

**PENGARUH JENIS MIKROORGANISME DAN LAMA FERMENTASI
TERHADAP RESIDU PROTEIN PRODUK FERMENTASI
HASIL SAMPING UDANG**

(Skripsi)

Oleh

YUDHA ADITYA MAHENDRA



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRACT

THE INFLUENCE OF MICROORGANISM TYPES AND FERMENTATION TIME TO THE PROTEIN RESIDUE OF SHRIMP BYPRODUCT FERMENTATION

By

Yudha Aditya Mahendra

Shrimp byproduct is the processing shrimp result that still can be used by improving its content through the fermentation process using microorganism. The purpose of this research is to determine the influence of microorganism types and fermentation time using to protein residue of shrimp byproduct fermentation. The research was arranged in factorials in the design random and completed with 2 factors and 3 repetitions. The first factor is types of microorganism, that are *Aspergillus niger* (M1), *Rhizopus oryzae* (M2), and *Lasiodiplodia theobromae* (M3). The second factor is the times of fermentation, that are 0 hours (L0), 24 hours (L1), 48 hours (L2), and 72 hours (L3). Similarities of the data were analyzed and analyzed further by using comparison test and orthogonal polynomials at the level 1% and 5%. The result of research shows that microorganism types and fermentation time have very real impact on protein residue and total yield. Each mold has a tendency in quadratic on total yield and protein residue. But *R. oryzae* did not have real impact on total yield. The best value of protein residue is *A. niger* at 4,00% with 35,63 hours of fermentation and the best value of total yield is *L. theobromae* at 65,92% with 27,70 hours of fermentation.

Keywords : fermentation, microorganism, protein residue, shrimp byproduct

ABSTRAK

PENGARUH JENIS MIKROORGANISME DAN LAMA FERMENTASI TERHADAP RESIDU PROTEIN PRODUK FERMENTASI HASIL SAMPING UDANG

Oleh

Yudha Aditya Mahendra

Hasil samping udang merupakan hasil pengolahan udang yang masih dapat dimanfaatkan dengan meningkatkan kandungannya melalui proses fermentasi menggunakan mikroorganisme. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penggunaan jenis mikroorganisme dan lama fermentasi terhadap residu protein produk fermentasi hasil samping udang. Penelitian ini disusun secara faktorial dalam rancangan acak kelompok lengkap dengan 2 faktor dan 3 ulangan. Faktor pertama adalah jenis mikroorganisme antara lain *Aspergillus niger* (M1), *Rhizopus oryzae* (M2), dan *Lasiodiplodia theobromae* (M3). Faktor kedua yaitu lama fermentasi antara lain 0 jam (L0), 24 jam (L1), 48 jam (L2), dan 72 jam (L3). Data dianalisis kesamaan ragam dan dianalisis lebih lanjut menggunakan uji perbandingan dan polinomial orthogonal pada taraf 1% dan 5%. Hasil penelitian menunjukkan jenis mikroorganisme dan lama fermentasi berpengaruh sangat nyata terhadap total rendemen dan residu protein. Masing-masing kapang memiliki kecenderungan secara kuadratik terhadap total rendemen dan residu protein. Namun *R.oryzae* tidak mengalami perubahan yang nyata pada total rendemen. Nilai minimum terbaik residu protein adalah A.

niger sebesar 4,00% dengan lama fermentasi 35,63 jam dan nilai optimum terbaik untuk total rendemen adalah *L. theobromae* sebesar 65,92% dengan lama fermentasi 27,70 jam.

Kata kunci: fermentasi, hasil samping udang, mikroorganism, residu protein

**PENGARUH JENIS MIKROORGANISME DAN LAMA
FERMENTASI TERHADAP RESIDU PROTEIN PRODUK
FERMENTASI HASIL SAMPING UDANG**

Oleh

YUDHA ADITYA MAHENDRA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

pada

**Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

Judul Skripsi

**: PENGARUH JENIS MIKROORGANISME
DAN LAMA FERMENTASI TERHADAP
RESIDU PROTEIN PRODUK FERMENTASI
HASIL SAMPING UDANG**

Nama Mahasiswa

: Yudha Aditya Mahendra

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1114051067

Program Studi

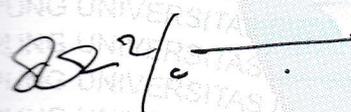
: Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas

: Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

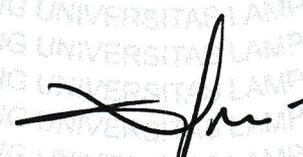

Ir. Harun Al Rasyid, M.T.

NIP 19620612 198803 1 002


Dr. Ir. Subeki, M.Si., M.Sc.

NIP 19680409 199303 1 002

2. Ketua Jurusan

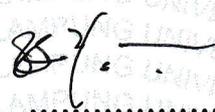

Ir. Susilawati, M.Si.

NIP 19610806 198702 2 001

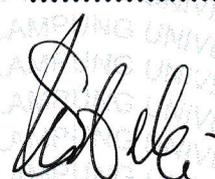
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

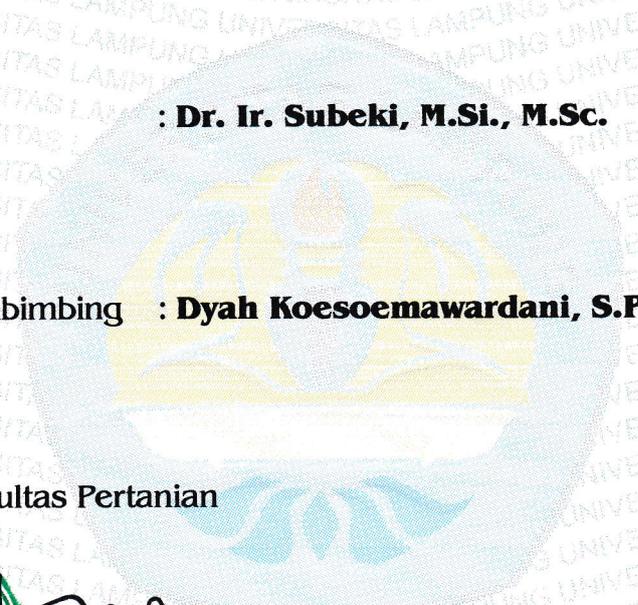
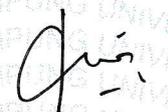
Ketua : Ir. Harun Al Rasyid, M.T.



Sekretaris : Dr. Ir. Subeki, M.Si., M.Sc.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Dyah Koesoemawardani, S.Pi., M.P.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 31 Maret 2016

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Yudha Aditya Mahendra NPM 1114051067

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri yang berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 31 Maret 2016
Pembuat pernyataan



Yudha Aditya Mahendra
NPM. 1114051067

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Teluk Betung, Bandar Lampung pada tanggal 03 Oktober 1993, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara, pasangan Bapak Malik, S.T. dan Ibu Ir. Heni Nugrahani.

Penulis mengawali pendidikan formal di Sekolah Dasar Negeri (SDN) 1 Sukamaju, Kecamatan Sukamaju, diselesaikan pada tahun 2005, kemudian dilanjutkan di Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 3 Bandar Lampung diselesaikan pada tahun 2008, dan Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 4 Bandar Lampung diselesaikan pada tahun 2011. Setelah penulis menyelesaikan pendidikannya di SMA, pada tahun 2011 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur masuk SNMPTN tertulis.

Selama berada di bangku perkuliahan, penulis pernah menjadi asisten mata kuliah Teknologi Hasil Perikanan pada tahun ajaran 2014/2015. Pada tahun 2014, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik di Desa Penyandingan, Kecamatan Bengkunt Belimbing, Kabupaten Pesisir Barat dan pada tahun yang sama, penulis melaksanakan Praktik Umum di PT. Indo American Seafood (IAS) Jalan Ir. Sutami Km. 13, Dusun kemang, Kecamatan Tanjung Bintang, Kabupaten Lampung Selatan dengan judul “Mempelajari Proses Pengolahan Udang Roti

(Breaded Shrimp) Eiger Syokukai Di PT. Indo American Seafood Tanjung Bintang, Lampung”. Selama menjadi mahasiswa, penulis juga aktif di organisasi kemahasiswaan pada Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian dan ikut berperan aktif dalam setiap kegiatan yang dilaksanakan pihak jurusan, dan menjadi anggota *team exotic ice cream* pada periode 2012-2013 dan 2013-2014.

SANWACANA

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji dan syukur penulis hanturkan kepada Allah SWT karena atas rahmat dan ridho-Nya lah, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Jenis Mikroorganismen dan Lama Fermentasi Terhadap Residu Protein Produk Fermentasi Hasil Samping Udang”**. Selama pelaksanaan penelitian dan proses penulisan skripsi, telah banyak pihak yang memberikan bantuan dan motivasi yang besar kepada penulis. Sehingga dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Ir. Harun Al Rasyid, M.T.. selaku ketua komisi pembimbing atas segala bimbingan, bantuan, saran, dan motivasi yang diberikan selama proses penyusunan skripsi.
2. Bapak Dr. Ir. Subeki, M.Si., M.Sc. selaku anggota komisi pembimbing atas segala pelajaran, bimbingan, saran, dan dukungan yang diberikan selama proses penyusunan skripsi.
3. Ibu Dyah Koesoemawardani, S.Pi., M.P. selaku penguji utama yang telah banyak memberikan kritik, saran, dan bimbingan terhadap karya skripsi.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.S. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

5. Ibu Ir. Susilawati, M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung, atas segala bantuan dan saran yang telah diberikan.
6. Seluruh bapak dan ibu dosen THP serta seluruh karyawan yang telah sangat membantu selama perkuliahan dan penelitian ini atas semua bimbingan dan bantuannya.
7. Keluargaku tercinta: bapak dan ibu, kakakku Handi dan adikku Indri, terima kasih banyak atas do'a, semangat, nasihat, motivasi, kasih sayang serta waktu yang telah diluangkan untuk mendengarkan keluh kesahku.
8. Teman seperjuangan : Algi, Satria, Udin, Oriza, Isnaini, Rian, Wildan, dan Tesa terima kasih atas kekeluargaannya serta canda tawa selama ini.
9. Keluarga besar THP angkatan 2011 "Janji Gerhana", kakak angkatan 2009, 2010, dan adik angkatan 2012 terima kasih atas kekeluargaan dan semangatnya selama ini.

Akhir kata, semoga Allah SWT membalas segala keikhlasannya, *jazakumullah khairan katsiran* dan penulis berharap skripsi ini dapat memberikan informasi yang bermanfaat.

Bandar Lampung, Maret 2016

Yudha Aditya Mahendra

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang dan Masalah	1
B. Tujuan.....	4
C. Kerangka Pemikiran	4
D. Hipotesis.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Hasil Samping Udang	7
B. Fermentasi	8
C. Mikroorganisme yang Berperan.....	10
1. <i>Aspergillus niger</i>	10
2. <i>Rhizopus oryzae</i>	11
3. <i>Lasiodiplodia theobromae</i>	12
D. Protein Residu.....	13
III. BAHAN DAN METODE	15
A. Tempat dan Waktu Penelitian	15
B. Bahan dan Alat	15
C. Metode Penelitian.....	16
D. Pelaksanaan Penelitian.....	16
1. Persiapan Kultur	16
2. Fermentasi Hasil Samping Udang	18
E. Pengamatan.....	20
1. Analisis Proksimat	20
a. Kadar Air	20
b. Kadar Abu	21
c. Kadar Lemak	21
d. Kadar Protein	22
2. Analisa Rendemen	23

3. Analisa Protein Residu.....	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
A. Total Rendemen Produk Fermentasi Hasil Samping Udang	25
B. Protein Residu	28
C. Penentuan Perlakuan Terbaik.....	32
D. Kandungan Gizi Produk Fermentasi Hasil Samping Udang Terbaik	34
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	37
A. Kesimpulan	37
B. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Persiapan kultur mikroorganismen dalam hasil samping udang.....	16
2. Diagram alir proses fermentasi hasil samping udang.....	18
3. Pengaruh antara jenis mikroorganismen lama fermentasi terhadap total rendemen	26
4. Pengaruh jenis mikroorganismen dan lama fermentasi terhadap residu protein.....	29
5. Proses <i>defrost</i>	50
6. Proses penggilingan (menggunakan blender)	50
7. Hasil penggilingan.....	50
8. Penyimpanan kultur di autoklaf	51
9. Pengeringan produk fermentasi hasil samping udang dengan oven.....	51
10. Hasil pengeringan produk fermentasi hasil samping udang.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rekapitulasi hasil pengamatan residu protein dan hasil rendemen produk fermentasi hasil samping udang.....	34
2. Analisis proksimat dan daya cerna protein produk fermentasi hasil samping udang perlakuan <i>Aspergillus niger</i> (48 jam)	35

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang dan Masalah

Indonesia adalah negara yang memiliki wilayah perairan lebih luas dibandingkan dengan wilayah daratannya. Hal ini menyebabkan sektor perikanan menjadi salah satu sektor utama perekonomian di Indonesia. Hasil perikanan yang menjadi komoditas unggulan dalam peningkatan ekonomi di Indonesia adalah udang. Selain diperoleh dari hasil perikanan, produksi udang diperoleh dari hasil budidaya. Produksi udang hasil budidaya sudah tersebar luas di seluruh Indonesia dengan total lahan tambak mencapai 913.000 ha (Dahuri, 2003).

Badan Pusat Statistik tahun (2009), menyatakan bahwa jumlah produksi udang di Indonesia baik hasil penangkapan maupun budidaya mencapai 338.060 ton dengan jumlah ekspor mencapai 285.000 ton sehingga jumlah hasil samping udang yang dihasilkan dari proses pengolahan udang sangat melimpah. Provinsi Lampung sebagai produsen udang menyumbang sebesar 60% sekitar 202.836 ton (Ant, 2015). Krissetiana (2004), melaporkan bahwa 60-70% dari berat udang menjadi hasil samping udang berupa kepala, kulit, cangkang, maupun sisa-sisa bagian udang yang lain.

Pemanfaatan hasil samping udang didasarkan oleh dua hal yaitu jumlah dan mutunya. Ketersediaan hasil samping udang di Indonesia melimpah dan hasil

samping udang memiliki kandungan protein 35,8%, lemak 9,9%, kitin 15,9%, kalsium 12,3%, dan abu 38,1% (No *et al.*, 2004).

Banyaknya jumlah hasil samping udang menjadi masalah yang perlu dicarikan upaya penanggulangannya. Tidak hanya mengurangi cemaran dari perusahaan pengolahan udang namun juga menghasilkan nilai ekonomis bagi perusahaan pengolahan udang serta mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan sekitar (Manjang, 1993). Salah satu cara pengolahan hasil samping udang yang dapat dilakukan yaitu pengolahan secara fermentasi dengan memanfaatkan mikroorganisme seperti bakteri, jamur, dan ragi.

Shurtleff dan Aoyagi (1979), menyatakan bahwa fermentasi merupakan hasil pengembangbiakan beberapa tipe mikroorganisme khususnya bakteri, ragi dan jamur pada media tertentu yang dapat menyebabkan perubahan kimia pada makanan. Fermentasi ini dapat menghasilkan produk yang aman, ramah lingkungan, serta memiliki kandungan nutrisi yang lebih baik. Selain itu proses fermentasi dapat mengubah struktur hasil fermentasi yang sulit dicerna menjadi lebih mudah dicerna, serta dapat meningkatkan kadar nutriennya (Rahman, 1989).

Mikroorganisme yang digunakan dalam proses fermentasi hasil samping udang harus memiliki sifat *proteolitik* dan dapat menciptakan suasana asam agar proses pengembangbiakan mikroorganisme dapat lebih mudah terjadi. Beberapa mikroorganisme seperti *Aspergillus sp.* merupakan jenis mikroorganisme yang bersifat *proteolitik* karena menghasilkan enzim protease. Aktivitas enzim protease tersebut dapat meningkatkan kelarutan protein yang terkandung pada hasil samping udang (Rahman, 1989). Selama proses fermentasi, enzim protease

yang ada pada mikroorganisme akan mengeluarkan matriks kitin yang terkandung dalam hasil samping udang sehingga meningkatkan kandungan proteinnya (Rahman, 1989). Menurut Tannenbeum *et al.* (1975), mikroorganisme dibutuhkan sebagai inokulum fermentasi untuk meningkatkan kandungan nutrisi hasil samping udang. Inokulum yang digunakan didasarkan pada komposisi media, teknik proses, aspek gizi, dan aspek ekonomi. Semakin lama waktu yang digunakan untuk fermentasi menyebabkan mikroorganisme dalam medium akan membusuk karena adanya aktivitas beberapa mikroorganisme yang akan terbentuk pada medium sehingga mempengaruhi sifat organoleptik hasil fermentasi produk dan kandungan didalamnya akan berkurang. Selain itu *Aspergillus sp* yang merupakan bakteri *deomyces* diketahui memiliki enzim kitinase yang dapat mendegradasi kitin dan melarutkan kitin yang ada di dalam hasil samping udang dan meningkatkan kandungan nutrisinya (Chernin *et al.*, 1998).

Pada penelitian ini mikroorganisme yang digunakan yaitu jenis kapang antara lain *Aspergillus niger*, *Rhizopus oryzae*, dan jamur *Lasiodiplodia theobromae*.

Penggunaan kapang dan jamur yaitu dikarenakan kapang tidak ada sifat toksik dan jamur berkemungkinan kecil bersifat toksik sehingga kemungkinan produk yang dihasilkan akan bersifat toksik sangat kecil atau bahkan tidak ada. Kapang dan jamur tersebut diketahui dapat meningkatkan nutrisi akibat peranan enzim yang ada pada mikroorganisme tersebut selama fermentasi dan merombak zat gizi pada bahan untuk menurunkan residu protein dan meningkatkan kelarutan protein (Enari, 1983). Hasil yang diperoleh dari fermentasi hasil samping udang ini nantinya bisa dimanfaatkan salah satunya sebagai pakan, baik ternak hewan darat maupun ternak ikan (budidaya). Namun penelitian terkait pengaruh jenis

mikroorganisme dan lama fermentasi terhadap nilai kandungan residu protein hasil samping udang belum dilakukan. Berdasarkan hal itu maka perlu dilakukan penelitian terkait pengaruh jenis mikroorganisme dan lama fermentasi terhadap residu protein produk fermentasi hasil samping udang.

B. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan jenis mikroorganisme dan lama fermentasi terhadap residu protein produk fermentasi hasil samping udang.

C. Kerangka Pemikiran

Hasil samping industri udang adalah salah satu sumber protein yang berasal dari sektor perikanan. Hasil samping dalam proses pembekuan atau pengalengan udang yang berupa kepala, kulit, maupun ekor masih dapat dimanfaatkan menjadi produk seperti pakan ternak. Hasil samping udang mudah sekali mengalami proses pembusukan dan menimbulkan pencemaran lingkungan. Penanganan hasil samping udang memerlukan perhatian sehingga dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan. Selain itu perlunya penanganan yang dapat menjadikan proses pengolahan hasil samping udang ini bisa bernilai ekonomis.

Proses pengolahan hasil samping industri udang diperlukan proses pengolahan dengan cara perlakuan tertentu, yaitu proses fermentasi yang dapat meningkatkan kadar protein dalam suatu bahan. Proses fermentasi memerlukan mikroorganisme sebagai inokulum yang akan meningkatkan kandungan gizi hasil samping udang. No *et al.* (1989), menyebutkan bahwa kandungan protein dalam hasil samping

udang sebesar yaitu 35,8%. Hasil samping udang yang yang difermentasikan dan dilakukan analisis residu protein ternyata enzim pepsin dapat mengurai residu fenilalanin, tirosin, dan triptopan yang tidak lain adalah gugus-gugus asam amino aromatik sehingga hal ini dapat menyebabkan peningkatan daya cerna protein (Riyanto, 2006). Penelitian Rahman (1989), menyebutkan bahwa beberapa tipe mikroorganismenya seperti *Aspergillus sp.* diketahui dapat menghasilkan enzim protease yang dapat menurunkan residu protein dan meningkatkan kelarutan protein pada hasil samping udang sehingga protein akan meningkat dengan proses fermentasi dengan *Aspergillus sp.*

Selain itu, diperlukan waktu fermentasi untuk mikroorganismenya agar dapat menghasilkan pertumbuhan optimal. Proses fermentasi dilakukan dalam kurun waktu yang telah ditetapkan berkisar 24 jam hingga 96 jam tergantung pada jenis media dan jenis inokulum yang digunakan. Penelitian Djunaidi (2006), menyebutkan fermentasi dengan lama waktu 48 jam dengan bakteri *Aspergillus sp.* mampu meningkatkan kandungan dan kecernaan berat kering dari hasil samping udang sebesar 9% namun bila difermentasi selama 72 jam dengan bakteri *A. niger* ternyata dapat menurunkan kandungan dan kecernaan dari hasil samping udang sebesar 6-7% yang artinya residu protein dari hasil samping udang tersebut semakin tinggi apabila waktu fermentasi yang digunakan semakin lama.

Hal serupa disampaikan Rahman (1989), melaporkan bahwa *R. oryzae* merupakan mikroorganismenya yang bersifat proteolitik dan menghasilkan enzim protease sehingga selama fermentasi enzim protease akan menghidrolisis kasein, merombak zat gizi pada bahan, dan meningkatkan residu protein. Namun

mikroorganisme *L. theobromae* cenderung menyimpan kandungan protein karena adanya asam jasmonat dan pertumbuhan mikroorganisme ini sedikit terhambat disebabkan perlunya pertumbuhan optimum dari *L. theobromae* yang memerlukan waktu lebih dari 2,5 hari dan suhu 30-32°C.

D. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah:

1. Jenis mikroorganisme berpengaruh terhadap total rendemen dan residu protein produk fermentasi hasil samping udang.
2. Lama fermentasi berpengaruh terhadap total rendemen dan residu protein produk fermentasi hasil samping udang.
3. Terdapat jenis mikroorganisme dan lama fermentasi yang optimal dalam menghasilkan total rendemen dan residu protein produk fermentasi hasil samping udang optimal.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Hasil Samping Udang

Hasil samping udang merupakan hasil samping yang berasal dari proses pengolahan udang baik proses pembekuan udang maupun pengalengan udang yang masih dapat dimanfaatkan. Hasil samping udang biasanya terdiri dari kepala, kulit, cangkang, dan ekor serta sisa-sisa bagian tubuh udang hasil dari proses pengolahan udang yang masih mengandung banyak nutrisi seperti protein, serat kasar, kalsium, dan lainnya. Menurut Suptijah *et al.* (1992), hasil samping udang dikategorikan berdasarkan pengolahan udangnya, yaitu hasil samping berupa kepala udang, hasil samping berupa kulit udang atau tanpa kepala, dan hasil samping campuran yang terdiri dari kepala dan kulit udang.

Pemanfaatan hasil samping udang didasari oleh dua hal, yaitu jumlah dan mutunya. Ketersediaan pengolahan udang beku yang diekspor tanpa kepala dan kulit semakin meningkat tiap tahunnya tentu hasil samping udang yang dihasilkan semakin banyak pula dan juga ketersediaan hasil samping udang ini tidak mengganggu kebutuhan manusia. Selain ketersediaan yang melimpah, kandungan nutrisi pada hasil samping udang juga cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku dalam berbagai pembuatan produk olahan yang memiliki nutrisi tinggi dan bernilai ekonomis. Terdapat kandungan protein dan serat kasar yang tinggi pada hasil samping udang sehingga cocok digunakan sebagai bahan

baku pembuatan olahan hasil samping udang seperti pakan (Erwan dan Resmi, 2004). Menurut No *et al.* (1989), menyebutkan bahwa kandungan kimia dari hasil samping udang yang terdiri dari kepala, kulit, dan ekor yaitu protein 35,8%, lemak 9,9%, kitin 15,9%, dan abu 38,1%.

Hasil samping udang mudah sekali mengalami proses pembusukan dikarenakan mikroorganismenya sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan. Penanganan hasil samping udang memerlukan perhatian sehingga dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan. Di Indonesia umumnya hasil samping dari industri pengolahan udang salah satunya dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pakan.

B. Fermentasi

Fermentasi sering didefinisikan sebagai proses pemecahan karbohidrat dan asam amino secara anaerob yaitu tanpa memerlukan oksigen. Senyawa yang dapat dipecah dalam proses fermentasi adalah karbohidrat, sedangkan asam amino dapat difermentasi oleh beberapa jenis bakteri tertentu (Fardiaz, 1992). Selama proses fermentasi, selain dihasilkan enzim juga dihasilkan protein ekstraseluler dan protein hasil metabolisme kapang sehingga terjadi peningkatan kadar protein (Winarno, 1983).

Fermentasi dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu fermentasi dengan substrat padat dan fermentasi dengan substrat cair. Fermentasi substrat padat adalah fermentasi dengan substrat yang tidak larut tetapi cukup mengandung air untuk

keperluan mikroorganisme. Keuntungan fermentasi substrat padat antara lain prosesnya sangat sederhana, tidak diperlukan alat yang rumit, dan kemungkinan terjadinya kontaminasi oleh mikroorganisme lain sangat kecil (Hardjo *et al.*, 1989). Fermentasi substrat cair adalah proses fermentasi yang substratnya larut atau tersuspensi dalam fase cair. Keuntungannya antara lain jumlah inokulum yang digunakan lebih sedikit, penanganan suhu dan kelembaban selama fermentasi lebih mudah untuk dikontrol.

Fermentasi hasil samping udang menurut Palupi (2011) yaitu dilakukan dengan menghancurkan terlebih dahulu dengan proses penggilingan lalu diautoklaf selama 4 jam dan didinginkan. Setelah dingin maka diinokulasikan mikroorganisme dengan perbandingan 1:5 berat kering bahan (v/w), dan di inkubasi pada inkubator selama 72 jam. Setelah lama waktu inkubasi selesai maka proses fermentasi dihentikan dengan cara dikeringkan dalam oven 60⁰ C selama 48 jam. Bahan uji hasil fermentasi digiling halus untuk selanjutnya dianalisa. Fermentasi hasil samping udang dapat menggunakan beberapa jenis mikroorganisme seperti *Aspergillus oryzae*, *Thricoderma viridae*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus niger*, dan *Lasiodiplodia theobromae*. Mikroorganisme-mikroorganisme tersebut bersifat proteolitik karena penghasil enzim protease. Aktivitas enzim mikroorganisme tersebut diharapkan dapat menurunkan residu protein dan meningkatkan kelarutan protein yang terkandung dalam hasil samping udang.

C. Mikroorganisme yang Berperan

1. *Aspergillus niger*

Aspergillus niger termasuk dalam divisi *Deutromiotos*, kelas *Deutromycetes*, ordo *Moniliales*, famili *Miniliaceae*, dan genus *Aspergillus* (Landecker-Moore, 1996).

A. niger merupakan jamur jenis kapang dan memiliki ciri-ciri yang khas yaitu bagian tubuhnya terdiri dari benang yang bercabang-cabang (hifa), tidak mempunyai klorofil, hidup secara heterotrof. Kapang *A. niger* termasuk mikroorganisme *mesofilik* dengan pertumbuhan optimum pada suhu 35-37°C dan bersifat aerobik (membutuhkan oksigen yang cukup dalam pertumbuhannya) serta pertumbuhan *A. niger* akan lebih optimal pada kondisi keasaman (pH) yang rendah (Fardiaz, 1989).

Proses metabolisme *A. niger* dapat menghasilkan asam sitrat sehingga kapang ini digunakan sebagai model fermentasi dan tidak menghasilkan mikotoksin serta memiliki pertumbuhan yang cepat dan mampu menghasilkan enzim-enzim ekstraseluler seperti selulase, amylase, pektinase, amiloglukosidae, glukosa oksidase, dan katalase. Dengan adanya enzim-enzim ini *A. niger* dapat meningkatkan nutrisi suatu bahan. Menurut Enari (1983), menyebutkan bahwa *A. niger* diketahui dapat menghasilkan enzim pendegradasi serat. Hal ini terjadi karena selama fermentasi, kapang *A. niger* menggunakan zat gizi untuk pertumbuhannya dan aktivitas enzimnya dapat meningkatkan kelarutan protein. Mairizal (2009), menambahkan bahwa fermentasi menggunakan *A. niger* mampu menurunkan kadar lemak yaitu dengan memanfaatkannya sebagai sumber energi

dan menghasilkan enzim yang dapat meningkatkan protein. *A. niger* biasanya dimanfaatkan sebagai ragi pembuatan kecap.

2. *Rhizopus oryzae*

Rhizopus oryzae termasuk dalam divisi *Zygomycota*, kelas *Zygomycetes*, ordo *Mucorales*, famili *Mucoraceae*, dan genus *Rhizopus* (Landecker dan Moore, 1996). *R. oryzae* memiliki karakteristik yaitu miselia berwarna putih berangsur-angsur menjadi warna abu-abu dan memiliki tiga bentuk hifa. Menurut Soetrisno (1996), menyebutkan bahwa suhu optimal pertumbuhan *R. oryzae* adalah 35°C dan suhu maksimal untuk tumbuhnya pada suhu 44°C dan mikroba ini bersifat aerobik. Selain itu *R. oryzae* dapat memproduksi enzim pendegradasi karbohidrat seperti amilase, selulase, xylanase, glukoamilase, protease, dan sebagainya. Selama fermentasi, karbohidrat akan berkurang karena dirombak menjadi gula-gula sederhana (Hidayat, 2006).

Menurut Rahman (1989), menyatakan bahwa *R. oryzae* merupakan mikroorganisme yang bersifat proteolitik karena penghasil enzim protease. Selama fermentasi, enzim protease dapat menghidrolisis kasein, merombak zat gizi pada bahan, dan meningkatkan kelarutan protein. Fermentasi menggunakan *R. oryzae* dapat melarutkan nutrisi seperti karbohidrat, lemak, protein, dan lainnya menjadi kandungan yang mudah dicerna. Kandungan nutrisi tersebut diurai menjadi komponen yang mudah larut air oleh enzim protease. *R. oryzae* biasanya dimanfaatkan sebagai ragi pembuatan tempe.

3. *Lasiodiplodia theobromae*

Lasiodiplodia theobromae termasuk dalam divisi *deuteromycota*, kelas *deuteromycetes*, ordo *sphaeropsidales*, famili *sphaeropsodaceae*, dan genus *botryodplodia* (Alexopoulos *et al.*, 1996). *L. theobromae* atau yang memiliki nama lain *Botryodiplodia theobromae* merupakan mikroorganisme jenis jamur yang bersifat polifag dan patogen. Sifat patogen tersebut menyebabkan parasit lemah terhadap luka-luka atau infeksi pada tanaman buah akibat pemangkasan atau serangga. Semangun (2007), melaporkan bahwa *L. theobromae* menyebabkan penyakit kulit pada tanaman buah yang ditandai dengan pembusukan pada bagian batang dan tangkai buah. Mikroorganisme *L. theobromae* dapat menghasilkan enzim yang dapat menguraikan pektin dan selulosa sehingga menyebabkan busuk lunak pada tanaman buah.

L. theobromae diindikasikan menyebabkan penyakit diplodia pada bagian tanaman buah seperti kulit, batang, ranting, bahkan kematian tanaman. Dengan mengisolat toksin yang dihasilkan dari patogen penyebab penyakit diplodia dapat mempertahankan sistem kekebalan jaringan pada beberapa tanaman. Menurut Salamiah (2009), menyebutkan bahwa beberapa tanaman buah seperti jenis-jenis jeruk dapat mempertahankan jaringannya karena adanya toksin dari patogen penyebab penyakit diplodia.

L. theobromae dapat menghasilkan asam jasmonat yang berfungsi menghambat penebaran pada dedaunan. Menurut Purwandari (2014), melaporkan bahwa pertumbuhan optimum *L. theobromae* yaitu lama inkubasi 2,5 hari dengan suhu 40°C. Fermentasi *L. theobromae* selama 7 hari menghasilkan asam jasmonat yang

maksimal. Asam jasmonat termasuk hormon pada tumbuhan dan bersifat volatil (mudah menguap), serta metil esternya (metil jasmonat) yang berfungsi untuk menyimpan protein pada saat terkena cahaya.

D. Residu Protein

Protein yang terkandung dalam bahan pangan akan mengalami pencernaan setelah dikonsumsi menjadi unit-unit penyusunnya seperti asam-asam amino dan atau peptida (Damodaran, 1996). Proses pencernaan protein tersebut membutuhkan bantuan enzim protease, seperti tripsin, kimotripsin, pepsin, dan sebagainya. Asam-asam amino inilah yang selanjutnya akan diserap oleh usus, dan kemudian dialirkan ke seluruh tubuh untuk digunakan dalam pembentukan jaringan-jaringan baru dan mengganti jaringan tubuh yang rusak (Winarno, 1997).

Asam-asam amino gugus aromatik seperti fenilalanin, tirosin, dan triptopan dapat diurai oleh bantuan enzim pepsin sehingga didapatlah residu protein. Residu protein adalah protein yang tidak terhidrolisis oleh pepsin dalam prosesnya, semakin rendah residu protein maka semakin banyak protein yang dapat dihidrolisis dengan baik sehingga jumlah asam amino yang dapat diserap dan digunakan oleh tubuh akan tinggi. Sebaliknya apabila residu protein tinggi maka protein yang terhidrolisis menjadi asam amino sedikit sehingga jumlah asam amino yang dapat diserap dan digunakan oleh tubuh rendah karena sebagian besar akan ikut bersama pepsin (Muchtadi, 1989).

Penentuan residu protein dapat dilakukan dengan bantuan enzim pepsin (Han dan Persons, 1991). Larutan enzim pepsin yang digunakan dicampurkan kedalam

larutan HCl dalam keadaan hangat (suhu 40-45⁰C) lalu dishaker selama 16 jam, kemudian larutan yang diperoleh diambil supernatannya dengan disaring menggunakan kertas saring sehingga didapat residunya. Residu protein dianalisis dengan metode *kjeldahl* dan didapatkan nilai residu protein dari produk.

Residu Protein yang diperoleh berarti protein yang tidak tercerna sehingga semakin tinggi residu protein yang diperoleh maka daya cerna protein yang dihasilkan rendah dan sebaliknya semakin rendah residu protein maka daya cerna protein yang dihasilkan akan tinggi karena protein akan lebih banyak yang tercerna.

III. BAHAN DAN METODE

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Analisis Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni sampai dengan Oktober 2015.

B. Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan yaitu hasil samping udang, kapang *Aspergillus niger* (Agrotekno), *Rhizopus oryzae* (Raprima), dan *Lasiodiplodia theobromae* (hasil pembusukan pisang dari pasar tugu). Sedangkan bahan yang dibutuhkan untuk analisis antara lain aquades, enzim pepsin, Na_2CO_3 , etanol, metanol, K_2SO_4 , H_2SO_4 , HgO, NaOH, HNO_3 , HCl, n-heksana, aquades 98%, NaCl, dan bahan penunjang analisis lainnya.

Alat yang digunakan untuk fermentasi hasil samping udang antara lain baskom, timbangan, *stopwatch*, pengaduk, oven (Memmert), plastik, pipet tetes, pipet ukur, tabung reaksi, gelas ukur, *rubber bulb*, *erlenmeyer*, *beaker glass*, mikro pipet, pipet tip, *vortex*, *inkubator*, *sentrifuge* (Thermo Electron Corporation), spatula, tabung, *spectrophotometer*, desikator, cawan porselin, labu *kjeldahl*, gelas ukur, pipet, kertas saring, labu lemak, pemanas listrik, kapas, dan penjepit.

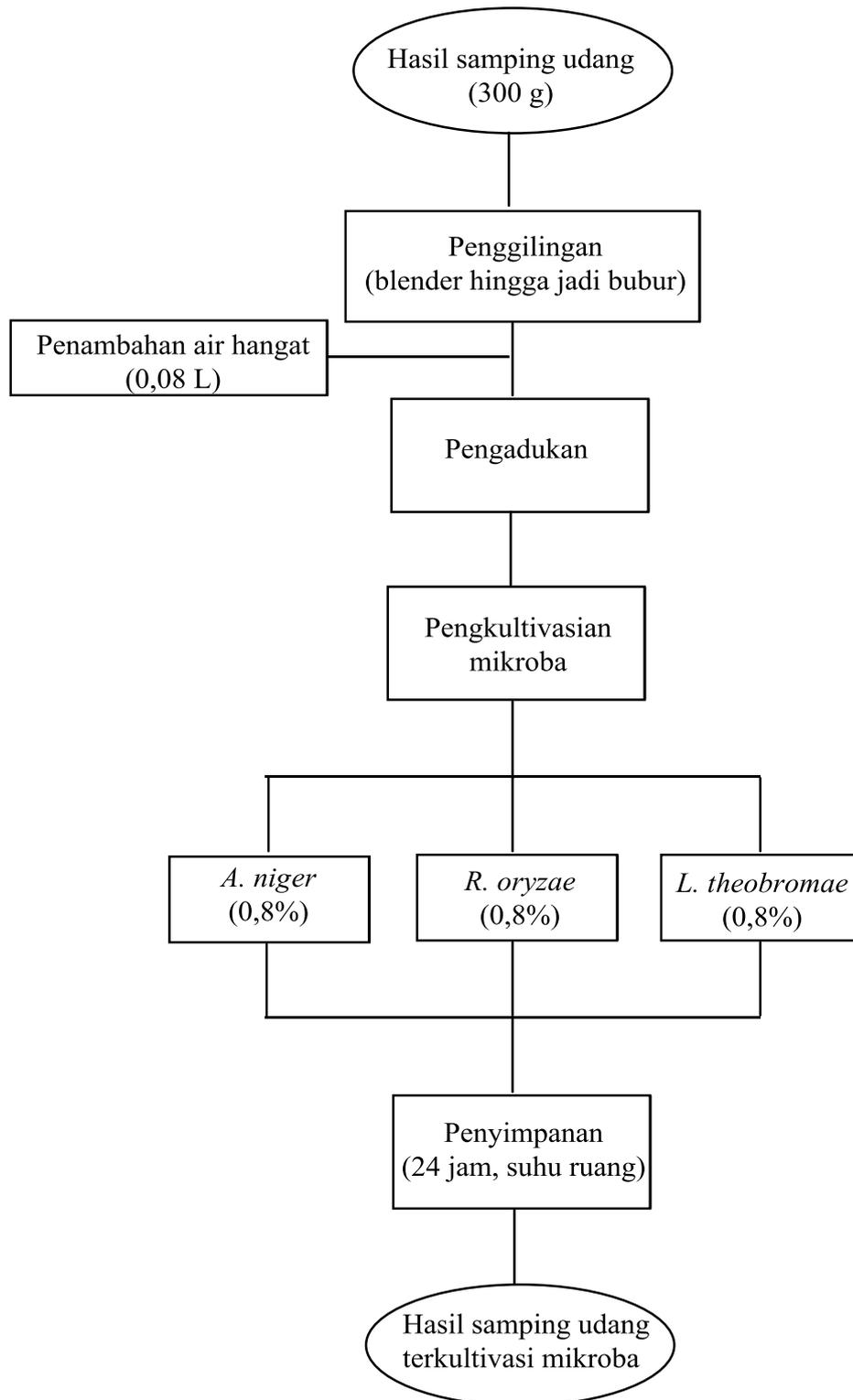
C. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) faktorial. Penelitian dilakukan menggunakan dua faktor perlakuan dengan tiga kali ulangan. Faktor pertama yaitu jenis mikroorganisme antara lain *Aspergillus niger* (M1), *Rhizopus oryzae* (M2), dan *Lasiodiplodia theobromae* (M3). Faktor kedua yaitu lama fermentasi antara lain 0 jam (L0), 24 jam (L1), 48 jam (L2), dan 72 jam (L3). Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis sidik ragam untuk mendapatkan penduga ragam galat dan uji signifikan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan antarperlakuan. Kehomogenan data diuji dengan uji Bartlett dan kemenambahan data diuji dengan uji Tuckey. Uji lanjut penelitian ini menggunakan uji ortogonal polinomial pada taraf 1% dan 5%.

D. Pelaksanaan Penelitian

1. Persiapan Kultur

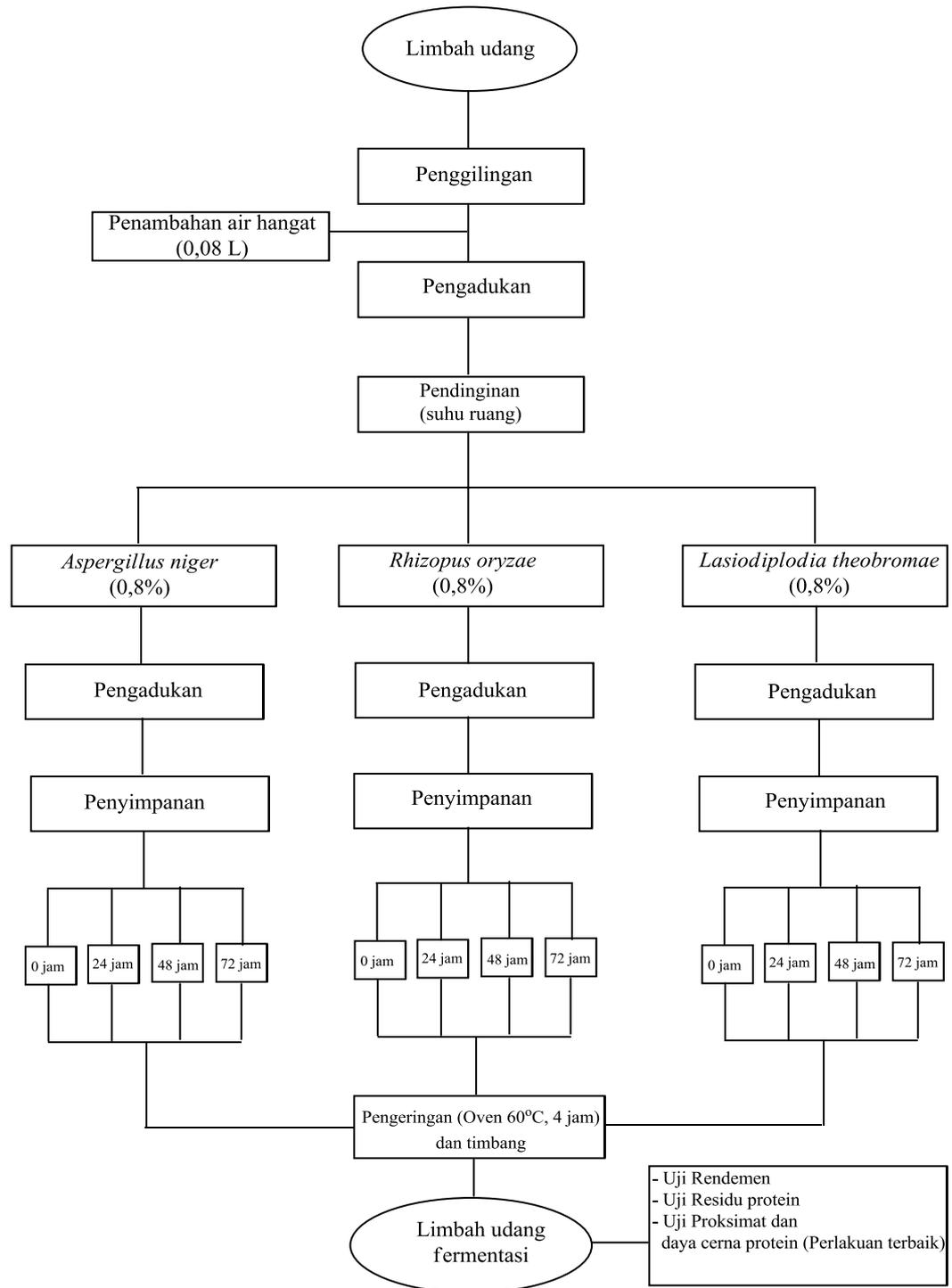
Persiapan kultur dilakukan terhadap tiga jenis mikroba yaitu *A. niger*, *R. oryzae*, dan *L. theobromae*. Masing-masing mikroba ditambahkan kedalam media hasil samping pengolahan udang. Sebanyak 300 g hasil samping udang yang telah dikeringkan lalu dihancurkan dengan blender hingga halus. Lalu ditambahkan air hangat sebanyak 80 mL. Masing-masing jenis mikroba ditambahkan kedalam media hasil samping udang sebanyak 0,8%. Setelah merata tutup dengan plastik selama 24 jam. Setelah 24 jam, kultur mikroba dalam media hasil samping udang siap digunakan untuk tahapan fermentasi. Diagram alir persiapan kultur mikroba dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Persiapan kultur mikroba dalam hasil samping udang (Supriyati, 2003 yang dimodifikasi)

2. Fermentasi Hasil Samping Udang

Fermentasi terhadap hasil samping udang ini menggunakan tiga jenis mikroba yaitu *A. niger*, *R. oryzae*, dan *L.theobromae*. Fermentasi dilakukan dengan metode Supriyati (2003) dengan modifikasi. Sebanyak 300 g hasil samping udang masing-masing dimasukkan *A. niger*, *R. oryzae*, dan *L. theobromae* sebanyak 0,8% yang telah dikultivasi dari berat sampel dan diaduk kembali. Setelah merata ditutup dengan plastik. Fermentasi dilakukan selama 0, 24, 48, dan 72 jam. Hasil samping udang terfermentasi dipotong-potong, diremas, dan dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C. Selanjutnya diamati rendemen dan dianalisis residu protein. Diagram alir proses pembuatan hasil samping udang fermentasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir proses fermentasi hasil samping udang (Supriyati, 2003 yang dimodifikasi)

E. Pengamatan

Parameter yang diamati pada produk fermentasi hasil samping udang yang telah ditumbuhi mikroba adalah analisis rendemen, residu protein, dan hasil terbaik dari penelitian ini dianalisis proksimat.

1. Analisis Proksimat

a. Kadar air

Analisis kadar air dilakukan dengan menggunakan metode pengovenan (AOAC, 2005). Prinsipnya yaitu dengan menguapkan molekul air bebas yang ada dalam sampel. Sampel ditimbang sampai didapat bobot konstan dengan asumsi semua air yang terkandung dalam sampel sudah diuapkan. Banyaknya air yang diuapkan merupakan selisih bobot sebelum dan sesudah pengeringan. Cawan yang akan digunakan dioven terlebih dahulu selama 30 menit pada suhu 100-105°C. Cawan didinginkan dalam desikator untuk menghilangkan uap air dan ditimbang (diukur sebagai berat A). Sampel ditimbang sebanyak 2 g dalam cawan yang sudah dikeringkan (dihitung sebagai berat B) kemudian dioven pada suhu 100-105°C selama 6 jam. Sampel didinginkan dalam desikator selama 10 menit dan ditimbang (diukur sebagai berat C). Tahap ini diulangi hingga dicapai bobot yang konstan.

Penentuan kadar air dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

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

Keterangan :

A = berat cawan kosong (g)

B = berat cawan + sampel awal (g)

C = berat cawan + sampel kering (g)

b. Kadar abu

Analisis kadar abu dilakukan menggunakan metode pengovenan (AOAC, 2005). Prinsipnya adalah dengan pembakaran bahan-bahan organik yang diuraikan menjadi air dan karbondioksida tetapi zat anorganik tidak terbakar. Zat anorganik ini disebut abu. Cawan yang akan digunakan dioven terlebih dahulu selama 30 menit pada suhu 100-105°C. Cawan didinginkan dalam desikator untuk menghilangkan uap air dan ditimbang (A). Sampel ditimbang sebanyak 2 g dalam cawan yang sudah dikeringkan (B) kemudian dibakar di atas nyala pembakar sampai tidak berasap dan dilanjutkan dengan pengabuan di dalam tanur bersuhu 550-600°C sampai pengabuan sempurna. Sampel yang sudah diabukan didinginkan dalam desikator dan ditimbang (C). Tahap pembakaran dalam tanur diulangi sampai didapat bobot yang konstan. Penentuan kadar abu dihitung dengan rumus sebagai berikut.

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

Keterangan :

A = berat cawan kosong (g)

B = berat cawan + sampel awal (g)

C = berat cawan + sampel kering (g)

c. Kadar lemak

Analisis kadar lemak dilakukan dengan metode sokhlet (AOAC, 2005).

Prinsipnya adalah lemak yang terdapat dalam sampel diekstrak dengan menggunakan pelarut lemak non polar. Labu didih yang akan digunakan dioven selama 10 menit pada suhu 100-105°C. Labu didih kemudian didinginkan dalam desikator untuk menghilangkan uap air dan ditimbang (A). Sampel sebanyak 2 g

ditimbang (B), kemudian dibungkus dengan kertas saring. Selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam ekstraksi sokhlet yang telah dihubungkan dengan labu didih. Pelarut non polar dituangkan sampai sampel terendam dan dilakukan refluks atau ekstraksi lemak selama 5-6 jam atau sampai pelarut lemak yang turun ke labu lemak berwarna jernih. Pelarut lemak yang telah digunakan, disuling dan ditampung. Ekstrak lemak yang ada dalam labu didih dikeringkan dalam oven bersuhu 70°C selama 10 menit. Labu didih yang berisi lemak hasil ekstraksi didinginkan dalam desikator lalu ditimbang (C). Penentuan kadar lemak dihitung dengan rumus sebagai berikut.

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

Keterangan :

A = berat labu didih kosong (g).

B = berat sampel (g)

C = berat labu didih dan lemak hasil ekstraksi (g)

d. Kadar protein

Analisis kadar protein dilakukan dengan metode *kjeldahl* (AOAC, 2005).

Prinsipnya adalah oksidasi bahan-bahan berkarbon dan konversi nitrogen menjadi amonia oleh asam sulfat, selanjutnya amonia bereaksi dengan kelebihan asam membentuk amonium sulfat. Amonium sulfat yang terbentuk diuraikan dan larutan dijadikan basa dengan NaOH. Amonia yang diuapkan akan diikat dengan asam borat. Nitrogen yang terkandung dalam larutan ditentukan jumlahnya dengan titrasi menggunakan larutan baku asam. Prosedur analisis kadar protein sebagai berikut: sampel ditimbang sebanyak 0,1-0,5 g, dimasukkan ke dalam labu *kjeldahl* 100 mL, ditambahkan dengan 1/4 buah tablet *kjeltab*, kemudian

didekstruksi (pemanasan dalam keadaan mendidih) sampai larutan menjadi hijau jernih dan SO₂ hilang. Larutan dibiarkan dingin dan dipindahkan ke labu 50 ml dan diencerkan dengan akuades sampai tanda tera, dimasukkan ke dalam alat destilasi, ditambahkan dengan 5-10 mL NaOH 30-33% dan dilakukan destilasi. Destilat ditampung dalam larutan 10 mL asam borat 3% dan beberapa tetes indikator (larutan *bromcresol green* 0,1% dan 29 larutan metil merah 0,1% dalam alkohol 95% secara terpisah dan dicampurkan antara 10 mL *bromcresol green* dengan 2 ml metil merah) kemudian dititrasi dengan larutan HCl 0,02 N sampai larutan berubah warnanya menjadi merah muda. Penentuan kadar protein dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Protein (\%)} = \frac{(VA - VB) \text{ HCl} \times N \text{ HCl} \times 14,007 \times 6,25 \times 100\%}{W \times 1000}$$

Keterangan :

- VA = mL HCl untuk titrasi sampel
 VB = mL HCl untuk titrasi blanko
 N = Normalitas HCl standar yang digunakan 14,007 : berat atom Nitrogen
 6,25 : faktor konversi protein untuk pakan
 W = Berat (g)

Kadar protein dinyatakan dalam satuan g/100 g sampel (%).

2. Analisa Rendemen

Analisa rendemen dilakukan dengan cara membandingkan berat awal bahan dengan berat akhir bahan. Presentase kehilangan berat dapat diketahui selama proses pengolahan. Prinsipnya yaitu dengan menghitung berat awal bahan sebelum proses dikurangi dengan berat akhir setelah proses yang nantinya akan dipresentasikan. Hasil samping udang sebelum dilakukan fermentasi dilakukan penimbangan terlebih dahulu dan dicatat. Selanjutnya setelah mengalami proses

fermentasi dan mendapatkan hasil maka hasil samping udang fermentasi ditimbang lagi dan dicatat. Hasil yang diperoleh selanjutnya dihitung dengan rumus sebagai berikut :

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

Keterangan :

A = berat akhir bahan (g)

B = berat awal bahan (g)

3. Analisa residu protein

Residu protein dari fermentasi hasil samping udang hasil olahan dilakukan dengan metode Han dan Persons (1991) dengan menggunakan larutan pepsin yang terbuat sebagai berikut; 90 ml HCl dilarutkan atau diencerkan menjadi 1,5 L. Kemudian ditambahkan larutan pepsin 0,2 % (b/v) yang disiapkan dengan cara menghangatkan larutan HCl tadi hingga suhu 42–45°C dan ditambahkan enzim pepsin sebanyak 3 g. Larutan tersebut diaduk pelan-pelan. Hasilnya adalah larutan pepsin 0,2% dalam HCl 1,25 N. Selanjutnya sampel ditimbang sebanyak 5 g dan dimasukkan kedalam erlemeyer, kemudian ditambahkan 150 mL larutan pepsin. Erlemeyer ditutup dan digoyang pada *shaker waterbath* selama 16 jam. Sesudah itu larutan didiamkan selama 15 menit dan supernatannya disaring dengan kertas saring, kemudian residunya dicuci. Residu yang diperoleh selanjutnya akan dianalisa kandungan proteinnya menggunakan metode *kjeldahl* (AOAC, 2005) untuk mengetahui persentase residu protein.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Total rendemen yang dihasilkan pada produk fermentasi hasil samping udang menggunakan mikroorganisme *Aspergillus niger* dan *Lasiodiplodia theobromae* memiliki kecenderungan secara kuadratik, namun tidak demikian pada mikroorganisme *Rhizopus oryzae*
2. Residu protein yang dihasilkan pada produk hasil samping udang pada masing - masing mikroorganisme memiliki kecenderungan secara kuadratik.
3. Produk fermentasi hasil samping udang yang difermentasi menghasilkan titik minimum terbaik yaitu residu protein pada *A. niger* sebesar 4,00% dengan lama fermentasi 35,63 jam dan rendemen pada *L. theobromae* 65,92% dengan lama fermentasi 27,70 jam.

B. Saran

Perlu adanya kombinasi penambahan bahan bersumber energi lain sebagai pemenuh nutrisi bagi pertumbuhan mikroorganisme selama fermentasi dan perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui daya cerna protein secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexopoulos, C. J., C. W. Mims, dan M. Blackwell. 1996. *Introductory Mycology*. 4th ed. John Wiley and Sons Inc. USA.
- Ant. 2015. [Http://economy.okezone.com/read/2015/03/04/320/1113613/menteri-susi-kunjungi-daerah-penghasil-udang-terbesar](http://economy.okezone.com/read/2015/03/04/320/1113613/menteri-susi-kunjungi-daerah-penghasil-udang-terbesar). Diakses pada tanggal 22 Oktober 2015 pukul 21.00 WIB.
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. *Benjamin Franklin Station*. Washington.
- Badan Pusat Statistik. 2009. *Tingkat Produksi Udang Indonesia*. BPS. Jakarta.
- Chernin, L., A. Gafni, R. Moses-Koch, U. Gerson, dan A. Szteinberg. 1998. Chitinolytic activity of the acaropathogenic fungi *Hirsutella thompsonii* and *Hirsutella necatrix*. *Can J Microbiol* ;43:440–446.
- Dahuri, R. 2003. Perkembangan Pembangunan Kelautan dan Perikanan. *Departemen Kelautan dan Perikanan*. Hal 65.
- Damodaran, S. 1996. Amino Acids, Peptides, and Proteins. Di dalam: Fennema, O.R. (Ed.). *Food Chemistry. Third Edition*. New York: Marcel Dekker.
- Djunaidi, I. H. dan D. Hardini. 2006. Kandungan nutrisi dan pencernaan bahan kering *in-vitro* limbah udang hasil fermentasi dengan *Aspergillus oryzae*. *Jurnal Ilmu-ilmu Peternakan*. 20 (2): 31 – 35. Fakultas Peternakan UB. Brawijaya.
- Enari, T. M. 1983. Microbial Cellulase: W.M. Fogarty (Ed.). *Microbial Enzymes and Biotechnology*. Applied Science Pub. New York. 183 hlm.
- Erwan, E. dan Resmi. 2004. Performan ayam lurik yang diberi tepung limbah udang olahan sebagai pengganti tepung ikan dalam ransom. *Jurnal Ilmu-ilmu Peternakan. Vol. II No. 1 Edisi Februari 2004*. Fakultas Peternakan Universitas Jambi.
- Fardiaz, S. 1989. disarikan dari Hardjo, S., N. S. Indrasti, dan T. Bantacut. Biokonversi : Pemanfaatan Limbah Industri Pertanian. *Bahan Ajar*. Departemen Pendidikan dan kebudayaan. Direktorat jendral Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas pangan dan Gizi Intitut Pertanian Bogor.

- Fardiaz, S. 1992. Mikrobiologi Pangan. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 142 hlm.
- Gandjar, I. 1977. The Fermentation of *Mucuna Pruriens* Seeds. *First Asean Workshop Of Grain Legumes*. Cikopo. Bogor.
- Han, Y. dan C. M. Persons. 1991. Protein and Amino Acid Quality of Feather Meals. *Poult. Sci.* 70:812-822.
- Hardjo, S. S., N. S. Indrasti, dan B. Tajuddin. 1989. Biokonveksi: Pemanfaatan Limbah Industri Pertanian. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. IPB.
- Hasma. 2000. Pengaruh Lama Perendaman Dan Konsentrasi NaOH Terhadap Kualitas Gelatin Kulit Kaki Ayam Ras Pedaging. *Skripsi*. Makassar: Fakultas Peternakan. Universitas Hasnuddin.
- Hesseltine, C. W. 1965. Research at Northern Regional Research Laboratory on Fermented Foods. Proc. Conf. *Soybean Products for Protein in Human Foods*. USDA. 275–288.
- Hidayat, N. 2006. Mikrobiologi Industri. Penerbit Andi. Yogyakarta. 198 hlm.
- Junianto, K. Haetami, dan R. Rostika. 2000. Pengaruh Berbagai Imbangan Energi Protein Ransum Silase Ikan terhadap Efisiensi Pakan pada Ikan Jambal Siam (*Pangasius hypophthalmus Sauvage*). *Journal Bionatura Vol II (3)* : 36-143.
- Krissetiana, H. 2004. *Khitin dan Khitosan dari Limbah Udang*. H.U. Suara Merdeka. Jakarta.
- Landecker-Moore, M. E. 1996. Fundamentals of the fungi, Fourth edition, Prentice-Hall, Inc., New Jersey. 360 hlm.
- Mairizal. 2009. Pengaruh pemberian kulit biji kedelai hasil fermentasi dengan *Aspergillus niger* sebagai pengganti jagung dan bungkil kedelai dalam ransum terhadap retensi bahan kering, bahan organik, dan serat kasar pada ayam pedaging. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan XII*. (1):35-40.
- Manjang, Y. 1993. Analisa Ekstrak Berbagai Jenis Kulit Udang Terhadap Mutu Khitosan. *Journal Penelitian Andalas 12*. Hal 138-143.
- Mirzah. 2006. Efek pemanasan limbah udang yang direndam dalam air abu sekam terhadap kandungan nutrisi dan energi metabolis pakan. *Jurnal Peternakan*. Universitas Andalas. 3: 47 – 54.
- Muchtadi, T. R. 1989. *Teknologi Proses Pengolahan Pangan*. PAU Pangan dan Gizi. IPB. Bogor.

- Muchtadi, T. R. 1997. *Teknologi Proses Pengolahan Pangan*. IPB-Press. Bogor.
- No, H. K., S. P. Meyer, dan K. S. Lee. 2004. Isolation and characterization of chitin from crawfish shell waste. *J. agric. Food Chem.* 37(3) : 575-579.
- Ockerman, H. W. 1987. *Source Book for Food Scientist*. The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
- Palupi, R. 2011. Pemanfaatan kapang *Trichoderma viridae* dalam Proses Fermentasi untuk Meningkatkan Kualitas dan Daya Cerna Protein Limbah Udang Sebagai Pakan Ternak Unggas. *Journal Unsri*. Palembang. Hal 672-677.
- Purnomo, H. 1995. *Aktifitas Air dan Peranannya dalam Pengawetan Pangan*. UI-Press, Jakarta. 88 hlm.
- Purwandari, U., N. Novia, dan D. Hidayati. 2014. Modeling and Optimising the Growth of *Lasiodiplodia theobromae* During Gathotan Fermentation. *Microbiology Indonesia vol. 8* : 112-120.
- Rachman, A. 1989. *Pengantar Teknologi Fermentasi*. PAU Pangan dan Gizi. IPB. Bogor.
- Riyanto, I. 2006. Analisis Kadar, Daya Cerna, dan Karakteristik Protein Daging Ayam Kampung dan Hasil Olahannya. *Skripsi*. IPB. Bogor.
- Salamiah. 2009. Pengendalian Penyakit Kulit Diplodia Pada Jeruk Siam Banjar Menggunakan Pengetahuan Dasar Mengenai Siklus Penyakit dan Penerapan GAP . *Prosiding Seminar Buah Nusantara: 55 -71*.
- Semangun, H. 2007. *Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Shurtleff, W. dan A. Aoyagi. 1979. *The Book of Tofu*. Autum Press. Massachusets. 336 hlm.
- Supriyati. 2003. Onggok Terfermentasi dan Pemanfaatannya dalam Ransum Ayam Ras Pedaging. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner. Vol 8, No 3*. Departemen Pertanian Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Jakarta.
- Soetrisno. 1996. *Taksonomi Spermatophyta Untuk Farmasi. edisi I*. Fakultas Farmasi. Universitas Pancasila. Jakarta.
- Suliantari dan W. P. Rahayu. 1990. *Teknologi Biodegradasi Biji-bijian dan Umbi-umbian*. Depdikbud dan Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. IPB. Bogor. 152 hlm.

- Suptijah, P., E. E. Salamah, H. Sumaryanto, S. Purwaningsih, dan J. Santoso. 1992. Pengaruh Berbagai Metode Isolasi Khitin Kulit Udang terhadap Kadar dan Mutunya. Laporan Penelitian. Bogor: Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor.
- Tannenbeum, S. R. dan D. L. C. Wang. 1975. Single-cell Protein IT. The Massachusetts Institute of Technology Press. London. 458 hlm.
- Winarno, F. G. 1980. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 253 hlm.
- Winarno, F. G. dan B. S. L. Jenni. 1983. Kerusakan Bahan Pangan dan Cara Pencegahannya. Galia Indonesia, Bogor. 148 hlm.
- Winarno, F.G. 1997. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.