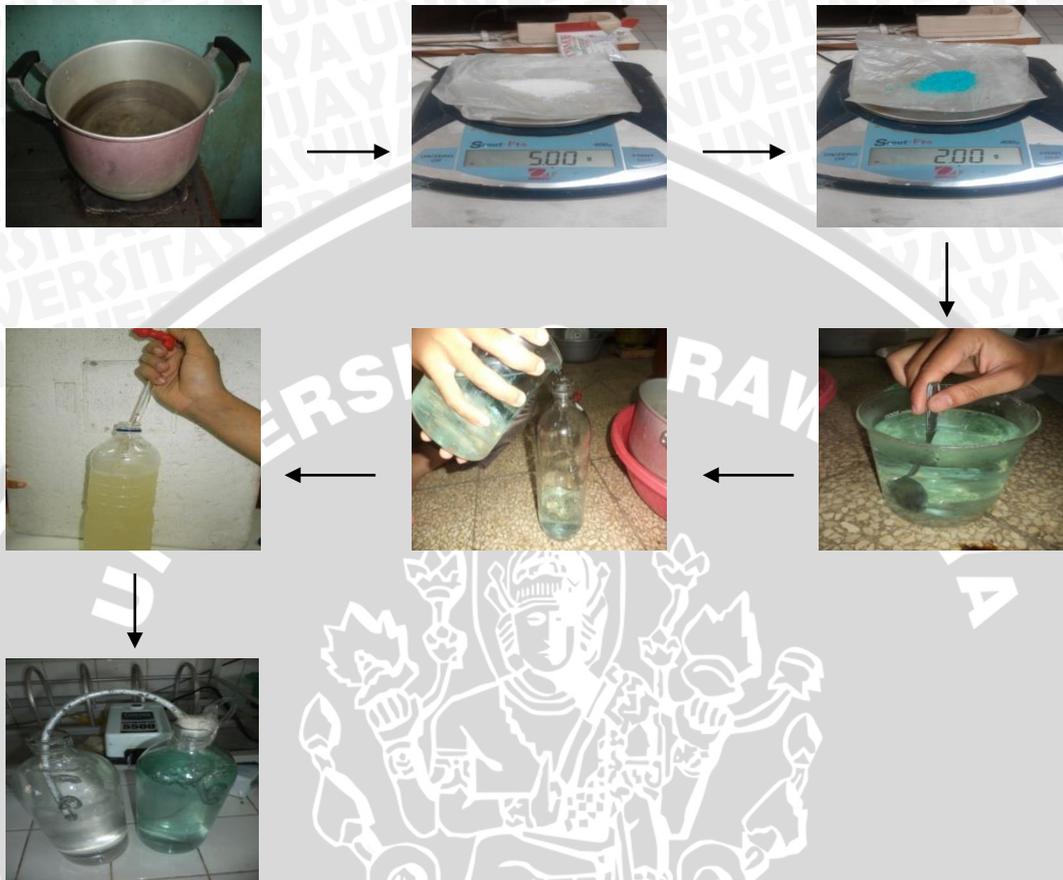


Lampiran 22. Data pengamatan penelitian awal hidrolisat protein ikan kresek

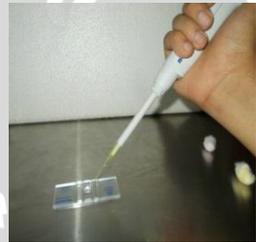
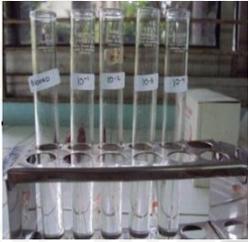
Perlakuan		Kondisi HPI	FOTO
Lama Fermentasi	Volume molase segar		
3 hari	100 mL	Tekstur sampel lunak, warna coklat kehitaman, baumolase kuat, masih terdapat molase, tidak terdapat jamur.	
	150 mL	Tekstur sampel lembek, warna coklat kehitaman, terdapat molase, berbau molase.	
	200 mL	Tekstur sampel lembek, masih terdapat molase, warna coklat kehitaman, bau molase kuat.	
6 hari	100 mL	Tekstur sampel lunak, warna coklat kehitaman, bau molase kuat, masih terdapat molase, tidak terdapat jamur.	
	150 mL	Tekstur sampel lembek, warna coklat kehitaman, terdapat molase, berbau molase.	
	200 mL	Tekstur sampel lembek, masih terdapat molase, warna coklat kehitaman, bau molase kuat.	
9 hari	100 mL	Tekstur sampel mengeras, molase berkurang, warna coklat kehitaman, tidak berbau molase.	

	150 mL	Bau molase berkurang, warna coklat kehitaman, tekstur sedikit mengeras, berbentuk pasta padat, cairan molase sedikit berkurang.	
	200 mL	Tekstur sedikit mengeras berbentuk pasta padat, warna coklat kehitaman, bau molase sedikit berkurang.	
12 hari	100 mL	Tekstur sampel sangat keras, warna coklat kehitaman, tidak ada molase, tidak berbau molase, sampel ditumbuhi jamur putih.	
	150 mL	Bau molase sedikit berkurang, warna coklat kehitaman, tekstur sedikit mengeras berbentuk pasta padat, terdapat sedikit molase, tidak ditumbuhi jamur.	
	200 mL	Tekstur sampel sedikit keras berbentuk pasta padat, warna coklat kehitaman, bau molase sedikit berkurang, cairan molase sedikit.	

Lampiran 23. Foto pengkulturan khamir laut



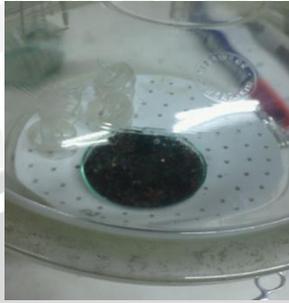
Lampiran 24. Foto pengamatan kepadatan sel khamir laut



Lampiran 25. Foto proses pembuatan hidrolisat protein ikan kresek.



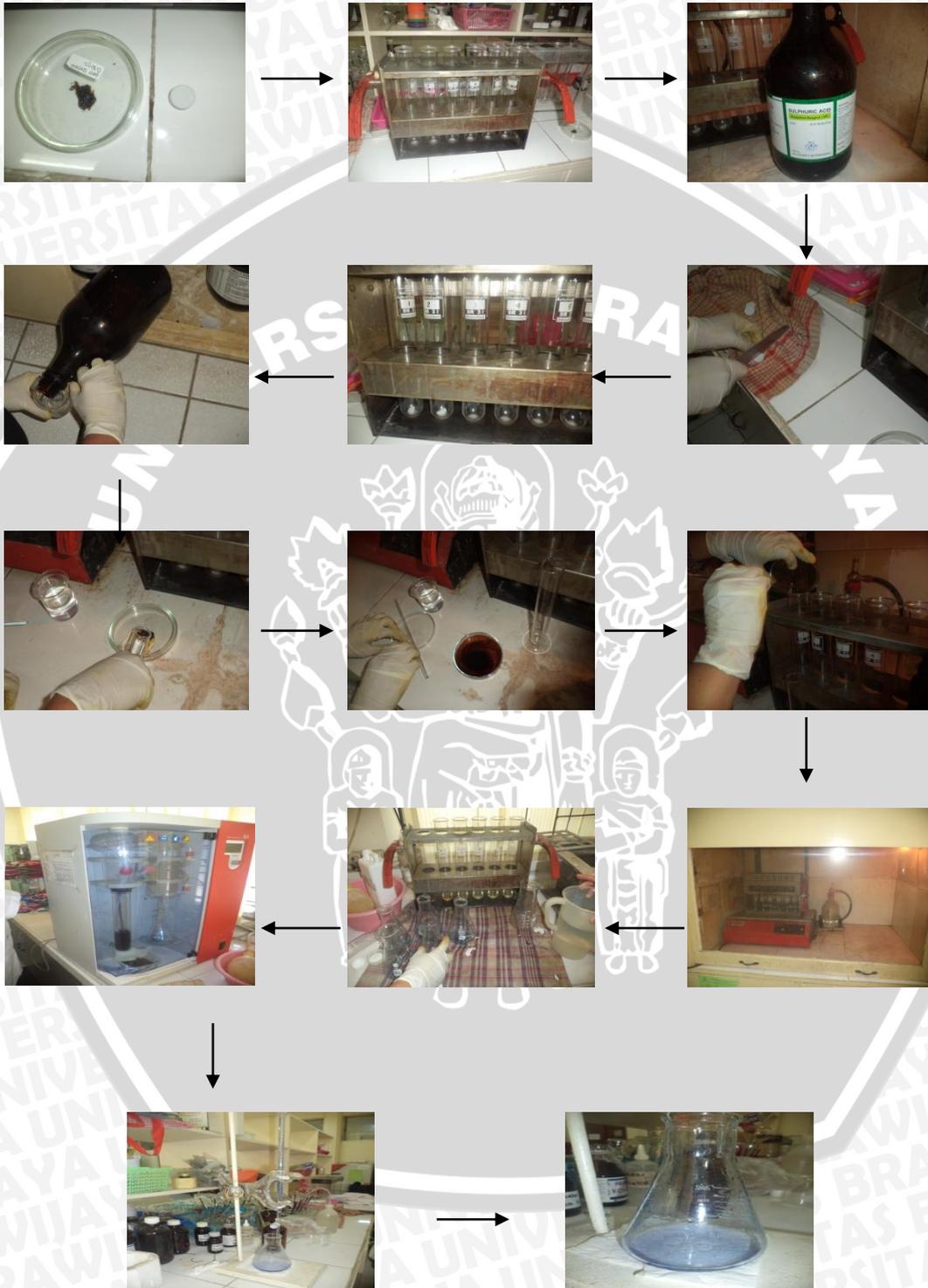
Lampiran 26. Foto proses analisis kadar air



Lampiran 27. Foto proses analisis kadar lemak.



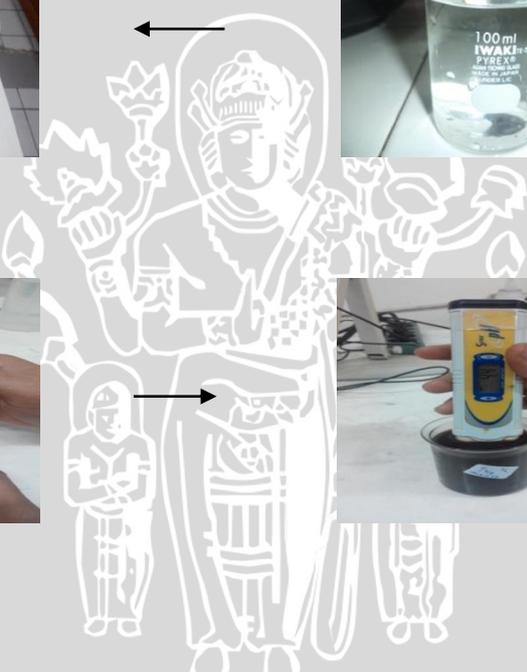
Lampiran 28. Foto proses analisis kadar protein.



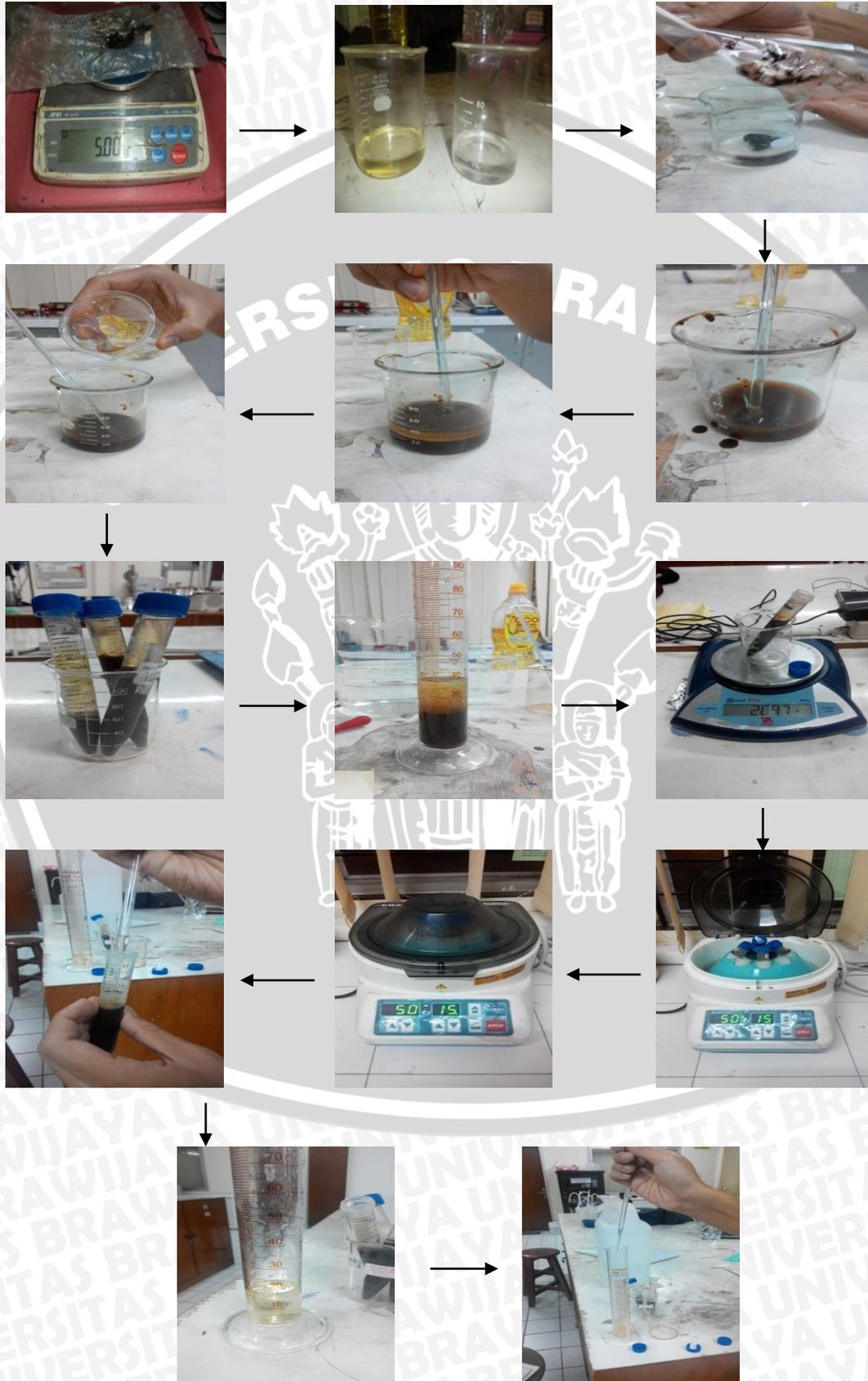
Lampiran 29. Foto proses analisis kadar abu.



Lampiran 30. Foto proses analisis pH



Lampiran 31. Foto proses analisis emulsi



Lampiran 32. Foto proses analisis daya buih

