



**OPTIMASI HIDROLISIS PROTEIN JAMUR SECARA ENZIMATIS
MENGUNAKAN METODE PERMUKAAN RESPON**

TESIS

Oleh

**Wiji Lestari
NIM 161720101005**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNOLOGI AGROINDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**OPTIMASI HIDROLISIS PROTEIN JAMUR SECARA ENZIMATIS
MENGUNAKAN METODE PERMUKAAN RESPON**

TESIS

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Strata Dua Program Studi Magister Teknologi Agroindustri dan mencapai gelar Magister Pertanian

Oleh:

**Wiji Lestari
NIM 161720101005**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNOLOGI AGROINDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT yang telah memberikan limpahan Rahmat serta Hidayah-Nya, karya tulis ini saya persembahkan untuk:

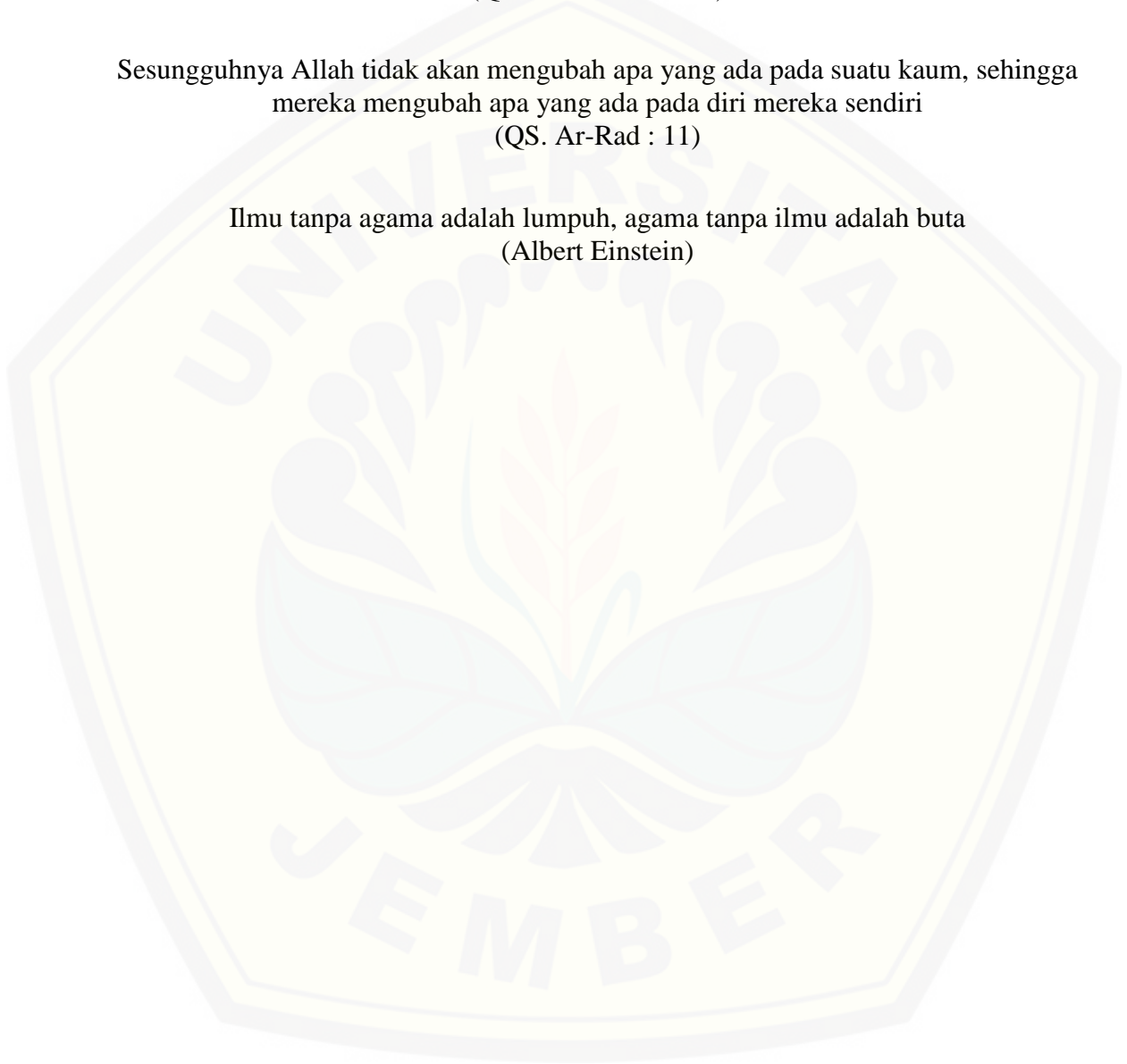
1. Ibu Mistun dan Bapak Kateno tercinta, yang telah membimbing, mendidik, mendoakan, dan mencurahkan segala perhatian selama ini; Kakakku Agus Susanto, Siti Mutmainah, dan adikku Febri Angga, Intan Widyaningrum, Anggun Kharisma Putri serta seluruh keluarga yang telah memberikan doa, kasih sayang, dan dukungan selama ini;
2. Semua guru saya sejak TK sampai perguruan tinggi yang terhormat, telah memberikan ilmu, membimbing dengan penuh kesabaran dan keikhlasan;
3. Dosen Pembimbing Utama, Dosen Pembimbing Anggota, Dosen Pembimbing Akademik, Dosen Penguji dan Komisi Bimbingan, terima kasih atas bantuan dan bimbingan yang diberikan selama ini;
4. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember;
5. Teman-teman seperjuangan MTA 2016 (Mbak Emi, Mbak Marina, Mas Ikhlas, Mba Hamidah, Mas Haris, Mbak Putri, dan Mbak Wim), terimakasih atas motivasi dan dukungan yang diberikan selama ini;
6. *Special thanks* to Wahyu Adhi Suprobo, terimakasih untuk motivasi, dukungan, dan kesabaran serta sudah mau direpoti;
7. Staf Jurusan THP, MTA, Teknisi Laboratorium (Mbak Ketut, Mbak Wim, Pak Mistar, dan Mbak Sari), terima kasih atas bantuan yang diberikan.

MOTO

Maka nikmat Tuhan yang manakah, yang kamu dustakan
(QS. Ar-Rahman : 55)

Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah apa yang ada pada suatu kaum, sehingga mereka mengubah apa yang ada pada diri mereka sendiri
(QS. Ar-Rad : 11)

Ilmu tanpa agama adalah lumpuh, agama tanpa ilmu adalah buta
(Albert Einstein)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wiji Lestari

NIM : 161720101005

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Optimasi Hidrolisis Protein Jamur secara Enzimatis Menggunakan Metode Permukaan Respon” adalah sungguh hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang saya junjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia menerima sanksi akademik bila ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, September 2018

Yang menyatakan

Wiji Lestari

NIM. 161720101005

TESIS

**OPTIMASI HIDROLISIS PROTEIN JAMUR SECARA ENZIMATIS
MENGUNAKAN METODE PERMUKAAN RESPON**

Oleh:

**Wiji Lestari
NIM 161720101005**

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Dr. Yuli Witono, S.TP., M.P

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Nurhayati, S.TP., M.Si

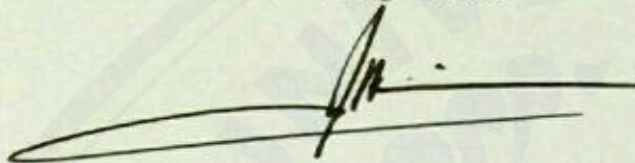
PENGESAHAN

Tesis berjudul “Optimasi Hidrolisis Protein Jamur secara Enzimatis Menggunakan Metode Permukaan Respon” oleh Wiji Lestari, NIM 161720101005 telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, pada:

Hari, tanggal : Senin, 17 September 2018

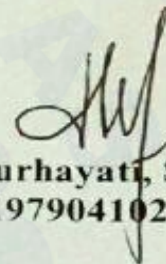
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama



Prof. Dr. Yuli Witono, S.TP., M.P
NIP. 196912121998021001

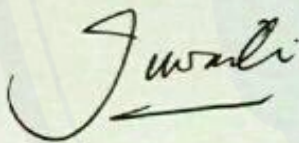
Dosen Pembimbing Anggota



Dr. Nurhayati, S.TP., M.Si
NIP. 197904102003122004

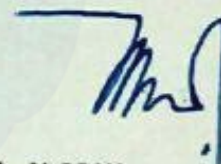
Tim Penguji:

Ketua



Dr. Ir. Sih Yuwanti, M.P
NIP. 196507081994032002

Anggota



Dr. Yuli Wibowo, S.TP., M.Si
NIP. 197207301999031001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian



Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng
NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

Optimasi Hidrolisis Protein Jamur secara Enzimatis Menggunakan Metode Permukaan Respon; Wiji Lestari, 161720101005; 2018; 124 halaman; Magister Teknologi Agroindustri Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Saat ini kebutuhan *flavor enhancer* (penguat rasa) di Indonesia semakin meningkat karena banyaknya industri makanan. Penguat rasa yang umum digunakan pada makanan adalah Monosodium Glutamat (MSG). Kebutuhan MSG selain dipenuhi dari dalam negeri, juga dipenuhi dari luar negeri atau impor. Menurut Badan Pusat Statistik (2016), impor MSG mulai bulan Januari hingga Mei 2016 telah mencapai 17.534,631 ton. Penggunaan MSG diperbolehkan, namun MSG memiliki dampak yang kurang baik bagi kesehatan apabila dikonsumsi secara berlebihan dan dalam jangka waktu yang lama.

Produksi *flavor* alami dari bahan-bahan lokal merupakan salah satu solusi untuk mengurangi penggunaan MSG. Bahan-bahan lokal yang dapat dimanfaatkan adalah jamur kancing (*Agaricus bisporus*), jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*), dan jamur merang (*Volvariella volvacea*). *Flavor enhancer* dapat diproduksi melalui proses hidrolisis enzimatis. Optimasi dalam proses hidrolisis protein diperlukan untuk memperoleh kondisi hidrolisis yang optimum dan hidrolisat dengan karakteristik baik. Hidrolisis yang optimum dapat diperoleh melalui penggunaan unit aktivitas enzim dan lama hidrolisis yang tepat. Berdasarkan Metode Permukaan Respon, kondisi optimum hidrolisis protein diperoleh pada kombinasi aktivitas 1,617 unit enzim biduri dan 5,235 unit enzim papain dengan lama hidrolisis 60 menit.

Hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang hasil optimasi kemudian dianalisis derajat hidrolisis, kadar protein, absorbansi produk Maillard, komposisi asam amino, sifat fungsionalnya yang meliputi, daya emulsi dan stabilitas emulsi, *Water Holding Capacity* (WHC), *Oil Holding Capacity* (OHC), daya buih dan stabilitas buih. Hidrolisat protein jamur kancing memiliki derajat hidrolisis sebesar 33,53%, kadar protein sebesar 50,72%, jumlah produk Maillard

sebesar 1,58, daya emulsi sebesar 43,00%, stabilitas emulsi sebesar 37,54%, WHC sebesar 729, 96%, OHC sebesar 303, 57%, serta daya dan stabilitas buih sebesar 4,67%.

Hidrolisat protein jamur tiram putih memiliki derajat hidrolisis sebesar 40,90%, kadar protein sebesar 19,68%, jumlah produk Maillard sebesar 0,90, daya emulsi sebesar 42,73%, stabilitas emulsi sebesar 73, 98%, WHC sebesar 573, 20%, OHC sebesar 276, 97%, serta daya dan stabilitas buih sebesar 4,00%. Hidrolisat protein jamur merang memiliki derajat hidrolisis sebesar 106, 18%, kadar protein sebesar 10,64%, jumlah produk Maillard sebesar 1,01, daya emulsi sebesar 30,58%, stabilitas emulsi sebesar 66, 25%, WHC sebesar 467,92%, OHC sebesar 355, 46%, serta daya dan stabilitas buih sebesar 2,00%. Jenis asam amino tertinggi pada ketiga jenis hidrolisat protein jamur adalah asam glutamat, yaitu pada hidrolisat jamur kancing sebesar 5,07%, hidrolisat jamur tiram putih sebesar 2,04%, dan hidrolisat jamur merang sebesar 5,25%.

Hasil analisis kelayakan finansial menunjukkan bahwa usaha produksi hidrolisat protein jamur kancing layak untuk dikembangkan, sedangkan usaha produksi hidrolisat protein jamur tiram putih dan jamur merang tidak layak. Usaha produksi hidrolisat protein jamur kancing memiliki nilai BEP sebesar Rp. 112.173.759 dan 7.274 kemasan, *Net Present Value* (NPV) sebesar Rp. 12.164.071, *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 15,16%, *Benefit Cost Ratio* (B/C Ratio) sebesar 1,02 dan *Pay Back Period* (PBP) selama 3,37 tahun.

Produksi hidrolisat protein jamur tiram putih memiliki nilai BEP sebesar Rp. 88.970.813 dan 8.147 kemasan, *Net Present Value* (NPV) sebesar Rp. -20.254.073, *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 1,66%, *Benefit Cost Ratio* (B/C Ratio) sebesar 0,96 dan *Pay Back Period* (PBP) selama 4,75 tahun.

Produksi hidrolisat protein jamur merang memiliki nilai nilai BEP sebesar Rp. 101.997.028 dan 7.657 kemasan *Net Present Value* (NPV) sebesar Rp. -2.964.396, *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 8,85%, *Benefit Cost Ratio* (B/C Ratio) sebesar 0,99 dan *Pay Back Period* (PBP) selama 3,9 tahun.

SUMMARY

Optimization of Enzymatic Hydrolysis of Mushroom Protein Using Response Surface Method; Wiji Lestari, 161720101005; 2018; 124 pages; Master of Agroindustrial Technology Faculty of Agricultural Technology University of Jember.

Currently, the flavour enhancers necessary in Indonesia is increasing due to the amount of food industries. Monosodium Glutamate (MSG) is the kinds of flavor enhancer. The using of MSG as flavour enhancer is very big, so it was completed from abroad or import. According to the Central Bureau of Statistics on 2016, the importing of MSG from January to May 2016 has reached 17,534,631 tons. The using of MSG as flavour enhancer is allow, but MSG has a poor impact on health when it was consumed in over dosage and over long periods of time.

Production of natural flavor from local ingredients is one solution to reduce the using of MSG. Local ingredients can be utilized that are champignon mushroom (*Agaricus bisporus*), oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*), and straw mushroom (*Volvariella volvacea*). Flavor enhancers can be produced by enzymatic hydrolysis. Optimization of protein hydrolysis processing was required to obtain the optimum conditions and hydrolyzate with good characteristics. Optimum hydrolysis can be obtained from using of enzyme activity and time of hydrolysis properly. Analysis by Response Surface Method, resulted that the optimum hydrolysis condition of mushroom protein was obtained in combination of 1.617 units of enzyme biduri and 5.235 units of enzyme papain with time of hydrolysis 60 minutes.

The optimum hydrolysate of champignon mushroom, oyster mushroom, and straw mushroom were analyzed the degree of hydrolysis, protein content, absorbance of Maillard product, amino acid composition, and functional properties i.e, emulsifying capacity and emulsifying stability, water holding capacity (WHC), oil holding capacity (OHC), foaming capacity and foaming stability. Champignon mushroom hydrolysate has degree of hydrolysis 33.53%, protein content 50.72%,

total of Maillard product 1.58, emulsifying capacity 43.00%, emulsifying stability 37.54%, WHC 729.96%, OHC of 303.57%, foaming capacity and foaming stability 4.67%.

Oyster mushroom hydrolysate has degree of hydrolysis 40.90%, protein content 19.68%, total of Maillard product 0.90, emulsifying capacity 42.73%, emulsifying stability 73.9%, WHC 573.20%, OHC 276.97%, foaming capacity and foaming stability 4.00%. Straw mushroom hydrolysate has degree of hydrolysis 106.18%, protein content 10.64%, total of Maillard product 1.01, emulsifying capacity 30.58%, emulsifying stability 66.25%, WHC 467.92%, OHC 355.46%, and foaming capacity and foaming stability 2.00%. The highest types of amino acid in mushroom protein hydrolysates is glutamic acid. The glutamic acid of champignon mushroom hydrolysate 5.07%, glutamic acid of oyster mushroom hydrolysate 2.04% and glutamic acid of straw mushroom hydrolysate 5.25%.

The result of financial analysis showed that production of champignon mushroom hydrolysates is feasible, but production of oyster mushroom hydrolysates and straw mushroom hydrolysate is not feasible. Production of champignon mushroom hydrolysates have the BEP value of Rp. 112.173.759 and 7.274 units, Small and Medium Enterprises (SMEs) decent executed NPV of Rp. 12.164.071, IRR of 15.16%, B/C Ratio of 1.02, the Pay Back Period for 3.37 years. Production of oyster mushroom hydrolysates have the BEP value of Rp 88.970.813 and 8.147 units, Small and Medium Enterprises (SMEs) decent executed NPV of Rp. -20.254.073, IRR of 1.66%, B/C Ratio of 0.96, the Pay Back Period for 4.75 years. Production of straw mushroom hydrolysates have the BEP value of 101.997.028 and 7.657 units, Small and Medium Enterprises (SMEs) decent executed NPV of Rp. -2.964.396, IRR of 8.85%, B/C Ratio of 0.99 and the Pay Back Period for 3.9 years.

PRAKATA

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Optimasi Hidrolisis Protein Jamur secara Enzimatis Menggunakan Metode Permukaan Respon dan Analisis Harga Pokok Produksi”. Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Dua (S2) pada Program Studi Magister Teknologi Agroindustri Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Dalam penyusunan tesis ini penulis tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Yuli Witono, S.TP., M.P. selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing Utama, yang telah meluangkan waktu dan pikiran dengan sabar dan tulus guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi kemajuan, penyelesaian penelitian, dan penulisan tesis ini;
2. Dr. Nurhayati, S.TP., M.Si selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu dan pikiran dengan sabar dan tulus guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi kemajuan, penyelesaian penelitian, dan penulisan tesis ini;
3. Dr. Ir. Sih Yuwanti, M.P dan Dr. Yuli Wibowo, S.TP., M.Si selaku tim penguji yang telah memberikan saran dan evaluasi demi perbaikan tesis ini;
4. Seluruh karyawan dan teknisi Laboratorium Kimia dan Biokimia, Laboratorium Analisa Terpadu, dan Laboratorium Rekayasa Proses Pengolahan Hasil Pertanian di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
5. Ibu Mistun, dan Bapak Kateno serta seluruh keluarga yang telah memberikan doa dan dorongan demi terselesaikannya tesis ini;

6. Teman-teman seperjuangan MTA 2016 (Mba Emi, Mba Marina, Mas Ikhlas, Mba Hamidah, Mas Haris, Mba Putri, dan Mba Wim), terimakasih atas motivasi dan dukungan yang diberikan selama ini;
7. Special thanks to Wahyu Adhi Suprobo, terimakasih untuk motivasi, dukungan, dan kesabaran serta sudah mau direpoti;
8. Teman-teman kos Edelweis Jl. Jawa IV C No. 6 yang telah memberikan semangat selama proses penyelesaian tesis ini;
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu penyusunan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tesis ini masih banyak kekurangan dan sangat mengharap saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan dapat menambah wawasan pembaca pada umumnya.

Jember, September 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Potensi Jamur Kancing (<i>Agaricus bisporus</i>), Jamur Tiram Putih (<i>Pleurotus ostreatus</i>) dan Jamur Merang (<i>Volvariella volvacea</i>) sebagai <i>Flavor Enhancer</i>.....	6
2.2 Karakteristik Jamur Kancing (<i>Agaricus bisporus</i>), Jamur Tiram Putih (<i>Pleurotus ostreatus</i>) dan Jamur Merang (<i>Volvariella volvacea</i>)	8

2.2.1 Jamur Kancing (<i>Agaricus bisporus</i>)	8
2.2.2 Jamur Tiram Putih (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	8
2.2.3 Jamur Merang (<i>Volvariella volvacea</i>)	9
2.3 Produktivitas dan Budidaya Jamur Kancing (<i>Agaricus bisporus</i>), Jamur Tiram Putih (<i>Pleurotus ostreatus</i>) dan Jamur Merang (<i>Volvariella volvacea</i>)	10
2.4 Hidrolisis Protein Secara Enzimatis.....	10
2.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Hidrolisis Enzimatis	12
2.5.1 Suhu	12
2.5.2 Lama Hidrolisis.....	12
2.5.3 Konsentrasi Enzim.....	12
2.5.4 pH	12
2.5.5 Konsentrasi Substrat	13
2.6 Flavor Enhancer	13
2.7 Peran Asam Amino Bebas dan Peptida terhadap Flavor Makanan	15
2.8 Komponen Flavor pada Jamur Kancing (<i>Agaricus bisporus</i>), Jamur Tiram Putih (<i>Pleurotus ostreatus</i>), dan Jamur Merang (<i>Volvariella volvacea</i>)	15
2.9 Enzim Biduri sebagai Eksopeptidase dan Enzim Papain sebagai Endopeptidase.....	16
2.10 Metode Permukaan Respon.....	18
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Kerangka Pemikiran	22
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	24
3.3 Bahan dan Alat Penelitian	24
3.3.1 Bahan Penelitian	24
3.3.2 Alat Penelitian.....	25

3.4 Metode Penelitian.....	25
3.4.1 Rancangan Percobaan	25
3.4.2 Pelaksanaan Penelitian.....	29
3.5 Analisis	31
3.5.1 Penelitian Utama Tahap I	31
3.5.2 Penelitian Utama Tahap II	34
3.5.2 Penelitian Utama Tahap III.....	38
3.6 Analisis Data.....	40
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Optimasi Hidrolisis Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	41
4.1.1 Tahap Penapisan Ketiga Faktor	41
4.1.2 Tahap Optimasi Ketiga Faktor.....	43
4.2 Karakteristik Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang Hasil Optimasi	51
4.2.1 Derajat Hidrolisis	52
4.2.2 Kadar Protein	53
4.2.3 Jumlah Produk Maillard.....	54
4.2.4 Daya Emulsi dan Stabilitas Emulsi	56
4.2.5 <i>Water Holding Capacity</i>	60
4.2.6 <i>Oil Holding Capacity</i>	61
4.2.7 Daya Buih dan Stabilitas Buih	62
4.2.8 Komposisi Asam Amino	63
4.3 Analisis Kelayakan Finansial Produksi Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang Hasil Optimasi	65
4.3.1 Kapasitas Produksi	65
4.3.2 Asumsi-Asumsi untuk Analisis Kelayakan Finansial Produksi Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram	

Putih, dan Jamur Merang	67
4.3.3 Biaya Investasi	68
4.3.4 Biaya Produksi	68
4.3.5 Harga Pokok Produksi dan Harga Jual Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang ..	69
4.3.6 Analisis Kelayakan Finansial Produksi Hidrolisat Protein Jamur Kancing	70
4.3.7 Analisis Kelayakan Finansial Produksi Hidrolisat Protein Jamur Tiram Putih	71
4.3.8 Analisis Kelayakan Finansial Produksi Hidrolisat Protein dan Jamur Merang	73
BAB 5. PENUTUP	75
5.1 Kesimpulan.....	75
5.2 Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN.....	87

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Komposisi asam amino jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang	7
2.2 Komposisi kimia jamur kancing	8
2.3 Komposisi kimia jamur tiram putih	9
2.4 Komposisi kimia jamur merang	9
2.5 Syarat mutu garam gurih berdasarkan Standar Nasional Indonesia No. 1-3556.1-1999	14
2.6 Rasa asam amino.....	16
2.7 Komponen volatil pada jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang.....	17
2.8 Komponen 5-nukleotida pada jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang.....	18
2.9 Karakteristik enzim biduri dan papain	18
3.1 Faktor dan level faktor	26
3.2 Pengkodean level orde I.....	26
3.3 Rancangan percobaan orde I.....	27
3.4 Pengkodean level orde I.....	28
3.5 Rancangan percobaan orde II	28
4.1 Kadar protein terlarut hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang tahap penapisan	41
4.2 Analisis regresi tahap penapisan	42
4.3 Analisis varian tahap penapisan	42
4.4 Kadar protein terlarut hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang tahap optimasi.....	43
4.5 Analisis regresi tahap optimasi	43

4.6	Analisis varian tahap optimasi	44
4.7	Komposisi asam amino hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang	63
4.8	Kapasitas produksi hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang skala laboratorium dan skala UKM per hari.....	66
4.9	Asumsi analisis kelayakan finansial produksi hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih dan jamur merang	67
4.10	Hasil analisis kelayakan finansial produksi hidrolisat protein jamur kancing	70
4.11	Hasil analisis kelayakan finansial produksi hidrolisat protein jamur tiram putih	72
4.12	Hasil analisis kelayakan finansial produksi hidrolisat protein jamur merang	73

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Jamur	6
2.2 Proses hidrolisis protein dengan menggunakan enzim	11
3.1 Kerangka pemikiran penelitian	24
3.2 Diagram alir tahapan penelitian	30
4.1 <i>Surface Plot</i> hubungan antara faktor jenis jamur (X_1) dengan kombinasi aktivitas enzim biduri dan papain (X_2)	48
4.2 <i>Surface Plot</i> hubungan antara faktor jenis jamur (X_1) dengan lama hidrolisis (X_3).....	49
4.3 <i>Surface Plot</i> hubungan antara kombinasi aktivitas enzim biduri dan papain (X_2) dengan lama hidrolisis (X_3).....	50
4.4 Derajat hidrolisis protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang	52
4.5 Kadar protein hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang	53
4.6 Nilai absorbansi produk Maillard hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih dan jamur merang.....	54
4.7 Daya emulsi hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang	56
4.8 Stabilitas emulsi hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang	58
4.9 Kadar air hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang	59
4.10 <i>Water Holding Capacity</i> hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang	60
4.11 <i>Oil Holding Capacity</i> hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih,	

dan jamur merang	61
4.12. Daya buih dan stabilitas buih hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang	62



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Penambahan Jumlah Enzim Biduri dan Papain ke dalam Substrat Jamur (50 gram)	87
A1. Enzim Biduri	87
A.2 Enzim Papain	87
A.3 Kondisi Optimum Hidrolisis	88
B. Kurva Standar BSA (<i>Bovine Serum Albumin</i>).....	88
4.1 Data dan Perhitungan Analisis Kadar Protein Terlarut Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang (Rancangan Percobaan Orde I).....	89
4.1.1 Data Analisis Kadar Protein Terlarut Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang (Rancangan Percobaan Orde I).....	89
4.1.2 Perhitungan Analisis Kadar Protein Terlarut Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang (Rancangan Percobaan Orde I)	90
4.2 Hasil Simulasi untuk Orde I	91
4.3 Data dan Perhitungan Analisis Kadar Protein Terlarut Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang (Rancangan Percobaan Orde II)	93
4.3.1 Data Analisis Kadar Protein Terlarut Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang (Rancangan Percobaan Orde II)	93
4.3.2 Perhitungan Analisis Kadar Protein Terlarut Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang (Rancangan Percobaan Orde II)	94

4.4 Hasil Simulasi untuk Orde II	95
4.5 Data dan Perhitungan Analisis Derajat Hidrolisis Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	97
4.5.1 Data Analisis Derajat Hidrolisis Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	97
4.5.2 Perhitungan Analisis Derajat Hidrolisis Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	97
4.6 Data dan Perhitungan Analisis Kadar Protein Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	98
4.6.1 Data Analisis Kadar Protein Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	98
4.6.2 Perhitungan Analisis Kadar Protein (% wb) Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	98
4.6.3 Perhitungan Analisis Kadar Protein (% db) Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	98
4.7 Data Analisis Nilai Absorbansi Produk Maillard Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	99
4.8 Data dan Perhitungan Analisis Daya Emulsi Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	99
4.8.1 Data Analisis Daya Emulsi Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	99
4.8.2 Perhitungan Analisis Daya Emulsi Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	99
4.9 Data dan Perhitungan Analisis Stabilitas Emulsi Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	100
4.9.1 Data Analisis Stabilitas Emulsi Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	100
4.9.2 Perhitungan Analisis Stabilitas Daya Emulsi Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	100

4.10 Data dan Perhitungan Analisis <i>Water Holding Capacity</i> (WHC) Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	101
4.10.1 Data Analisis <i>Water Holding Capacity</i> (WHC) Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	101
4.10.2 Perhitungan Analisis <i>Water Holding Capacity</i> (WHC) Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang...	101
4.11 Data dan Perhitungan Analisis <i>Oil Holding Capacity</i> (OHC) Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	102
4.11.1 Data Analisis <i>Oil Holding Capacity</i> (OHC) Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	102
4.11.2 Perhitungan Analisis <i>Oil Holding Capacity</i> (OHC) Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang...	102
4.12 Data dan Perhitungan Analisis Daya Buih Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	103
4.12.1 Data Analisis Daya Buih Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	103
4.12.2 Perhitungan Analisis Daya Buih Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih dan Jamur Merang	103
4.13 Data dan Perhitungan Analisis Stabilitas Buih Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	104
4.13.1 Data Analisis Stabilitas Buih Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	104
4.13.2 Perhitungan Analisis Stabilitas Buih Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	104
4.14 Komposisi Asam Amino Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	105
4.14.1 Komposisi Asam Amino Hidrolisat Protein Jamur Kancing.....	105

4.14.2	Komposisi Asam Amino Hidrolisat Protein Jamur Tiram Putih ...	105
4.14.3	Komposisi Asam Amino Hidrolisat Protein Jamur Merang	106
4.15	Kebutuhan Bahan Baku Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	106
4.15.1	Kebutuhan Bahan Baku Hidrolisat Protein Jamur Kancing	106
4.15.2	Kebutuhan Bahan Baku Hidrolisat Protein Jamur Tiram Putih	107
4.15.3	Kebutuhan Bahan Baku Hidrolisat Protein Jamur Merang	107
4.16	Biaya Investasi untuk Masing-Masing Jenis Hidrolisat	108
4.17	Biaya Tenaga Kerja	109
4.18	Biaya Label dan Kemasan untuk Masing-Masing Jenis Hidrolisat Protein Jamur	109
4.19	Biaya Tidak Tetap	110
4.19.1	Biaya Tidak Tetap Hidrolisat Protein Jamur Kancing	110
4.19.2	Biaya Tidak Tetap Hidrolisat Protein Jamur Tiram Putih	110
4.19.3	Biaya Tidak Tetap Hidrolisat Protein Jamur Merang	110
4.20	Biaya Tetap	111
4.21	Biaya Produksi Hidrolisat Protein Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	112
4.21.1	Biaya Produksi Hidrolisat Protein Hidrolisat Protein Jamur Kancing	112
4.21.2	Biaya Produksi Hidrolisat Protein Hidrolisat Protein Jamur Tiram Putih	112
4.21.3	Biaya Produksi Hidrolisat Protein Hidrolisat Protein Jamur Merang	112
4.22	Harga Pokok Produksi Hidrolisat Protein Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	113
4.22.1	Harga Pokok Produksi Hidrolisat Protein Hidrolisat Protein Jamur Kancing	113
4.22.2	Harga Pokok Produksi Hidrolisat Protein Hidrolisat Protein Jamur	

Tiram Putih	113
4.22.3 Harga Pokok Produksi Hidrolisat Protein Hidrolisat Protein Jamur Merang	113
4.23 Harga Jual Hidrolisat Protein Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	114
4.23.1 Harga Jual Hidrolisat Protein Hidrolisat Protein Jamur Kancing	114
4.23.2 Harga Jual Hidrolisat Protein Hidrolisat Protein Jamur Tiram Putih	114
4.23.3 Harga Jual Hidrolisat Protein Hidrolisat Protein Jamur Merang	114
4.24 Break Event Point (BEP) Produksi Hidrolisat Protein Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang	115
4.24.1 Break Event Point (BEP) Produksi Hidrolisat Protein Hidrolisat Protein Jamur Kancing	115
4.24.2 Break Event Point (BEP) Produksi Hidrolisat Protein Hidrolisat Protein Jamur Tiram Putih.....	115
4.24.3 Break Event Point (BEP) Produksi Hidrolisat Protein Hidrolisat Protein Jamur Merang	116
4.25 Analisis Kelayakan Finansial Produksi Hidrolisat Protein Hidrolisat Protein Jamur Kancing	116
4.25.1 Cash Flow	116
4.25.2 Net Present Value (NPV)	117
4.25.3 Internal Rate of Return (IRR)	117
4.25.4 Benefit Cost Ratio (B/C Ratio)	118
4.25.5 Pay Back Period (PBP)	118
4.26 Analisis Kelayakan Finansial Produksi Hidrolisat Protein Hidrolisat Protein Jamur Tiram Putih	118
4.26.1 Cash Flow	118

4.26.2 <i>Net Present Value</i> (NPV)	118
4.26.3 <i>Internal Rate of Return</i> (IRR)	119
4.26.4 <i>Benefit Cost Ratio</i> (B/C Ratio)	119
4.26.5 <i>Pay Back Period</i> (PBP)	119
4.27 Analisis Kelayakan Finansial Produksi Hidrolisat Protein Hidrolisat Protein Jamur Merang.....	120
4.27.1 Cash Flow	120
4.27.2 <i>Net Present Value</i> (NPV)	120
4.27.3 <i>Internal Rate of Return</i> (IRR)	120
4.27.4 <i>Benefit Cost Ratio</i> (B/C Ratio)	121
4.27.5 <i>Pay Back Period</i> (PBP)	121
4.28 Kromatogram Komposisi Asam Amino Hidrolisat Protein Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang ...	122
4.23.1 Kromatogram Komposisi Asam Amino Hidrolisat Protein Hidrolisat Protein Jamur Kancing.....	122
4.23.2 Kromatogram Komposisi Asam Amino Hidrolisat Protein Hidrolisat Protein Jamur Tiram Putih	123
4.23.3 Kromatogram Komposisi Asam Amino Hidrolisat Protein Hidrolisat Protein Jamur Merang	124

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman hortikultura merupakan salah satu sub sektor pertanian unggulan Indonesia. Tanaman hortikultura memiliki kontribusi sebesar 1,57% terhadap produk domestik bruto. Indeks produksi tanaman hortikultura mencapai 121,10, lebih tinggi dari indeks produksi tanaman pangan (BPS, 2016). Salah satu tanaman hortikultura yang memiliki prospek baik untuk dikembangkan adalah jamur. Hal ini berkaitan dengan pembudidayaan jamur yang cukup mudah dan potensi ekspor jamur yang tinggi. Indonesia merupakan salah satu negara pengekspor jamur terbesar kedelapan dengan pangsa sebesar 1,03% (ITPC Osaka, 2012). Jenis jamur pangan yang cukup mudah dibudidayakan dan memiliki potensi ekspor serta produktivitas yang tinggi adalah jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang. Total produksi jamur dunia didominasi oleh jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang, yaitu berturut-turut 38%, 25%, dan 16% (ITPC Osaka, 2012).

Jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang selain mudah dibudidayakan juga memiliki komposisi gizi yang lengkap dan rasa yang gurih. Komponen gizi pada jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang terletak pada proteinnya. Jamur kancing memiliki kadar protein sekitar 26,27% (Liu dkk., 2014), jamur tiram putih sekitar 28,6%, dan jamur merang sekitar 36,5% (Hung dan Nhi, 2012).

Komposisi asam amino pada jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang cukup lengkap, dengan asam glutamat sebagai komponen asam amino tertinggi. Kandungan asam glutamat pada jamur kancing sebesar 18,61 mg/g (Liu dkk., 2014), jamur tiram putih sebesar 2,74 mg/g (Jaworska dkk., 2011), dan jamur merang sebesar 21,00 mg/g (Mau dkk., 1997). Asam glutamat menjadi target utama pada pengembangan produk *flavor enhancer* dan merupakan prekursor rasa gurih (Mouritsen dan Khandelia, 2012).

Flavor enhancer dapat dikembangkan dari hidrolisat protein. Hidrolisat protein dapat diproduksi melalui hidrolisis enzimatis protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang. Hidrolisis protein dapat meningkatkan jumlah asam amino dan menurunkan berat molekul peptida sehingga menghasilkan *flavor* hidrolisat yang mencakup rasa manis, asin, asam, pahit, dan gurih (Su dkk., 2012). Hidrolisis protein dapat dilakukan dengan metode asam, basa, dan enzimatis. Hidrolisis secara enzimatis lebih menguntungkan dibandingkan dengan metode asam dan basa. Hidrolisis dengan metode asam kurang menguntungkan karena triptofan, glutamin, dan sejumlah asam amino lainnya dapat hancur dan diperlukan hidrolisis lanjutan untuk membebaskan semua asam amino tersebut. Enzim protease memiliki kemampuan untuk menghidrolisis protein secara sempurna menjadi asam amino bebas tanpa menyebabkan kerusakan yang bersifat non-hidrolitik (Laohakunjit dkk., 2014).

Optimasi hidrolisis enzimatis protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang merupakan hal yang penting dalam produksi hidrolisat, karena adanya perbedaan karakteristik ketiga jamur baik dari segi fisik maupun kimia. Hidrolisis enzimatis yang optimum dapat dicapai apabila aktivitas atau konsentrasi protease ditambahkan dalam jumlah yang tepat. Optimasi ini dapat ditentukan dengan menggunakan Metode Permukaan Respon. Metode ini telah berhasil diterapkan pada optimasi hidrolisis protein ikan *catla* (Bhaskar dkk., 2008), protein kulit ikan salmon (See dkk., 2011), dan protein ikan tilapia (Roslan dkk., 2014).

Protease yang dapat digunakan dalam hidrolisis antara lain adalah biduri dan papain. Biduri merupakan protease yang termasuk dalam golongan eksopeptidase (Witono dkk., 2014), sedangkan papain tergolong endopeptidase (Poedjiadi, 2006). Kedua enzim tersebut memiliki suhu optimum 55°C dan pH 7 (Witono dkk., 2007; Risnawati dan Cahyaningrum, 2013), sehingga penggunaannya dapat dikombinasikan. Peningkatan aktivitas enzim menyebabkan kenaikan kadar nitrogen dan derajat hidrolisis hingga mencapai titik optimum. Lama hidrolisis yang berlebihan akan menyebabkan jumlah peptida dan asam amino menurun serta padatan tidak fungsional meningkat (Haslaniza dkk., 2010).

Berdasarkan permasalahan aktivitas enzim dan lama hidrolisis perlu diteliti kondisi optimum hidrolisis protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang. Selain itu, karakteristik hidrolisat protein secara langsung mempengaruhi sifat fungsional (Kristinsson dan Rasco, 2000). Penggunaan hidrolisat protein sebagai *flavor enhancer* memerlukan kelarutan yang tinggi pada air. Hal ini karena *flavor enhancer* biasa diaplikasikan pada produk pangan berkuah seperti sup (Barzana dan Gracia, 1994).

Analisis kelayakan finansial merupakan salah satu aspek penting dalam pengembangan usaha baru. Apabila produksi *flavor enhancer* dari hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang akan diterapkan sebagai teknologi tepat guna di Usaha Kecil Menengah (UKM), maka diperlukan analisis kelayakan finansial. Berdasarkan analisis kelayakan finansial ini selanjutnya akan diketahui apakah usaha pengembangan *flavor enhancer* dari hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang layak atau tidak untuk dijalankan.

1.2 Rumusan Masalah

Kebutuhan *flavor enhancer* terutama MSG di industri makanan semakin tinggi. Selain dari dalam negeri, kebutuhan *flavor enhancer* juga dipenuhi dari luar negeri (impor). Menurut Badan Pusat Statistik (2016), terjadi kenaikan jumlah impor MSG yang signifikan dari tahun 2015 ke tahun 2016. Impor MSG tahun 2015 sebesar 4.005,872 ton, sedangkan tahun 2016 telah mencapai 17.534,631 ton. Meskipun diperbolehkan penggunaannya sebagai penguat rasa, namun MSG memiliki dampak yang kurang baik bagi kesehatan apabila dikonsumsi secara berlebihan dan dalam jangka waktu yang lama. Konsumsi MSG secara berlebihan mengakibatkan kerusakan pada fungsi dan morfologi retina dan diduga akan terjadi pada umur sekitar 40 tahun (Ohguro dkk., 2002).

Beberapa bahan alami telah diteliti dapat dimanfaatkan sebagai hidrolisat protein atau bahan baku pembuatan *flavor enhancer*, antara lain yaitu jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang. Optimasi hidrolisis enzimatik dapat dicapai melalui penambahan aktivitas atau konsentrasi protease dan lama

hidrolisis yang optimum dengan menggunakan Metode Permukaan Respon. Protease yang dapat digunakan untuk menghidrolisis protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang diantaranya adalah biduri dan papain.

Jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang memiliki perbedaan karakteristik baik dari segi fisik maupun kimia, sehingga diperlukan kondisi hidrolisis yang optimum. Saat ini bagaimana kondisi hidrolisis yang optimum ketiga jamur belum diketahui. Selain itu, produksi hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang merupakan suatu usaha yang baru akan dikembangkan sehingga diperlukan analisis kelayakan finansial. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah usaha yang akan dikembangkan layak atau tidak.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh jenis jamur, kombinasi aktivitas enzim biduri dan papain, serta lama hidrolisis terhadap kadar protein terlarut hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang;
2. Menentukan kondisi optimum hidrolisis protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang menggunakan Metode Permukaan Respon;
3. Mengetahui karakteristik fungsional, komposisi asam amino dan kelayakan finansial usaha produksi hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang hasil optimasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan adalah:

1. Mendorong penggalian sumber-sumber *flavor enhancer* baru berbasis potensi lokal;
2. Meningkatkan nilai tambah (*value added*) jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang;

3. Sebagai bahan pertimbangan industri untuk mengembangkan *flavor enhancer* dari hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Produksi hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang melalui hidrolisis enzimatis yang optimum;
2. Karakterisasi sifat fungsional dan komposisi asam amino hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang hasil optimasi;
3. Analisis kelayakan finansial produksi hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang hasil optimasi.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Potensi Jamur Kancing (*Agaricus bisporus*), Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*), dan Jamur Merang (*Volvariella volvacea*) sebagai *Flavor Enhancer*

Jamur kancing (*Agaricus bisporus*), jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*), dan jamur merang (*Volvariella volvacea*) merupakan jenis jamur konsumsi yang termasuk dalam kelas *Basidiomycota*. Ketiga jenis jamur ini termasuk jenis jamur konsumsi yang paling diminati konsumen karena memiliki rasa gurih. Gambar jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang dapat dilihat pada Gambar 2.1.



(a)



(b)



(c)

(a) Jamur kancing; (b) Jamur tiram putih; (c) Jamur merang

Gambar 2.1 Jamur (Sumber: Dokumen pribadi, 2017)

Jamur merupakan bahan pangan yang mengandung protein cukup tinggi namun rendah lemak. Jamur kancing mengandung protein dan lemak berturut-

turut 26,27% dan 3,22% (Liu dkk., 2014); jamur tiram putih mengandung protein sebesar 28,6% dan lemak sebesar 2,5% (Hung dan Nhi, 2012). Kadar protein pada jamur merang sebesar 36,5% dan lemak 2,2% (Hung dan Nhi, 2012). Protein jamur tersusun atas beberapa jenis asam amino, baik asam amino esensial maupun non esensial yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi asam amino jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang

No.	Asam amino	Jumlah (mg/g berat kering)		
		Jamur kancing*	Jamur tiram putih **	Jamur merang***
1.	L-Alanin	8,75	1,50	5,77
2.	L-Arginin	1,49	1,43	4,56
3.	L-Asam Aspartat	2,31	1,76	5,21
4.	L-Asam Glutamat	18,61	2,74	21,00
5.	Glisin	1,17	0,89	2,34
6.	L-Treonin	6,95	0,93	5,57
7.	L-Histidin	0,78	0,56	4,25
8.	L-Isoleusin	1,14	1,49	1,64
9.	L-Leusin	1,98	0,83	1,13
10.	L-Lisin	1,41	1,18	-
11.	L-Metionin	0,09	0,42	0,63
12.	L-Fenilalanin	2,82	0,89	1,03
13.	L-Serin	3,61	0,92	4,47
14.	L-Tirosin	0,91	0,75	-
15.	L-Valin	1,84	1,07	2,58
16.	L-Prolin	2,74	0,82	-
17.	L-Triptofan	0,25	-	-
18.	L-Sistein	-	0,30	-

Sumber: Liu dkk., (2014)*, Jaworska dkk., (2011) ** dan Mau dkk., (1997)***

Asam amino yang paling banyak terdapat pada jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang adalah asam glutamat. Asam glutamat pada jamur kancing mencapai 18,61 mg/g (Liu dkk., 2014), jamur tiram putih sebesar 2,74 mg/g (Jaworska dkk., 2011), dan jamur merang mencapai 21,00 mg/g (Mau dkk., 1997). Menurut Mouritsen dan Khandelia (2012), asam glutamat menjadi target utama pada pengembangan produk *flavor enhancer* dan merupakan prekursor rasa gurih.

2.2 Karakteristik Jamur Kancing (*Agaricus bisporus*), Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*), dan Jamur Merang (*Volvariella volvacea*)

2.2.1 Jamur Kancing (*Agaricus bisporus*)

Jamur kancing mendominasi sekitar 70% dari total produksi jamur pangan (Shi dkk., 2012). Jamur kancing memiliki masa simpan yang singkat, yaitu sekitar 1-3 hari. Hal ini dikarenakan adanya kandungan air yang tinggi (sekitar 90%), tingkat aktivitas enzim yang tinggi, dan keberadaan mikroflora (Beelman, 1988; Jolivet dkk., 1998).

Pemanenan jamur kancing dilakukan saat berdiameter 2-4 cm. Tubuh buah dewasa dengan payung yang sudah mekar mempunyai diameter sampai 20 cm. Jamur kancing berbentuk hampir bulat seperti kancing dan berwarna putih bersih, krem atau coklat muda (Kuo, 2004). Jamur kancing memiliki kadar protein yang cukup tinggi, yaitu sekitar 26,27%. Komposisi kimia jamur kancing dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Komposisi kimia jamur kancing

No.	Komposisi kimia	Kadar (%)
1.	Bahan kering	7,29
2.	Protein	26,27
3.	Serat	27,4
4.	Lemak	3,22
5.	Total karbohidrat	62,36
6.	Kadar abu	7,24

Sumber: Liu dkk., (2014)

2.2.2 Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*)

Jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) adalah jamur pangan dari kelompok *Basidiomycota* dan termasuk kelas *Homobasidiomycetes*. Tubuh jamur tiram putih umumnya berwarna putih hingga krem dan tudungnya berbentuk setengah lingkaran mirip cangkang tiram dengan bagian tengah agak cekung (Kuo, 2005).

Tubuh buah jamur tiram memiliki tangkai yang tumbuh menyamping dan bentuknya seperti tiram. Bagian tudung dari jamur tersebut berubah warna dari hitam, abu-abu, coklat, hingga putih dengan permukaan yang hampir licin serta

berdiameter sekitar 5-20 cm (Kuo, 2005). Komposisi kimia jamur tiram putih cukup lengkap, dengan kadar protein sekitar 28,6%. Komposisi kimia jamur tiram putih dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Komposisi kimia jamur tiram putih

No.	Komposisi kimia	Kadar (%)
1.	Kadar air	90,1
2.	Protein	28,6
3.	Serat	22,45
4.	Lemak	2,5
5.	Total karbohidrat	61,3
6.	Kadar abu	7,6

Sumber: Hung dan Nhi (2012)

2.2.3 Jamur Merang (*Volvariella volvacea*)

Jamur merang banyak dibudidayakan di Asia Timur dan Asia Tenggara. Tubuh buah jamur merang yang masih muda berbentuk bulat telur, berwarna coklat gelap hingga abu-abu dan dilindungi selubung. Pada tubuh buah jamur merang dewasa, tudung berkembang seperti cawan berwarna coklat tua keabu-abuan dengan bagian batang berwarna coklat muda. Jamur merang dapat dipanen setelah 15 hari pemijahan pada media tanam dengan kadar air 65% (Eguchi dkk., 2015).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jamur merang memiliki kemampuan sebagai antimikroba, antikanker, antioksidan, dan zat antitumor (Mathew dkk., 2008; Da Silva dkk., 2010; Wu dkk., 2011). Jamur merang memiliki komposisi kimia yang cukup lengkap dan dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Komposisi kimia jamur merang

No.	Komposisi kimia	Kadar (%)
1.	Kadar air	90,7
2.	Protein	36,5
3.	Serat	6,1
4.	Lemak	2,2
5.	Total karbohidrat	52,3
6.	Kadar abu	9,0

Sumber: Hung dan Nhi (2012)

2.3 Produktivitas dan Budidaya Jamur Kancing (*Agaricus bisporus*), Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*), dan Jamur Merang (*Volvariella volvacea*)

Jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang adalah jenis jamur pangan yang paling mendominasi dari total produksi jamur dunia. Jamur kancing mendominasi sekitar 38%, jamur tiram putih sekitar 25%, dan jamur merang sekitar 16%. Indonesia merupakan negara pengekspor jamur pangan terbesar kedelapan di dunia dengan pangsa sebesar 1,03% (ITPC Osaka, 2012).

Pembudidayaan jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang cukup mudah. Ketiga jenis jamur ini dapat dibudidayakan pada media limbah pertanian seperti ampas kelapa sawit, ampas tebu, limbah kapas, sekam padi, dan daun pisang. Jamur tiram putih merupakan jenis jamur kayu berwarna putih, berbentuk seperti tiram. Jamur tiram putih memiliki daya adaptasi yang cukup baik terhadap lingkungan. Hal ini menjadikan jamur tiram putih mudah untuk dibudidayakan (Winarni dan Rahayu, 2002). Jamur tiram putih dapat dibudidayakan pada media limbah pertanian seperti serbuk gergaji, sekam padi, daun pisang, dan jerami padi (Hariadi dkk., 2013; Suparti dan Marfuah, 2015). Selain itu budidaya jamur tiram putih tidak membutuhkan modal yang besar, sehingga sangat berpotensi untuk dikembangkan oleh masyarakat.

2.4 Hidrolisis Protein secara Enzimatis

Hidrolisis adalah proses pemecahan suatu molekul menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana dengan bantuan molekul air. Beberapa tipe reaksi hidrolisis yaitu :

- a. Hidrolisis murni, hanya menggunakan air untuk proses hidrolisis;
- b. Hidrolisis dengan larutan asam;
- c. Hidrolisis dengan larutan alkali;
- d. Hidrolisis dengan peleburan alkali pada suhu tinggi, baik menggunakan air atau tanpa air;

e. Hidrolisis dengan enzim sebagai katalisator (Kirk dan Othmer, 1953)

Perubahan yang terjadi selama proses hidrolisis adalah kenaikan jumlah gugus terionisasi (NH_4^+ , COO^-) sehingga hidrolisat bersifat hidrofilik, penurunan ukuran molekul rantai polipeptida sehingga antigenitas menurun tajam, dan perubahan struktur molekul membentuk struktur hidrofobik yang terbuka terhadap lingkungan. Meningkatnya jumlah gugus bermuatan dan sisi hidrofilik karena membukanya molekul protein akan meningkatkan kelarutan dan derajat hidrolisis (Zayas, 1997).

Hidrolisis dapat dilakukan dengan metode asam, basa, dan enzimatis. Hidrolisis dengan metode asam kurang menguntungkan karena triptofan, glutamin, dan sejumlah asam amino lainnya dapat hancur dan diperlukan hidrolisis lanjutan untuk membebaskan semua asam amino tersebut. Selain itu juga dapat mengakibatkan terbentuknya humin atau bahan-bahan lain serupa humin yang memisahkan asam amino dari hidrolisat secara kompleks. Hidrolisis secara enzimatis lebih menguntungkan. Hal ini karena hidrolisis enzimatis lebih efisien. Selain itu enzim protease memiliki kemampuan untuk menghidrolisis protein secara sempurna menjadi asam amino bebas tanpa menyebabkan kerusakan yang bersifat non-hidrolitik (Laohakunjit dkk., 2014). Prinsip dasar proses hidrolisis dapat dilihat pada Gambar 2.2.

1. Enzim membuka ikatan peptida

$$-\text{CHR}'-\text{CO}-\text{NH}-\text{CHR}''+\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Enzim}} \text{CHR}'-\text{COOH}+\text{NH}_2-\text{CHR}''$$
2. Proton mengalami pertukaran

$$-\text{CHR}'-\text{COOH}+\text{NH}_2-\text{CHR}'' \longrightarrow -\text{CHR}'-\text{COO}^-+\text{NH}_3^+\text{CHR}''$$

Gambar 2.2 Proses hidrolisis protein dengan menggunakan enzim (Sumber: Kirk dan Othmer, 1953)

Hidrolisat protein telah banyak diaplikasikan dalam industri makanan, misalnya untuk penghilang alergenitas (Sathe dkk., 2005), peningkatan kualitas gizi makanan hewan (Dust dkk., 2005), dan produksi *flavor enhancer* (Witono dkk., 2014). Hidrolisat protein merupakan peptida dengan berat molekul rendah dan asam amino bebas. Selama hidrolisis, protein diubah menjadi peptida dengan

berat molekul lebih kecil dan terjadi pembebasan asam amino sehingga mempengaruhi struktur primer, sekunder, tersier, dan kuarternya (Kammerdpetch dkk., 2007)

2.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Hidrolisis Enzimatis

2.5.1 Suhu

Reaksi enzimatis berlangsung lambat ketika suhu rendah. Ketika suhu ditingkatkan hingga suhu optimum, reaksi enzimatis berjalan cepat dan mencapai maksimum. Menurut Ovissipour dkk. (2009), pada suhu tinggi atau melewati suhu optimum protein enzim akan mengalami kerusakan yang disebut denaturasi sehingga terjadi penurunan aktivitas dan kecepatan reaksi enzimatis.

2.5.2 Lama Hidrolisis

Lama hidrolisis juga merupakan faktor paling berpengaruh terhadap hasil hidrolisis. Waktu hidrolisis yang berlebih akan menyebabkan jumlah peptida dan asam amino menurun serta jumlah padatan tidak fungsional akan meningkat. Lama hidrolisis mempengaruhi kadar nitrogen dan derajat hidrolisis (Haslaniza dkk., 2010).

2.5.3 Konsentrasi Enzim

Kecepatan reaksi enzimatis berbanding lurus dengan konsentrasi enzim. Semakin tinggi konsentrasi enzim maka reaksi enzimatis semakin cepat, sampai mencapai kecepatan yang tetap. Peningkatan konsentrasi enzim menyebabkan peningkatan kadar nitrogen dan derajat hidrolisis (Haslaniza dkk., 2010).

2.5.4 pH

Faktor lain yang juga berpengaruh terhadap aktivitas enzim adalah pH. Apabila pH semakin jauh dari pH optimum enzim, maka aktivitas enzim semakin rendah karena enzim tidak stabil. Hal ini disebabkan enzim termasuk protein yang tersusun atas asam amino. pH berhubungan dengan sifat asam basa protein (Witono dkk., 2007).

2.5.5 Konsentrasi Substrat

Enzim bekerja secara spesifik. Enzim akan berikatan dengan substrat yang cocok membentuk ikatan antara enzim-substrat (E-S). Enzim-substrat ini akan dipecah menjadi hasil reaksi atau biasa disebut produk dan enzim bebas. Selain jenis substrat, konsentrasi substrat juga menentukan jumlah produk yang dihasilkan. Penambahan substrat sampai jumlah tertentu dengan jumlah enzim yang tetap akan mempercepat reaksi enzimatik sampai mencapai maksimum, selanjutnya penambahan substrat tidak akan menambah kecepatan reaksi (Koesoemawardani dkk., 2011).

2.6 Flavor Enhancer

Flavor adalah suatu sensasi yang muncul akibat adanya komponen kimia volatil atau non-volatil yang berasal dari alam ataupun sintetis dan timbul pada saat makan atau minum (Ashurst, 1991). Dalam pengertian sehari-hari, *flavor* sering diartikan sebagai aroma bahan pangan. Aroma dari makanan yang sedang berada didalam mulut dapat ditangkap oleh indera penciuman manusia melalui saluran yang menghubungkan mulut dengan hidung. Karakteristik *flavor* adalah:

- a. Stabil dalam pemanasan pada media cair atau larutan;
- b. Larut sempurna dalam air;
- c. Terdispersi secara merata dalam air, minyak, dan koloid bahan pangan;
- d. Dapat diproduksi dengan profil aroma dan cita rasa yang diterima;
- e. Stabil selama penyimpanan (Ashurst, 1991).

Flavor memiliki peran yang sangat penting dalam industri makanan. *Flavor* dapat memainkan peran gizi yang penting, terutama pada makanan yang tidak begitu beraroma. *Flavor enhancer* adalah zat yang dapat meningkatkan cita rasa dari zat lain (Loliger, 2000).

‘Umami’ *flavor* membantu meningkatkan rasa pada makanan, dengan memberi rasa gurih. ‘Umami’ adalah rasa gurih yang menyenangkan, dihasilkan oleh glutamat, ribonukleotida, dan bahan kimia lain yang terjadi secara alami di sebagian besar makanan termasuk jamur, daging, ikan, dan produk susu. Umami

dideskripsikan sebagai sensasi *savory, brothy, rich*, dan *meating taste* (Fuke dan Shimizu, 1993).

Flavor ‘umami’ dapat diperoleh dari bahan yang mengandung protein tinggi seperti jamur. Di dalam jamur banyak terdapat asam aspartat, asam glutamat, dan *flavor* 5'-nukleotida seperti 5'-guanosin monofosfat (5'-GMP), 5'-inosin monofosfat (5'IMP), dan 5'-xantosin monofosfat (5'-XMP) (Sommer, 2008). Hal ini menjadikan jamur berpotensi sebagai bahan baku *flavor* alami.

Salah satu bentuk inovasi *flavor* atau penyedap adalah garam gurih. Pembuatan garam gurih saat ini masih dilakukan dengan teknik *coating* garam dengan MSG dan senyawa ribotida, sehingga menghasilkan garam yang mempunyai rasa sedap atau gurih (Pramadi, 2006). Syarat mutu garam gurih menurut Standar Nasional Indonesia No. 1 -3556.1-1999 dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Syarat mutu garam gurih berdasarkan Standar Nasional Indonesia No. 1 - 3556.1-1999

Komponen	Ukuran
Bau, rasa, warna	-
NaCl	min. 87% b/b
H ₂ O	maks. 1% b/b
KiO ₃	30 mg/kg - 80 mg
FeO ₃	maks. 25 mg/kg
Ca dan Mg	maks. 1,0% b/b
SO ₄ ²⁻	maks. 1,0% b/b
Bagian yang tidak larut dalam air	maks. 0,1% b/b
Cemaran logam	
- Pb	maks. 10,0 mg/kg
- Cu	maks. 10,0 mg/kg
- Hg	maks. 0,1 mg/kg
MSG	9% b/b - 12% b/b
Anti kempal (SiO ₂ Amorf, Natrium Alumino Silikat, Kalsium Alumunium Silikat)	maks. 1,0% b/b
Kalium Ferosianida	maks. 5 mg/kg
Kehalusan (ayakan mesh no. 20)	min. 70%

Sumber : Badan Standardisasi Nasional (1999)

2.7 Peran Asam Amino Bebas dan Peptida terhadap *Flavor* Makanan

Asam amino tidak hanya ditemukan dalam bentuk terikat pada protein, namun juga dalam bentuk bebas. Umumnya asam amino yang terikat pada protein memiliki konfigurasi L. Asam amino bebas dan peptida berperan sangat penting sebagai substansi rasa. Hampir semua asam amino bebas termasuk MSG memiliki rasa, baik manis, pahit, asam, dan ‘umami’ serta berkontribusi terhadap karakteristik *flavor* makanan (Kurihara, 2015).

Hampir semua asam amino memiliki rasa. Asam amino L hidrofobik memiliki rasa pahit. Asam amino D hidrofobik yang terbentuk secara simultan oleh sintesis asam amino L memiliki rasa manis yang kuat, misalnya D-triptofan, fenilalanin, histidin, tirosin, dan leusin. Dalam kondisi terpisah, L glutamat dan aspartat memiliki rasa asam, namun apabila keduanya dicampur dengan garam sodium dalam bentuk larutan akan menghasilkan rasa ‘umami’ (Kurihara, 2015).

Nukleotida (IMP dan GMP) tidak dapat mengaktifkan reseptor rasa ‘umami’, namun bisa mengintensifkan sensasi ‘umami’ yang ditimbulkan oleh glutamat sampai delapan kali (Marcus, 2005; Mouritsen dan Khandelia, 2012). Terdapat efek sinergis 5’-nukleotida dan glutamat yang dapat meningkatkan rasa umami jamur (Mau, 2005). Rasa dari asam amino dapat dilihat pada Tabel 2.6.

2.8 Komponen *Flavor* pada Jamur Kancing (*Agaricus bisporus*), Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*), dan Jamur Merang (*Volvariella volvacea*)

Jamur telah lama digunakan sebagai bahan makanan atau *flavor* makanan karena memiliki rasa yang unik dan halus. Komponen *flavor* pada jamur diklasifikasikan menjadi komponen non volatil dan volatil (Costa dkk., 2013). Berikut ini adalah komponen volatil dan nukleotida pada jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang yang dapat dilihat pada Tabel 2.7 dan 2.8.

Bahan-bahan pembentuk *flavor* ‘umami’ pada jamur dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain adalah spesies, tahap kematangan, bagian tubuh jamur (*pileus* dan *stipe*), *grade* (kualitas), dan waktu penyimpanan. Mau dkk., (1997),

menyebutkan bahwa tahap kematangan mempengaruhi jumlah asam amino dan nukleotida pada jamur merang. Semakin tinggi tingkat kematangan jamur merang, maka jumlah asam amino dan nukleotida pada jamur merang semakin tinggi.

Tabel 2.6 Rasa asam amino

Asam amino	Rasa	Asam amino	Rasa
Histidin	Pahit	Serin	Manis
Metionin	Pahit	Treonin	Manis
Valin	Pahit	Lisin	Manis dan pahit
Arginin	Pahit	Prolin	Manis dan pahit
Isoleusin	Pahit	Aspartat	Asam
Fenilalanin	Pahit	Glutamat	Asam
Triptofan	Pahit	Asparagin	Asam
Leusin	Pahit	Glutamin	Datar
Tirosin	Pahit	Sistein	-
Alanin	Manis	Glutamat Na	Umami
Glisin	Manis	Aspartat Na	Umami

Sumber: Kato dkk., (1989)

2.9 Enzim Biduri sebagai Eksopeptidase dan Enzim Papain sebagai Endopeptidase

Biduri merupakan jenis tumbuhan semak liar di daerah tropis termasuk Indonesia, banyak tumbuh pada lahan kering dan sampai saat ini belum dimanfaatkan. Di beberapa daerah tanaman ini dianggap sebagai gulma. Pulau Jawa dan Sulawesi merupakan daerah yang memiliki populasi tanaman biduri cukup melimpah (Hardi dan Dinarnaini, 2014). Sumber enzim protease dari tanaman biduri adalah getahnya. Penelitian Witono dkk., (2006), menyatakan bahwa getah tanaman biduri berpotensi sebagai sumber enzim protease, baik dari bagian batang maupun daun.

Papain adalah enzim yang dihasilkan dari getah tanaman pepaya dan buah pepaya muda. Batang, daun, dan buah pepaya muda mengandung getah berwarna putih. Getah ini mengandung suatu enzim pemecah protein atau enzim proteolitik yang disebut papain. Getah pepaya mengandung 10% papain, 45% kimopapain dan 20% lisozim (Risnawati dan Cahyaningrum, 2013). Karakteristik enzim biduri dan papain dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2.7 Komponen volatil pada jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang

Komponen	Jamur kancing*	Jamur tiram putih**	Jamur merang***
Volatil (mg/g berat jamur segar)			
- Limonene	-	-	0,48.10 ⁻³
- octa-1,5-dien-3-ol	-	-	0,92. 10 ⁻³
- 3-octanol	10,54	181	0,28. 10 ⁻³
- 1-octen-3-ol	56,69	254	15,53. 10 ⁻³
- 1-octanol	-	32,5	0,29. 10 ⁻³
- 2-octen-1-ol	9,88	6,22	1,19. 10 ⁻³
- 3-octanone	7,96	138	-
- 1-octen-3-one	0,35	506	-
- Benzaldehyde	0,51	2,72	-
- Benzal alcohol	-	12,9	-
- n-pentanal	0,7	-	-
- n-hexanal	0,14	-	-
- 2-methyl propanol	0,05	-	-
- n-butanol	0,05	-	-
- 3-methyl butanol	0,19	-	-
- Pentanol	0,05	-	-
- 1-hexanol	0,09	-	-
- n-octanol	0,88	-	-
- n-nonanol	0,03	-	-
- Benzyl acetate	0,05	-	-
- n-decanol	0,05	-	-
- phenyl ethyl alcohol	0,6	-	-
- anisaldehyde	0,23	-	-
- r-nonolactone	0,92	-	-
- Benzyl alcohol	2,61	-	-
Total	92,57	1130	18,68. 10 ⁻³

Sumber: Venkateshwarlu dkk., (1999)*, Tsai dkk., (2009)** dan Mau dkk., (1997)***

Tabel 2.8 Komponen 5-nukleotida pada jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang

Komponen	Jamur kancing*	Jamur tiram putih**	Jamur merang***
5'nukleotida (mg/g berat jamur segar)			
- 5'-AMP	2,04	1,39	4,52
- 5'-CMP	3,66	0,72	28,49
- 5'-GMP	1,52	0,61	0,92
- 5'-IMP	0,44	0,74	0,39
- 5'-UMP	1,36	1,05	4,39
- 5'-XMP	2,23	1,13	-
Flavor 5'-nukleotida	4,19	2,48	-
Total	11,25	5,64	44,71

Sumber: Tseng dan Mau (1999)*, Tsai dkk., (2009)** dan Mau dkk., (1997)***

Tabel 2.9 Karakteristik enzim biduri dan papain

Parameter	Enzim Biduri*	Enzim Papain**
Suhu optimum	55°C	55°C
pH optimum	7	7
Suhu denaturasi	90°C	-
Berat molekul	25,18 kD	-
Spesifitas	Eksopeptidase	Endopeptidase
Golongan protease	Sulfhidril	Sulfhidril

Sumber : Witono dkk., (2007)* dan Risnawati dan Cahyaningrum (2013)**

2.10 Metode Permukaan Respon

Metode Permukaan Respon dikemukakan oleh Box dan Wilson pada tahun 1950. Metode ini merupakan salah satu metode yang efektif untuk mengkaji hubungan antara faktor bebas dengan respon (Kleijnen, 2008). Metode Permukaan Respon (*Response Surface Methodology*) adalah suatu kumpulan dari teknik-teknik statistika dan matematika yang berfungsi untuk menganalisis permasalahan tentang beberapa faktor bebas yang mempengaruhi faktor tak bebas atau respon. Metode ini dapat digunakan untuk mencari suatu fungsi pendekatan yang sesuai untuk meramalkan respon yang akan datang serta menentukan nilai-nilai dari

faktor bebas yang mengoptimalkan respon (Gaspersz, 1995). Metode ini telah banyak digunakan dalam dunia penelitian dan aplikasi industri.

Metode Permukaan Respon digunakan untuk mencari level-level faktor bebas yang dapat mengoptimalkan respon (Montgomery, 2001). Metode ini memerlukan data yang tidak terlalu banyak sehingga kondisi optimum respon dapat diperoleh dengan waktu yang tidak terlalu lama dan biaya yang minimum (Nuryati dan Salimy, 2008). Metode Permukaan Respon memiliki beberapa kegunaan antara lain:

1. Menunjukkan bagaimana respon y dipengaruhi oleh faktor bebas x di wilayah yang secara tertentu diperhatikan;
2. Menentukan pengaturan faktor bebas yang paling tepat dimana akan memberikan hasil yang memenuhi spesifikasi dari respon yang berupa hasil, kekotoran, warna, tekstur, dan lain sebagainya;
3. Mengeksplorasi ruang dari faktor bebas x untuk mendapatkan hasil maksimum dan menentukan sifat dasar dari nilai maksimum.

2.10.1 Rancangan Orde I

Menurut Gaspersz (1995), langkah pertama dari Metode Permukaan Respon adalah mencari atau menentukan suatu pendekatan yang sesuai untuk menggambarkan hubungan fungsional yang tepat antara respon y dan sekumpulan faktor bebas x yang dispesifikasikan. Pada tahap awal, rancangan percobaan yang digunakan adalah berorde I dan pendugaan model yang digunakan adalah model linier. Model regresi linier orde 1 terdapat pada persamaan 1.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3$$

y adalah nilai prediksi respon kadar, β_0 adalah koefisien konstanta, β_1 , β_2 , β_3 merupakan koefisien linier. X_1 adalah faktor 1, X_2 adalah faktor 2, dan X_3 adalah faktor 3.

Pada rancangan percobaan orde 1 dengan model regresi linier, merupakan tahap penyaringan (*screening*) faktor-faktor yang memiliki pengaruh terhadap respon. Selain itu, untuk mengetahui apakah hubungan yang terjadi antara faktor

dengan respon merupakan model linier, dilakukan uji kesesuaian model menggunakan ANOVA yang terdapat pada orde 1. Terdapat dua parameter yang digunakan untuk memeriksa kesesuaian model berdasarkan ANOVA dalam orde I, yaitu regresi yang menyatakan pengaruh atau hubungan antara faktor dengan respon dan *lack of fit* (ketidaksesuaian model atau simpangan model). Apabila nilai peluang (*p-value*) dari model regresi lebih besar dari derajat signifikansi ($\alpha = 0,05$), maka model linier dinyatakan tidak sesuai atau dalam hal ini tidak ada hubungan yang signifikan antara faktor dengan respon. Nilai peluang *lack of fit* (ketidaksesuaian model atau simpangan model) juga dibandingkan dengan derajat signifikansi ($\alpha = 0,05$). Apabila nilai peluang (*p-value*) *lack of fit* lebih kecil dari derajat signifikansi ($\alpha = 0,05$), maka model linier dinyatakan belum cukup menggambarkan hubungan antara faktor dengan respon sehingga diperlukan pendugaan pada orde yang lebih tinggi, yaitu model orde II.

2.10.2 Rancangan Orde II

Pada rancangan percobaan orde II, pendugaan model yang digunakan adalah model kuadratik. Model kuadratik yang digunakan dalam rancangan orde II terdapat pada persamaan 2, yaitu sebagai berikut.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{11} x_1^2 + \beta_{22} x_2^2 + \beta_{33} x_3^2 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{23} x_2 x_3$$

y adalah nilai prediksi respon kadar protein terlarut, β_0 adalah koefisien konstanta, β_1 , β_2 , β_3 merupakan koefisien linier, β_{11} , β_{22} , β_{33} adalah koefisien kuadratik. X_1 adalah faktor 1, X_2 adalah faktor 2, dan X_3 adalah faktor 3.

Estimasi model permukaan respon orde II biasanya menggunakan *Central Composite Design* (CCD). CCD terdiri dari tiga bagian berikut :

- i. Tidak sudut (*corner points*) adalah titik yang digunakan pada bagian faktorial *portion* desain (rancangan 2^k faktorial) ($\pm 1, \pm 1, \dots, \pm 1$)
- ii. *Center runs* (n_c) yaitu percobaan pada titik pusat (0,0,...,0)
- iii. *Star run* atau *axial run* adalah titik pada $2k$ dari bentuk (0, α , 0), (0,-1,0), (0, 1, 0) .

Rancangan percobaan orde II akan menghasilkan nilai prediksi yang baik apabila memiliki variansi yang stabil dan konsistensi yang layak pada titik x . Desain permukaan respon orde II sebaiknya harus Rotatable, artinya variansi dari nilai prediksi respon adalah sama pada semua titik x yang jaraknya sama pada desain pusat. Desain CCD dibuat rotatable oleh pemilihan α . Nilai α untuk rotabilitas bergantung dari jumlah titik pada faktorial *portion* dalam desain, pada kenyataannya $\alpha = 2^{k/4}$ menghasilkan sebuah rotatable CCD dimana n_f adalah jumlah titik yang digunakan pada faktorial *portion*.



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Pemikiran

MSG adalah garam natrium dari asam glutamat. MSG telah digunakan secara luas baik di industri maupun rumah tangga sebagai bahan penguat cita rasa (*flavor enhancer*). Akan tetapi, penggunaan MSG ini masih bersifat polemik di masyarakat. Hal ini karena keamanan dalam mengonsumsi MSG masih diragukan.

Saat ini produk-produk yang bersifat alami lebih diminati masyarakat karena dinilai lebih aman. Hal ini merupakan salah satu faktor pendorong perlunya pengembangan *flavor enhancer* alami dari bahan pangan lokal untuk mengatasi penggunaan MSG yang masih bersifat polemik. Bahan pangan lokal yang berpotensi untuk dijadikan sebagai hidrolisat protein adalah jamur kancing (*Agaricus bisporus*), jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*), dan jamur merang (*Volvariella volvacea*). Hidrolisat protein dapat dimanfaatkan sebagai penambah dan penguat cita rasa (*flavor enhancer*). Jamur tersebut banyak mengandung asam aspartat, asam glutamat, dan *flavor* 5'-nukleotida seperti 5'-guanosin monofosfat (5'-GMP), 5'-inosin monofosfat (5'-IMP), dan 5'-xantosin monofosfat (5'-XMP) (Sommer, 2008) yang merupakan prekursor rasa gurih.

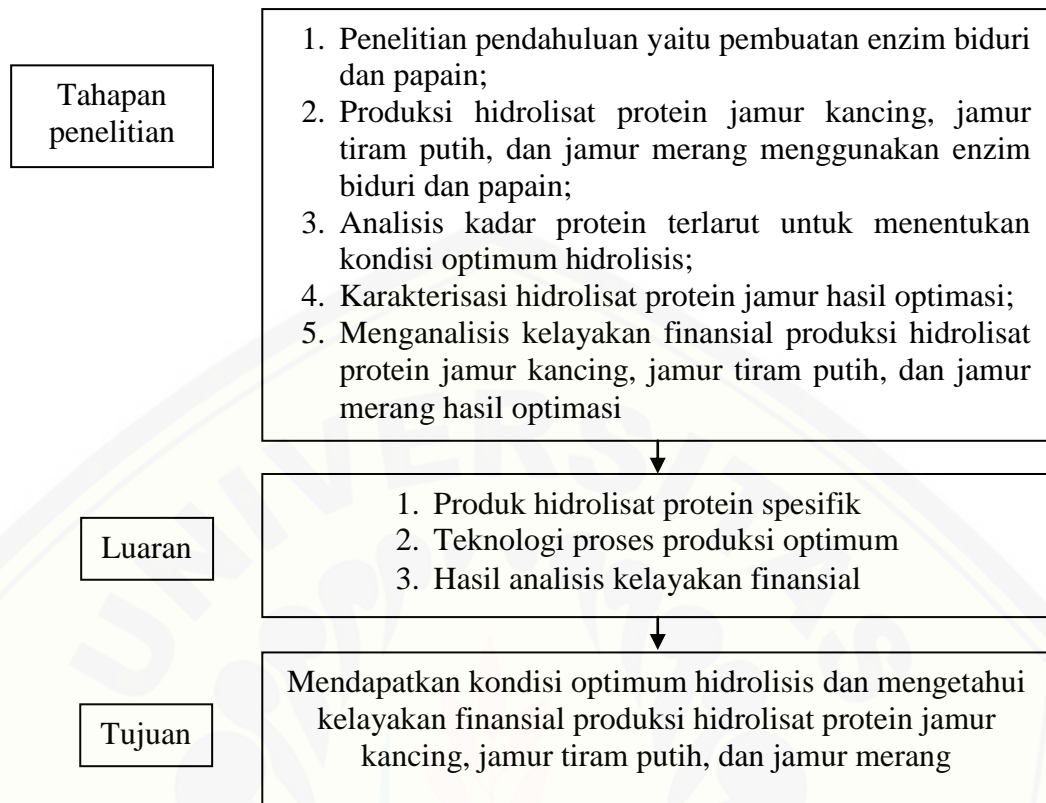
Hidrolisat protein diproduksi melalui proses hidrolisis. Hidrolisis protein dapat meningkatkan jumlah asam amino dan menurunkan berat molekul peptida sehingga menghasilkan *flavor* hidrolisat yang mencakup rasa manis, asin, asam, pahit, dan gurih (Su dkk., 2012). Hidrolisis protein dapat dilakukan secara asam, basa, dan enzimatis. Hidrolisis dengan asam kurang menguntungkan, karena triptofan, glutamin, dan sejumlah asam amino lainnya dapat hancur dan diperlukan hidrolisis lanjutan untuk membebaskan semua asam amino tersebut. Hidrolisis secara enzimatis lebih menguntungkan karena enzim protease memiliki kemampuan untuk menghidrolisis protein secara sempurna menjadi asam amino

bebas tanpa menyebabkan kerusakan yang bersifat non-hidrolitik (Laohakunjit dkk., 2014).

Sumber protease adalah tanaman, hewan, dan mikroorganisme. Protease yang diproduksi dari jaringan hewan relatif mahal. Mikroorganisme dikenal secara luas sebagai penghasil protease, namun untuk tujuan-tujuan tertentu protease dari tanaman masih memiliki peranan yang besar, yang belum sepenuhnya dapat digantikan oleh protease dari mikroorganisme. Tanaman biduri yang banyak tumbuh di lahan kering merupakan salah satu sumber protease, terutama bagian getahnya. Tanaman ini belum banyak dimanfaatkan dan bahkan di beberapa daerah dianggap sebagai gulma (Hardi dan Dinarnaini, 2014). Protease dari getah tanaman biduri termasuk ke dalam golongan eksopeptidase. Enzim biduri telah diaplikasikan untuk produksi *indigenous flavor* dari ikan bibisan (Witono dkk., 2014)

Sumber protease yang lain adalah tanaman pepaya, terutama bagian getahnya. Getah tanaman pepaya telah dimanfaatkan sebagai sumber protease yang disebut papain. Getah pepaya mengandung 10% papain, 45% kimopapain, dan 20% lisozim. Enzim papain termasuk ke dalam golongan endopeptidase (Poedjiadi, 2006).

Penelitian mengenai komponen pembentuk *flavor* pada jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang telah banyak dilakukan, namun pengembangan dan produksi hidrolisat protein jamur sebagai *flavor enhancer* masih belum banyak dilakukan. Hal ini disebabkan *flavor enhancer* di Indonesia masih didominasi oleh MSG, sedangkan pemanfaatan jamur masih sebatas sayuran. Pengembangan hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang sebagai *flavor enhancer* diharapkan dapat memberikan nilai tambah jamur tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi optimum hidrolisis protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang, karakteristik fungsional dan analisis kelayakan finansial produksi hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang hasil optimasi. Kerangka pemikiran dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Kerangka pemikiran penelitian

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian, Laboratorium Rekayasa Proses Pengolahan Hasil Pertanian, Laboratorium Analisa Terpadu Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember dan Laboratorium Kimia Terpadu Institut Pertanian Bogor pada bulan September 2017 hingga Desember 2017.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Bahan Penelitian

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah jamur kancing (*Agaricus bisporus*), jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*), dan jamur merang

(*Volvariella volvacea*) segar yang diperoleh dari pasar lokal “Pasar Tanjung” Kabupaten Jember. Bahan baku lainnya adalah enzim hasil ekstraksi dari getah tanaman biduri yang diperoleh dari daerah pesisir Watu Ulo, Jember dan enzim hasil ekstraksi dari getah buah pepaya yang diperoleh dari Kelurahan Sumpersari, Kabupaten Jember. Bahan kimia yang digunakan adalah akuades, buffer fosfat pH 7, reagen Mix-Lowry (terdiri atas Na_2CO_3 , CuSO_4 , dan Na-K-tartart), follin, BSA standar, dan HCl.

3.3.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan untuk pembuatan hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang adalah blender plastik Oxone, waterbath GFL 1083, neraca analitik Ohaus 1083 dan alat-alat gelas (Pyrex dan Duran). Peralatan yang digunakan untuk analisis adalah sentrifuge Hermle Z 206 A dan tabungnya serta spektrofotometer Genesys 10S UV Vis dan kuvetnya, vortex Thermolyne tipe 16700, dan peralatan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC).

3.4 Metode Penelitian

3.4.1 Rancangan Percobaan

Penentuan rancangan percobaan dalam penelitian ini menggunakan Metode Permukaan Respon (*Response Surface Methods*). Sebagian besar penelitian yang menggunakan Metode Permukaan Respon (RSM), percobaan dilakukan dalam dua tahap, yaitu percobaan orde I dan percobaan orde II. Percobaan orde I merupakan tahap penapisan (*screening*) faktor-faktor yang memiliki pengaruh terhadap respon, sedangkan percobaan orde II merupakan tahap optimasi (Montgomery, 2001). Faktor yang diteliti ada 3 (tiga), masing-masing faktor terdiri dari 3 (tiga) level. Faktor yang diteliti adalah jenis jamur, kombinasi aktivitas enzim biduri dan papain, serta lama hidrolisis dengan

parameter pengamatan kadar protein terlarut. Faktor dan level yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Faktor dan level faktor

Faktor	Kode	Level
Jenis enzim	X ₁	Jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang
Kombinasi aktivitas enzim biduri (B) dan papain (P)	X ₂	0 Unit B : 6,98 Unit P; 3,435 Unit B : 3,493 Unit P; 6,87 Unit B : 0 Unit P
Lama hidrolisis (menit)	X ₃	30, 60, 90

Keterangan:

Enzim biduri 6,87 Unit = 1% dari berat jamur (v/w)

Enzim papain 6,98 Unit = 1% dari berat jamur (v/w)

Enzim biduri 3,435 Unit : enzim papain 3,493 Unit = 0,5% : 0,5% dari berat jamur (v/w)

Rancangan percobaan orde I terdiri atas 3 (tiga) faktor, masing-masing faktor terdiri atas 3 (tiga) level. Pada level faktor dilakukan pengkodean untuk mempermudah analisis. Level terendah pada masing-masing faktor dikodekan -1 dan level tertinggi dikodekan 1 seperti pada Tabel 3.2. Rancangan percobaan orde I dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.2 Pengkodean level orde I

Kode Faktor	Nama Faktor	Kode Level		
		bawah (-1)	tengah (0)	atas (1)
X ₁	Jenis jamur	Jamur kancing	Jamur tiram putih	Jamur merang
X ₂	Kombinasi aktivitas enzim biduri (B) dan papain (P)	0 Unit B : 6,98 Unit P	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	6,87 Unit B : 0 Unit P
X ₃	Lama hidrolisis (menit)	30	60	90

Tabel 3.3 Rancangan percobaan orde I

Run	Faktor Kode			Faktor Aktual		
	X ₁	X ₂	X ₃	Jenis jamur	Kombinasi aktivitas enzim biduri (B) dan papain (P)	Lama hidrolisis (menit)
1.	1	1	1	Jamur merang	6,87 Unit B : 0 Unit P	90
2.	1	-1	1	Jamur merang	0 Unit B : 6,98 Unit P	90
3.	1	-1	-1	Jamur merang	0 Unit B : 6,98 Unit P	30
4.	-1	1	1	Jamur kancing	6,87 Unit B : 0 Unit P	90
5.	-1	0	0	Jamur kancing	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60
6.	0	0	0	Jamur tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60
7.	0	0	-1	Jamur tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	30
8.	0	-1	0	Jamur tiram putih	0 Unit B : 6,98 Unit P	60
9.	0	0	1	Jamur tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	90
10.	-1	1	-1	Jamur kancing	6,87 Unit B : 0 Unit P	30
11.	0	0	0	Jamur tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60
12.	-1	-1	1	Jamur kancing	0 Unit B : 6,98 Unit P	90
13.	1	1	-1	Jamur merang	6,87 Unit B : 0 Unit P	30
14.	-1	-1	-1	Jamur kancing	0 Unit B : 6,98 Unit P	30
15.	0	0	0	Jamur tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60
16.	0	0	0	Jamur tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60
17.	0	1	0	Jamur tiram putih	6,87 Unit B : 0 Unit P	60
18.	1	0	0	Jamur merang	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60

Pada rancangan percobaan orde I, pendugaan model yang digunakan adalah model linier. Setelah data respon kadar protein terlarut rancangan orde I dianalisis menggunakan Metode Permukaan Respon, maka diperoleh persamaan:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3$$

y adalah nilai prediksi respon kadar protein terlarut, β_0 adalah koefisien konstanta, β_1 , β_2 , β_3 merupakan koefisien linier. X_1 adalah faktor jenis jamur, X_2 adalah faktor kombinasi aktivitas enzim biduri dan papain, dan X_3 adalah faktor lama hidrolisis.

Central Composite Design pada rancangan percobaan orde II sebaiknya rotatable, artinya variansi dari nilai prediksi respon adalah sama pada semua titik x yang jaraknya sama terhadap desain pusat. *Central Composite Design* dengan menggunakan 3 (tiga) faktor memiliki nilai rotabilitas = $2^{k/4} = 1,68179$, dimana k adalah jumlah faktor, sehingga nilai 1,68179 termasuk nilai yang digunakan untuk perlakuan (level faktor) seperti pada Tabel 3.4. Rancangan percobaan orde II dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.4 Pengkodean level orde II

Kode Faktor	Nama Faktor	Kode Level				
		$-\alpha$ (-1,68179)	bawah (-1)	tengah (0)	atas (1)	α (1,68179)
X_1	Jenis jamur	Jamur kancing	Jamur kancing	Jamur tiram putih	Jamur merang	Jamur merang
X_2	Kombinasi aktivitas enzim biduri (B) dan papain (P)	0 Unit B : 4,6 Unit P	0 Unit B : 6,98 Unit P	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	6,87 Unit B : 0 Unit P	9,2 Unit B : 0 Unit P
X_3	Lama hidrolisis (menit)	10	30	60	90	110

Tabel 3.5 Rancangan percobaan orde II

Run	Faktor Kode			Faktor Aktual		
	X_1	X_2	X_3	Jenis jamur	Kombinasi aktivitas enzim biduri (B) dan papain (P)	Lama hidrolisis (menit)
1.	1	-1	-1	Merang	0 Unit B : 6,98 Unit P	30
2.	1,68179	0	0	Merang	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60
3.	0	0	0	Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60
4.	-1,68179	0	0	Kancing	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60
5.	0	0	0	Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60
6.	-1	-1	1	Kancing	0 Unit B : 6,98 Unit P	90
7.	-1	1	1	Kancing	6,87 Unit B : 0 Unit P	90
8.	-1	-1	-1	Kancing	0 Unit B : 6,98 Unit P	30
9.	0	0	0	Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60
10.	1	1	1	Merang	6,87 Unit B : 0 Unit P	90
11.	-1	1	-1	Kancing	6,87 Unit B : 0 Unit P	30
12.	1	-1	1	Merang	0 Unit B : 6,98 Unit P	90
13.	0	0	0	Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60
14.	0	0	0	Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60
15.	0	0	0	Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60
16.	0	0	-1,68179	Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	10
17.	0	0	1,68179	Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	110
18.	0	1,68179	0	Tiram putih	9,2 Unit B : 0 Unit P	60
19.	1	1	-1	Merang	6,87 Unit B : 0 Unit P	30
20.	0	-1,68179	0	Tiram putih	0 Unit B : 4,6 Unit P	60

Pada rancangan percobaan orde II, pendugaan model yang digunakan adalah model kuadratik. Setelah data untuk rancangan orde II dianalisis menggunakan Metode Permukaan Respon, maka diperoleh persamaan :

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{11} x_1^2 + \beta_{22} x_2^2 + \beta_{33} x_3^2 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{23} x_2 x_3$$

y adalah nilai prediksi respon kadar protein terlarut, β_0 adalah koefisien konstanta, $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ merupakan koefisien linier, $\beta_{11}, \beta_{22}, \beta_{33}$ adalah koefisien kuadratik, $\beta_{12}, \beta_{13}, \beta_{23}$ adalah koefisien interaksi faktor. X_1 adalah faktor jenis

jamur, X_2 adalah faktor kombinasi aktivitas enzim biduri dan papain, dan X_3 adalah faktor lama hidrolisis.

3.4.2 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam empat tahap, yaitu penelitian pendahuluan, penelitian utama tahap I, penelitian utama tahap II, dan penelitian utama tahap III. Penelitian pendahuluan merupakan tahapan pembuatan enzim biduri dan papain. Penelitian utama tahap I dilakukan optimasi hidrolisis protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang menggunakan Metode Permukaan Respon. Penelitian utama tahap II dilakukan karakterisasi hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang hasil optimasi. Penelitian utama tahap III dilakukan analisis produksi hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang hasil optimasi. Diagram alir tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.

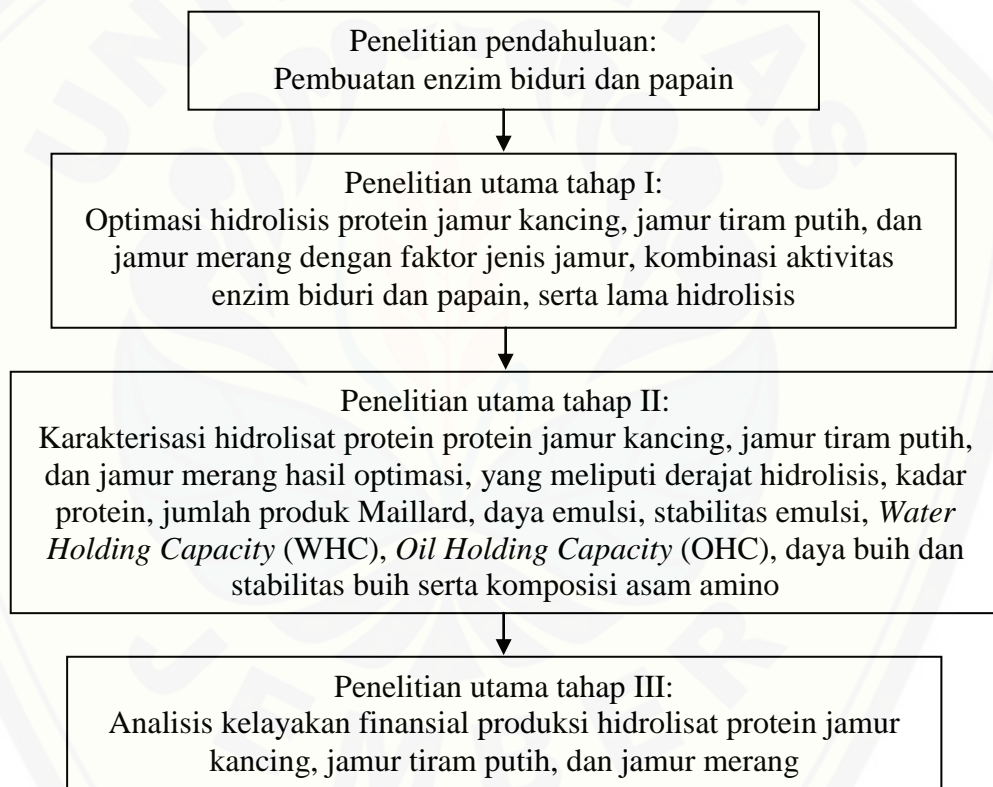
Penelitian pendahuluan: Pembuatan enzim protease biduri dan papain:

Berikut ini adalah tahapan pembuatan enzim protease biduri dan papain. Getah dari batang tanaman biduri dan buah pepaya diambil kemudian ditambahkan buffer fosfat pH 7 dengan perbandingan 1 bagian getah dan 1 bagian buffer fosfat (1:1). Selanjutnya dilakukan pemisahan supernatan dan endapan (sebagian besar mengandung gum dan komponen selain protein) dengan sentrifugasi dingin suhu 4°C pada kecepatan 8000 rpm selama 10 menit. Supernatan cair yang diperoleh merupakan ekstrak kasar (*crude*) enzim protease yang digunakan untuk menghidrolisis protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang.

Penelitian utama tahap I: Optimasi hidrolisis protein dari jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang

Sebanyak 50 gram jamur kancing atau 50 gram jamur tiram putih atau 50 gram jamur merang dikukus selama 10 menit. Jamur yang telah dikukus kemudian

ditambahkan akuades dengan perbandingan bahan dan akuades 1:2 (b/v) dari berat jamur sebelum dilakukan pengukusan. Selanjutnya jamur dihancurkan menggunakan blender sehingga terbentuk pasta. Pasta tersebut kemudian ditambahkan enzim biduri (B) dan papain (P) sesuai perlakuan pada Tabel 3.3 dan 3.5. Selanjutnya dilakukan hidrolisis dalam *waterbath* pada suhu 55°C selama 10; 30; 60; 90; 110 menit. Proses hidrolisis enzimatis dihentikan dengan cara pendidihan pada suhu 100°C selama 10 menit. Hidrolisat cair dari jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang yang diperoleh kemudian dianalisis kadar protein terlarut menggunakan Metode Lowry (Sudarmadji dkk., 1997).



Gambar 3.2 Diagram alir tahapan penelitian

Penelitian utama tahap II: Pembuatan hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang hasil optimasi

Sebanyak 50 gram jamur kancing atau 50 gram jamur tiram putih atau 50 gram jamur merang dikukus selama 10 menit. Jamur yang telah dikukus kemudian

ditambahkan akuades dengan perbandingan bahan dan akuades 1:2 (b/v) dari berat jamur sebelum dilakukan pengukusan. Selanjutnya jamur dihancurkan menggunakan blender sehingga terbentuk pasta. Pasta tersebut kemudian ditambahkan enzim biduri (B) dan papain (P) sebesar 1,617 Unit B dan 5,253 Unit P (hasil optimasi). Selanjutnya dilakukan hidrolisis menggunakan *waterbath* pada suhu 55°C selama 60 menit. Proses hidrolisis enzimatis dihentikan dengan cara pendidihan pada suhu 100°C selama 10 menit. Hidrolisat cair yang dihasilkan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 18 jam.

Penelitian utama tahap III: Analisis kelayakan finansial produksi hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang hasil optimasi

Pada penelitian utama tahap III dilakukan analisis kelayakan finansial produksi hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang hasil optimasi. Pada aspek finansial dilakukan evaluasi kriteria investasi yaitu *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Revenue Cost Ratio* (R/C Ratio), *Pay Back Period* (PBP), dan *Break Event Point* (BEP).

3.5 Analisis

3.5.1 Penelitian Utama Tahap I

Pada penelitian utama tahap I, dilakukan analisis kadar protein terlarut hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang menggunakan Metode Lowry (Sudarmadji dkk., 1997). Sampel diambil sebanyak 0,1 mL kemudian dilarutkan dengan akuades 10 mL. Sampel disentrifus selama 5 menit. Filtrat diambil sebanyak 0,125 mL kemudian direaksikan dengan 2,5 mL reagen Mix-Lowry dan dibiarkan selama 10 menit. Selanjutnya ditambahkan 0,25 mL follin dan dibiarkan selama 30 menit, kemudian ditambahkan dengan akuades sampai volume 5 mL. Pembacaan absorbansi sampel dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 750 nm. Data absorbansi diplotkan pada kurva standar BSA untuk dihitung kadar protein terlarutnya.

Data kadar protein terlarut yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan Metode Permukaan Respon pada perangkat lunak *Minitab* versi 14. Berikut ini adalah pengujian kesesuaian model yang digunakan dalam Metode Permukaan Respon (Chen dkk., 2005).

a. Uji Regresi

Analisis atau uji regresi digunakan untuk menentukan model yang sesuai dengan Metode Permukaan Respon. Model ini digunakan untuk menggambarkan atau memprediksi hubungan antara faktor dengan respon. Model regresi yang terdapat pada Metode Permukaan Respon adalah linier, kuadratik dan interaksi. Model linier diajukan pada rancangan orde I dan model kuadratik pada rancangan orde II.

b. Uji *Lack of Fit*

Uji *Lack of Fit* digunakan untuk mengetahui ada atau tidak pengaruh dari faktor-faktor lain misalnya persamaan orde tingkat tinggi. Hipotesis yang digunakan untuk pengujian *lack of fit* adalah :

H₀ = model yang diajukan cukup menggambarkan hubungan antar faktor dan respon

H₁ = model yang diajukan tidak cukup menggambarkan hubungan antar faktor dengan respon, sehingga perlu diajukan model dengan orde lebih tinggi

Pengambilan keputusan:

Jika nilai $p > \alpha$, maka H₀ diterima

Jika nilai $p < \alpha$, maka H₀ ditolak

c. Uji Koefisien Regresi Ketiga Faktor Secara Serempak

Uji Koefisien Regresi Serempak digunakan untuk mengetahui ada atau tidak pengaruh antara faktor yang dipilih secara keseluruhan terhadap respon.

Hipotesis yang digunakan untuk pengujian ini adalah:

H₀ = Faktor dan interaksi faktor tidak memberi pengaruh pada respon

H₁ = Faktor dan interaksi faktor memberi pengaruh pada respon

Pengambilan keputusan:

Jika nilai $p > \alpha$, maka H_0 diterima

Jika nilai $p < \alpha$, maka H_0 ditolak

d. Uji Koefisien Regresi Ketiga Faktor Secara Individu

Uji Koefisien Secara Individu digunakan untuk mengetahui ada atau tidak pengaruh faktor secara terpisah terhadap respon. Hipotesis yang digunakan untuk pengujian koefisien secara individu adalah :

H_0 = Faktor tidak memberi pengaruh pada respon

H_1 = Faktor memberi pengaruh pada respon

Pengambilan keputusan:

Jika nilai $p > \alpha$, maka H_0 diterima

Jika nilai $p < \alpha$, maka H_0 ditolak

e. Uji Koefisien Determinasi

Uji Koefisien Determinasi digunakan untuk mengetahui persentase besarnya hubungan antara jenis jamur, kombinasi aktivitas enzim biduri dan papain, dan lama hidrolisis terhadap kadar protein terlarut hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih dan jamur merang. Koefisien determinasi juga disebut R-kuadrat dan dinotasikan sebagai R-Sq (R-Square) atau R^2 , dengan nilai maksimum adalah 100% dan minimum 0%. Semakin tinggi nilai koefisien determinasi, maka semakin erat hubungan antara faktor dengan respon.

f. Penentuan Titik Stasioner

Penentuan titik stasioner masing-masing faktor yang diujikan dilakukan dengan menghitung nilai invers persamaan yang diperoleh. Persamaan yang diperoleh dapat berupa persamaan linier atau kuadratik bergantung model manakah yang sesuai. Berdasarkan nilai koefisien pada persamaan yang diperoleh, dapat disusun matriks b dan B , yaitu:

$$\begin{array}{l}
 b = \quad [0,32102] \quad B = \quad [-0,02384 \quad 3,43532 \quad -0,00295] \\
 \quad [0,30903] \quad \quad [3,43532 \quad -0,01875 \quad 0,00834] \\
 \quad [0,06966] \quad \quad [-0,00295 \quad 0,00834 \quad -0,0253]
 \end{array}$$

Titik stasioner dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned}
 X_0 &= \frac{-B^{-1} b}{2} \\
 &= \frac{-B^{-1} b}{2} \begin{array}{l} [0,32102] \\ [0,30903] \\ [0,06966] \end{array} \dots\dots\dots (2)
 \end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan (2) diperoleh titik stasioner (X₀) masing-masing faktor, yaitu :

- X₀ jenis jamur (X₁) = -0,5471
- X₀ kombinasi aktivitas enzim biduri dengan papain (X₂) = -0,52919
- X₀ lama hidrolisis (X₃) = 0,00091

g. Penentuan Titik Optimum

Penentuan titik optimum masing-masing faktor menggunakan rumus berikut:

$$X_0 = \frac{\text{Level faktor} - \text{Titik komposit faktor}}{\text{NID}}$$

- Keterangan
- X₀ = titik stasioner masing-masing faktor
 - Level faktor = titik optimum masing-masing faktor
 - Titik komposit faktor = level tengah (0) masing-masing faktor
 - NID = jarak antar level masing-masing faktor

3.5.2 Penelitian Utama Tahap II

Pada penelitian utama tahap II dilakukan analisis derajat hidrolisis (Metode SN-TCA, Hoyle dan Merrit, 1994), kadar protein (Sudarmadji dkk., 1997), jumlah produk Maillard (Hofmann dkk., 1999), sifat fungsional dan komposisi asam amino hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang hasil optimasi. Berikut ini adalah prosedur masing-masing analisis.

a. Derajat Hidrolisis (Metode SN-TCA, Hoyle dan Merrit, 1994)

Derajat hidrolisis didefinisikan sebagai persentase asam amino yang terlepas dari protein selama proses hidrolisis. Menurut Rutherford (2010), prinsip pengukuran derajat hidrolisis dengan metode SN-TCA adalah pengukuran kadar nitrogen yang terlarut dalam larutan *Trichloroacetic Acid* (TCA), setelah komponen yang tidak terlarut mengalami pengendapan akibat proses sentrifugasi. Sebanyak 0,02 gram hidrolisat protein ditambahkan 20 mL TCA 10% (b/v). Campuran tersebut kemudian didiamkan selama 30 menit agar terjadi pengendapan. Setelah terjadi pengendapan lalu disentrifugasi (kecepatan 7800, selama 15 menit). Supernatan yang diperoleh kemudian dianalisis kadar nitrogennya menggunakan metode semi mikro Kjeldahl (Sudarmadji dkk., 1997). Derajat hidrolisis dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Derajat Hidrolisis (\%)} = \frac{\text{Nitrogen terlarut dalam TCA 10\% (b/v)}}{\text{Nitrogen total sampel}} \times 100\%$$

b. Kadar Protein (Sudarmadji dkk., 1997)

Aanalisis protein terdiri dari tiga tahap, yaitu destruksi, destilasi dan titrasi. Pengukuran kadar protein dilakukan dengan metode semi mikro Kjeldahl. Sampel ditimbang sebanyak 0,1 gram, kemudian dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl, lalu ditambahkan 0,9 gram selenium dan 2 mL H₂SO₄ pekat. Sampel didestruksi pada suhu 410°C selama kurang lebih 1 jam sampai larutan jernih lalu didinginkan. Setelah dingin, ke dalam labu Kjeldahl ditambahkan 50 mL akuades dan 20 mL NaOH 40%, kemudian dilakukan proses destilasi dengan suhu destilator 100°C. Hasil destilasi ditampung dalam labu erlenmeyer 250 mL yang berisi campuran 15 mL asam borat (H₃BO₃) 4% dan 2 tetes indikator MmMb yang berwarna biru. Setelah volume destilat mencapai 40 ml dan berwarna kehijauan, maka proses destilasi dihentikan. Lalu destilat dititrasi dengan HCl 0,02 N sampai terjadi perubahan warna biru keunguan. Volume titran dibaca dan dicatat. Larutan blanko dianalisis seperti sampel. Kadar protein dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\% N = \frac{(\text{ml HCl} - \text{ml blanko}) \times N \text{ HCl} \times 14.008}{\text{gram sampel} \times 1000} \times 100\%$$

$$\text{Protein (\%)} = \% N \times 6,25$$

c. Jumlah Produk Maillard (Hofmann dkk., 1999)

Sampel ditimbang sebanyak 0,05 gram dan dilarutkan ke dalam 5 mL akuades kemudian divortex selama 3 menit. Selanjutnya absorbansi sampel ditera pada panjang gelombang 420 nm.

d. Kadar Air (AOAC, 2005)

Analisis kadar air menggunakan metode termogravimetri (AOAC, 2005). Botol timbang yang akan digunakan dioven terlebih dahulu pada suhu 100-105°C selama 60 menit. Selanjutnya botol timbang didinginkan dalam eksikator selama 15 menit dan ditimbang sebagai A gram. Sampel sebanyak 0,1 gram dimasukkan ke dalam botol timbang yang sudah diketahui beratnya dan ditimbang sebagai B gram. Sampel dalam botol timbang kemudian di oven pada suhu 100-105°C selama 6 jam. Sampel didinginkan dalam eksikator dan ditimbang sebagai C gram. Penimbangan dilakukan secara berulang hingga diperoleh berat yang konstan. Kadar air dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{B - C}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan:

- A = Berat botol timbang kosong (gram)
- B = Berat botol timbang dan sampel sebelum dioven (gram)
- C = Berat botol timbang dan sampel setelah dioven (gram)

e. Daya Emulsi dan Stabilitas Emulsi (Xie dan Hettiarachchy, 1997)

Campuran yang terdiri dari 2 mL minyak nabati dan 6 mL 0,1% (b/v) larutan sampel divortex selama 1 menit. Sebanyak 0,2 mL emulsi yang terbentuk diambil dari dasar wadah pada 0 dan 10 menit dan dicampur dengan 5 mL SDS 0,1%. Absorbansi dari emulsi diukur dengan spektrofotometer pada panjang

gelombang 500 nm. Absorbansi pada waktu 0 menit (T_0) dinyatakan sebagai daya emulsi. Stabilitas emulsi dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Stabilitas emulsi (ES)} = \frac{T}{T_0}$$

Keterangan:

T_0 = Absorbansi pada 0 menit

T = Absorbansi pada 10 menit

f. *Water Holding Capacity* (Bencini, 1986)

Sebanyak 0,1 gram sampel ditambah dengan 1 mL akuades. Campuran kemudian di vortex selama 2 menit. Setelah itu didiamkan pada suhu ruang selama 30 menit. Selanjutnya dilakukan sentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 30 menit. Supernatan dipisahkan dan endapan sampel ditimbang. *Water Holding Capacity* dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Water Holding Capacity (\%)} = \frac{(c - a) - b}{b} \times 100\%$$

Keterangan:

a = Berat tabung sentrifus kosong (gram)

b = Berat sampel (gram)

c = Berat tabung sentrifus + endapan (gram)

g. *Oil Holding Capacity* (Bencini, 1986)

Sebanyak 0,1 gram sampel ditambah dengan 1 mL minyak nabati. Campuran kemudian di vortex selama 2 menit. Setelah itu didiamkan pada suhu ruang selama 30 menit. Selanjutnya dilakukan sentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 30 menit. Supernatan dipisahkan dan endapan sampel ditimbang. *Oil Holding Capacity* dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Oil Holding Capacity (\%)} = \frac{(c - a) - b}{b} \times 100\%$$

Keterangan:

a = Berat tabung sentrifus kosong (gram)

b = Berat sampel (gram)

c = Berat tabung sentrifus + endapan (gram)

h. Daya Buih dan Stabilitas Buih (Huda dkk., 2012)

Sebanyak 0,1 gram sampel dilarutkan dalam 25 mL akuades, kemudian dikocok dengan menggunakan blender dengan kecepatan tinggi selama 5 menit. Campuran larutan kemudian dipindahkan ke dalam gelas ukur berukuran 100 ml. Daya buih dilihat dari busa yang terbentuk dibandingkan dengan volume awal. Stabilitas buih diamati selama 5 menit, dicatat setiap interval 1 menit dan dibuat kurva stabilitas buih terhadap waktu.

i. Analisis Asam Amino (ICI *Instrument Methods*, 1988)

Sampel yang telah dihidrolisis kemudian dilarutkan dalam 5 mL HCl 0,01 N kemudian disaring dengan kertas milipore. Sampel kemudian ditambah buffer kalium borat pH 10,4 dengan perbandingan 1 : 1. Ke dalam vial kosong yang bersih dimasukkan 50 μ L sampel dan ditambahkan 250 μ L pereaksi OPA dan dibiarkan selama 1 menit agar derivatisasi berlangsung sempurna. Selanjutnya larutan sampel diinjeksikan ke dalam kolom HPLC sebanyak 5 μ L kemudian ditunggu sampai pemisahan semua asam amino selesai. Waktu yang diperlukan sekitar 25 menit.

3.5.3 Penelitian Utama Tahap III

Pada penelitian utama tahap III dilakukan analisis kelayakan finansial produksi hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang hasil optimasi. Analisis kelayakan finansial digunakan sebagai acuan untuk mengetahui tingkat kelayakan dari usaha produksi hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang yang dijalankan.

a. Harga Pokok Produksi

Harga pokok produksi merupakan perbandingan antara biaya produksi dengan kapasitas produksi. Informasi harga pokok produksi dapat dijadikan sebagai tolok ukur dalam menentukan harga jual yang tepat kepada konsumen. Harga pokok produksi dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Harga pokok produksi (Rp/unit)} = \frac{\text{Biaya produksi}}{\text{Kapasitas produksi}}$$

b. *Break Event Point* (BEP)

Break Event Point dapat diartikan suatu keadaan di mana operasi perusahaan tidak memperoleh laba dan tidak menderita kerugian (Husnan dan Suwasono, 1994). BEP dilakukan dengan dua cara, yaitu atas dasar harga jual rupiah dan atas unit produksi, yaitu:

- BEP atas dasar harga jual:

$$\text{BEP} = \frac{\text{FC}}{\text{(P - VC)}} \times \text{P}$$

- BEP atas dasar unit produksi:

$$\text{BEP} = \frac{\text{FC}}{\text{(P - VC)}}$$

Keterangan:

FC = *Fixed Cost* atau biaya tetap (Rupiah)

P = *Price* atau harga jual (Rupiah)

VC = *Variable Cost* atau biaya tidak tetap per unit (Rupiah)

c. *Net Present Value* (NPV)

Net Present Value merupakan selisih antara present value dari investasi dengan nilai sekarang dari penerimaan-penerimaan kas bersih (aliran kas operasional maupun aliran kas terminal) dimasa yang akan datang. Untuk menghitung nilai sekarang perlu ditentukan tingkat bunga yang relevan. Apabila $\text{NPV} > 0$ berarti proyek layak dijalankan. Apabila $\text{NPV} = 0$ berarti proyek sama dengan biaya kesempatan modal (*opportunity cost*), sedangkan apabila $\text{NPV} < 0$ berarti proyek secara finansial tidak layak dijalankan (Soetrisno, 2006).

d. *Internal Rate of Return* (IRR)

Metode *Internal Rate of Return* (IRR) pada dasarnya merupakan metode untuk menghitung tingkat bunga yang dapat menyamakan antara *present value*

dari semua aliran kas masuk dengan aliran kas keluar dari suatu investasi proyek. IRR dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$IRR = \text{bunga rendah} + \frac{NPV \text{ pada bunga rendah}}{NPV \text{ pada bunga rendah} - NPV \text{ pada bunga tinggi}} \times (\text{bunga tinggi} - \text{bunga rendah})$$

e. Masa Pengembalian Modal (*Pay Back Period*)

Pay Back Period merupakan lamanya waktu yang diperlukan untuk mengembalikan investasi. *Payback Period* menunjukkan berapa lama modal yang ditanam dalam investasi akan kembali. Semakin cepat waktu pengembalian modal maka semakin relevan suatu proyek untuk dilaksanakan (Sucipto, 2011). *Pay Back Period* dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Pay \ Back \ Period = \frac{\text{Nilai investasi}}{\text{Aliran kas bersih}}$$

f. *Benefit Cost Ratio* (B/C Ratio)

R/C ratio menunjukkan perbandingan antara nilai keuntungan (*benefit*) dan nilai biaya (*cost*). Metode B/C Ratio sering digunakan dalam tahap-tahap evaluasi awal perencanaan investasi atau sebagai analisis tambahan dalam rangka memvalidasi hasil evaluasi yang telah dilakukan dengan metode lainnya (Giatman, 2011). B/C Ratio dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$B/C \ Ratio = \frac{PVB}{PVC}$$

Keterangan:

PVC = Present Value Cost atau nilai biaya saat ini (Rupiah)

PVB = Present Value Benefit atau nilai keuntungan saat ini (Rupiah)

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh pada penelitian utama tahap I dianalisis dengan menggunakan regresi dan varian pada Metode Permukaan Respon. Data yang diperoleh pada penelitian utama tahap II dan III dianalisis secara deskriptif.

BAB 5. PENUTUP

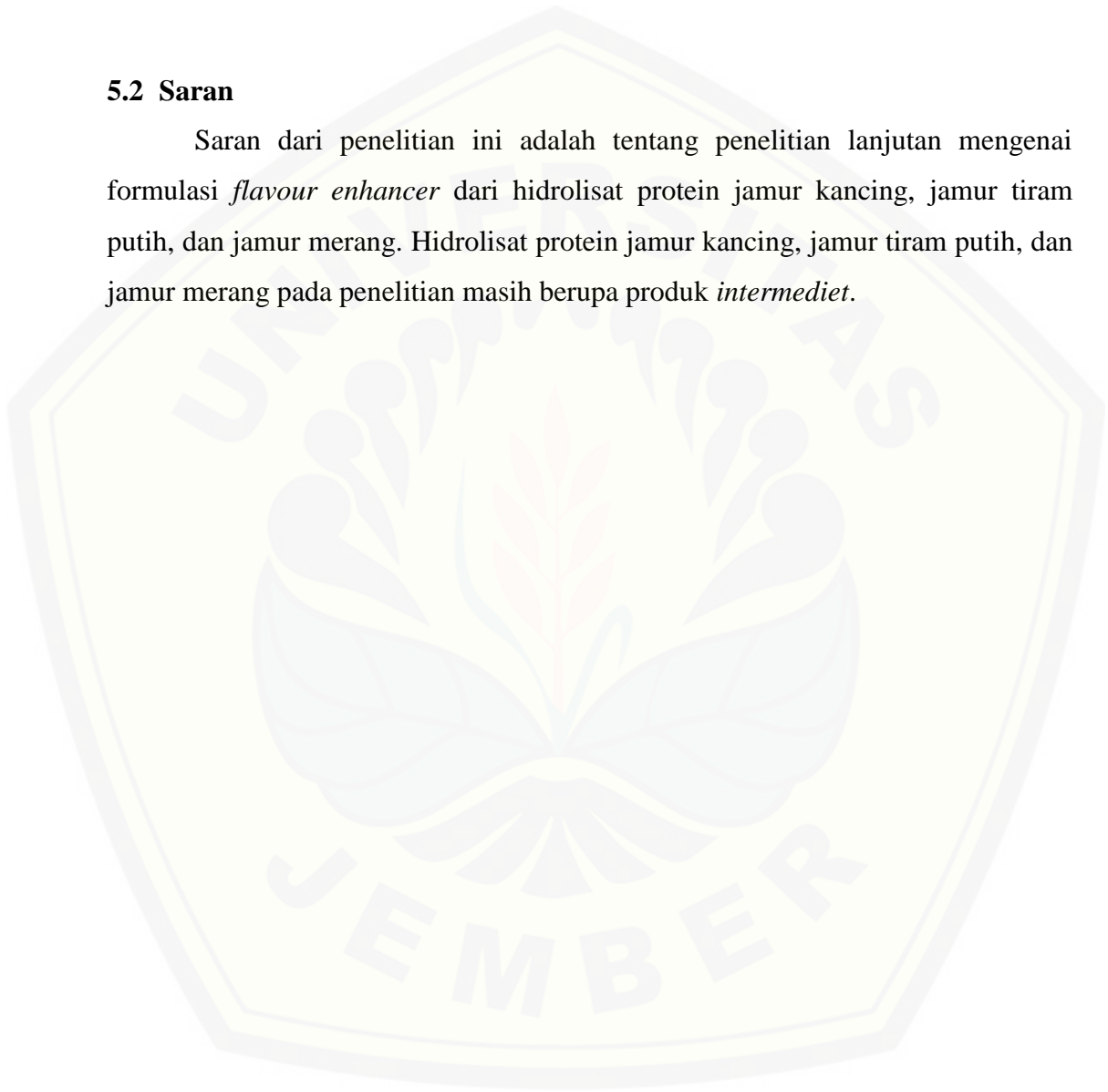
5.1 Kesimpulan

1. Faktor yang berpengaruh terhadap kadar protein terlarut hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang adalah jenis jamur dan kombinasi aktivitas enzim biduri dan papain.
2. Kondisi optimum hidrolisis protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang diperoleh pada kombinasi aktivitas 1,617 Unit biduri dan 5,253 Unit papain dengan lama hidrolisis 60 menit.
3. Karakteristik dari masing-masing hidrolisat protein jamur hasil optimasi yaitu
 - a. Hidrolisat protein jamur kancing memiliki derajat hidrolisis sebesar 33,53%; kadar protein sebesar 50,72%; jumlah produk Maillard sebesar 1,58; daya emulsi sebesar 43,00%; stabilitas emulsi sebesar 37,54%; WHC sebesar 729,96%; OHC sebesar 303,57%; serta daya dan stabilitas buih sebesar 4,67%.
 - b. Hidrolisat protein jamur tiram putih memiliki derajat hidrolisis sebesar 40,90%; kadar protein sebesar 19,68%; jumlah produk Maillard sebesar 0,90; daya emulsi sebesar 42,73%; stabilitas emulsi sebesar 73,98%; WHC sebesar 573,20%; OHC sebesar 276, 97%; serta daya dan stabilitas buih sebesar 4,00%.
 - c. Hidrolisat protein jamur merang memiliki derajat hidrolisis sebesar 106, 18%; kadar protein sebesar 10,64%; jumlah produk Maillard sebesar 1,01; daya emulsi sebesar 30,58%; stabilitas emulsi sebesar 66,25%; WHC sebesar 467,92%; OHC sebesar 355, 46%; serta daya dan stabilitas buih sebesar 2,00%.
 - d. Jenis asam amino tertinggi pada ketiga jenis hidrolisat protein jamur adalah adalah asam glutamat, yaitu pada hidrolisat jamur kancing sebesar 5,07%; hidrolisat jamur tiram putih sebesar 2,04%; dan hidrolisat jamur merang sebesar 5,25%.

Produksi hidrolisat protein jamur kancing layak untuk dikembangkan, sedangkan produksi hidrolisat protein jamur tiram putih dan jamur merang tidak layak untuk dikembangkan.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah tentang penelitian lanjutan mengenai formulasi *flavour enhancer* dari hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang. Hidrolisat protein jamur kancing, jamur tiram putih, dan jamur merang pada penelitian masih berupa produk *intermediet*.



DAFTAR PUSTAKA

- Adebowale, K. O., dan Lawal, O. S. 2004. Comparative Study of the Functional Properties of Bambara Groundnut, Jackbean, and Mucuna Beans Flours. *Food Research International*. 37: 355-364.
- Aluko, R. E., dan Monu, E. 2003. Functional and Bioactive Properties of Quinoa Seed Protein Hydrolysates. *Journal of Food Science*. Vol. 68 (4): 1254-1258.
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis Associated of Official Agricultural Chemist*. Washington D. C USA.
- Ashurst, P. R. 1991. *Food Flavours*. Glasgow: Blakie and Sons Ltd.
- Badan Pusat Statistik. 2015. Buletin: Statistik Perdagangan Luar Negeri Impor Februari 2015. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. 2016. Buletin: Statistik Perdagangan Luar Negeri Impor Mei 2016. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Standardisasi Nasional. 1999. Syarat Mutu Garam Gurih. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Barzana, E., dan Gracia, G. N. 1994. *Production of Fish Protein Concentrate*. London (UK): Chapman and Hall.
- Beelman, R. B. 1988. Factors Influencing Postharvest Quality and Shelf Life of Fresh Mushrooms. *Mushroom Journal*. 182: 455-463.
- Bencini, M. C. 1986. Functional Properties of Drum-Dried Chickpea (*Cicer arietinum L.*) Flours. *Journal of Food Science*. Vol. 51 (6), 1518-1521.
- Bhaskar N., Benila, T., Radha, C., dan Lalitha, R. G. 2008. Optimization of Enzymatic Hydrolysis of Visceral Waste Proteins of Catla (*Catla catla*) for Preparing Protein Hydrolysate Using a Commercial Protease. *Bioresource Technology*. 99: 335-343.
- Chen, K. N., Chen, M. J., Liu, J. R., Lin, C. W., dan Chiu, H. Y. 2005. Optimization of Incorporated Prebiotics as Coating Materials for Probiotics Microencapsulation. *Journal of Food Science*. Vol. 70 (5): 260-266.
- Cho, M. J. 2000. *Characterization of Bitter Peptides from Soy Protein Hydrolysates*. Citation. Columbia: University of Columbia.

- Costa, R., Tedone, L., Grazia, S. D., Dugo, P., dan Mondello, L. 2013. Multiple Headspace-Solid-Phase-Microextraction: An Application to Quantification of Mushroom Volatile. *Analytica Chimica Acta*. 770: 1-6.
- Damodaran, S. 1996. *Amino Acids, Peptides, and Proteins, in Food Chemistry*. 3rd ed. New York: Marcel Dekker Inc.
- Da Silva, R. F., De Almada Barros, A.C., Pletsch, M., dan Argolo, A. C. C. M. 2010. Study on the Scavenging and Anti-*Staphylococcus* Activities of the Extracts, Fractions and Subfractions of Two *Volvariella volvacea* strains. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. Vol. 26 (10): 1761-1767.
- Dust, J. M. C., Grieshop, C. M., Parsons, L. K., Karr-Lilienthal, C. S., Schasteen, J. D., Quigley, N. R., Merchen., dan Fahey, G. C. 2005. Chemical Composition, Protein Quality, Palatability, and Digestibility of Alternative Protein Sources for Dogs. *Journal Animal Science*. 83: 2414-2422.
- Dybowska, B. E. 2008. Properties of Milk Protein Concentrate Stabilized Oil-in-Water Emulsions. *Journal of Food Engineering*. Vol. 88: 507-513.
- Eguchi, F., Kalaw, S. P., Dulay, R. M. R., Miyasawa, N., Yoshimoto, H., Seyama, T., dan Reyes, R. G. 2015. Nutrient Composition and Functional Activity of Different Stages in the Fruiting Body Development Of Philippine Paddy Straw Mushroom, *Volvariella volvacea* (Bull.;Fr.) Sing. *Advances in Environmental Biology*. Vol. 9 (22): 54-65.
- Fuke, S., dan Shimizu, T. 1993. Sensory and Preference Aspects of Umami. *Trends in Food Science and Technology*. Vol. 4 (8): 246-251.
- Gaspersz, V. 1995. *Teknik Analisis Dalam Penelitian Percobaan 2*. Bandung: Tarsito.
- Gbogouri, G. A., Linder M., Fanni, J., dan Parmentier, M. 2004. Influence of Hydrolysis Degree on the Functional Properties of Salmon Byproduct Hydrolysates. *Journal of Food Science*. Vol. 69 (8): 615-622.
- Gerrard, J. A., dan Brown, P. K. 2002. Protein Crosslinking in Food: Mechanism, Consequences, Applications. *International Congress Series*. 1245: 211-215.
- Giatman, M. 2011. *Ekonomi Teknik*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Golon, A., Krof, C., Vockenroth, I., dan Kuhnert, N. 2014. An Investigation of the Complexity of Maillard Reaction Product Profiles from the Thermal Reaction of Amino Acids with Sucrose Using High Resolution Mass Spectrometry. *Foods*. 3: 461-475.

- Hardi, J., dan Diharnaini. 2014. Penggunaan Protease dari Getah Biduri dalam Produksi Flavor Udang Windu (*Penaeus monodon*). *Online Journal of Natural Science*. Vol. 3 (2): 39-49.
- Hariadi, N., Setyobudi, L., dan Nihayati, E. 2013. Studi Pertumbuhan dan Hasil Produksi Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) pada Media Tumbuh Jerami Padi dan Serbuk Gergaji. *Jurnal Produksi Tanaman*. Vol 1 (1): 47-53.
- Haslaniza, H., Maskat, M. Y., Wan, A. W. M., dan Mamot, S. 2010. The Effect of Enzyme Concentration, Temperature and Incubation Time on Nitrogen Content and Degree of Hydrolysis of Protein Precipitate from Cockle (*Anadara granosa*) Meat Wash Water. *International Food Research Journal*. 17: 147-152.
- Hendartina, N. T. 2014. "Kajian Sifat Fungsional Mikoprotein yang Berasal dari Miselium dan Tubuh Buah Jamur Pangan serta Aplikasinya untuk Pembuatan Daging Analog". Tidak Diterbitkan. Tesis. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Hofmann, T., Bors, W., dan Stettmaier, K. 1999. Studies on Radical Intermediates in the Early Stage of the Nonenzymatic Browning Reaction of Carbohydrates and Amino Acids. *Journal Agriculture Food Chemistry*. 47: 379-390.
- Hoyle, N. T., dan Merritt, J. H. 1994. Quality of Fish Protein Hydrolysates from Herring (*Clupea harengus*). *Journal of Food Science*. Vol. 59 (1): 76-79.
- Huda, N., Santana, P., Abdullah, R., dan Yang, T. A. 2012. Effect of Different Dryoprotectant on Funtional Properties of Threadfin Bream Surimi Powder. *Journal of Fisheries Aquatic Sciences*. Vol. 7 (3): 215-223.
- Hung, P. V., dan Nhi, N. N. Y. 2012. Nutritional Composition and Antioxidant Capacity of Several Edible Mushrooms Grown in the Southern Vietnam. *International Food Research Journal*. Vol. 19 (1): 611-615.
- Husnan, S., dan Suwarsono. 2002. *Studi Kelayakan Proyek*. Edisi Ketiga. Yogyakarta: Penerbit UPP AMP YKPN.
- ITPC Osaka. 2012. Market Brief HS 2003 Jamur. Osaka:ITPC Osaka.
- Jamdar, S. N., Rajalakshmi, V., Pednekar, M. D., Juan, F., Yardi, V., dan Arun Sharma. 2010. Influence of Degree of Hydrolysis on Functional Properties, Antioxidant Activity, and ACE Inhibitory Activity of Peanut Protein Hydrolysate. *Food Chemistry*. 121: 178-184.

- Jaworska, G., Bernas, E., dan Mickowska, B. 2011. Effect of Production Process on the Amino Acid Content of Frozen and Canned *Pleurotus ostreatus* Mushrooms. *Food Chemistry*. 125: 936-943.
- Jones, B. L., dan Budde, A. D. 2005. How Various Malt Endoproteinase Classes Affect Soluble Protein Levels. *Journal of Cereal Science*. 41: 95-106.
- Jolivet, S., Arpin, N., Wichers, H. J., dan Pellon, G. 1998. *Agaricus bisporus* browning: A review. *Mycological Research*. Vol. 102 (12): 1459-1483.
- Kammerdpech, C., Weiss, M., Kasper, C., dan Scheper, T. 2007. An Improvement of Potato Pulp Protein Hydrolyzation Process by the Combination of Protease Enzyme System. *Enzyme and Microbial Technology*. 40: 508-514.
- Kato, H., Rhue, M. R., dan Nishimura, T. 1989. Role of Free Amino Acids and Peptides in Food Taste. doi: 10.1021/bk-1989-0388.ch013.
- Kirk, R. E., dan Othmer, D. F. 1953. *Encyclopedia of Chemical Technology*. New York: The Interscience Publ. Inc.
- Kleijnen, J. P. C. 2008. *Design of Experiments: An Overview*. Tilburg: Operations Research.
- Klompong, V., Benjakul, S., Kantachote, D., dan Shahidi, F. 2007. Antioxidative activity and Functional Properties of Protein Hydrolysates of Yellow Stripe Trevally (*Selaroides leptolepis*) As Influenced by Degree of Hydrolysis and Enzyme Type. *Food Chemistry*. 102: 1317-1327.
- Koesoemawardani, D., dan Hadiwiyoto, S. 2001. Produksi Hidrolisat Protein Ikan Kembung. Himpunan Makalah Seminar Teknologi Pangan Buku A: Teknologi Pangan dan Rekayasa. 9-10 Oktober 2001. PATPI Cabang Semarang.
- Koesoemawardani, D., Nurainy, F., dan Hidayati, S. 2011. Proses Pembuatan Hidrolisat Protein Ikan Rucah. *Jurnal Natur Indonesia*. Vol. 13 (3): 256-261.
- Kristinsson, H. G., dan Rasco, B. A. 2000. Fish Protein Hydrolysates: Production, Biochemical, and Functional Properties. *Critical Review in Food Science and Nutrition*. Vol. 40 (1): 43-81.
- Kuo, M. 2004. *Agaricus bisporus*. www.mushroomexpert.com/agaricus_bisporus.html. [Diakses pada 18 September 2018].

- Kuo, M. 2005. Pleurotus ostreatus. http://www.mushroomexpert.com/pleurotus_ostreatus.html. [Diakses pada 18 September 2018].
- Kurihara, K. 2015. Umami the Fifth Basic Taste: History of Studies on Receptor Mechanisms and Role as a Food Flavor. *Biomed Research International*. Vol. 2015: 1-10.
- Laohakunjit, N., Selamassakul, O., dan Kerdchoechuen, O. 2014. Seafood-like Flavour Obtained from the Enzymatic Hydrolysis of the Protein by Products of Seaweed (*Gracilaria sp.*). *Food Chemistry*. 158:162-170.
- Li, R., Wu, Z., Wangb, Y., Ding, L., dan Wang, Y. 2016. Role of pH-induced Structural Change in Protein Aggregation in Foam Fractination of Bovine Serum Albumin. *Biotechnology Report*. 9: 46-52.
- Liu, Y., Huang, F., Yang, H., Ibrahim, S. A., Wang, Y. F., dan Huang, W. 2014. Effects of Preservation Methods on Amino Acids and 5'-Nucleotides of *Agaricus bisporus* Mushrooms. *Food Chemistry*. 149: 221-225.
- Liu, B. Y., Zhu, K. X., Peng, W., Guo, X. N., dan Zhou, H. M. 2016. Effect of Sequential Hydrolysis with Endo-and Exo-peptidase on Bitterness Properties of Wheat Gluten Hydrolysates. *The Royal Society of Chemistry*. 6: 27659-27668.
- Loliger, J. 2000. Function and Importance of Glutamate for Savory Foods. *Journal of Nutrition*. 130: 915-920.
- Marcus, B. J. 2005. Culinary Applications of Umami. *Food Technology*. Vol. 59 (5): 24-30.
- Mathew, J. N. P., Sudheesh, K. A., Rony, T. P., Smina dan Janardhanan, K. K. 2008. Antioxidant and Antitumor Activities of Cultured Mycelium of Culinary-Medicinal Paddy Straw Mushroom *Volvariella volvacea* (Bull.: Fr.) Singer (*Agaricomycetidae*). *International Journal of Medicinal Mushrooms*. 10: 139-148.
- Mau, J. L., Chyau, C. C., Li, J. Y., dan Tseng, Y. H. 1997. Flavor Compounds in Straw Mushrooms (*Volvariella volvacea*) Harvested at Different Stages of Maturity. *Journal Agriculture Food Chemistry*. 45: 4726-4729.
- Mau, J. L. 2005. The Umami Taste of Edible and Medicinal Mushrooms. *International Journal of Medicinal Mushrooms*. 7: 113-119.

- McClements, D. J. 1999. *Food Emulsions: Principles, Practice, and Techniques*. Boca Raton: CRC Press.
- Mehta, R. M. 2010. *Dispensing Pharmacy*. 3rd edition. New Delhi: Vallabh Prakashan.
- Miao, S., dan Roos, Y. H. 2004. Comparison of Nonenzymatic Browning Kinetics in Spray Dried and Freeze Dried Carbohydrate Based Food Model Systems. *Journal Food Science*. 69: 322-331.
- Montgomery, D. C. 2001. *Design and Analysis of Experiment*. New York: John and Wiley Sonc, Inc.
- Mottram, D. S. 1998. Umami Flavor of Meat, in Flavor of Meat, Meat Products and Seafood. Dalam Shahidi (Ed). Blackie Academic and Professional, London.
- Mouritsen, O. G., dan Khandelia, H. 2012. Molecular Mechanism of the Allosteric Enhancement of the Umami Taste Sensation. *Federation of European Biochemical Societies Journal*. 1-9.
- Mukhopadhyay, R., dan Guha, A. K. 2015. A Comprehensive Analysis of the Nutritional Quality of Edible Mushroom *Pleurotus sajor-caju* Grown in Deproteinized Whey Medium. *Food Science and Technology*. 61: 339-345.
- Mune, M. A. M. 2015. Optimizing Functional Properties of Bambara Bean Protein Concentrate by Enzymatic Hydrolysis Using Pancreatin. *Journal of Food Processing and Preservation*. 39: 2572-2580.
- Mutilangi, W. A. M., Panyam, D., dan Kilara, A. 1996. Functional Properties of Hydrolysates from Proteolysis of Heat-Denatured Whey Protein Isolate. *Journal of Food Science*. 61: 270-274.
- Nchienzia, H. A., Morawicki, R. O., dan Gadang, V. P. 2010. Enzymatic Hydrolysis of Poultry Meal With Endo-Exopeptidase. *Poultry Science*. 80: 2273-2280.
- Nielsen, P. M. 2001. *Food Proteins and Their Applications*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Nurhasanah, N., Hidayat, S., Listianingsih, A. P., Agustini, D. U., Haidar, F. Z., dan Hasanati, N. 2014. Perencanaan Sistem Persediaan Bahan Baku Industri Garmen di PT. DM. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*. Vol. 13 No. 2.
- Nuryati., dan Salimy, D. 2008. Metode Permukaan Respon dan Aplikasinya pada Optimal Eksperimen Kimia. *Risalah Lokakarya Komputasi dalam Sains dan Teknologi Nuklir*, 373-391.

- Ohguro, H., Katsushima, H., Maruyama, I., Maeda, T., Yanagihashi, S., Metoki, T., dan Nakazawa, M. 2002. A High Dietary Intake of Sodium Glutamate As Flavoring (Ajinomoto) Causes Gross Change in Retinal Morphology and Function. *Experimental Eye Research*. No. 75: 307-3015.
- Ovissipour, M., Abedia, A., Motamedzadegan, A., Rasco, B., Safari, R., dan Shahiri, H. 2009. The Effect of Enzymatic Hydrolysis Time and Temperature on the Properties of Protein Hydrolysates from Persian Sturgeon (*Acipenser persicus*) Viscera. *Food Chemistry*. 115: 238-242.
- Poejiadi, A. 2006. *Dasar-Dasar Biokimia*. Jakarta: UI Press.
- Pramadi, D. 2006. Flavor Enhancer dalam Produk Pangan. *Food Review: Referensi Industri dan Teknologi Pangan Indonesia: Teknologi Flavour*. Vol. 1. No. 11
- Risnawati, M., dan Cahyaningrum, S. E. 2013. Pengaruh Penambahan Ion Logam Ca^{2+} Terhadap Aktivitas Enzim Papain. *UNESA Journal of Chemistry*. Vol. 2 (1): 76-83.
- Roslan, J., Kamal, S. T. M., Yunos, K. F. Md., dan Abdullah, N. 2014. Optimization of Enzymatic Hydrolysis of Tilapia Muscle (*Oreochromis niloticus*) Using Response Surface Methodology. *Sains Malaysiana*. Vol. 43 (11): 1715-1723.
- Rutherford, S. M. 2010. Methodology for Determining Degree of Hydrolysis of Protein Hydrolysates: A review. *Journal of AOAC International*. Vol. 93 (5): 1515-1522.
- Salamah E, Nurhayati T, dan Widadi, I. R. 2011. Pembuatan dan Karakterisasi Hidrolisat Protein dari Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Menggunakan Enzim Papain. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. Vol. 15 (1): 9-16.
- Sathe, S. K., Teuber, S. S., dan Roux, K. H. 2005. Effects of Food Processing on the Stability of Food Allergens. *Biotechnology Advertisment*. Vol. 23: 423-429.
- See, S. F., Hoo, L. L., dan Babji, A. S. 2011. Optimization of Enzymatic Hydrolysis of Salmon (*Salmo salar*) Skin by Alcalase. *International Food Research Journal*. Vol. 18 (4): 1359-1365.
- Shi, Q. L., Wang, X. H., Zhao, Y., dan Fang, Z. X. 2012. Glass Transition and State Diagram for Freeze-Dried *Agaricus bisporus*. *Journal of Food Engineering*. 111: 667-674.
- Soekartawi. 2003. *Prinsip Ekonomi Pertanian*. Jakarta: Rajawali Press.

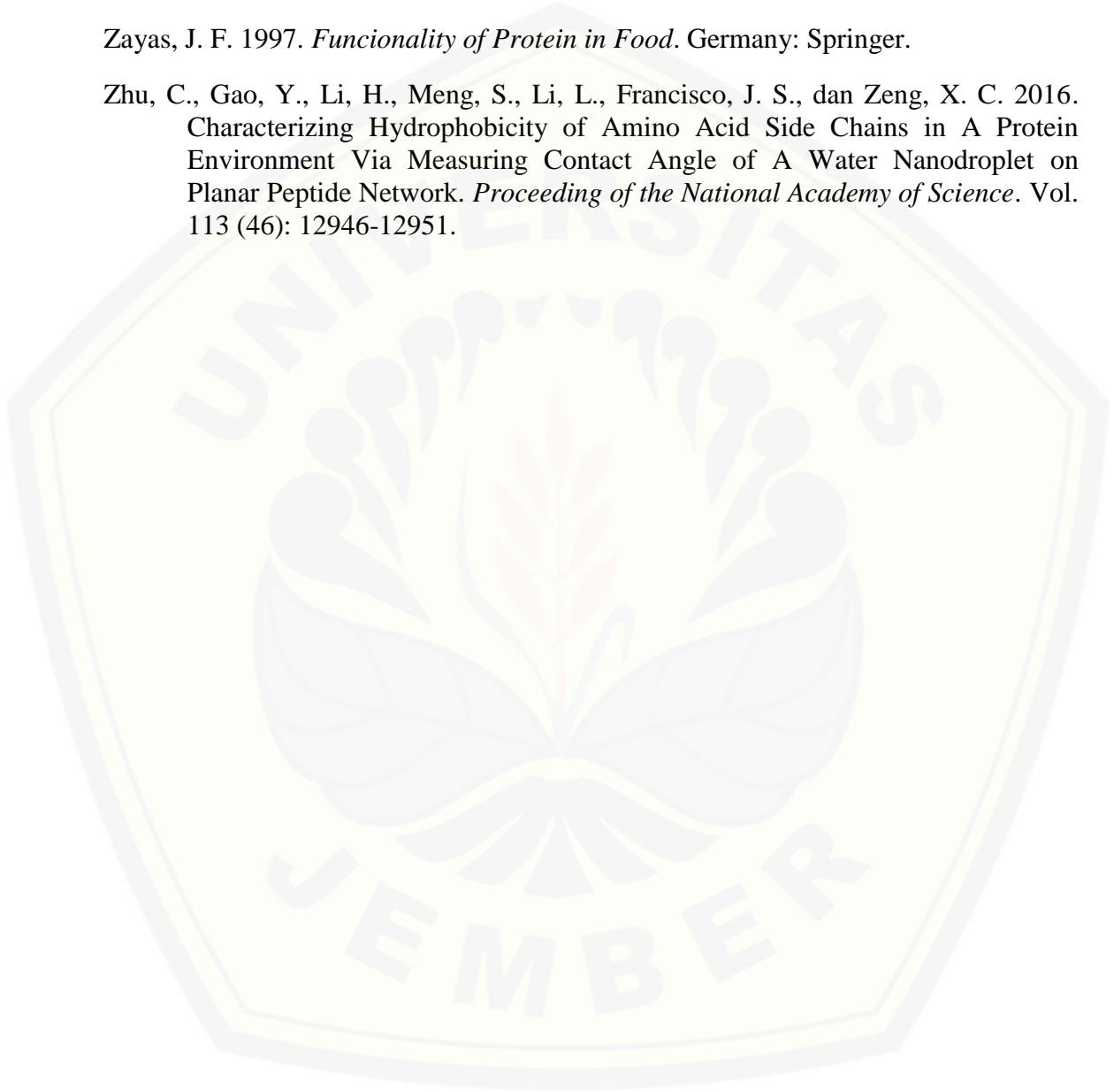
- Soetriono. 2006. *Daya Saing Pertanian dalam Tinjauan Analisis*. Malang: Bayu Media Publishing.
- Sommer, I. 2008. Effect of Gamma Irradiation on Selected Compounds of Fresh Mushrooms. *Master of Science Master*. Wien: Uniwien, 0105517.
- Su, G., Cui, C., Zheng, L., Yang, B., Ren, J., dan Zhao, M. 2012. Isolation and Identification of Two Novel Umami and Umami-Enhancing Peptides from Peanut Hydrolysates by Consecutive Chromatography and MALDI-TOF/TOF MS. *Food Chemistry*. 135: 479-485.
- Subanar, H. 2009. *Manajemen Usaha Kecil*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press.
- Sucipto, A. 2011. *Studi Kelayakan Bisnis (Analisis Integratif dan Studi Kasus)*. Malang: UIN Maliki-Press.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Sulaiman, A. H. 1995. *Kimia Dasar untuk Pertanian*. Medan: USU-Press.
- Sun, H. M., Wang, J. Z., Zhang, C. H., Li, X., Xu, X., Dong, X. B., Hu, L., dan Li, C. H. 2014. Changes of Flavor Components of Hydrolyzed Chicken Bone Extracts during Maillard Reaction. *Journal of Food Science*. Vol. 00 (0): S1-S12.
- Suparti dan Marfuah, L. 2015. Produktivitas Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) pada Media Limbah Sekam Padi dan Daun Pisang Kering Sebagai Media Alternatif. *Bioeksperimen*. Vol. 1 (2): 37-44.
- Suryani, A., Sailah, I., dan Hambali, E. 2002. *Teknologi Emulsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Thiansiakul, Y., Benjakul, S., dan Shahidi, F. 2007. Compositions, Functional Properties and Antioxidant Activity of Protein Hydrolysates Prepared from Round Scad (*Decapterus maruadsi*). *Food Chemistry*. 103: 1385-1394.
- Tsai, S. Y., Huang, S. J., Lo, S. H., Wu, T. P., Lian, P. Y., dan Mau, J. L. 2009. Flavour Components and Antioxidant Properties of Several Cultivated Mushrooms. *Food Chemistry*. 113: 578-584.
- Tseng, Y. H., dan Mau, J. L. 1999. Contents of Sugars, Free Amino Acids and Free 5'-Nucleotides in Mushrooms, *Agaricus bisporus*, During Post Harvest Storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 79: 1519-1523.

- Ven, C. V. D., Guppen, H., de Bont, D. B., dan Voragen, A. G. J. 2002. Correlations Between Biochemical Characteristics and Foam-Forming and Stabilizing Ability of Whey and Casein Hydrolysates. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 50: 2938-2946.
- Venkateshwarlu, G., Chandravanada, M. V., dan Tewari, R. P. 1999. Volatile Flavour Components of Some Edible Mushrooms (*Basidiomycetes*). *Flavour and Fragrance Journal*. 14: 191-194.
- Wijaya, J. C., dan Yunianta. 2015. Pengaruh Penambahan Enzim Bromelin Terhadap Sifat Kimia dan Organoleptik Tempe Gembus (Kajian Konsentrasi dan Lama Inkubasi Dengan Enzim). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 3 (1): 96-106.
- Winarni, I dan U. Rahayu. 2002. Pengaruh Formulasi Media Tanam Dengan Bahan Dasar Serbuk Gergaji Terhadap Produksi Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*). *Jurnal Matematika, Sains dan Teknologi*. Vol. 3 (2): 20-27.
- Witono, Y., Subagio, A., Susanto, T., dan Widjanarko, S. B. 2006. Telaah Teknik Produksi Enzim Protease dari Tanaman Biduri (*Calotropis gigantea*). Yogyakarta: Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia.
- Witono, Y., Aulanni'am., Subagio, A., dan Widjanarko, S. B. 2007. Purifikasi dan Karakterisasi Parsial Enzim Protease dari Tanaman Biduri (*Calotropis gigantea*). *Jurnal Teknologi Industri Pangan*. Vol. 18 (1): 1-9.
- Witono, Y., Windrati, W. S., Taruna, I., Afriliana, A., dan Assadam, A. 2014. Production and Characterization of Protein Hydrolyzate from "Bibisan fish" (*Apogon albimaculosus*) as an Indigenous Flavor by Enzymatic Hydrolysis. *Advanced Journal of Food Science and Technology*. Vol. 6 (12): 1348-1355.
- Wu, H., Wang, Q., Ma, T., dan Ren, J. 2009. Comparative Studies on the Functional Properties of Various Protein Concentrate Preparations of Peanut Protein. *Food Research International*. 42: 343-348.
- Wu, J. Y., Chen, C. H., Chang, W. H., Chung, K. T., Liu Y. W., dan Lu, F. J. 2011. Anticancer Effects of Protein Extracts from *Calvatia lilacina*, *Pleurotus ostreatus* & *Volvariella volvacea*. *Evidence Based Complementary and Alternative Medicine*. Article ID 982368.
- Xie, Y. R., dan Hettiarachchy, N. S. 1997. Xanthan Gum Effects on Solubility and Emulsification Properties of Soy Protein Isolate. *Journal of Food Science*. Vol. 62 (6): 10011003.

Xu, X., Liu, W., Liu, C., Luo, L., Chen, J., Luo, S., McClements, D. J., dan Wu, L. 2016. Effect of Limited Enzymatic Hydrolysis on Structure and Emulsifying Properties of Rice Glutelin. *Food Hydrocolloids*. 61: 251-260.

Zayas, J. F. 1997. *Funcionality of Protein in Food*. Germany: Springer.

Zhu, C., Gao, Y., Li, H., Meng, S., Li, L., Francisco, J. S., dan Zeng, X. C. 2016. Characterizing Hydrophobicity of Amino Acid Side Chains in A Protein Environment Via Measuring Contact Angle of A Water Nanodroplet on Planar Peptide Network. *Proceeding of the National Academy of Science*. Vol. 113 (46): 12946-12951.



LAMPIRAN

Lampiran A Penambahan Jumlah Enzim Biduri dan Papain ke dalam Substrat Jamur (50 gram)

Enzim biduri memiliki aktivitas sebesar 13,74 Unit dan enzim papain sebesar 27,95 Unit.

A.1 Enzim Biduri

- Enzim biduri 3,435 Unit
$$\begin{aligned} 13,74/1 &= 3,435/x \\ 13,74 &= 3,435/x \\ 13,74 \times x &= 3,435 \\ x &= 0,25 \text{ mL} \end{aligned}$$
- Enzim biduri 6,87 Unit
$$\begin{aligned} 13,74/1 &= 6,87/x \\ 13,74 &= 6,87/x \\ 13,74 \times x &= 6,87 \\ x &= 0,5 \text{ mL} \end{aligned}$$
- Enzim biduri 9,2 Unit
$$\begin{aligned} 13,74/1 &= 9,2/x \\ 13,74 &= 9,2/x \\ 13,74 \times x &= 9,2 \\ x &= 0,6 \text{ mL} \end{aligned}$$

A2. Enzim Papain

- Enzim papain 4,6 Unit
$$\begin{aligned} 27,95/1 &= 4,6/x \\ 27,95 &= 4,6/x \\ 27,95 \times x &= 4,6 \\ x &= 0,16 \text{ mL} \end{aligned}$$
- Enzim papain 3,493 Unit
$$\begin{aligned} 27,95/1 &= 3,493/x \\ 27,95 &= 3,493/x \\ 27,95 \times x &= 3,493 \\ x &= 0,125 \text{ mL} \end{aligned}$$
- Enzim papain 6,98 Unit
$$\begin{aligned} 27,95/1 &= 6,98/x \\ 27,95 &= 6,98/x \\ 27,95 \times x &= 6,98 \end{aligned}$$

$$x = 0,25 \text{ mL}$$

A.3 Kondisi Hidrolisis Optimum

- Enzim biduri 1,617 Unit

$$13,74/1 = 1,617/x$$

$$13,74 = 1,617/x$$

$$13,74 x = 1,617$$

$$x = 0,117 \text{ mL}$$

- Enzim papain 5,253 Unit

$$27,95/1 = 5,253/x$$

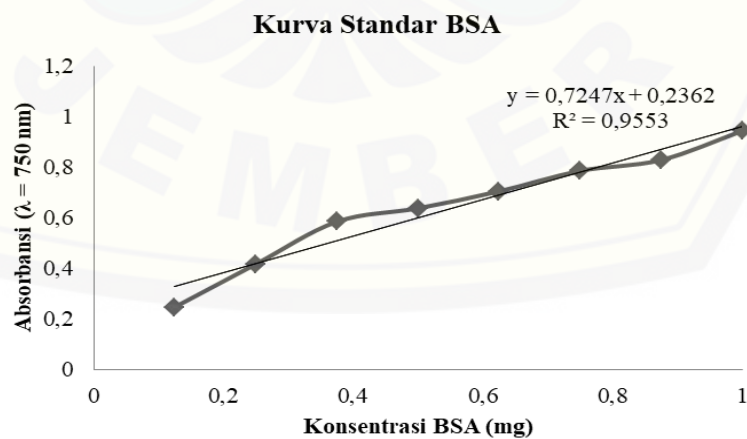
$$27,95 = 5,253/x$$

$$27,95 x = 5,253$$

$$x = 0,187 \text{ mL}$$

Lampiran B Kurva Standar BSA (*Bovine Serum Albumin*)

Konsentrasi BSA (mg)	Absorbansi
0,125	0,247
0,25	0,417
0,375	0,585
0,5	0,638
0,625	0,705
0,75	0,786
0,875	0,829
1	0,944



Lampiran 4.1 Data dan Perhitungan Analisis Kadar Protein Terlarut Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang (Rancangan Percobaan Orde I)

4.1.1 Data Analisis Kadar Protein Terlarut Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang (Rancangan Percobaan Orde I)

Jenis jamur	Kombinasi aktivitas enzim biduri (B) dan enzim papain (P)	Lama hidrolisis (menit)	Absorbansi
Merang	6,87 Unit B : 0 Unit P	90	0,764
Merang	0 Unit B : 6,98 Unit P	90	0,541
Merang	0 Unit B : 6,98 Unit P	30	0,632
Kancing	6,87 Unit B : 0 Unit P	90	0,571
Kancing	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60	0,472
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60	0,405
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	30	0,312
Tiram putih	0 Unit B : 6,98 Unit P	60	0,371
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	90	0,399
Kancing	6,87 Unit B : 0 Unit P	30	0,489
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60	0,455
Kancing	0 Unit B : 6,98 Unit P	90	0,381
Merang	6,87 Unit B : 0 Unit P	30	0,704
Kancing	0 Unit B : 6,98 Unit P	30	0,419
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60	0,460
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60	0,433
Tiram putih	6,87 Unit B : 0 Unit P	60	0,304
Merang	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60	0,555

4.1.2 Perhitungan Analisis Kadar Protein Terlarut Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang (Rancangan Percobaan Orde I)

Jenis jamur	Kombinasi aktivitas enzim biduri (B) dan enzim papain (P)	Lama hidrolisis (menit)	Kadar protein terlarut (mg/mL)
Merang	6,87 Unit B : 0 Unit P	90	2,91
Merang	0 Unit B : 6,98 Unit P	90	1,68
Merang	0 Unit B : 6,98 Unit P	30	2,19
Kancing	6,87 Unit B : 0 Unit P	90	1,85
Kancing	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60	1,30
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60	0,93
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	30	0,42
Tiram putih	0 Unit B : 6,98 Unit P	60	0,37
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	90	0,90
Kancing	6,87 Unit B : 0 Unit P	30	1,40
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60	1,21
Kancing	0 Unit B : 6,98 Unit P	90	0,80
Merang	6,87 Unit B : 0 Unit P	30	2,58
Kancing	0 Unit B : 6,98 Unit P	30	1,01
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60	1,24
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60	1,09
Tiram putih	6,87 Unit B : 0 Unit P	60	0,75
Merang	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60	1,76

Lampiran 4.2 Hasil Simulasi untuk Orde I

09/10/2017 18:40:11

Welcome to Minitab, press F1 for help.

Central Composite Design

Factors: 3 Replicates: 1
Base runs: 18 Total runs: 18
Base blocks: 1 Total blocks: 1

Two-level factorial: Full factorial

Cube points: 8
Center points in cube: 4
Axial points: 6
Center points in axial: 0

Alpha: 1

Design Table

RunOrder	Blocks	X1	X2	X3
1	1	1	1	1
2	1	1	-1	1
3	1	1	-1	-1
4	1	-1	1	1
5	1	-1	0	0
6	1	0	0	0
7	1	0	0	-1
8	1	0	-1	0
9	1	0	0	1
10	1	-1	1	-1
11	1	0	0	0
12	1	-1	-1	1
13	1	1	1	-1
14	1	-1	-1	-1
15	1	0	0	0
16	1	0	0	0
17	1	0	1	0
18	1	1	0	0

Response Surface Regression: Kadar Protein Terlarut versus X1; X2; X3

The analysis was done using uncoded units.

Estimated Regression Coefficients for Kadar Protein Terlarut

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	1,35500	0,1378	9,831	0,000
X1	0,47600	0,1849	2,574	0,022
X2	0,34400	0,1849	1,860	0,084
X3	0,05400	0,1849	0,292	0,775

S = 0,5847 R-Sq = 42,1% R-Sq(adj) = 29,7%

Analysis of Variance for Kadar Protein Terlarut

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	3	3,47828	3,47828	1,15943	3,39	0,048
Linear	3	3,47828	3,47828	1,15943	3,39	0,048
Residual Error	14	4,78697	4,78697	0,34193		
Lack-of-Fit	11	4,72750	4,72750	0,42977	21,68	0,014
Pure Error	3	0,05947	0,05947	0,01982		
Total	17	8,26525				

Estimated Regression Coefficients for Kadar Protein Terlarut using data in uncoded units

Term	Coef
Constant	1,35500
X1	0,476000
X2	0,344000
X3	0,0540000

Lampiran 4.3 Data dan Perhitungan Analisis Kadar Protein Terlarut Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang (Rancangan Percobaan Orde II)

4.3.1 Data Analisis Kadar Protein Terlarut Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang (Rancangan Percobaan Orde II)

Jenis jamur	Kombinasi aktivitas enzim biduri (B) dan enzim papain (P)	Lama hidrolisis (menit)	Absorbansi
Merang	0 Unit B : 6,98 Unit P	30	0,632
Merang	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60	0,538
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60	0,405
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60	0,455
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60	0,460
Kancing	0 Unit B : 6,98 Unit P	90	0,381
Kancing	6,87 Unit B: 0 Unit P	90	0,571
Kancing	0 Unit B : 6,98 Unit P	30	0,419
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60	0,433
Merang	6,87 Unit B: 0 Unit P	90	0,764
Kancing	6,87 Unit B: 0 Unit P	30	0,489
Merang	0 Unit B : 6,98 Unit P	90	0,541
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60	0,507
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60	0,527
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60	0,472
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	10	0,248
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	110	0,343
Tiram putih	9,2 Unit B : 0 Unit P	60	0,613
Merang	6,87 Unit B: 0 Unit P	30	0,704
Tiram putih	0 Unit B : 4,6 Unit P	60	0,489

4.3.2 Perhitungan Analisis Kadar Protein Terlarut Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang (Rancangan Percobaan Orde II)

Jenis jamur	Proporsi kombinasi enzim biduri (B) dan enzim papain (P)	Lama hidrolisis (menit)	Kadar protein terlarut (mg/mL)
Merang	0 Unit B : 6,98 Unit P	30	2,19
Merang	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60	1,67
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60	0,93
Kancing	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60	1,62
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60	1,21
Kancing	0 Unit B : 6,98 Unit P	90	0,80
Kancing	6,87 Unit B : 0 Unit P	90	1,85
Kancing	0 Unit B : 6,98 Unit P	30	1,01
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60	1,24
Merang	6,87 Unit B : 0 Unit P	90	2,91
Kancing	6,87 Unit B : 0 Unit P	30	1,40
Merang	0 Unit B : 6,98 Unit P	90	1,68
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60	1,09
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60	1,49
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	60	1,60
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	10	0,06
Tiram putih	3,435 Unit B : 3,493 Unit P	110	0,59
Tiram putih	9,2 Unit B : 0 Unit P	60	2,08
Merang	6,87 Unit B : 0 Unit P	30	2,58
Tiram putih	0 Unit B : 4,6 Unit P	60	1,39

Lampiran 4.4 Hasil Simulasi untuk Orde II

14/10/2017 09:35:49

Welcome to Minitab, press F1 for help.

Central Composite Design

Factors: 3 Replicates: 1
 Base runs: 20 Total runs: 20
 Base blocks: 1 Total blocks: 1

Two-level factorial: Full factorial

Cube points: 8
 Center points in cube: 6
 Axial points: 6
 Center points in axial: 0

Alpha: 1,68179

Design Table

RunOrder	Blocks	X1	X2	X3
1	1	1	-1	-1
2	1	1,68179	0	0
3	1	0	0	0
4	1	-1,68179	0	0
5	1	0	0	0
6	1	-1	-1	1
7	1	-1	1	1
8	1	-1	-1	-1
9	1	0	0	0
10	1	1	1	1
11	1	-1	1	-1
12	1	1	-1	1
13	1	0	0	0
14	1	0	0	0
15	1	0	0	0
16	1	0	0	-1,68179
17	1	0	0	1,68179
18	1	0	1,68179	0
19	1	1	1	-1
20	1	0	-1,68179	0

Response Surface Regression: Kadar Protein Terlarut versus X1; X2; X3

The analysis was done using uncoded units.

Estimated Regression Coefficients for Kadar Protein Terlarut

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	1,24163	0,2011	6,174	0,000
X1	0,32102	0,1334	2,406	0,037
X2	0,30903	0,1334	2,316	0,043
X3	0,06966	0,1334	0,522	0,613
X1*X1	0,25619	0,1299	1,972	0,077
X2*X2	0,28801	0,1299	2,217	0,051
X3*X3	-0,21050	0,1299	-1,621	0,136
X1*X2	0,02250	0,1743	0,129	0,900
X1*X3	-0,05250	0,1743	-0,301	0,769
X2*X3	0,18750	0,1743	1,076	0,307

S = 0,4931 R-Sq = 71,2% R-Sq(adj) = 45,4%

Analysis of Variance for Kadar Protein Terlarut

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	9	6,0240	6,0240	0,66933	2,75	0,065
Linear	3	2,7779	2,7779	0,92597	3,81	0,047
Square	3	2,9387	2,9387	0,97958	4,03	0,041
Interaction	3	0,3074	0,3074	0,10245	0,42	0,742
Residual Error	10	2,4313	2,4313	0,24313		
Lack-of-Fit	5	2,1221	2,1221	0,42442	6,86	0,027
Pure Error	5	0,3092	0,3092	0,06184		
Total	19	8,4553				

Estimated Regression Coefficients for Kadar Protein Terlarut using data in uncoded units

Term	Coef
Constant	1,24163
X1	0,321018
X2	0,309034
X3	0,0696610
X1*X1	0,256194
X2*X2	0,288014
X3*X3	-0,210496
X1*X2	0,0225000
X1*X3	-0,0525000
X2*X3	0,187500

Lampiran 4.5 Data dan Perhitungan Analisis Derajat Hidrolisis Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

4.5.1 Data Analisis Derajat Hidrolisis Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

Sampel	Ulangan	mL HCl	mL Blanko	% Nitrogen
Hidrolisat protein jamur kancing	I	1,9	0,3	2,24
	II	1,6	0,3	1,82
	III	2,0	0,3	2,38
Hidrolisat protein jamur tiram putih	I	1,1	0,3	1,12
	II	1,0	0,3	0,98
	III	1,1	0,3	1,12
Hidrolisat protein jamur merang	I	1,4	0,3	1,54
	II	1,3	0,3	1,40
	III	1,3	0,3	1,40

4.5.2 Perhitungan Analisis Derajat Hidrolisis Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

Sampel	Ulangan (%)			Rata-rata	Standar Deviasi
	I	II	III		
Hidrolisat protein jamur kancing	34,78	29,95	35,86	33,53	3,15
Hidrolisat protein jamur tiram putih	41,24	40,23	41,24	40,90	0,58
Hidrolisat protein jamur merang	105,77	106,38	106,38	106,18	0,35

Lampiran 4.6 Data dan Perhitungan Analisis Kadar Protein Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

4.6.1 Data Perhitungan Analisis Kadar Protein Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

Sampel	Ulangan	mL HCl	mL Blanko	% Nitrogen
Hidrolisat protein jamur kancing	I	23,3	0,3	6,44
	II	22,0	0,3	6,07
	III	24,0	0,3	6,63
Hidrolisat protein jamur tiram putih	I	10,0	0,3	2,71
	II	9,0	0,3	2,43
	III	10,0	0,3	2,71
Hidrolisat protein jamur merang	I	5,5	0,3	1,45
	II	5,0	0,3	1,31
	III	5,0	0,3	1,31

4.6.2 Perhitungan Analisis Kadar Protein (% wb) Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

Sampel	Ulangan			Rata-rata	Standar Deviasi
	I	II	III		
Hidrolisat protein jamur kancing	40,27	37,80	41,50	39,92	1,78
Hidrolisat protein jamur tiram putih	16,98	15,23	16,98	16,40	1,01
Hidrolisat protein jamur merang	9,11	8,23	8,23	8,52	0,51

4.6.3 Perhitungan Analisis Kadar Protein (% db) Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

Sampel	Ulangan			Rata-rata	Standar Deviasi
	I	II	III		
Hidrolisat protein jamur kancing	51,27	47,88	53,01	50,72	2,60
Hidrolisat protein jamur tiram putih	20,22	18,43	20,39	19,68	1,09
Hidrolisat protein jamur merang	11,37	10,31	10,24	10,64	0,63

Lampiran 4.7 Data Analisis Nilai Absorbansi Produk Maillard Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

Sampel	Ulangan			Rata-rata	Standar Deviasi
	I	II	III		
Hidrolisat protein jamur kancing	1,45	1,58	1,72	1,58	0,14
Hidrolisat protein jamur tiram putih	0,85	0,85	1,00	0,90	0,08
Hidrolisat protein jamur merang	0,97	1,04	1,02	1,01	0,04

Lampiran 4.8 Data dan Perhitungan Analisis Daya Emulsi Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

4.8.1 Data Analisis Daya Emulsi Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

Sampel	Absorbansi 0 menit			Rata-rata	Standar Deviasi
	I	II	III		
Hidrolisat protein jamur kancing	0,447	0,437	0,406	0,430	0,021
Hidrolisat protein jamur tiram putih	0,453	0,413	0,417	0,427	0,022
Hidrolisat protein jamur merang	0,301	0,295	0,322	0,306	0,014

4.8.2 Perhitungan Analisis Daya Emulsi Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

Sampel	Ulangan (%)			Rata-rata	Standar Deviasi
	I	II	III		
Hidrolisat protein jamur kancing	44,70	43,70	40,60	43,00	2,14
Hidrolisat protein jamur tiram putih	45,25	41,30	41,65	42,73	2,19
Hidrolisat protein jamur merang	30,10	29,45	32,20	30,58	1,44

Lampiran 4.9 Data dan Perhitungan Analisis Stabilitas Emulsi Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

4.9.1 Data Analisis Stabilitas Emulsi Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

Sampel	Absorbansi 10 menit			Rata-rata	Standar Deviasi
	I	II	III		
Hidrolisat protein jamur kancing	0,180	0,174	0,133	0,162	0,025
Hidrolisat protein jamur tiram putih	0,331	0,323	0,295	0,316	0,019
Hidrolisat protein jamur merang	0,214	0,183	0,212	0,203	0,017

4.9.2 Perhitungan Analisis Stabilitas Emulsi Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

Sampel	Ulangan (%)			Rata-rata	Standar Deviasi
	I	II	III		
Hidrolisat protein jamur kancing	40,16	39,70	32,76	37,54	4,15
Hidrolisat protein jamur tiram putih	73,15	78,09	70,71	73,98	3,76
Hidrolisat protein jamur merang	71,10	61,97	65,68	66,25	4,59

Lampiran 4.10 Data dan Perhitungan Analisis *Water Holding Capacity* (WHC) Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

4.10.1 Data Analisis *Water Holding Capacity* (WHC) Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

Sampel	Ulangan	a (gram)	b (gram)	c (gram)
Hidrolisat protein jamur kancing	I	5,56	0,10	6,39
	II	5,40	0,10	6,24
	III	5,61	0,10	6,45
Hidrolisat protein jamur tiram putih	I	5,55	0,10	6,23
	II	5,36	0,10	6,04
	III	5,58	0,10	6,26
Hidrolisat protein jamur merang	I	5,99	0,10	6,56
	II	5,67	0,10	6,25
	III	5,53	0,10	6,11

Keterangan:

a = Berat tabung sentrifuse kosong (gram)

b = Berat sampel (gram)

c = Berat tabung sentrifuse + endapan (gram)

4.10.2 Perhitungan Analisis *Water Holding Capacity* (WHC) Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

Sampel	Ulangan (%)			Rata-rata	Standar Deviasi
	I	II	III		
Hidrolisat protein jamur kancing	720,48	732,24	737,16	729,96	8,57
Hidrolisat protein jamur tiram putih	570,20	571,19	579,65	573,20	5,19
Hidrolisat protein jamur merang	461,31	465,96	476,50	467,92	7,79

Lampiran 4.11 Data dan Perhitungan Analisis *Oil Holding Capacity* (OHC) Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

4.11.1 Data Analisis *Oil Holding Capacity* (OHC) Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

Sampel	Ulangan	a (gram)	b (gram)	c (gram)
Hidrolisat protein jamur kancing	I	5,58	0,10	5,60
	II	5,53	0,10	5,94
	III	5,75	0,10	6,16
Hidrolisat protein jamur tiram putih	I	5,90	0,10	6,27
	II	5,73	0,10	6,19
	III	5,53	0,10	5,92
Hidrolisat protein jamur merang	I	5,55	0,10	6,01
	II	5,46	0,10	5,92
	III	5,55	0,10	6,01

Keterangan:

a = Berat tabung sentrifuse kosong (gram)

b = Berat sampel (gram)

c = Berat tabung sentrifuse + endapan (gram)

4.11.2 Perhitungan Analisis *Oil Holding Capacity* (OHC) Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

Sampel	Ulangan (%)			Rata-rata	Standar Deviasi
	I	II	III		
Hidrolisat protein jamur kancing	312,15	300,69	297,87	303,57	7,56
Hidrolisat protein jamur tiram putih	269,71	275,01	286,19	276,97	8,41
Hidrolisat protein jamur merang	352,18	355,61	358,58	355,46	3,20

Lampiran 4.12 Data dan Perhitungan Analisis Daya Buih Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

4.12.1 Data Analisis Daya Buih Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

Sampel	Ulangan	Volume awal (mL)	Volume buih (mL)
Hidrolisat protein jamur kancing	I	25	1
	II	25	1
	III	25	1,5
Hidrolisat protein jamur tiram putih	I	25	1
	II	25	1
	III	25	1
Hidrolisat protein jamur merang	I	25	0,5
	II	25	0,5
	III	25	0,5

4.12.2 Perhitungan Analisis Daya Buih Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih dan Jamur Merang

Sampel	Ulangan (%)			Rata-rata	Standar Deviasi
	I	II	III		
Hidrolisat protein jamur kancing	4	4	6	4,67	1,15
Hidrolisat protein jamur tiram putih	4	4	4	4,00	0,00
Hidrolisat protein jamur merang	2	2	2	2,00	0,00

Lampiran 4.13 Data dan Perhitungan Analisis Stabilitas Buih Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

4.13.1 Data Analisis Stabilitas Buih Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

Sampel	Ulangan	Volume buih 1 menit (mL)	Volume buih 2 menit (mL)	Volume buih 3 menit (mL)	Volume buih 4 menit (mL)	Volume buih 5 menit (mL)
Hidrolisat protein jamur kancing	I	1	1	1	1	1
	II	1	1	1	1	1
	III	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Hidrolisat protein jamur tiram putih	I	1	1	1	1	1
	II	1	1	1	1	1
	III	1	1	1	1	1
Hidrolisat protein jamur merang	I	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	II	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	III	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

4.13.2 Perhitungan Analisis Stabilitas Buih Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

Perlakuan	Ulangan	Daya buih 1 menit (%)	Daya buih 2 menit (%)	Daya buih 3 menit (%)	Daya buih 4 menit (%)	Daya buih 5 menit (%)
Hidrolisat protein jamur kancing	1	4	4	4	4	4
	2	4	4	4	4	4
	3	6	6	6	6	6
Hidrolisat protein jamur tiram putih	1	4	4	4	4	4
	2	4	4	4	4	4
	3	4	4	4	4	4
Hidrolisat protein jamur merang	1	2	2	2	2	2
	2	2	2	2	2	2
	3	2	2	2	2	2

Lampiran 4.14 Komposisi Asam Amino Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

4.14.1 Komposisi Asam Amino Hidrolisat Protein Jamur Kancing

Asam amino	Jumlah	Satuan	Metode
Asam aspartat	2,40	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Asam glutamat	5,07	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Serin	1,05	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Histidin	0,33	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Glisin	1,02	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Treonin	1,05	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Arginin	1,04	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Alanin	1,50	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Tirosin	1,03	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Metionin	0,40	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Valin	1,24	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Fenilalanin	1,50	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Leusin	1,20	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Isoleusin	1,65	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Lisin	1,48	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Total	21,97		

4.14.2 Komposisi Asam Amino Hidrolisat Protein Jamur Tiram Putih

Asam amino	Jumlah (%)	Satuan	Metode
Asam aspartat	1,04	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Asam glutamat	2,04	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Serin	0,55	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Histidin	0,12	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Glisin	0,49	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Treonin	0,45	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Arginin	0,41	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Alanin	0,62	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Tirosin	0,56	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Metionin	0,36	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Valin	0,55	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Fenilalanin	0,82	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Leusin	0,58	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Isoleusin	0,79	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Lisin	0,67	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Total	10,04		

4.14.3 Komposisi Asam Amino Hidrolisat Protein Jamur Merang

Asam amino	Jumlah (%)	Satuan	Metode
Asam aspartat	3,32	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Asam glutamat	5,25	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Serin	1,61	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Histidin	0,37	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Glisin	1,19	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Treonin	1,44	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Arginin	1,55	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Alanin	1,94	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Tirosin	1,51	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Metionin	0,90	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Valin	1,83	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Fenilalanin	2,64	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Leusin	1,92	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Isoleusin	2,38	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Lisin	1,04	% w/w	IK.LP-04.7-LT-1.0 (HPLC)
Total	28,88		

Lampiran 4.15 Kebutuhan Bahan Baku Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

4.15.1 Kebutuhan Bahan Baku Hidrolisat Protein Jamur Kancing

No.	Bahan	Harga satuan (Rp)	Kebutuhan (kg)			Harga (Rp) per tahun
			Per hari	Per bulan	Per tahun	
1.	Jamur kancing (kg)	25.000	10	240	2880	72.000.000
2.	Enzim					
	- Biduri (mL)	500/mL	23,4	561,6	6.739,2	3.369.600
	- Papain (mL)	2.500/mL	10,6	254,4	3.052,8	7.632.000
3.	Air (L)	842	20	480	5760	4.849.920
	Jumlah					87.851.520

4.15.2 Kebutuhan Bahan Baku Hidrolisat Protein Jamur Tiram Putih

No.	Bahan	Harga satuan (Rp)	Kebutuhan			Harga (Rp) per tahun
			Per hari	Per bulan	Per tahun	
1.	Jamur tiram putih (kg)	10.000	10	240	2880	28.800.000
2.	Enzim					
	- Biduri (mL)	500/mL	23,4	561,6	6.739,2	3.369.600
	- Papain (mL)	2.500/mL	10,6	254,4	3.052,8	7.632.000
3.	Air (L)	842	20	480	5760	4.849.920
	Jumlah					44.651.520

4.15.3 Kebutuhan Bahan Baku Hidrolisat Protein Jamur Merang

No.	Bahan	Harga satuan (Rp)	Kebutuhan			Harga (Rp) per tahun
			Per hari	Per bulan	Per tahun	
1.	Jamur merang (kg)	18.000	10	240	2880	51.840.000
2.	Enzim					
	- Biduri (mL)	500/mL	23,4	561,6	6.739,2	3.369.600
	- Papain (mL)	2.500/mL	10,6	254,4	3.052,8	7.632.000
3.	Air (L)	842	20	480	5760	4.849.920
	Jumlah					67.691.520

Asumsi-asumsi:

- a. Rendemen hidrolisat protein jamur sebesar 10%
1 kg jamur menghasilkan 100 gram hidrolisat protein
- b. Volume air per galon = 19 liter
Harga air per galon = Rp. 16.000,00
Harga air galon per liter = Rp. 842,00
- c. Jumlah produksi hidrolisat protein jamur
 - per hari = @ 40 kemasan, total = 120 kemasan
 - per bulan = @ 960 kemasan, total = 2.880 kemasan
 - per tahun = @ 11.520 kemasan, total = 34.560 kemasan.
- d. Jumlah jamur yang dibutuhkan per hari @ = 10.000 gram = 10 kg
- e. Jumlah air yang dibutuhkan perhari untuk masing-masing jenis hidrolisat jamur = 20 liter

- f. Jumlah enzim biduri yang dibutuhkan perhari = 23,4 mL
 g. Jumlah enzim papain yang dibutuhkan perhari = 10,6 mL
 h. Berat hidrolisat protein jamur per kemasan adalah 25 gram = $1000/25$ gram = 40 kemasan.

Lampiran 4.16 Biaya Investasi untuk Masing-Masing Jenis Hidrolisat

No	Jenis Biaya	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Nilai Investasi (Rp)	Umur Ekonomis (Tahun)	Penyusutan (Rp/Tahun)
1.	Sewa tanah dan bangunan		5.000.000	50.000.000	10	
2.	Perijinan	1	1.000.000	1.000.000		
3.	Mesin dan Peralatan					
	Freezer	1	1.350.000	1.350.000	10	135.000
	Oven	1	7.000.000	7.000.000	10	700.000
	Waterbath	1	4.950.000	4.950.000	10	495.000
	Pengayak	1	3.000.000	3.000.000	10	300.000
	Panci pengukus	1	2.141.900	2.141.900	10	214.190
	Gelas takar	1	20.000	20.000	10	2.000
	Kompor gas	1	250.000	250.000	10	25.000
	Tabung gas	2	100.000	200.000	10	20.000
	Selang dan regulator	1	125.000	125.000	10	12.500
	Timbangan digital besar	1	630.000	630.000	10	63.000
	Timbangan digital kecil	2	52.500	105.000	10	10.500
	Vacuum sealer	1	280.000	280.000	10	28.000
	Bak pencuci bahan	1	35.000	35.000	5	7.000
	Bak pencuci alat	2	35.000	70.000	5	14.000
	Bak penampung hidrolisat	1	12.500	12.500	5	2.500
	Bak adonan	1	50.000	50.000	5	10.000
	Meja produksi	1	450.000	450.000	10	45.000
	Kursi	10	15.000	150.000	10	15.000
	Kipas angin	1	300.000	300.000	10	30.000
	Pisau	3	5.000	15.000	5	1.500
	Blender	1	2.100.000	2.100.000	10	210.000
	Kain pembersih	3	2.500	7.500	1	7.500
	Sendok	9	5.000	45.000	5	9.000
	Telenan	2	5.000	10.000	5	10.000
	Aqua galon	1	50.000	50.000	10	5.000
4.	Inventaris kantor					
	Meja kayu	2	100.000	200.000	10	20.000
	Kursi	5	20.000	100.000	10	10.000
	Rak buku	1	300.000	300.000	10	30.000
	Telepon	1	159.000	159.000	10	15.900
	Lemari plastik	1	300.000	300.000	10	30.000
	Laptop	1	3.000.000	3.000.000	5	600.000
5.	Kendaraan					
	Tossa	1	18.000.000	18.000.000	10	1.800.000
6.	Biaya tidak terduga			3.000.000		
	Jumlah			99.405.900		4.877.590

Lampiran 4.17 Biaya Tenaga Kerja

No.	Deskripsi biaya	Jumlah	Total gaji/hari	Total gaji/bulan	Total gaji/tahun
1.	Tenaga kerja	5	150.000	3.600.000	43.200.000
2.	Bonus	5	-	-	500.000
Total					43.700.000

Lampiran 4.18 Biaya Label dan Kemasan untuk Masing-Masing Jenis Hidrolisat Protein Jamur

No.	Keterangan	Harga satuan (Rp)	Biaya per hari (Rp)	Biaya per tahun (Rp)
1.	Plastik vacuum	300	6.000	1.728.000
2.	Kertas stiker A4	800	4.000	1.152.000
Total		1.100	10.000	2.880.000

Keterangan:

a. Kemasan plastik vacuum

- Ukuran plastik kemasan untuk 25 gram hidrolisat protein adalah 5 cm x 7 cm
- Harga plastik vacuum per lembar (ukuran 15 cm x 20 cm) = Rp. 300,00

b. Label (stiker)

- Ukuran label pada kemasan hidrolisat protein = 3 cm x 4 cm
- Harga kertas stiker ukuran A4 (29,7 cm x 21 cm) = Rp. 800,00
- Kebutuhan kertas stiker untuk 40 kemasan per hari = 5 lembar (1 lembar kertas stiker dapat dibuat menjadi 9 label)

Lampiran 4.19 Biaya Tidak Tetap

4.19.1 Biaya Tidak Tetap Hidrolisat Protein Jamur Kancing

No.	Uraian	Biaya per hari (Rp)	Biaya per bulan (Rp)	Biaya per tahun (Rp)
1.	Bahan baku	305.040	7.320.960	87.851.520
2.	Gas	5.700	136.800	1.641.600
3.	Transportasi (Bensin)	7.600	182.400	2.188.800
4.	Label dan Kemasan	10.000	240.000	2.880.000
5.	Listrik	7.400	177.600	2.131.200
6.	Sabun cuci	1.000	24.000	288.000
Total		336.740	8.081.760	96.981.120

4.19.2 Biaya Tidak Tetap Hidrolisat Protein Jamur Tiram Putih

No.	Uraian	Biaya per hari (Rp)	Biaya per bulan (Rp)	Biaya per tahun (Rp)
1.	Bahan baku	155.040	3.720.960	44.651.520
2.	Gas	5.700	136.800	1.641.600
3.	Transportasi (Bensin)	7.600	182.400	2.188.800
4.	Label dan Kemasan	10.000	240.000	2.880.000
5.	Listrik	7.400	177.600	2.131.200
	Sabun cuci	1.000	24.000	288.000
Total		186.740	4.481.760	53.781.120

4.19.2 Biaya Tidak Tetap Hidrolisat Protein Jamur Merang

No.	Uraian	Biaya per hari (Rp)	Biaya per bulan (Rp)	Biaya per tahun (Rp)
1.	Bahan baku	235.040	5.640.960	67.691.520
2.	Gas	5.700	136.800	1.641.600
3.	Transportasi (Bensin)	7.600	182.400	2.188.800
4.	Label dan Kemasan	10.000	240.000	2.880.000
5.	Listrik	7.400	177.600	2.131.200
	Sabun cuci	1.000	24.000	288.000
Total		266.740	6.401.760	76.821.120

Lampiran 4.20 Biaya Tetap untuk Masing-Masing Jenis Hidrolisat

No.	Uraian	Biaya per hari (Rp)	Biaya per bulan (Rp)	Biaya per tahun (Rp)
1.	Gaji tenaga kerja tetap			
	Gaji tenaga kerja tetap	150.000	3.600.000	43.700.000
2.	Biaya perawatan			
	Bangunan	1.041	25.000	300.000
	Peralatan dan mesin produksi	1.400	33.600	403.140
	Inventaris kantor	281	6.770	81.200
	Transportasi	1.250	30.000	360.000
3.	Biaya penyusutan			
	Mesin dan peralatan produksi	8.250	197.650	2.371.700
	Inventaris kantor	2.500	58.825	705.900
	Transportasi	6.250	150.000	1.800.000
4.	Biaya lain-lain			
	Biaya air	1.250	29.200	350.000
	Biaya telepon	520	12.500	150.000
	Biaya administrasi dan umum	700	16.700	200.000
	Biaya promosi	520	12.500	150.000
	Pajak kendaraan bermotor	1.250	29.200	350.000
	Jumlah	175.212	4.201.945	50.921.940

Keterangan:

- Biaya perawatan bangunan, mesin dan peralatan produksi, inventaris kantor dan transportasi diasumsikan sebesar 2% dari harga pembelian.

Lampiran 4.21 Biaya Produksi Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

4.21.1 Biaya Produksi Hidrolisat Protein Jamur Kancing

No.	Uraian	Biaya per hari (Rp)	Biaya per bulan (Rp)	Biaya per tahun (Rp)
1.	Biaya tidak tetap	336.740	8.081.760	96.981.120
2.	Biaya tetap	175.212	4.201.945	50.921.940
	Jumlah	511.952	12.283.705	147.903.060

4.21.2 Biaya Produksi Hidrolisat Protein Jamur Tiram Putih

No.	Uraian	Biaya per hari (Rp)	Biaya per bulan (Rp)	Biaya per tahun (Rp)
1.	Biaya tidak tetap	186.740	4.481.760	53.781.120
2.	Biaya tetap	175.212	4.201.945	50.921.940
	Jumlah	361.952	8.683.705	104.703.060

4.21.3 Biaya Produksi Hidrolisat Protein Jamur Merang

No.	Uraian	Biaya per hari (Rp)	Biaya per bulan (Rp)	Biaya per tahun (Rp)
1.	Biaya tidak tetap	266.740	6.401.760	76.821.120
2.	Biaya tetap	175.212	4.201.945	50.921.940
	Jumlah	441.952	10.603.705	127.743.060

Lampiran 4.22 Harga Pokok Produksi Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang (kemasan 25 gram)

Harga pokok produksi dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Harga pokok produksi (Rp)} = \frac{\text{Biaya produksi}}{\text{Kapasitas produksi}}$$

4.22.1 Harga Pokok Produksi Hidrolisat Protein Jamur Kancing

No.	Uraian	Satuan	Jumlah
1.	Jumlah biaya produksi (tahun)	Rp	147.903.060
2.	Kapasitas produksi (tahun)	Kemasan	11.520
	Harga pokok produksi	Rp	12.850

4.22.2 Harga Pokok Produksi Hidrolisat Protein Jamur Tiram Putih

No.	Uraian	Satuan	Jumlah
1.	Jumlah biaya produksi (tahun)	Rp	104.703.060
2.	Kapasitas produksi (tahun)	Kemasan	11.520
	Harga pokok produksi	Rp	9.100

4.22.3 Harga Pokok Produksi Hidrolisat Protein Jamur Merang

No.	Uraian	Satuan	Jumlah
1.	Jumlah biaya produksi (tahun)	Rp	127.743.060
2.	Kapasitas produksi (tahun)	Kemasan	11.520
	Harga pokok produksi	Rp	11.100

Lampiran 4.23 Harga Jual Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang (kemasan 25 gram)

4.23.1 Harga Jual Hidrolisat Protein Jamur Kancing

No.	Uraian	Satuan	Jumlah
1.	Harga pokok produksi	Rp	12.850
2.	Keuntungan	%	20
	Harga jual	Rp	15.420

4.23.2 Harga Jual Hidrolisat Protein Jamur Tiram Putih

No.	Uraian	Satuan	Jumlah
1.	Harga pokok produksi	Rp	9.100
2.	Keuntungan	%	20
	Harga jual	Rp	10.920

4.23.3 Harga Jual Hidrolisat Protein Jamur Merang

No.	Uraian	Satuan	Jumlah
1.	Harga pokok produksi	Rp	11.100
2.	Keuntungan	%	20
	Harga jual	Rp	13.320

Lampiran 4.24 *Break Event Point* (BEP) Produksi Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang4.24.1 *Break Event Point* (BEP) Produksi Hidrolisat Protein Jamur Kancing

- BEP atas dasar harga jual:

$$\begin{aligned} &= \frac{FC}{(P - VC)} \times P \\ &= \frac{50.921.940}{(15.420 - 8.420)} \times 15.420 \\ &= \text{Rp. } 112.173.759 \end{aligned}$$

- BEP atas dasar unit produksi:

$$\begin{aligned} &= \frac{FC}{(P - VC)} \\ &= \frac{50.921.940}{(15.420 - 8.420)} \\ &= 7.274 \text{ unit} \end{aligned}$$

4.24.2 *Break Event Point* (BEP) Produksi Hidrolisat Protein Jamur Tiram Putih

- BEP atas dasar harga jual:

$$\begin{aligned} &= \frac{FC}{(P - VC)} \times P \\ &= \frac{50.921.940}{(10.920 - 4.670)} \times 10.920 \\ &= \text{Rp. } 88.970.813 \end{aligned}$$

- BEP atas dasar unit produksi:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{FC}{(P - VC)} \\
 &= \frac{50.921.940}{(10.920 - 4.670)} \\
 &= 8.147 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

4.24.3 Break Event Point (BEP) Produksi Hidrolisat Protein Jamur Merang

- BEP atas dasar harga jual:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{FC}{(P - VC)} \times P \\
 &= \frac{50.921.940}{(13.320 - 6.670)} \times 13.320 \\
 &= \text{Rp. } 101.997.028
 \end{aligned}$$

- BEP atas dasar unit produksi:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{FC}{(P - VC)} \\
 &= \frac{50.921.940}{(13.320 - 6.670)} \\
 &= 7.657 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Lampiran 4.25 Analisis Kelayakan Finansial Produksi Hidrolisat Protein Jamur Kancing

4.25.1 Cash Flow

Uraian	Tahun ke 0 (Rp)	Tahun ke 1 (Rp)	Tahun ke 2 (Rp)	Tahun ke 3 (Rp)	Tahun ke 4 (Rp)	Tahun ke 5 (Rp)
Penjualan		177.638.400	177.638.400	177.638.400	177.638.400	177.638.400
Investasi	99.405.900					
Biaya Tetap		50.921.940	50.921.940	50.921.940	50.921.940	50.921.940
Biaya Tidak Tetap		96.981.120	96.981.120	96.981.120	96.981.120	96.981.120
Laba Kotor		29.735.340	29.735.340	29.735.340	29.735.340	29.735.340
Pajak (1%)		297.353	297.353	297.353	297.353	297.353
EAT		29.437.987	29.437.987	29.437.987	29.437.987	29.437.987

4.25.2 *Net Present Value (NPV)*

Tahun ke	Net Cash Flow	D.F = 10%	PV Cash Flow
0			-99.405.900
1	29.437.987	0,909	26.759.130
2	29.437.987	0,826	24.315.777
3	29.437.987	0,751	22.107.928
4	29.437.987	0,683	20.106.145
5	29.437.987	0,621	18.280.990
	Total		111.569.971
	NPV (Total +Investasi)		12.164.071

4.25.3 *Internal Rate of Return (IRR)*

Tahun ke	Net Cash Flow	D.F = 20%	PV Cash Flow
0			-99.405.900
1	29.437.987	0,833	24.531.656
2	29.437.987	0,694	20.443.047
3	29.437.987	0,579	17.035.872
4	29.437.987	0,482	14.196.560
5	29.437.987	0,402	11.830.467
	Total		88.037.601
	NPV (Total +Investasi)		-11.368.299

$$\begin{aligned}
 IRR &= \text{bunga rendah} + \frac{\text{NPV pada bunga rendah}}{\text{NPV pada bunga rendah} - \text{NPV pada bunga tinggi}} \times (\text{bunga tinggi} - \text{bunga rendah}) \\
 &= 10 + \frac{12.164.071}{12.164.071 - (-11.368.299)} \times (20 - 10) \\
 &= 15,16\%
 \end{aligned}$$

4.25.4 *Benefit Cost Ratio (B/C Ratio)*

Tahun	Cost	Benefit	Net Benefit	Discount Factor	Present Value Benefit (PVB)	Present Value Cost (PVC)
0	99.405.900	0	-99.405.900	1,00		99.405.900
1	147.903.060	177.638.400	29.437.987	0,909	161.473.306	134.443.882
2	147.903.060	177.638.400	29.437.987	0,826	146.729.318	122.167.928
3	147.903.060	177.638.400	29.437.987	0,751	133.406.438	111.075.198
4	147.903.060	177.638.400	29.437.987	0,683	121.327.027	101.017.790
5	147.903.060	177.638.400	29.437.987	0,621	110.313.446	91.847.800
Total	838.921.200	888.192.000	47.784.035	4,79	673.249.536	659.958.497

$$\begin{aligned} \text{B/C Ratio} &= \frac{\text{PVB}}{\text{PVC}} \\ &= \frac{673.249.536}{659.958.497} \\ &= 1,02 \end{aligned}$$

4.25.5 Pay Back Period (PBP)

$$\begin{aligned} \text{PBP} &= \frac{\text{Nilai investasi}}{\text{Aliran kas bersih}} \\ &= \frac{99.405.900}{29.437.987} \\ &= 3,37 \text{ tahun} \end{aligned}$$

Lampiran 4.26 Analisis Kelayakan Finansial Produksi Hidrolisat Protein Jamur Tiram Putih

4.26.1 Cash Flow

Uraian	Tahun ke 0 (Rp)	Tahun ke 1 (Rp)	Tahun ke 2 (Rp)	Tahun ke 3 (Rp)	Tahun ke 4 (Rp)	Tahun ke 5 (Rp)
Penjualan		125.798.400	125.798.400	125.798.400	125.798.400	125.798.400
Investasi	99.405.900					
Biaya Tetap		50.921.940	50.921.940	50.921.940	50.921.940	50.921.940
Biaya Tidak Tetap		53.781.120	53.781.120	53.781.120	53.781.120	53.781.120
Laba Kotor		21.095.340	21.095.340	21.095.340	21.095.340	21.095.340
Pajak (1%)		210.953	210.953	210.953	210.953	210.953
EAT		20.884.387	20.884.387	20.884.387	20.884.387	20.884.387

4.26.2 Net Present Value (NPV)

Tahun ke	Net Cash Flow	D.F = 10%	PV Cash Flow
0			-99.405.900
1	20.884.387	0,909	18.983.908
2	20.884.387	0,826	17.250.504
3	20.884.387	0,751	15.684.175
4	20.884.387	0,683	14.264.036
5	20.884.387	0,621	12.969.204
	Total		79.151.827
	NPV (Total +Investasi)		-20.254.073

4.26.3 Internal Rate of Return (IRR)

Tahun ke	Net Cash Flow	D.F = 20%	PV Cash Flow
0			-99.405.900
1	20.884.387	0,833	17.396.694
2	20.884.387	0,694	14.493.765
3	20.884.387	0,579	12.092.060
4	20.884.387	0,482	10.066.275
5	20.884.387	0,402	8.395.524
	Total		62.444.317
	NPV (Total +Investasi)		-36.961.583

$$\begin{aligned}
 \text{IRR} &= \text{bunga rendah} + \frac{\text{NPV pada bunga rendah}}{\text{NPV pada bunga rendah} - \text{NPV pada bunga tinggi}} \times (\text{bunga tinggi} - \text{bunga rendah}) \\
 &= 10 + \frac{-20.254.073}{-20.254.073 - (-36.961.583)} \times (20 - 10) \\
 &= 1,66\%
 \end{aligned}$$

4.26.4 Benefit Cost Ratio (B/C Ratio)

Tahun	Cost	Benefit	Net Benefit	Discount Factor	Present Value Benefit (PVB)	Present Value Cost (PVC)
0	99.405.900	0	-99.405.900	1,00		99.405.900
1	104.703.060	125.798.400	20.884.387	0,909	114.350.746	95.175.081
2	104.703.060	125.798.400	20.884.387	0,826	103.909.478	86.484.727
3	104.703.060	125.798.400	20.884.387	0,751	94.474.598	78.631.998
4	104.703.060	125.798.400	20.884.387	0,683	85.920.307	71.512.189
5	104.703.060	125.798.400	20.884.387	0,621	78.120.806	65.020.600
Total	622.921.200	628992000	5.016.035	4,79	476.775.936	496.230.497

$$\begin{aligned}
 \text{B/C Ratio} &= \frac{\text{PVB}}{\text{PVC}} \\
 &= \frac{476.775.936}{496.230.497} \\
 &= 0,96
 \end{aligned}$$

4.26.5 Pay Back Period (PBP)

$$\begin{aligned}
 \text{PBP} &= \frac{\text{Nilai investasi}}{\text{Aliran kas bersih}} \\
 &= \frac{99.405.900}{20.884.387}
 \end{aligned}$$

= 4,75 tahun

Lampiran 4.27 Analisis Kelayakan Finansial Produksi Hidrolisat Protein Jamur Merang

4.27.1 Cash Flow

Uraian	Tahun ke 0 (Rp)	Tahun ke 1 (Rp)	Tahun ke 2 (Rp)	Tahun ke 3 (Rp)	Tahun ke 4 (Rp)	Tahun ke 5 (Rp)
Penjualan		153.446.400	153.446.400	153.446.400	153.446.400	153.446.400
Investasi	99.405.900					
Biaya Tetap		50.921.940	50.921.940	50.921.940	50.921.940	50.921.940
Biaya Tidak Tetap		76.821.120	76.821.120	76.821.120	76.821.120	76.821.120
Laba Kotor		25.703.340	25.703.340	25.703.340	25.703.340	25.703.340
Pajak (1%)		257.033	257.033	257.033	257.033	257.033
EAT		25.446.307	25.446.307	25.446.307	25.446.307	25.446.307

4.27.2 Net Present Value

Tahun ke	Net Cash Flow	D.F = 10%	PV Cash Flow
0			-99.405.900
1	25.446.307	0,909	23.130.693
2	25.446.307	0,826	21.018.649
3	25.446.307	0,751	19.110.176
4	25.446.307	0,683	17.379.827
5	25.446.307	0,621	15.802.156
	Total		96.441.503
	NPV (Total +Investasi)		-2.964.396

4.27.3 Internal Rate of Return (IRR)

Tahun ke	Net Cash Flow	D.F = 20%	PV Cash Flow
0			-99.405.900
1	25.446.307	0,833	21.196.774
2	25.446.307	0,694	17.659.737
3	25.446.307	0,579	14.733.412
4	25.446.307	0,482	12.265.120
5	25.446.307	0,402	10.229.415
	Total		76.084.458
	NPV (Total +Investasi)		-23.321.442

$$\begin{aligned}
 \text{IRR} &= \text{bunga rendah} + \frac{\text{NPV pada bunga rendah}}{\text{NPV pada bunga rendah} - \text{NPV pada bunga tinggi}} \times (\text{bunga tinggi} - \text{bunga rendah}) \\
 &= 10 + \frac{-2.964.396}{-2.964.396 - (-23.321.442)} \times (20 - 10)
 \end{aligned}$$

$$= 8,85\%$$

4.27.4 Benefit Cost Ratio (B/C Ratio)

Tahun	Cost	Benefit	Net Benefit	Discount Factor	PVB	PVC
0	99.405.900	0	-99.405.900	1,00		99.405.900
1	127.743.060	153.446.400	25.446.307	0,909	139.482.778	116.118.442
2	127.743.060	153.446.400	25.446.307	0,826	126.746.726	105.515.768
3	127.743.060	153.446.400	25.446.307	0,751	115.238.246	95.935.038
4	127.743.060	153.446.400	25.446.307	0,683	104.803.891	87.248.510
5	127.743.060	153.446.400	25.446.307	0,621	95.290.214	79.328.440
Total	738.121.200	767.232.000	27.825.635	4,79	581.561.856	583.552.097

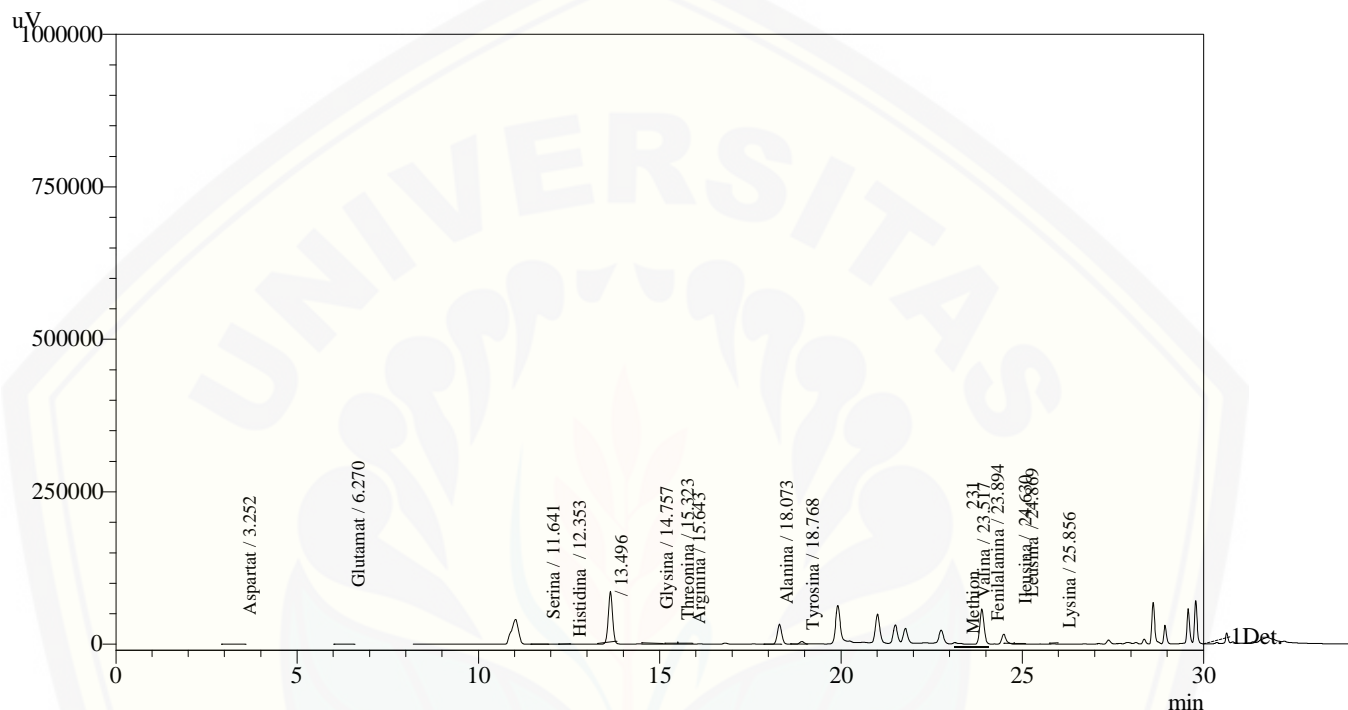
$$\begin{aligned} \text{B/C Ratio} &= \frac{\text{PVB}}{\text{PVC}} \\ &= \frac{581.561.856}{583.552.097} \\ &= 0,99 \end{aligned}$$

4.27.5 Pay Back Period (PBP)

$$\begin{aligned} \text{PBP} &= \frac{\text{Nilai investasi}}{\text{Aliran kas bersih}} \\ &= \frac{99.405.900}{25.446.307} \\ &= 3,9 \text{ tahun} \end{aligned}$$

Lampiran 4.28 Kromatogram Komposisi Asam Amino Hidrolisat Protein Jamur Kancing, Jamur Tiram Putih, dan Jamur Merang

4.28.1 Kromatogram Komposisi Asam Amino Hidrolisat Protein Jamur Kancing



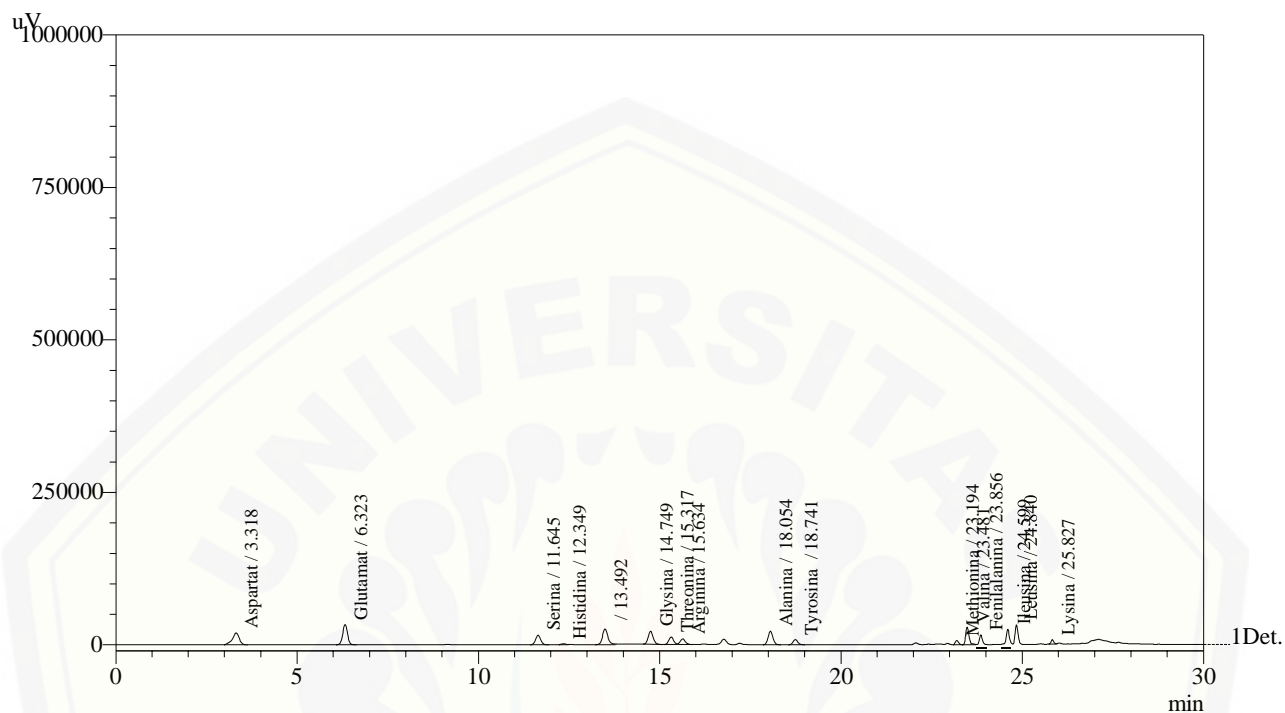
1 Det.A Ch1 / 350nm - 450nm

Detector A Ch1 350nm - 450nm

Peak#	Name	Ret. Time	Area	Area %	Resolution
1	Aspartat	3.252	631902	11.478	0.000
2	Glutamat	6.270	817221	14.844	8.936
3	Serina	11.641	315667	5.734	20.668
4	Histidina	12.353	34988	0.636	2.804
5		13.496	604059	10.972	4.473
6	Glycina	14.757	459279	8.342	4.761
7	Threonina	15.323	279221	5.072	2.193
8	Arginina	15.643	228000	4.141	1.249
9	Alanina	18.073	534321	9.705	9.497
10	Tyrosina	18.768	151539	2.752	2.768
11	Methionina	23.231	47581	0.864	21.165
12	Valina	23.517	430409	7.818	1.651
13	Fenilalanina	23.894	173974	3.160	2.239
14	Ileusina	24.630	323349	5.873	4.501
15	Leusina	24.869	393056	7.139	1.480
16	Lysina	25.856	80962	1.471	6.453
Total			5505529	100.000	



4.28.2 Kromatogram Komposisi Asam Amino Hidrolisat Protein Jamur Tiram Putih



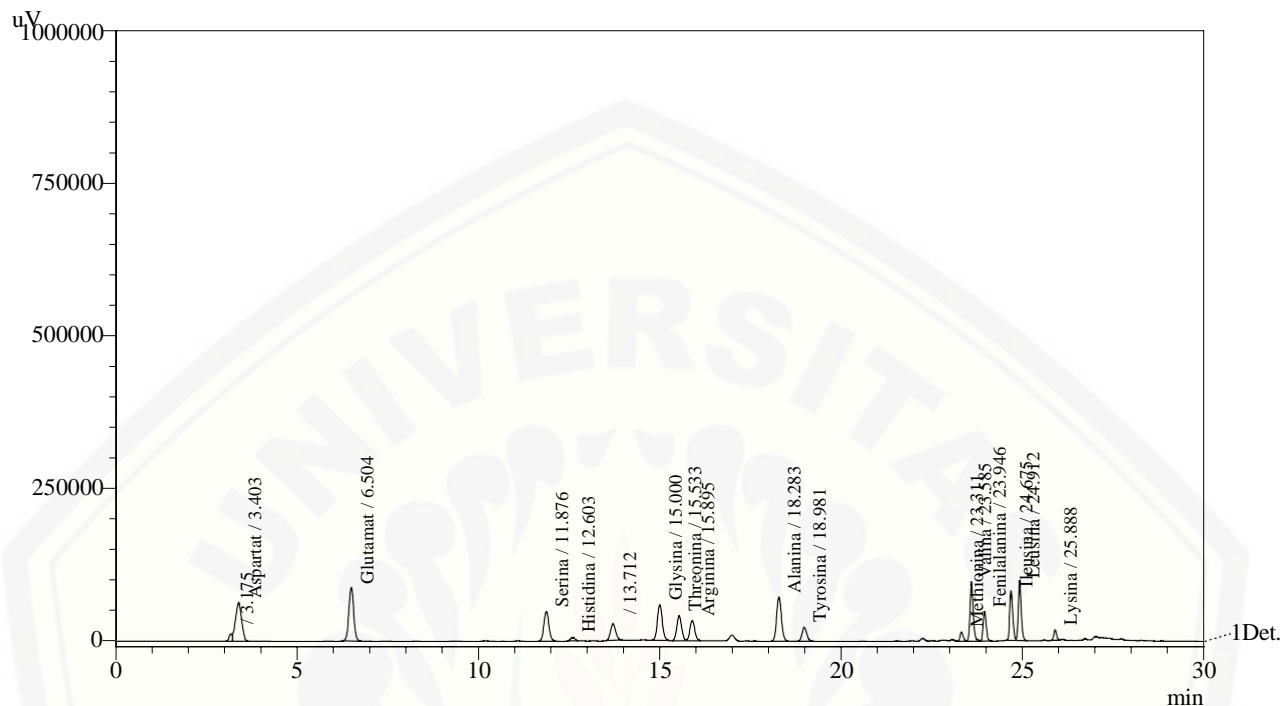
1 Det.A Ch1 / 350nm - 450nm

Detector A Ch1 350nm - 450nm

Peak#	Name	Ret. Time	Area	Area %	Resolution
1	Aspartat	3.318	255836	11.007	0.000
2	Glutamat	6.323	307376	13.224	10.166
3	Serina	11.645	153470	6.603	20.696
4	Histidina	12.349	11954	0.514	2.865
5		13.492	249455	10.732	4.595
6	Glycina	14.749	203904	8.772	4.758
7	Threonina	15.317	111819	4.811	2.214
8	Arginina	15.634	85222	3.666	1.241
9	Alanina	18.054	206776	8.896	9.513
10	Tyrosina	18.741	76434	3.288	2.772
11	Methionina	23.194	39504	1.700	21.440
12	Valina	23.481	178571	7.682	1.666
13	Fenilalanina	23.856	88418	3.804	2.252
14	Ileusina	24.599	144957	6.236	4.542
15	Leusina	24.840	176179	7.580	1.483
16	Lysina	25.827	34530	1.486	6.529
Total			2324406	100.000	



4.28.3 Kromatogram Komposisi Asam Amino Hidrolisat Protein Jamur Merang



1 Det.A Ch1 / 350nm - 450nm

Detector A Ch1 350nm - 450nm

Peak#	Name	Ret. Time	Area	Area %	Resolution
1		3.175	66934	1.037	0.000
2	Aspartat	3.403	721785	11.180	0.118
3	Glutamat	6.504	794357	12.304	10.643
4	Serina	11.876	455759	7.059	20.879
5	Histidina	12.603	43534	0.674	2.928
6		13.712	262732	4.069	4.433
7	Glycina	15.000	541619	8.389	4.894
8	Threonina	15.533	370686	5.742	2.082
9	Arginina	15.895	300573	4.656	1.428
10	Alanina	18.283	658811	10.204	9.342
11	Tyrosina	18.981	199288	3.087	2.779
12	Methionina	23.311	88008	1.363	20.623
13	Valina	23.585	589200	9.126	1.588
14	Fenilalanina	23.946	270764	4.194	2.143
15	Ileusina	24.675	464385	7.193	4.409
16	Leusina	24.912	543717	8.422	1.448
17	Lysina	25.888	84015	1.301	6.327
Total			6456168	100.000	

