

**PENDUGAAN UMUR SIMPAN TEPUNG JAMUR TIRAM PUTIH
(*Pleurotus ostreatus*) PADA KEMASAN PLASTIK POLIETILEN
DENGAN METODE AKSELERASI**

(Skripsi)

Oleh

MUHAMMAD NURREZA HIDAYAT



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

ABSTRACT

SHELF LIFE PREDICTION of THE WHITE OYSTER MUSHROOMS (*Pleurotus ostreatus*) FLOUR in POLIETILAN PLASTIC PACKAGING with ACCELERATION METHOD

Oleh

MUHAMMAD NURREZA HIDAYAT

The aim of this research was to get the shelf life prediction of the white oyster mushrooms flour in polyethylene plastic packaging with Arrhenius method. The research is prepared descriptively with twice repeat. The white oyster mushrooms flour in polyethylene plastic packaging with 0,03 mm thickness were stored at 30°C; 40°C and 50°C temperatures for one month (28 days). Observations were focused on water content, free fatty acid content, protein content, and flavor and color of the white oyster mushrooms flour on 0, 7, 14, 21 and 28 days. The results of parameters data used to predict the shelf life of the white oyster mushrooms flour using Arrhenius method using Microsoft Excel Software. The result showed that white oyster mushrooms flour that packed in plastic polyethylene at 30°C temperature can last for 130,67 days (4,3 months) based protein content parameter on zero order reaction with contained 10,14% water, contained 1,02% free fatty acid, contained 23,69% protein, flavor score 3,70, and color score 5,00.

Keywords : *acceleration method, polietilen plastic packaging, shelf life, white oyster mushrooms flour*

ABSTRAK

PENDUGAAN UMUR SIMPAN TEPUNG JAMUR TIRAM PUTIH (*Pleurotus ostreatus*) PADA KEMASAN PLASTIK POLIETILEN DENGAN METODE AKSELERASI

Oleh

MUHAMMAD NURREZA HIDAYAT

Tujuan penelitian adalah mendapatkan umur simpan tepung jamur tiram putih dalam kemasan plastik polietilen dengan metode Arrhenius. Penelitian disusun secara deskriptif dengan dua kali ulangan. Tepung jamur tiram putih dalam kemasan plastik polietilen dengan ketebalan 0,03 mm disimpan pada tiga kondisi suhu penyimpanan yaitu suhu 30 °C; 40 °C dan 50 °C. selama satu bulan (28 hari). Pengamatan dilakukan terhadap kadar air, kadar asam lemak bebas, kadar protein, warna dan aroma tepung jamur tiram putih pada hari ke 0, 7, 14, 21 dan 28. Data hasil pengujian digunakan untuk menentukan umur simpan menggunakan metode Arrhenius dengan software Microsoft Excel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa umur simpan tepung jamur tiram putih dalam kemasan plastik polietilen pada suhu 30°C selama 130.67 hari (4.3 bulan) berdasarkan parameter kadar protein ordo reaksi nol dengan kadar air sebesar 10,14 %, kadar asam lemak bebas sebesar 1,02 %, kadar protein sebesar 23,69%, aroma sebesar 3,70, dan warna sebesar 5,00.

Kata Kunci : metode akselerasi, plastik polietilen, umur simpan, tepung jamur tiram putih

**PENDUGAAN UMUR SIMPAN TEPUNG JAMUR TIRAM
PUTIH (*Pleurotus ostreatus*) PADA KEMASAN PLASTIK
POLIETILEN DENGAN METODE AKSELERASI**

Oleh

MUHAMMAD NURREZA HIDAYAT

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
2018**

Judul Skripsi : **PENDUGAAN UMUR SIMPAN TEPUNG JAMUR TIRAM PUTIH (*Pleurotus ostreatus*) PADA KEMASAN PLASTIK POLIETILEN DENGAN METODE AKSELERASI**

Nama Mahasiswa : **Muhammad Nurreza Hidayat**

No. Pokok Mahasiswa : 1314051031

Program Studi : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Pertanian



Dr. Ir. Sussi Astuti, M.Si.
NIP 19670824 199303 2 002

Ir. Sri Setyani, M.S.
NIP 19531014 198303 2 003

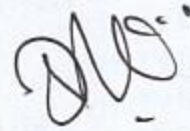
2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

Ir. Susilawati, M.Si.
NIP 19610806 198702 2 001

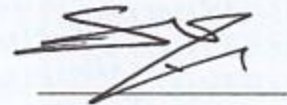
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Ir. Sussi Astuti, M.Si.**

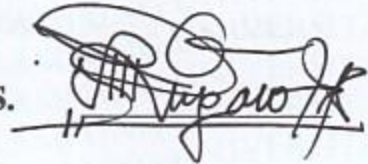


Sekretaris : **Ir. Sri Setyani, M.S.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Suharyono, A.S., M.S.**

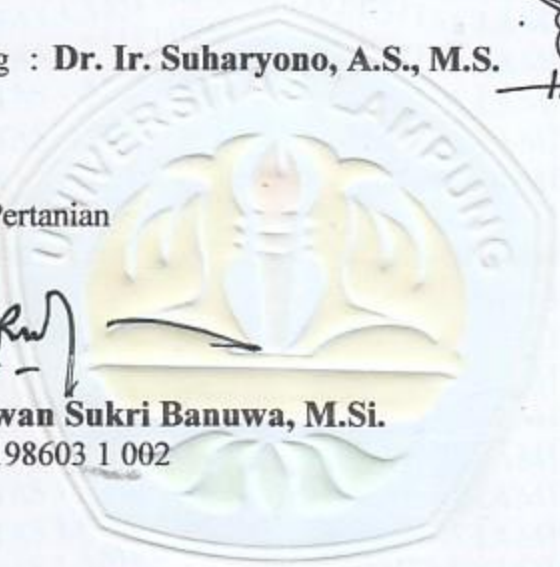


2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Arwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP. 19611020 198603 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **20 Agustus 2018**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya Muhammad Nurreza Hidayat NPM 1314051031. Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya sendiri yang berdasarkan pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 20 Agustus 2018
Yang membuat pernyataan,



Muhammad Nurreza Hidayat
NPM. 1314051031

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 14 Oktober 1995 sebagai anak kedua dari tiga bersaudara, pasangan dari Bapak Syamsul Hidayat dan Ibu Hamidah. Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-Kanak di TK Gula Putih Mataram, Lampung Tengah pada tahun 2001, Sekolah Dasar di SDS 1 Gula Putih Mataram pada tahun 2007, Sekolah Menengah Pertama di SMPS 1 Gula Putih Mataram pada tahun 2010, dan Sekolah Menengah Atas di SMAS Sugar Group Lampung Tengah pada tahun 2013. Penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur undangan Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi (SBMPTN) tahun 2013. Bulan Januari-Februari 2017 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Mataram Udik Kecamatan Bandar Mataram Kabupaten Lampung Tengah dan bulan Juli-Agustus 2016 penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Koperasi Peternakan Bandung Selatan (KPBS) Bandung. Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi Staff Kementrian Kesejahteraan Mahasiswa Badan Eksekutif Mahasiswa tahun ajaran 2014/2015,

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas Rahmat, Hidayah, dan Inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini yang berjudul “Pendugaan Umur Simpan Tepung Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) pada Kemasan Plastik Polietilen dengan Metode Akselerasi” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari keterlibatan berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ibu Ir. Susilawati, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas izin penelitian yang diberikan.
3. Ibu Dr. Ir. Sussi Astuti, M.Si., selaku Pembimbing Utama dan Pembimbing Akademik yang telah berkenan memberikan bantuan fasilitas, dana, arahan, saran, dukungan, nasehat, masukan, dan bimbingan yang membangun bagi penulis selama dalam proses penelitian hingga penyelesaian skripsi penulis.
4. Ibu Ir. Sri Setyani, M.S., selaku Pembimbing Kedua yang telah banyak memberikan arahan, saran, masukan, dan bimbingan yang sangat membangun bagi penulis selama proses penelitian hingga penyelesaian skripsi penulis.

5. Bapak Dr. Ir. Suharyono AS., M.S., selaku penguji pada ujian skripsi atas masukan, kritik, evaluasi, dan saran yang telah diberikan kepada penulis dalam proses penelitian hingga penyelesaian skripsi penulis.
6. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknologi Hasil Pertanian yang telah banyak memberikan bekal ilmu pengetahuan dan bantuannya kepada penulis selama menjadi mahasiswa di Jurusan THP.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi perbaikan selanjutnya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Penulis,

Muhammad Nurreza Hidayat

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan nutrisi jamur tiram putih per 100 g bahan	9
2. Kandungan asam amino esensial jamur tiram putih per 100 g protein	9
3. Komposisi kimia tepung jamur tiram putih	12
4. Sifat fisik, mekanis dan thermal dari Polietilen	16
5. Penentuan suhu pengujian umur simpan produk	22
6. Quesioner uji sensori tepung jamur tiram putih	37
7. Plot hubungan suhu penyimpanan dengan parameter mutu hubungan 1/T dan slope (k).....	51
8. Umur simpan tepung jamur tiram putih berdasarkan beberapa parameter penurunan mutu pada berbagai suhu penyimpanan (30°C,40°C, dan 50°C)	54
9. Data kadar air (%) tepung jamur tiram putih setiap perlakuan selama penyimpanan.....	64
10. Data kadar ALB (%) tepung jamur tiram putih setiap perlakuan selama penyimpanan.....	64
11. Data kadar protein (%) tepung jamur tiram putih setiap perlakuan selama penyimpanan.....	65
12. Data hasil uji skoring terhadap warna tepung jamur tiram putih	65
13. Data hasil uji skoring terhadap aroma tepung jamur tiram putih	66
14. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter kadar air	69
15. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter kadar air	72
16. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter Kadar asam lemak bebas.	75
17. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter kadar asam lemak bebas.	78
18. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter kadar protein	82
19. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter kadar protein.	85
20. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter aroma tepung jamur tiram putih	88
21. Nilai k dan ln k pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter aroma tepung jamur tiram putih	91

22. Nilai k dan $\ln k$ pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter warna tepung jamur tiram putih..... 95
23. Nilai k dan $\ln k$ pada tiga suhu penyimpanan berdasarkan parameter warna tepung jamur tiram putih..... 98

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Jamur tiram putih	7
2. Diagram alir pembuatan tepung jamur tiram putih.....	11
3. Diagram alir pembuatan tepung jamur tiram putih.....	27
4. Grafik regresi linear parameter mutu tepung jamur tiram putih pada kemasan alumunium foil (ordo 0)	30
5. Grafik regresi linear parameter mutu tepung jamur tiram putih pada kemasan alumunium foil (ordo 1)	30
6. Grafik hubungan antara nilai $\ln k$ dan $1/T$ dalam persamaan Arrhenius	30
7. Diagram alir pendugaan umur simpan tepung jamur tiram putih	32
8. Histogram hubungan antara lama penyimpanan tepung jamur tiram putih terhadap kadar air pada suhu 30°C , 40°C , dan 50°C dalam kemasan polietilen.....	39
9. Histogram hubungan antara lama penyimpanan tepung jamur tiram putih terhadap kadar asam lemak bebas pada suhu 30°C , 40°C , dan 50°C dalam kemasan polyethilen.....	42
10. Histogram hubungan antara lama penyimpanan tepung jamur tiram putih terhadap kadar protein pada suhu 30°C , 40°C , dan 50°C dalam kemasan polietilen.....	44
11. Histogram hubungan antara lama penyimpanan tepung jamur tiram putih terhadap skor aroma tepung jamur tiram putih.	46
12. Histogram hubungan antara lama penyimpanan tepung jamur tiram putih terhadap skor warna tepung jamur tiram putih.	48
13. Gambar regresi linear kadar air tepung jamur tiram putih pada kemasan plastik polietilen (ordo 0).....	68
14. Grafik hubungan antara \ln nilai k kadar air dengan $1/T$ tepung jamur tiram putih dalam kemasan plastik polietilen.....	69
15. Gambar regresi linear kadar air tepung jamur tiram putih pada kemasan plastik polietilen (ordo 1).	71
16. Grafik hubungan antara \ln nilai k kadar air dengan $1/T$ tepung jamur tiram putih dalam kemasan plastik polietilen.....	73
17. Grafik regresi linear kadar asam lemak bebas tepung jamur tiram putih dalam kemasan plastik polietilen (ordo 0).	75
18. Grafik hubungan antara \ln nilai k kadar asam lemak bebas dengan $1/T$ tepung jamur tiram putih dalam kemasan plastik polietilen.	76
19. Grafik regresi linear kadar asam lemak bebas tepung jamur tiram putih dalam kemasan plastik polietilen (ordo 1).	78

20. Hubungan antara \ln nilai k kadar asam lemak bebas dengan $1/T$ tepung jamur tiram putih dalam kemasan plastik polietilen.	79
21. Grafik regresi linear kadar protein tepung jamur tiram putih dalam Kemasan plastik polietilen (ordo 0).	81
22. Grafik hubungan antara \ln nilai k kadar protein dengan $1/T$ tepung jamur tiram putih dalam kemasan plastik polietilen.	82
23. Grafik regresi linear kadar protein tepung jamur tiram putih dalam kemasan plastik polietilen (ordo 1).	84
24. Grafik hubungan antara \ln nilai k kadar protein dengan $1/T$ tepung Jamur tiram putih dalam kemasan plastik polietilen.	85
25. Grafik regresi linear aroma tepung jamur tiram putih dalam kemasan plastik polietilen (ordo 0).	87
26. Grafik hubungan antara $1/T$ dengan \ln nilai k aroma tepung jamur tiram putih dalam kemasan plastik polietilen.	89
27. Grafik regresi linear aroma tepung jamur tiram putih dalam kemasan plastik polietilen (ordo 1).	91
28. Grafik hubungan antara $1/T$ dengan \ln nilai k aroma tepung jamur tiram putih dalam kemasan plastik polietilen.	92
29. Grafik regresi linear warna tepung jamur tiram putih dalam kemasan plastik polietilen (ordo 0).	94
30. Grafik hubungan antara $1/T$ dengan \ln nilai k warna tepung jamur tiram putih dalam kemasan plastik polietilen.	95
31. Grafik regresi linear warna tepung jamur tiram putih dalam kemasan plastik polietilen (ordo 1).	97
32. Grafik hubungan antara $1/T$ dengan \ln nilai k warna tepung jamur tiram putih dalam kemasan plastik polietilen.	98
33. Jamur tiram (<i>Pleurotus otaeatus</i>).	100
34. Tangkai jamur tiram putih.	100
35. Kemasan plastik polietilen.	100
36. <i>Sealer</i>	101
37. Timbangan digital.	101
38. Potongan jamur tiram putih di dalam Loyang.	101
39. Pengeringan jamur tiram putih di dalam oven.	102
40. Jamur tiram putih setelah kering.	102
41. Proses penepungan jamur tiram putih.	102
42. Tepung jamur tiram putih.	103
43. Penimbangan tepung jamur tiram putih.	103
44. Penyealeran kemasan plastik polietilen yang berisi tepung jamur tiram putih.	103
45. Penyimpanan tepung jamur tiram putih dalam kemasan plastik polietilen di oven.	104
46. Penyaringan sampel tepung jamur tiram putih untuk analisis kadar asam lemak bebas.	104
47. Pengovenan cawan porselen berisi tepung jamur tiram putih untuk analisis kadar air.	104
48. Penyajian tepung jamur tiram putih pada uji sensori.	105
49. Pengujian uji sensori tepung jamur tiram putih.	105

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
 I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	5
 II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Jamur Tiram Putih	6
2.2 Kandungan Gizi Jamur Tiram Putih.....	8
2.3 Tepung Jamur Tiram Putih.....	10
2.4 Kemasan Plastik Polietilen.....	12
2.5 Pendugaan Umur Simpan.....	14
2.6 Ordo Reaksi	17
2.7 Metode <i>Accelerated Shelf Life Testing</i> (ASLT).....	19
 III. METODE	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.2 Bahan dan Alat	24
3.3 Metode Penelitian	25
3.4 Pelaksanaan Penelitian	25
3.4.1 Pembuatan Tepung Jamur Tiram Putih	25
3.4.2 Penyimpanan Tepung Jamur Tiram Putih.....	28
3.4.3 Analisis dan Penentuan Umur Simpan.....	28
3.5 Pengamatan	33
3.5.1 Kadar Air.....	33
3.5.2 Kadar Asam Lemak Bebas	34
3.5.3 Kadar Protein	35
3.5.4 Uji Sensori.....	36

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perubahan Mutu Tepung Jamur Tiram Putih Selama Penyimpanan.....	37
4.1.1 Kadar Air.....	37
4.1.2 Kadar Asam Lemak Bebas.....	41
4.1.3 Kadar Protein.....	43
4.1.4 Uji Sensori.....	45
4.1.4.1 Aroma.....	45
4.1.4.2 Warna.....	47
4.2 Penentuan Umur Simpan Tepung Jamur Tiram Putih.....	50

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan.....	56
5.2 Saran.....	56

DAFTAR PUSTAKA.....	57
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	64
----------------------	-----------

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jamur tiram (*Pleurotus sp.*) merupakan salah satu jenis sayuran yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat karena rasanya lezat dan memiliki nilai gizi tinggi. Jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) memiliki nilai ekonomis dan ekologi serta dapat dijadikan sebagai obat. Jamur tiram putih memiliki waktu tumbuh paling pendek jika dibandingkan jamur lain (Sanchez, 2010). Jamur tiram putih banyak dibudidayakan oleh para petani, sehingga keberadaan jamur tiram putih sangat melimpah. Menurut Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Lampung (2015) produksi jamur tiram putih pada tahun 2014 di Lampung sebanyak 330.550 kuintal, sedangkan produksi jamur tiram di Bandar Lampung sebanyak 49.658 kuintal.

Jamur tiram putih mengandung protein sebesar 30,4%, lemak sebesar 2,2%, karbohidrat sebesar 57,6%, abu sebesar 9,8% (Chang dan Hayes, 1978). Menurut Arianto dan Supriyanto (2009), jamur tiram putih mudah mengalami kerusakan setelah dipanen, jamur tiram mudah berubah warna dan keriput. Hal ini disebabkan jamur tiram memiliki kadar air cukup tinggi yaitu sebesar 86,6%. Oleh karena itu perlu dilakukan suatu usaha untuk memperpanjang daya simpan jamur tiram putih, dengan mengolah jamur tiram menjadi bentuk bubuk atau

tepung. Menurut Widyastuti dan Istini (2004), proses pengeringan jamur tiram dan mengolahnya menjadi tepung jamur tiram bertujuan untuk mengurangi kadar air jamur tiram. Menurut Ardiansyah *et al.* (2014), tepung jamur tiram merupakan salah satu bahan makanan yang memiliki kadar protein yang cukup tinggi. komposisi tepung jamur tiram putih adalah sebagai berikut : kadar air sebesar 8,40%, kadar protein sebesar 19,28%, kadar lemak sebesar 6,23%, kadar abur sebesar 6,62%, dan kadar karbohidrat sebesar 59,47% (Poke *et al.*, 2017). Tepung jamur tiram putih merupakan bahan pangan yang termasuk jenis bahan pangan kering. Tepung jamur tiram dapat diaplikasikan untuk sosis (Rus'an, 2007), *nugget* (Laksono *et al.*, 2012), produk olahan daging tiruan (Permadi dan Mulyani, 2009), dan kerupuk (Nurainy *et al.*, 2015).

Sampai saat ini belum diketahui masa simpan tepung jamur tiram putih, sehingga diperlukan uji pendugaan umur simpan dalam pengemasan yang baik. Dua faktor yang sangat mempengaruhi masa simpan bahan pangan adalah pengemasan dan suhu. Pengemasan merupakan cara yang paling mudah dalam mempertahankan mutu produk. Menurut Syarief *et al.* (1989), kemasan dapat mencegah atau mengurangi kerusakan, melindungi bahan yang ada di dalamnya dari pencemaran serta gangguan fisik seperti gesekan, benturan dan getaran. Berdasarkan penelitian Susilo (2012), umur simpan bahan makanan campuran tepung sukun dan tepung kacang benguk germinasi yang dikemas dalam kemasan plastik polietilen memiliki umur simpan selama 319,2 hari. Hal ini menunjukkan bahwa plastik polietilen merupakan salah satu jenis kemasan yang dapat meningkatkan umur simpan produk.

Kemasan plastik memiliki beberapa keunggulan yaitu harganya murah, lebih ringan, praktis serta mudah diperoleh. Pengemasan dapat menjaga kualitas tepung seperti kadar air, aktifitas air, kerusakan zat gizi, dan menambah masa simpan tepung (Arpah, 2001). Menurut Syarief *et al.* (1989), penggunaan plastik dalam pengemasan bahan pangan disebabkan sifatnya yang fleksibel, mudah dibentuk, mempunyai adaptasi yang tinggi terhadap produk, tidak korosif serta mudah dalam penanganannya. Hafriyanti *et al.* (2008) menyatakan bahwa kemasan plastik melindungi produk dari perubahan kadar air karena bahan kemasan dapat menghambat terjadinya penyerapan uap air dari udara. Polietilen memiliki sifat-sifat yang menguntungkan antara lain mudah dikelim oleh panas, fleksibel, permeabilitas uap air dan oksigen rendah, dapat digunakan dalam penyimpanan beku (-50°C), sehingga kemasan polietilen dapat memperpanjang umur simpan suatu bahan pangan. Plastik HDPE memiliki permeabilitas uap air sebesar $130 \text{ cc/detik.cm}^2, \text{cmHg}$ pada suhu 25°C , sedangkan permeabilitas O_2 sebesar $10,6 \text{ cc/detik.cm}^2, \text{cmHg}$ pada suhu 30°C . Plastik LDPE memiliki permeabilitas uap air sebesar $800 \text{ cc/detik.cm}^2, \text{cmHg}$ pada suhu 25°C , sedangkan permeabilitas O_2 plastik polietilen lebih besar dibandingkan polipropilen. Permeabilitas gas plastik polietilen sebesar $55 \text{ cc/detik.cm}^2, \text{cmHg}$ pada suhu 30°C (Ashley, 1985).

Secara garis besar, umur simpan dapat ditentukan dengan menggunakan metode konvensional (*extended storage studies*, ESS) dan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) (Syarief *et al.*, 1989). Pendugaan umur simpan dengan metode ASLT dilakukan dengan cara penyimpanan produk pangan pada lingkungan yang menyebabkan produk cepat rusak, baik pada kondisi suhu atau kelembaban ruang penyimpanan yang lebih tinggi (Kusnandar, 2006). Pada metode ini, kondisi

penyimpanan diatur di luar kondisi normal sehingga produk lebih cepat rusak dan penentuan umur simpan dapat ditentukan (Arpah dan Syarief, 2000). Selain itu, penggunaan metode akselerasi harus disesuaikan dengan keadaan dan faktor yang mempercepat kerusakan produk yang dikemas (Ellis, 1994).

Reaksi penurunan mutu bahan pangan selama penyimpanan diakibatkan oleh reaksi kimia pada makanan yaitu reaksi ordo nol dan satu. Tipe kerusakan pangan yang mengikuti model reaksi ordo nol adalah degradasi enzimatik (buah dan sayuran segar, beberapa pangan beku); reaksi pencoklatan non-enzimatik (biji-bijian kering dan produk susu kering); dan reaksi oksidasi lemak (peningkatan ketengikan pada snack, makanan kering dan pangan beku). Tipe kerusakan bahan pangan yang termasuk reaksi ordo satu adalah (1) ketengikan (minyak salad dan sayuran kering); (2) pertumbuhan mikroorganisme (ikan dan daging, serta kematian mikroorganisme akibat perlakuan panas); (3) produksi *off flavor* oleh mikroba; (4) kerusakan vitamin dalam makanan kaleng dan makanan kering; dan (5) kehilangan mutu protein (makanan kering) (Labuza, 1982). Tepung jamur tiram putih dapat mengikuti model reaksi ordo nol maupun ordo satu. Menurut Ardiansyah *et al.* (2014) tepung jamur tiram memiliki kadar lemak sebesar 1,97%, sehingga tepung jamur tiram putih mudah mengalami kerusakan berupa *off flavor* akibat oksidasi lemak. Selain itu kerusakan akibat suhu diduga mengakibatkan perubahan warna dan penurunan mutu protein pada tepung jamur tiram putih sehingga terjadi reaksi pencoklatan dan menurunkan penerimaan oleh konsumen.

Pada penelitian ini penentuan umur simpan dengan pendekatan Arrhenius terhadap tepung jamur tiram putih dilakukan dalam tiga suhu yang berbeda yaitu

30°C; 40°C; dan 50°C dan dilakukan pengamatan setiap 7 hari selama 28 hari penyimpanan terhadap parameter yang mempengaruhi yaitu kadar air, kadar asam lemak bebas, kadar protein, serta aroma dan warna tepung jamur tiram putih. Menurut Syarief dan Halid (1993), pada produk pangan kering, seperti bubuk dan tepung, parameter penurunan mutu didasarkan pada parameter yang paling sensitif terhadap mutu suatu produk.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan umur simpan tepung jamur tiram putih dalam kemasan plastik polietilen dengan metode Arrhenius.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*)

Jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) merupakan salah satu jenis jamur konsumsi yang cukup digemari masyarakat. Jamur tiram putih termasuk dalam kelompok *Basidiomycetes* yakni kelompok jamur busuk putih yang ditandai dengan tumbuhnya miselium berwarna putih memucat pada sekujur media tanam (Sumarsih, 2010). Jamur tiram putih memiliki tubuh buah yang tumbuh mekar membentuk corong dangkal seperti kulit kerang (tiram). Tubuh buah jamur ini memiliki tudung (*pileus*) dan tangkai (*stipe* atau *stalk*). *Pileus* berbentuk mirip cangkang tiram dan permukaan bagian bawah berlapis-lapis seperti insang berwarna putih dan lunak pada Gambar 1 (Nunung, 2001).

Jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) mulai dibudidayakan pada tahun 1900. Jamur tiram putih merupakan salah satu jenis jamur konsumsi. Jamur tiram pertama kali dibudidayakan di Jerman selama perang dunia dan sekarang mulai ditumbuhkan secara komersial di berbagai belahan dunia sebagai bahan pangan (Gunawan, 2005).

Klasifikasi jamur tiram putih adalah sebagai berikut:

Kingdom : Fungi
Phylum : Basidiomycota
Class : Agaricomycetes
Ordo : Agaricales
Family : Tricholomataceae
Genus : *Pleurotus*
Species : *Pleurotus ostreatus*



Gambar 1. Jamur tiram putih

Jamur tiram putih mempunyai tudung berdiameter 4-15 cm atau lebih, berbentuk agak membulat, lonjong dan melengkung seperti cangkang tiram. Warna bervariasi dari putih sampai abu-abu. Daging tebal, berwarna putih kokoh. Tangkai tidak ada atau jika ada biasanya pendek, kokoh dan tidak di pusat, panjang 0,5–4,0 cm. Spora putih sampai ungu muda atau abu-abu keunguan dan berbentuk lonjong (Gunawan, 2005). Permukaan tudung jamur licin, agak berminyak jika lembab dan tepinya bergelombang. Tangkai jamur tiram tidak tepat berada ditengah tudung, tetapi agak ke pinggir. Tubuh buahnya membentuk rumpun yang memiliki banyak percabangan dan menyatu dalam satu media (Parjimo, 2007).

2.2 Kandungan Gizi Jamur Tiram Putih

Menurut Direktorat Jenderal Hortikultura Departemen Pertanian kandungan protein jamur tiram putih rata-rata 3,5 – 4 % dari berat basah, dua kali lipat lebih tinggi dibanding asparagus dan kubis. Berdasarkan berat kering kandungan protein jamur tiram putih sebesar 19-35%, sedangkan beras 7,3%, gandum 13,2%, kedelai 39,1%, dan susu sapi 25,2%. Jamur tiram juga mengandung 9 macam asam amino, yaitu (1) lisin, (2) metionin, (3) triptofan, (4) threonin, (5) valin, (6) leusin, (7) isoleusin, (8) histidin, dan (9) fenil alanin (Tabel 2) (Sumarmi, 2006).

Jamur tiram putih mengandung 72% asam lemak tidak jenuh, sehingga aman dikonsumsi bagi penderita kolesterol (hiperkolesterol) maupun gangguan metabolisme lipid lainnya, 28% asam lemak jenuh serta adanya polisakarida kitin yang menimbulkan rasa enak (Sumarmi, 2006). *Pleurotus* sp. mengandung - (1,3) dan - (1,6)-glucan yang memiliki aktivitas hipoglisemik, antitrombotik, antitumor, antiinflamasi, antimikroba, dan mampu mengatur sistem imun, menurunkan tekanan darah dan kolesterol (Wolff *et al.*, 2008).

Jamur tiram juga mengandung vitamin penting, terutama vitamin B, C dan D. Vitamin B₁ (tiamin) sebesar 0,20 mg; B₂ (riboflavin) 4,7-4,9 mg, dan niasin 77,2 mg. Mineral utama tertinggi adalah : Zn, Fe, Mn, Mo, Co, Pb. Konsentrasi K, P, Na, Ca dan Me mencapai 56-70% dari total abu dengan kadar K mencapai 45%. Mineral mikroelemen yang bersifat logam dalam jamur tiram kandungannya rendah, sehingga jamur ini aman dikonsumsi setiap hari. Jamur tiram putih mengandung serat lignoselulosa baik untuk pencernaan (Sumarmi, 2006).

Tabel 1. Kandungan gizi jamur tiram putih per 100 g bahan

Zat Gizi	Kandungan
Kalori (kal)	367
Protein (%)	10,5 – 30,4
Karbohidrat(%)	56,6
Lemak (%)	1,7 – 2,2
Thiamin (%)	0,2
Riboflavin (mg)	4,7 – 4,9
Niacin (mg)	77,2
Ca (Kalsium) (mg)	14
K (Kalium) (mg)	3,793
P (Fosfor) (mg)	717
Na (Natrium) (mg)	837
Fe (Besi) (mg)	3,4–18,2

Sumber : Suriawiria (2002)

Terdapat asam amino esensial yang terkandung pada protein dalam jamur tiram.

Asam amino esensial adalah asam yang dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah cukup, tetapi tubuh tidak dapat menghasilkan asam amino tersebut sehingga harus tersedia dari pangan yang dikonsumsi. Pada jamur terdapat sembilan asam amino esensial yang beberapa diantaranya memiliki kadar lebih tinggi dibanding protein telur ayam (Tabel 2) (Achmad *et al.*, 2011).

Tabel 2. Kandungan asam amino esensial jamur tiram putih per 100 g protein (mg/100 g protein)

Asam Amino Esensial	Jamur Tiram	Telur Ayam
Leusin	7,5	8,8
Isoleusin	5,2	6,6
Valin	6,9	7,3
Triptofan	1,1	1,6
Lisin	9,9	6,4
Threonin	6,1	5,1
Fenilalanin	3,5	5,8
Metionin	3,0	3,1
Histidin	2,8	2,4

Sumber : Achmad *et al.* (2011)

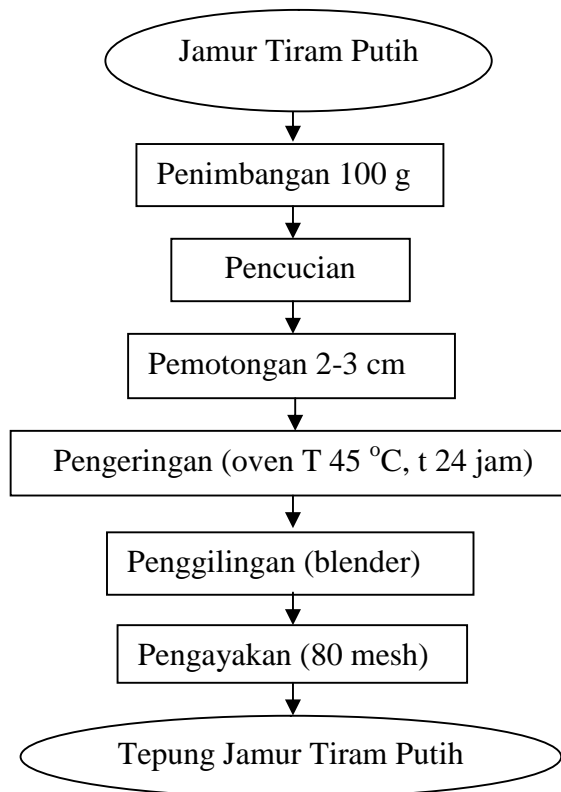
2.3 Tepung Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*)

Jamur tiram termasuk bahan pangan yang mudah rusak, seperti jenis sayuran lainnya. Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan pengolahan lebih lanjut sehingga umur simpan jamur tiram dapat diperpanjang. Salah satu cara untuk memperpanjang masa simpan jamur tiram adalah dengan mengolah jamur tiram menjadi tepung jamur tiram. Menurut penelitian Widyastuti dan Istini (2004), optimalisasi proses pengeringan tepung jamur tiram putih dipandang cukup penting, sebab jamur tiram putih berpotensi sebagai sumber gizi yang baik.

Pembuatan tepung jamur tiram merupakan salah satu upaya untuk memperpanjang masa simpan, memperbaiki mutu bahan pangan, memberikan kemudahan dalam penanganan, dan memperluas aplikasi jamur tiram dalam aneka ragam produk.

Tepung jamur dapat dibuat dengan cara menjemur jamur yang telah dibersihkan hingga kering menggunakan mesin pengering (oven) ataupun penjemuran manual, kemudian jamur digiling hingga halus. Penepungan jamur tiram dilakukan untuk meningkatkan nilai jual melalui diversifikasi olahan tepung jamur tiram putih.

Tepung jamur dapat dijadikan alternatif lain pengganti tepung biasa dalam pembuatan makanan berbahan dasar jamur. Pembuatan tepung jamur tiram putih menurut Ardiansyah *et al.* (2014) dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu jamur tiram putih segar ditimbang sebanyak 200 g, kemudian dibersihkan dari kotoran-kotorannya, lalu dipotong-potong sepanjang 2-3 cm dan dikeringkan dalam oven pada temperatur 45°C selama 24 jam, digiling hingga menjadi tepung dan diayak dengan menggunakan ayakan 80 mesh. Diagram alir proses pembuatan tepung jamur tiram putih dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Diagram alir pembuatan tepung jamur tiram putih
Sumber : (Ardiansyah *et al.*, 2014)

Menurut Ardiansyah (2014), perlakuan perendaman jamur tiram putih dalam sulfit dan blanching mengakibatkan tekstur menjadi lebih keras dibandingkan kontrol, tekstur yang lebih keras menyebabkan peningkatan intensitas warna coklat pada jamur tiram putih kering. Hasil penelitian Lisa *et al.* (2015), semakin tinggi suhu dan lama pengeringan maka rendemen, kadar abu, kadar protein, dan derajat putih tepung jamur tiram akan semakin meningkat, sedangkan kadar airnya menurun. Komposisi kimia tepung jamur tiram putih dapat dilihat pada Tabel 3.

Pada olahan daging tiruan dengan substitusi tepung jamur tiram, daging tiruan yang dihasilkan tidak mengandung lemak hewani dan tidak mengandung kolesterol sehingga baik untuk kesehatan dengan tekstur menyerupai daging asli.

Daging tiruan ini dapat dijadikan pangan alternatif yang baik bagi para vegetarian yang tidak dapat mengonsumsi daging (Permadi dan Mulyani, 2009).

Tabel 3. Komposisi kimia tepung jamur tiram putih

Parameter	Jumlah (%)
Karbohidrat	59,47
Lemak	6,23
Protein	19,28
Kadar air	8,40
Kadar abu	6,62

Sumber : Poke *et al.* (2014)

Substitusi tepung jamur tiram putih juga berpengaruh nyata pada kadar protein sosis. Substitusi tepung jamur tiram produk sosis meningkatkan kadar protein sosis (Rus'an, 2007). Penambahan tepung jamur tiram yang semakin tinggi pada pembuatan *nugget* membuat sumber protein yang berasal dari daging ayam digantikan dengan protein jamur tiram putih, sehingga mengurangi konsumsi dan pemakaian daging ayam dalam pembuatan *nugget* (Laksono, 2012).

2.4 Kemasan Plastik Polietilen

Plastik mempunyai peranan besar dalam kehidupan sehari-hari, biasanya digunakan sebagai bahan pengemas makanan dan minuman karena sifatnya yang kuat, ringan dan praktis. Plastik adalah polimer rantai panjang dari atom yang mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang atau monomer. Istilah plastik mencakup produk polimerisasi sintetik, namun ada beberapa polimer alami yang termasuk plastik. Plastik terbentuk dari kondensasi organik atau penambahan polimer dan bisa juga terbentuk dengan menggunakan zat lain untuk menghasilkan plastik yang ekonomis (Azizah, 2009 dalam Ningsih, 2010).

Plastik merupakan suatu komoditi yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Hampir semua peralatan atau produk yang digunakan terbuat dari plastik dan sering digunakan sebagai pengemas bahan pangan. Salah satu jenis plastic yang dapat digunakan untuk mengemas bahan pangan adalah *Polytehylene* (PE). Berdasarkan sifat permeabilitasnya yang rendah serta sifat-sifat mekaniknya yang baik, polietilen mampu memiliki ketebalan 0,001 sampai 0,01 inchi (Nurminah, 2002). Polietilen dibagi menjadi dua jenis, yaitu: *Low Density Polyethylene* (LDPE) dan *High Density Polyethylene* (HDPE). LDPE mempunyai massa jenis antara 0,91-0,94 g/mL, separuhnya berupa kristalin (50-60%) dan memiliki titik leleh 115°C. Sedangkan HDPE bermassa jenis lebih besar yaitu 0,95-0,97 g/mL, dan berbentuk kristalin (kristalinitasnya 90%) serta memiliki titik leleh di atas 127°C (beberapa macam sekitar 135°C) (Billmeyer, 1971). Plastik HDPE memiliki permeabilitas uap air sebesar 130 cc.mm/detik.cm²,cmHg pada suhu 25 °C, sedangkan permeabilitas gas plastik polietilen lebih besar dibandingkan polipropilen. Permeabilitas gas plastik polietilen sebesar 10,6 cc.mm/detik.cm²,cmHg pada suhu 30 °C. Plastik LDPE memiliki permeabilitas uap air sebesar 800 cc.mm/detik.cm², cmHg pada suhu 25 °C, sedangkan permeabilitas gas plastik polietilen lebih besar dibandingkan polipropilen. Permeabilitas gas plastik polietilen sebesar 55 cc.mm/detik.cm², cmHg pada suhu 30 °C. (Rahayu, 2004).

Pada bagian bawah kemasan botol plastic HDPE(*high density polyethylene*), tertera logo daur ulang dengan angka 2 di tengahnya, serta tulisan HDPE di bawah segitiga. HDPE biasa dipakai untuk botol susu yang berwarna putih susu, tupperware, galon air minum, kursi lipat, dan lain-lain. HDPE memiliki sifat

bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. HDPE direkomendasikan hanya untuk sekali pemakaian, karena pelepasan senyawa antimoni trioksida terus meningkat seiring waktu. Sifat HDPE keras hingga semi fleksibel, tahan terhadap bahan kimia dan kelembaban, permeabel terhadap gas, permukaan berkilin (*waxy*), buram (*opaque*), mudah diwarnai, diproses dan dibentuk, dan melunak pada suhu 75°C. Pada plastik LDPE tertera logo daur ulang dengan angka 4 di tengahnya, serta tulisan yaitu plastik tipe cokelat (*thermoplastic*/dibuat dari minyak bumi), biasa dipakai untuk tempat makanan, plastik kemasan, dan botol-botol yang lembek. Sifat mekanis jenis plastik LDPE adalah kuat, agak tembus cahaya, fleksibel dan permukaan agak berlemak. Pada suhu di bawah 60°C sangat resisten terhadap senyawa kimia, daya proteksi terhadap uap air tergolong baik, akan tetapi kurang baik bagi gas-gas yang lain seperti oksigen. Plastik ini dapat didaur ulang, baik untuk barang-barang yang memerlukan fleksibilitas tetapi kuat, dan memiliki resistensi yang baik terhadap reaksi kimia. Barang berbahan LDPE ini sulit dihancurkan, tetapi tetap baik untuk tempat makanan karena sulit bereaksi secara kimiawi dengan makanan yang dikemas dengan bahan ini. Sifat LDPE adalah mudah diproses, kuat, fleksibel, kedap air, permukaan berkilin, tidak jernih, tembus cahaya, dan melunak pada suhu 70°C (Asosiasi Industri Plastik Indonesia, 2006). Sifat fisik, mekanis dan termal polietilen dapat dilihat pada Tabel 4.

2.5 Pendugaan Umur Simpan

Di Indonesia, peraturan mengenai penentuan umur simpan bahan pangan terdapat dalam UU Pangan No. 18 tahun 2012. Menurut Rahayu *et al.* (2003), terdapat tujuh jenis produk pangan yang tidak wajib mencantumkan tanggal, bulan, dan

tahun kedaluwarsa, yaitu: 1) buah dan sayuran segar, termasuk kentang yang belum dikupas, 2) minuman yang mengandung alkohol lebih besar atau sama dengan 10% (v/v), 3) makanan yang diproduksi untuk dikonsumsi saat itu juga atau tidak lebih dari 24 jam setelah diproduksi, 4) cuka, 5) garam meja, 6) gula pasir, serta 7) permen dan sejenisnya yang bahan bakunya hanya berupa gula ditambah *flavor* atau gula yang diberi pewarna. Berdasarkan peraturan, semua produk pangan wajib mencantumkan tanggal kedaluwarsa, kecuali tujuh jenis produk pangan tersebut.

Menurut *Institute of Food Science and Technology* (1974), umur simpan produk pangan adalah selang waktu antara saat produksi hingga konsumsi di mana produk berada dalam kondisi yang memuaskan berdasarkan karakteristik penampakan, rasa, aroma, tekstur, dan nilai gizi.

Flores dan Gnanasekharan (1993) menyatakan bahwa umur simpan adalah waktu yang diperlukan oleh produk pangan dalam kondisi penyimpanan tertentu untuk dapat mencapai tingkatan degradasi mutu tertentu. Pada saat baru diproduksi, mutu produk dianggap dalam keadaan 100%, dan akan menurun sejalan dengan lamanya penyimpanan atau distribusi. Selama penyimpanan dan distribusi, produk pangan akan mengalami kehilangan bobot, nilai pangan, mutu, nilai jual, daya tumbuh, dan kepercayaan (Rahayu *et al.*, 2003).

Penentuan umur simpan suatu produk dapat dilakukan dengan mengamati produk selama penyimpanan sampai terjadi perubahan yang tidak dapat diterima lagi oleh konsumen. Pendugaan umur simpan juga dapat dilakukan dengan mengamati perubahan yang terjadi pada produk selama selang waktu tertentu.

Tabel 4. Sifat fisik, mekanis dan thermal polietilen

<i>Property</i>	LDPE	HDPE
PHYSICAL		
<i>Density</i> (<i>lb/in³</i>)	0,033	0,035
(<i>g/cm³</i>)	0,92	0,96
<i>Water Absorption, 24 hrs (%)</i>	<0,01	<0,01
MECHANICAL		
<i>Tensile Strength (psi)</i>	1.400	4.800
<i>Tensile Modulus (psi)</i>	57.000	200.000
<i>Tensile Elongation at Break (%)</i>	100	400
<i>Flexural Strength at Yield (psi)</i>	1.500	4.600
<i>Flexural Modulus (psi)</i>	29.000	174.000
<i>Compressive Strength (psi)</i>	1.400	4.600
<i>Compressive Modulus (psi)</i>	54.000	100.000
<i>Shear Strength (psi)</i>	-	-
<i>Hardness, Shore D</i>	D45	D69
<i>IZOD Notched Impact (ft-lb/in)</i>	No Break	1.3
THERMAL		
<i>Coefficient of Linear Thermal Expansion ($\times 10^{-5}$ <i>in./in.^oF</i>)</i>	-	6
<i>Heat Deflection Temp (^oF/^oC)</i>		
<i>At 66 psi</i>	120 / 48	170 / 76
<i>At 264 psi</i>	116 / 46	176 / 80
<i>Approx Melting Temperature (^oF/^oC)</i>	244 / 118	275 / 135
<i>Max Operating Temp (^oF/^oC)</i>	320/160	356/180
<i>Thermal Conductivity</i> (<i>BTU-in/ft²-hr-^oF</i>)	-	-
($\times 10^{-4}$ <i>cal/cm-sec-^oC</i>)	-	-
<i>Flammability Rating</i>	HB	HB<
ELECTRICAL		
<i>Dielectric Strength (V/mil) short time, 1/8" thick</i>	460-700	450-500
<i>Dielectric Constant at 1 MHz</i>	2,25-2,30	2,30-2,35
<i>Dissipation Factor at 1 kHz</i>	0,0002	0,0002
<i>Surface Resistivity (ohm/square) at 50% RH</i>	$> 10^{15}$	$> 10^{15}$
<i>Arc Resistance (sec)</i>	135-160	200-250

Sumber : http://boedeker.com/polye_p.htm

Perubahan yang terjadi dapat mengindikasikan adanya penurunan mutu produk tersebut. Oleh karena itu, pengujian atribut produk perlu dilakukan untuk menentukan daya simpannya. Hasil atau akibat berbagai reaksi kimiawi yang terjadi didalam produk makanan bersifat *irreversible* (tidak dapat dipulihkan

kembali) selama penyimpanan sehingga pada waktu tertentu hasil reaksi mengakibatkan mutu makanan tidak dapat diterima kembali. Pengaruh kadar air dan aktivitas air sangat penting sekali dalam menentukan daya awet dari bahan pangan karena keduanya mempengaruhi sifat-sifat fisik dan sifat fisika-kimia, perubahan-perubahan kimia, kebusukan oleh mikroorganisme dan perubahan enzimatik, terutama pada bahan pangan yang tidak diolah (Buckle *et al.*, 1987). Umur simpan produk pangan dapat diduga dan ditetapkan waktu kadaluwarsanya dengan menggunakan dua konsep studi penyimpanan produk pangan yaitu dengan *Extended Storage Studies* (ESS) dan *Accelerated Storage Studies* (ASS) (Floros dan Gnanasekharan, 1993).

2.6 Ordo Reaksi

Orde reaksi adalah banyaknya faktor konsentrasi zat reaktan yang mempengaruhi kecepatan reaksi. Penentuan orde reaksi tidak dapat diturunkan dari persamaan reaksi tetapi hanya dapat ditentukan berdasarkan percobaan. Suatu reaksi yang diturunkan secara eksperimen dinyatakan dengan rumus kecepatan reaksi : $v = k \cdot (A) \cdot (B)$ (Kusnandar, 2010). Reaksi orde nol dikatakan berorde nol terhadap salah satu pereaksinya apabila perubahan konsentrasi pereaksi tersebut tidak mempengaruhi laju reaksi. Penurunan mutu ordo reaksi ke-0 adalah penurunan mutu yang konstan. Reaksi yang termasuk pada ordo ke-0, laju reaksinya tidak tergantung pada konsentrasi pereaksinya, dengan kata lain reaksi berlangsung dengan laju yang tetap. Jenis reaksi ordo ke-0 tidak terlalu umum terjadi. Tipe kerusakan yang mengikuti kinetika reaksi ordo ke-0 meliputi reaksi kerusakan enzimatik, pencoklatan enzimatik, dan oksidasi. degradasi enzimatik (misalnya pada buah dan sayuran segar serta beberapa pangan beku); reaksi kecoklatan non-

enzimatis (misalnya pada biji-bijian kering, dan produk susu kering); dan reaksi oksidasi lemak (misalnya peningkatan ketengikan pada snack, makanan kering dan pangan beku). Kecepatan penurunan mutu tersebut berlangsung tetap pada suhu konstan dan digambarkan dengan persamaan berikut :

$$-\frac{dA}{dt} = k \quad (1)$$

Suatu reaksi dikatakan berordo satu terhadap salah satu pereaksinya jika laju reaksi berbanding lurus dengan konsentrasi pereaksi itu. Menurut Labuza (1982), umur simpan pada beberapa kasus tidak mengikuti degradasi dengan kecepatan konstan yang sederhana. Pada kenyataannya, nilai n dapat berubah untuk beberapa reaksi dari nol sampai ke beberapa nilai fraksional atau lebih dari 2. Banyak dari kerusakan bahan pangan tidak mengikuti reaksi orde nol, tetapi mengikuti pola dimana $n=1$, yang menunjukkan suatu penurunan eksponensial kecepatan kerusakan sebagai penurunan mutu. Sedangkan tipe kerusakan bahan pangan yang termasuk dalam rekasi ordo satu adalah (1) ketengikan (misalnya pada minyak salad dan sayuran kering); (2) pertumbuhan mikroorganisme (misal pada ikan dan daging, serta kematian mikoorganisme akibat perlakuan panas); (3) produksi *off flavor* oleh mikroba; (4) kerusakan vitamin dalam makanan kaleng dan makanan kering; dan (5) kehilangan mutu protein (makanan kering) (Labuza, 1982). Pendugaan umur simpan menggunakan persamaan reaksi ordo satu sebagai berikut :

$$-\frac{dA}{dt} = k \cdot A \quad (2)$$

2.7 Metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT)

Untuk mempercepat waktu penentuan umur simpan, digunakan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) atau dikenal dengan sebutan metode akselerasi. Pada metode ini, kondisi penyimpanan diatur diluar kondisi normal sehingga produk dapat lebih cepat rusak dan penentuan umur simpan dapat ditentukan (Arpah dan Syarief, 2000). Selain itu, penggunaan metode akselerasi harus disesuaikan dengan keadaan dan faktor yang mempercepat kerusakan produk yang bersangkutan (Ellis, 1994). Menurut Labuza (1982), meningkatnya suhu dan kelembaban udara pada kondisi penyimpanan bahan pangan kering dapat digunakan sebagai metode untuk mempersingkat waktu perkiraan umur simpan suatu produk pangan (metode akselerasi).

Dalam menganalisa penurunan mutu perlu dilakukan beberapa pengamatan, yaitu harus ada parameter yang dapat diukur secara kuantitatif dan parameter tersebut mencerminkan keadaan mutu produk yang dikemas. Parameter tersebut dapat berupa hasil pengukuran kimiawi, uji sensori, uji kadar vitamin C, uji cita rasa, tekstur, warna, total mikroba dan sebagainya. Pada produk pangan kering, seperti bubuk dan tepung-tepungan, parameter penurunan mutu didasarkan pada parameter yang paling sensitif terhadap mutu suatu produk (Syarief dan Halid 1993).

Pada metode ASLT terdapat dua pendekatan yaitu model kadar air kritis dan model Arrhenius. Pendekatan model Arrhenius menganggap suhu merupakan faktor yang berpengaruh terhadap perubahan mutu produk pangan. Dalam menduga kecepatan penurunan mutu produk pangan selama penyimpanan, faktor

suhu dapat diperhitungkan. Pendugaan umur simpan dengan pendekatan model Arrhenius menggunakan perubahan suhu kondisi penyimpanan produk. Kenaikan suhu dapat mempercepat berbagai macam kerusakan yang memperpendek umur simpan dari bahan pangan (Syarief dan Halid, 1993). Pada model ini, produk pangan disimpan pada suhu yang ekstrim sehingga terjadi penurunan mutu produk. Pada umumnya model ini digunakan untuk menduga umur simpan produk pangan yang sensitif terhadap perubahan suhu, diantaranya produk pangan yang mudah mengalami oksidasi, pencoklatan, atau kerusakan vitamin C. Contoh produk yang dapat ditentukan umur simpannya dengan model Arrhenius adalah makanan kaleng steril komersial, susu UHT, susu bubuk, produk *snack*, *meat product*, produk pasta, jus buah, mie instan, tepung-tepungan, kacang-kacangan, dan produk lain yang mengandung lemak tinggi atau mengandung gula pereduksi dan protein yang memungkinkan terjadinya oksidasi lemak atau reaksi pencoklatan (Kusnandar, 2006).

Untuk menganalisis penurunan mutu diperlukan beberapa pengamatan, yaitu parameter yang dapat diukur secara kuantitatif dan parameter tersebut harus mencerminkan keadaan mutu produk yang diperiksa. Pada umumnya model ini menggunakan tiga kombinasi suhu dan selama penyimpanan suhu dijaga tetap stabil. Apabila keadaan suhu dianggap stabil, maka laju penurunan mutu dapat dicari dengan menggunakan persamaan Arrhenius sebagai berikut:

$$k=k_0 e^{(-E_a/RT)} \quad (3)$$

dimana :

k = konstanta laju penurunan mutu

k₀ = konstanta (faktor frekuensi yang tidak tergantung suhu)

E_a = energi aktivasi

T = suhu mutlak ($^{\circ}\text{C}+273$)

R = konstanta gas ($8,314 \text{ J/mol} \cdot \text{K} = 1,986 \text{ kal/mol} \cdot ^{\circ}\text{K}$)

sehingga, akan diperoleh nilai penurunan mutu (k) dari produk umur simpan dalam kemasan tertentu. Kemudian pendugaan umur simpan tepung jamur tiram putih dihitung dengan menggunakan persamaan ordo 0 dan ordo 1 sebagai berikut:

Umur simpan tepung jamur tiram putih ordo 0 dapat diketahui dengan memasukkan nilai perhitungan ke dalam persamaan berikut.

$$t = \frac{(A_t - A_0)}{k}$$

Umur simpan tepung jamur tiram putih ordo 1 dapat diketahui dengan memasukkan nilai perhitungan ke dalam persamaan berikut.

$$t = \frac{(\ln A_t - \ln A_0)}{k}$$

Dimana :

t = umur simpan (hari)

A_t = kadar air kritis (%)

A_0 = kadar air awal (%)

k = laju penurunan mutu (% per hari)

(Kusnandar *et al.*, 2010)

Menurut Syarief dan Halid (1993), semakin sederhana model yang digunakan untuk menduga umur simpan suatu produk, maka semakin banyak asumsi yang dipakai. Asumsi yang digunakan untuk menggunakan model Arrhenius adalah:

1. Perubahan faktor mutu hanya ditentukan oleh satu macam reaksi saja.
2. Tidak terjadi faktor lain yang mengakibatkan perubahan mutu.
3. Proses perubahan mutu dianggap bukan merupakan akibat dari proses-proses yang terjadi sebelumnya.
4. Suhu selama penyimpanan tetap atau dianggap tetap.

Menurut Kusnandar *et al.* (2010), model Arrhenius dilakukan dengan menyimpan produk pangan dengan kemasan akhir pada minimal tiga suhu penyimpanan ekstrim. Percobaan dengan metode Arrhenius bertujuan untuk menentukan konstanta laju reaksi (k) pada beberapa suhu penyimpanan ekstrim, kemudian dilakukan ekstrapolasi untuk menghitung konstanta laju reaksi (k) pada suhu penyimpanan yang diinginkan. Dengan menggunakan persamaan Arrhenius (persamaan 3), dapat ditentukan nilai k (konstanta penurunan mutu) pada suhu penyimpanan umur simpan, kemudian digunakan perhitungan umur simpan sesuai dengan ordo reaksinya (persamaan 1 dan 2). Penentuan suhu pengujian umur simpan pada beberapa produk dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Penentuan suhu pengujian umur simpan produk

Jenis Produk	Suhu Penyimpanan ($^{\circ}\text{C}$)	Suhu Kontrol ($^{\circ}\text{C}$)
Makanan dalam kaleng	25; 30; 35; 40	4
Pangan kering	25; 30; 35; 40; 45	18
Pangan dingin	5; 10; 15; 20	0
Pangan beku	-5; -10; -15	<-40

Sumber : Labuza dan Schmidl (1985)

Penentuan umur simpan tepung jamur tiram putih dengan metode akselerasi

Arrhenius dilakukan menggunakan program software Microsoft Excel.

Kemudian digunakan rumus perhitungan berdasarkan model terpilih dan

selanjutnya dirancang dalam bahasa pemrograman. Program secara umum terdiri

atas lima bagian utama yaitu : 1). Pemilihan jenis produk, 2). Pengumpulan data-data produk, 3). Perhitungan kadar air, 4). Perhitungan slope kurva adsorpsi isothermis, 5). Penentuan umur simpan (Kusnandar *et al.*, 2010).

Pendugaan umur simpan pada tepung jamur tiram putih dilakukan dengan model akselerasi melalui pengujian sampel seperti tahapan berikut :

1. Mengidentifikasi faktor-faktor kritis yang menentukan umur simpan produk.
2. Menentukan batas awal mutu dan batas minimum mutu yang diharapkan/dijanjukan atau masih layak pajang/jual.
3. Produk disimpan pada suhu akselerasi, minimum 3 suhu yang dapat meningkatkan kecepatan penurunan mutu produk.
4. Dari studi penyimpanan, prediksi tingkah laku penurunan mutu dengan memplot grafik kinetika reaksi untuk ordo nol atau ordo satu. Lakukan untuk semua faktor kritis terpilih.
5. Menentukan nilai k untuk tiap suhu penyimpanan terhadap semua faktor yang dipilih. Nilai k meningkat semakin tinggi suhu.
6. Membuat persamaan Arrhenius yang menunjukkan hubungan antara $1/T$ (dalam Kelvin) dan $\ln k$ (untuk 3 suhu pengamatan).
7. Menghitung nilai k pada suhu penyimpanan atau distribusi yang dikehendaki. Nilai k dari persamaan ini merupakan laju penurunan mutunya per hari (penurunan unit mutu organoleptik per hari atau k) pada suhu tersebut.
8. Menentukan dugaan umur simpan produk. Selisih skor awal produk dan skor pada saat produk tidak sesuai dibagi laju penurunan mutu (k) pada suhu distribusi merupakan umur simpan produk (Hariyadi, 2004).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, Laboratorium Uji Sensori, dan Laboratorium Analisis Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung, serta Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Politeknik Negeri Lampung, pada bulan September sampai bulan Desember 2017.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian adalah jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) yang diperoleh dari salah satu pengusaha jamur tiram putih di Desa Sidosari, Kec. Natar, Kab. Lampung Selatan. Bahan kemasan yang digunakan dalam penelitian adalah kemasan plastik polietilen dengan ketebalan 0.03 mm. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis adalah aquades, asam sulfat pekat (H_2SO_4) p.a (Merck), natrium hidroksida (NaOH), K_2SO_4 , HgO, HCL 0,02 N, H_3BO_3 , Na_2CO_3 , etanol 96%, indikator metil merah dan metil biru 0,2%, indikator fenolftalein.

Peralatan yang digunakan untuk pembuatan tepung jamur tiram putih adalah pisau stainless steel, talenan, blender, timbangan digital, timbangan analitik, baskom plastik, loyang, termometer, kertas saring, dan ayakan 80 mesh. Sedangkan

peralatan untuk analisis adalah cawan porselen, cawan aluminium, oven, inkubator, desikator, spatula, neraca analitik, labu Kjeldahl, alat-alat gelas, dan seperangkat alat uji sensori.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif. Tiga perlakuan penyimpanan tepung jamur tiram putih yaitu suhu 30°C; 40°C dan 50°C dengan dua kali ulangan. Tepung jamur tiram putih dikemas dengan menggunakan kemasan plastik polietilen. Penyimpanan jamur tiram putih dilakukan selama satu bulan (28 hari). Pengujian dilakukan terhadap kadar air, kadar asam lemak bebas, kadar protein, warna dan aroma tepung jamur tiram putih setiap satu minggu sekali yaitu pada hari ke 0, 7, 14, 21 dan 28. Data hasil pengujian digunakan untuk menentukan umur simpan dengan menggunakan metode akselerasi (penyimpanan dipercepat) dengan model persamaan Arrhenius (kinetika reaksi) menggunakan software Microsoft Excel (Kusnandar *et al.*, 2010).

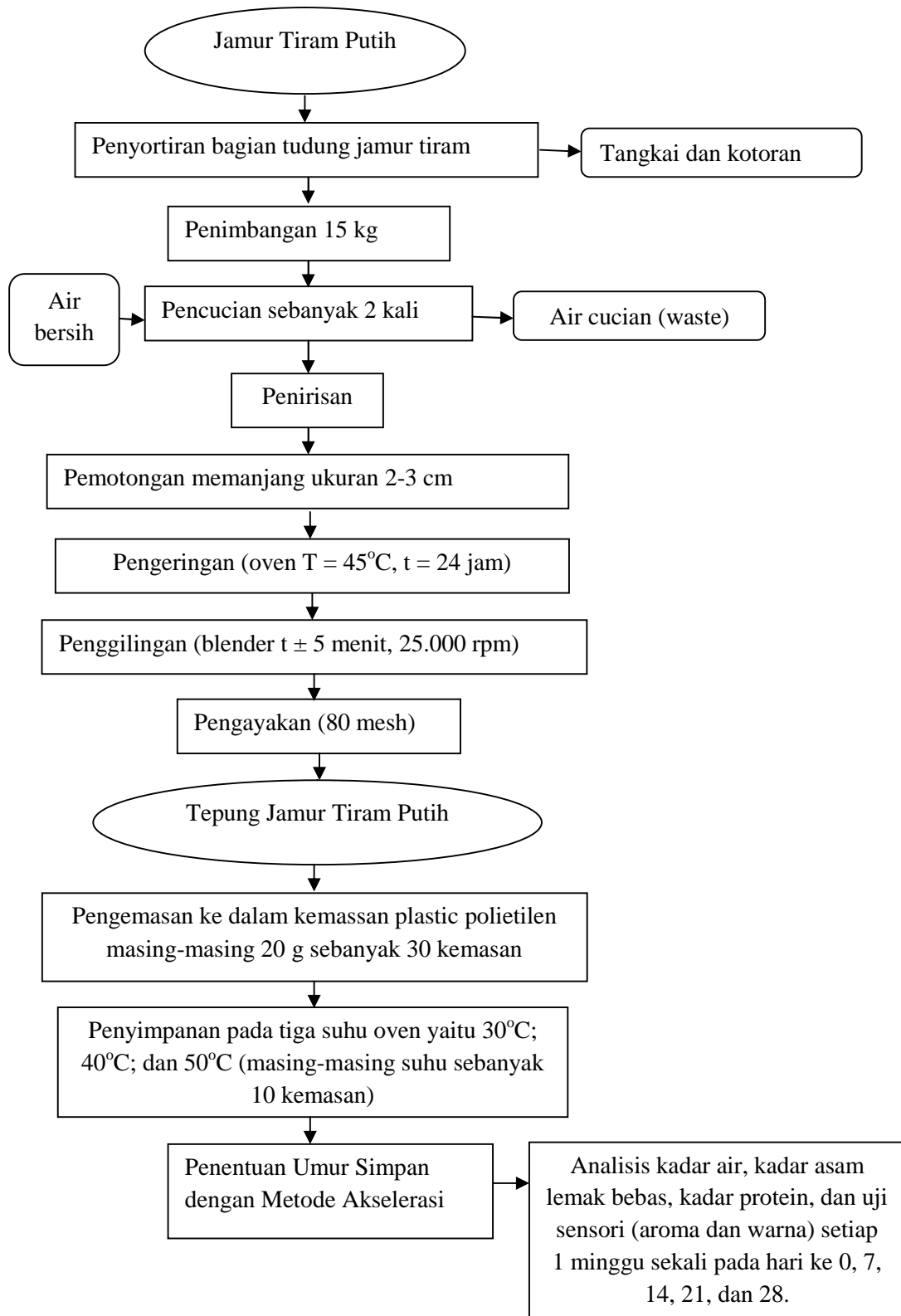
3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian terdiri dari tahap pembuatan tepung jamur tiram putih, tahap penyimpanan tepung jamur tiram putih (Gambar 3.), tahap pengamatan dan analisis, serta perhitungan umur simpan tepung jamur tiram putih.

3.4.1 Pembuatan Tepung Jamur Tiram Putih

Pembuatan tepung jamur tiram putih dilakukan dengan metode Ardiansyah *et al.*, (2014). Jamur tiram putih dalam keadaan segar disortir lalu diambil bagian tudung jamur, kemudian ditimbang sebanyak 15000 g, kemudian dilakukan

pencucian sebanyak 2 kali. Tujuan pencucian yaitu untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang menempel pada jamur tiram putih. Jamur tiram putih yang telah dicuci kemudian dipotong-potong memanjang dengan ukuran 2-3 cm. Pemotongan bertujuan untuk mempercepat proses pengeringan. Jamur tiram putih yang telah dilakukan proses pemotongan selanjutnya dikeringkan dengan oven (suhu 45°C selama 24 jam), setelah itu dilakukan penepungan dengan menggiling jamur tiram putih dengan blender selama 5 menit pada 25000 rpm dan disaring dengan menggunakan ayakan 80 mesh, sehingga diperoleh tepung jamur tiram putih. Diagram alir proses pembuatan tepung jamur tiram putih dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir pembuatan tepung jamur tiram putih (Ardiansyah *et al.* 2014) dan penentuan umur simpan

3.4.2 Tahap Penyimpanan Tepung Jamur Tiram Putih

Penyimpanan tepung jamur tiram putih dilakukan dengan cara dikemas dengan menggunakan plastik polietilen, kemudian disimpan pada suhu 30°C; 40°C dan 50°C dengan menggunakan tiga oven untuk setiap suhu penyimpanan. Pada setiap suhu disiapkan sampel sebanyak 10 bungkus dengan berat setiap bungkus sebanyak 20 g. Tepung jamur tiram putih disimpan selama satu bulan (28 hari) di dalam oven. Pada setiap minggu atau hari ke 0, 7, 14, 21 dan 28 setiap suhu penyimpanan dilakukan pengamatan terhadap kadar air, kadar asam lemak bebas, kadar protein, dan uji sensori (aroma dan warna tepung jamur tiram putih) dengan menggunakan metode uji skoring. Uji sensori yang dilakukan yaitu membandingkan antara tepung jamur tiram putih yang mengalami perlakuan penyimpanan dengan kontrol. Kontrol merupakan tepung jamur tiram putih yang tidak mengalami perlakuan penyimpanan dan proses pembuatannya dilakukan sehari sebelum tepung jamur tiram putih diuji aroma dan warnanya.

3.4.3 Analisis dan Penentuan Umur Simpan

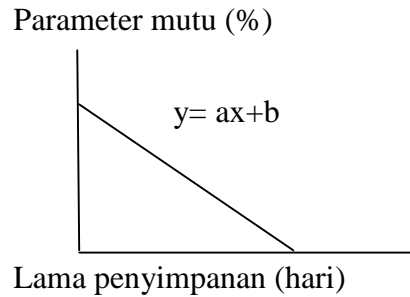
Analisis dilakukan terhadap tepung jamur tiram putih dan diperoleh data hasil pengamatan berupa nilai rata-rata kadar air, kadar protein, kadar asam lemak bebas, warna dan aroma yang digunakan untuk menentukan umur simpan tepung jamur tiram putih. Metode pendugaan umur simpan yang digunakan yaitu metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) dengan metode Arrhenius (Labuza and Schmidl, 1985).

Penentuan umur simpan tepung jamur tiram putih dilakukan dengan menggunakan program software Microsoft Excel. Simulasi menggunakan rumus perhitungan

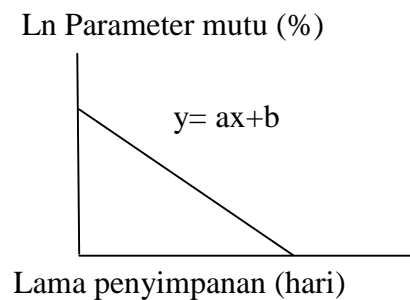
berdasarkan model terpilih selanjutnya dirancang dalam bahasa pemrograman. Program secara umum terdiri atas lima bagian utama yaitu : 1). Pemilihan jenis produk, 2). Pengumpulan data-data produk, 3). Perhitungan kadar air, 4). Perhitungan slope kurva adsorpsi isothermis, 5). Penentuan umur simpan (Kusnandar *et al.*, 2010).

Menurut Kusnandar *et al.*(2010), prosedur perhitungan umur simpan tepung jamur tiram putih dengan metode akselerasi yaitu sebagai berikut :

1. Membuat grafik regresi linear dari data hasil parameter mutu yang diamati (kadar air, kadar asam lemak bebas, kadar protein, warna dan aroma) pada suhu 30°C; 40°C dan 50°C dengan lama penyimpanan 28 hari. Data hasil analisis produk terhadap waktu diplotkan dan dihitung persamaan regresi liniernya. Diperoleh tiga persamaan regresi untuk tiga kondisi suhu penyimpanan produk dengan menggunakan $y = a + bx$, dimana sumbu y adalah nilai parameter mutu, sumbu x adalah lama penyimpanan, nilai a adalah nilai parameter mutu awal penyimpanan, nilai b adalah laju perubahan nilai karakteristik (nilai b sama dengan nilai k). Grafik regresi linear parameter mutu tepung jamur tiram putih pada kemasan plastik polietilen (ordo 0) disajikan pada Gambar 4 sedangkan grafik regresi linear parameter mutu tepung jamur tiram putih pada kemasan plastik polietilen (ordo 1) disajikan pada Gambar 5.



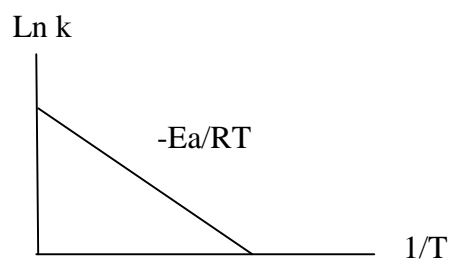
Gambar 4 . Grafik regresi linear parameter mutu tepung jamur tiram putih pada Kemasan plastik polietilen (ordo 0)



Gambar 5. Grafik regresi linear parameter mutu tepung jamur tiram putih pada kemasan plastik polietilen (ordo 1)

Dari masing-masing persamaan tersebut diperoleh nilai slope (b) yang merupakan konstanta laju reaksi perubahan karakteristik produk atau laju penurunan mutu (k) dan koefisien korelasi (R).

2. Nilai k yang diperoleh lalu diubah kedalam nilai Ln k. Kemudian nilai Ln k diplotkan pada koordinat y dan $1/T$ diplotkan pada koordinat x. $1/T$ adalah satuan derajat suhu Kelvin. Hubungan antara nilai regresi linear dari Ln k dan $1/T$ pada kemasan plastik polietilen dapat dilihat dalam Gambar 7.



Gambar 6. Grafik hubungan antara nilai ln k dan $1/T$ dalam persamaan Arrhenius

3. Nilai slope dari persamaan garis lurus tersebut merupakan nilai $-E_a/R$ dalam persamaan Arrhenius dan interceptnya berupa nilai k_0 . Sebelumnya nilai interceptnya diubah dalam bentuk \ln intercept (b). Nilai umur simpan yang diperoleh kemudian dikonversi pada keadaan suhu ruang ($25\text{ }^\circ\text{C}$) untuk menunjukkan umur simpan produk yang sebenarnya.
4. Setelah diperoleh nilai \ln intercept dan $-E_a/R$., kemudian dimasukkan ke

dalam rumus :

$$k = k_0 \cdot \exp^{(E_a/RT)}$$

keterangan :

k : konstanta laju penurunan mutu

k_0 : konstanta (faktor frekuensi yang tidak tergantung suhu)

E_a : energi aktivasi (kal/mol)

T : suhu mutlak ($K = C + 273$)

R : konstanta gas ideal (1,986 kal/mol K)

sehingga, akan diperoleh nilai penurunan mutu (k) dari produk umur simpan dalam kemasan tertentu.

5. Kemudian pendugaan umur simpan tepung jamur tiram putih dihitung dengan menggunakan persamaan ordo 0 dan ordo 1 sebagai berikut :

- Umur simpan tepung jamur tiram putih ordo 0 dapat diketahui dengan memasukkan nilai perhitungan kedalam persamaan berikut.

$$t = \frac{(A_0 - A_t)}{k}$$

- Umur simpan tepung jamur tiram putih ordo 1 dapat diketahui dengan memasukkan nilai perhitungan kedalam persamaan berikut.

$$t = \frac{(\ln A_0 - \ln A_t)}{k}$$

Keterangan :

t = umur simpan (hari)

A_t = kadar air kritis (%)

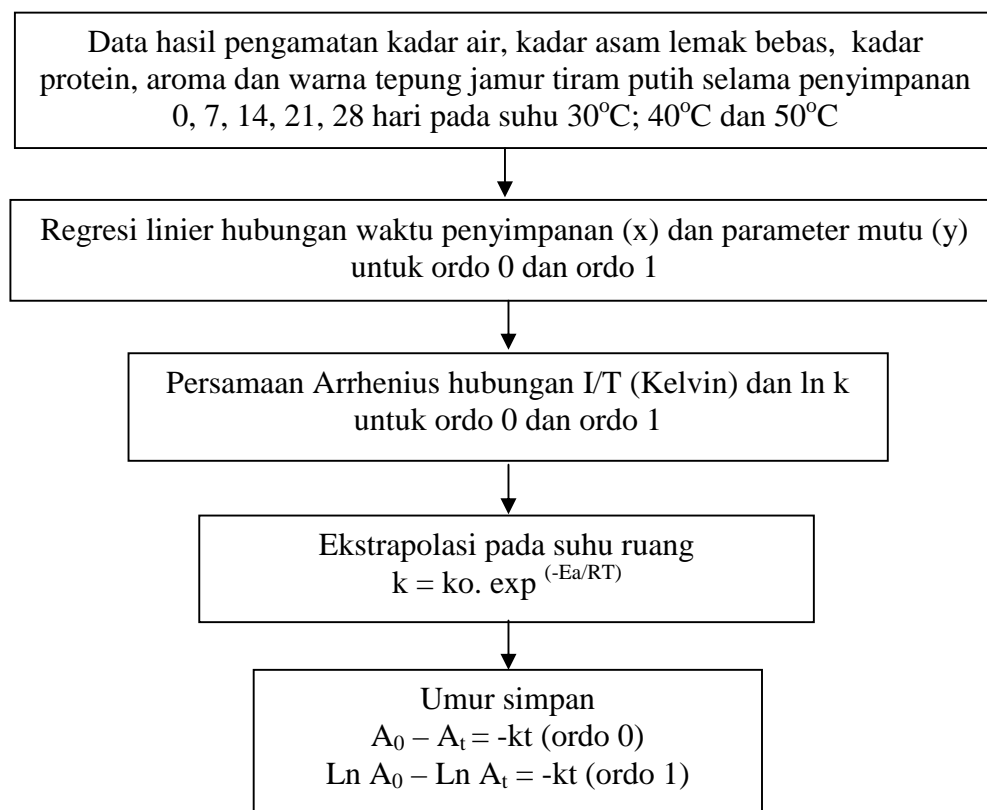
A_0 = kadar air awal (%)

k = laju penurunan mutu (% per hari)

6. Hasil perhitungan yang didapat kemudian dilihat masa simpan terlama.

Parameter mutu dengan nilai koefisien korelasi terbesar (R^2) atau mendekati satu dipilih untuk menjadi umur simpan produk tepung jamur tiram dalam kemasan polietilen.

Diagram alir pendugaan umur simpan tepung jamur tiram putih dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram alir pendugaan umur simpan tepung jamur putih
 Sumber : Kusnandar *et al.* (2010)

3.5 Pengamatan

Pengamatan terhadap tepung jamur tiram putih yang dikemas dengan plastik polietilen dan disimpan pada suhu 30 °C, 40 °C, dan 50 °C di dalam tiga oven untuk masing-masing perlakuan suhu dilakukan setiap satu minggu sekali selama satu bulan (28 hari) yaitu pada hari ke 0, 7, 14, 21, dan 28. Pengamatan dilakukan terhadap kadar air (AOAC, 2005), kadar asam lemak bebas (Sudarmadji *et al.*, 1997), kadar protein (AOAC, 2005), aroma dan warna tepung jamur tiram putih (Koswara, 2004).

3.5.1 Kadar Air

Pengujian kadar air menggunakan metode gravimetri AOAC No. 945.38 (AOAC, 2005). Prinsipnya adalah menguapkan molekul air (H₂O) bebas yang ada dalam sampel. Kemudian sampel ditimbang sampai didapat bobot konstan yang diasumsikan semua air yang terkandung dalam sampel sudah diuapkan. Selisih bobot sebelum dan sesudah pengeringan merupakan banyaknya air yang diuapkan. Prosedur analisis kadar air adalah sebagai berikut: cawan porselin dikeringkan dalam oven selama 30 menit, lalu didinginkan di dalam desikator dan ditimbang (A). Sampel 2 g dimasukkan kedalam cawan porselen yang sudah diketahui beratnya dan dikeringkan di dalam oven (B) pada suhu 105-110°C selama 6 jam, didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang. Cawan yang berisi sampel dikeringkan kembali selama 30 menit setelah itu didinginkan dalam desikator selama 15 menit, lalu ditimbang (C). Tahap ini diulangi hingga bobot konstan. Penentuan kadar air dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ Air} = \frac{B-C}{B-A} \times 100 \%$$

Keterangan :

A = berat cawan kosong (g)

B = berat cawan + sampel sebelum dikeringkan (g)

C = berat cawan + sampel setelah dikeringkan (g)

3.5.2 Kadar Asam Lemak Bebas

Analisis asam lemak bebas dilakukan dengan menggunakan metode titrasi (Sudarmadji, 1997). Prinsipnya adalah bilangan Asam atau angka asam adalah jumlah miligram KOH yang dibutuhkan untuk menetralkan asam-asam lemak bebas dari satu gram minyak atau lemak. Bilangan Asam dipergunakan untuk mengukur jumlah asam lemak bebas yang terdapat dalam lemak dan minyak. Sampel ditimbang sebanyak 3 g kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 50 mL alkohol 95 % netral panas kemudian sampel didiamkan selama satu jam sambil sekali-kali diaduk. Langkah selanjutnya yaitu menyaring sampel dengan menggunakan kertas saring. Hasil saringan tersebut kemudian diberi 2 mL phenolphthalein (PP). Sampel dititrasi dengan larutan 0,1 N NaOH yang telah distandarisasi sampai warna merah jambu tercapai dan tidak hilang selama 15-30 detik. Kemudian dilakukan perhitungan dengan rumus

$$\% \text{ FFA} = \frac{\text{Volume NaOH} \times N \times \text{Berat molekul asam lemak}}{\text{Berat sampel} \times 1000} \times 100$$

Keterangan:

% FFA = Kadar asam lemak bebas

N = Normalitas NaOH

3.5.3 Kadar Protein

Analisis kadar protein pada produk tepung jamur tiram putih menggunakan metode kjeldahl AOAC No. 2001.11 (AOAC, 2005). Prinsip kerja dari metode Kjeldahl adalah protein dan komponen organik dalam sampel didestruksi dengan menggunakan asam sulfat dan katalis. Hasil destruksi dinetralkan dengan menggunakan larutan alkali dan melalui destilasi. Destilat ditampung dalam larutan asam borat. Selanjutnya ion- ion borat yang terbentuk dititrasi dengan menggunakan larutan HCl. Menggunakan indikator yang sesuai untuk menentukan titik akhir titrasi.

Tepung jamur tiram putih ditimbang sebanyak 0,1-0,5 g, dimasukkan ke dalam labu kjeldahl 100 ml, kemudian ditambahkan 50 mg HgO, 2 mg K₂SO₄, 2 mL H₂SO₄, batu didih, dan dididihkan selama 1,5 jam sampai cairan menjadi jernih, didinginkan, dan diencerkan dengan aquades, sampel didestilasi dengan penambahan 8-10 mL larutan NaOH-Na₂S₂O₃ (dibuat dengan campuran: 50 g NaOH + 50 mL H₂O + 12.5 g Na₂S₂O₃·5H₂O). Hasil destilasi ditampung dengan erlenmeyer yang berisi 5 mL H₃BO₃ dan 2-4 tetes indikator (campuran 2 bagian metil merah 0,2% dalam alkohol dan 1 bagian metil biru 0,2% dalam alkohol). Destilat yang diperoleh dititrasi dengan larutan HCl 0,02 N sampai warna berubah dari hijau menjadi abu-abu. Hasil yang diperoleh adalah dalam total N, yang kemudian dinyatakan dalam faktor konversi 6,25. Kadar protein dihitung dengan rumus :

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

Keterangan :

VA : ml HCl untuk titrasi sampel

VB : ml HCl untuk titrasi blangko

N : normalitas HCl standar yang digunakan

14,007 : berat atom Nitrogen

6,25 : faktor konversi protein

W : berat sampel dalam gram Kadar protein dinyatakan dalam satuan g/100g sampel (%).

3.5.4 Uji Sensori

Uji sensori terhadap warna dan aroma tepung jamur tiram putih menggunakan metode uji skoring dengan 25 orang panelis. Parameter uji skoring aroma terdiri dari 7 tingkat skor, batas skor kritis penerimaan panelis terhadap produk berada pada skor 3. Parameter uji skoring warna terdiri dari 4 tingkat skor, batas skor kritis penerimaan panelis terhadap produk berada pada skor 3 yang dapat digunakan sebagai parameter kritis untuk penentuan (perhitungan) umur simpan tepung jamur tiram putih (Koswara, 2004).

Analisis sensori tepung jamur tiram putih menggunakan uji skoring dalam bentuk kuesioner. Panelis yang digunakan pada uji sensori tepung jamur tiram putih berjumlah 25 orang panelis dengan sampel tiap cawan sebanyak 3 g. Cara untuk uji sensori tepung jamur tiram putih yaitu panelis diminta untuk mengevaluasi sampel tersebut satu persatu (suhu penyimpanan 30°C; 40°C; dan 50°C) yaitu aroma dan warna tepung jamur tiram putih kemudian membandingkannya dengan kontrol. Kontrol merupakan tepung jamur tiram putih yang tidak mengalami perlakuan penyimpanan dan proses pembuatannya dilakukan sehari sebelum tepung jamur tiram putih diuji aroma dan warnanya. Quesioner uji sensori (aroma dan warna) tepung jamur tiram putih dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Questioner uji sensori tepung jamur tiram putih

Questioner Uji Sensori Tepung Jamur Tiram Putih

Nama Panelis : _____ Tanggal: _____
 Jenis Kelamin : _____

Instruksi

Dibawah ini disediakan sampel tepung jamur tiram putih. Amati aroma dan warna dari tepung jamur tiram putih yang ada di hadapan anda dan bandingkan dengan control. Berikan penilaian penilaian Anda dengan cara menuliskan skor di bawah kode sampel pada tabel penilaian berikut :

Penilaian	Kode Sampel					
	217	228	314	297	486	123
Aroma Tepung						
Warna Tepung						

Parameter Aroma:
 7: Normal/sama dengan kontrol
 6: Normal, diduga ada *off flavor* tetapi belum tercium
 5: Normal, *off flavor* mulai tercium tapi sangat lemah
 4: *Off flavor* tercium lemah
 3: *Off flavor* tercium jelas
 2: *Off flavor* tercium kuat, tengik
 1: *Off flavor* tercium sangat kuat

Parameter Warna:
 7 = Normal/sama dengan kontrol (putih kecoklatan)
 5 = Sedikit lebih coklat
 3 = Lebih coklat
 1 = Coklat gelap

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

1. Umur simpan tepung jamur tiram putih dalam kemasan plastik polietilen dengan ketebalan 0,03 mm pada suhu 30°C menggunakan metode Arrheniud berdasarkan parameter kadar protein ordo reaksi nol selama 130,67 hari (4,3 bulan).
2. Tepung jamur tiram putih dalam kemasan plastik polietilen dengan ketebalan 0,03 mm selama penyimpanan 28 hari pada suhu 30°C cenderung mengalami peningkatan kadar air menjadi sebesar 10,14%, peningkatan kadar asam lemak bebas menjadi sebesar 1,02%, penurunan kadar protein menjadi sebesar 23,69%, penurunan aroma menjadi sebesar 3,70 dan penrunan warna menjadi sebesar 5,00, dan masih memenuhi standar SNI 01-3751-2009 yaitu tentang kriterian mutu tepung terigu,

5.2 Saran

Penelitian umur simpan menggunakan ikubator yang dilengkapi kontrol RH sehingga kondisi lingkungan penyimpanan bisa seragam.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, M., T. Arlianti, dan Chotimatulazmi. 2011. *Panduan Lengkap Jamur*. Penebar Swadaya. Bogor.
- Asosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS). 2006. *Produk Plastik yang Aman Digunakan*. Tim Publikasi Bersama: Himpunan Polimer Indonesia, Federasi Pengemas Indonesia. Jakarta.
- Ardiansyah, F. Nurainy, dan S. Astuti. 2014. Pengaruh Perlakuan Awal terhadap Karakteristik Kimia dan Organoleptik Tepung Jamur Tiram (*Pleurotus oestreatus*). *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian* 19(4): 117-126.
- Arianto, D. P. dan Supriyanto. 2009. Karakteristik Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) Selama Penyimpanan. *Agroteknos* 20(1):31-40.
- Arpah, M. dan R. Syarief. 2000. Evaluasi Model-model Pendugaan Umur Simpan Pangan dari Difusi Hukum Fick Undireksional. *Buletin Teknologi dan Industri Pangan*. 11:1-11
- Arpah, M. 2001. *Penentuan Kadaluwarsa Produk Pangan*. Program Studi Ilmu Pangan, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 86-88 hlm.
- Arsa, M. 2016. *Proses Pencoklatan (Browning Process) pada Bahan Pangan*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Udayana. Denpasar.
- Ashley, R.J. 1985. *Permeability and Plastics Packaging*. In: *Polymer Permeability*. Ed. Elsevier, J.C. Applied. London. page:269-308
- Association of Official Analytical Chemist. 2005. *Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist*. Arlington (US): AOAC Inc.
- Azizah, U. 2009. *Polimer Berdasarkan Sifat Thermalnya*. Chem-is-Try. Org. Diakses Pada Tanggal 11 Maret 2017
- Bambang, S.A., W. Atmaka., D. Rachmawati. 2011. Prediksi Umur Simpan Tepung Jagung (*Zea mays L.*) Instan di Dalam Kemasan Plastik. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. (4)2:74-83.

- Billmeyer, F. W. 1971. *Textbook of Polymer Science*. New York: John Wiley and Sons.
- Bind, L. 2010. Aplikasi Metode Arrhenius Dalam Pendugaan Umur Simpan Lada Hijau Kering (*Dehydrated Green Pepper*). (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Budiono, R. Faisal, R. Orchidea, dan M. Rachmioellah. 2009. Pengaruh Jenis Alkohol terhadap Komponen-komponen Terestruk pada In-Situ Ekstraksi Dedak Padi. (Skripsi). Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Cahyati, I. dan A. Ari. 2008. *Bahan Ajar Kimia Pangan*. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- Chang, S.T. dan W.A. Hayes. 1978. *The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms*. Interscience Pub. New York.
- Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura. 2014. *Lampung Dalam Angka*. Bandar Lampung. Lampung
- Elisabeth, D.A.A dan L.E. Setijorini. 2016. Pendugaan Umur Simpan Mi Kering dari Tepung Komposit Terigu, Kedelai, dan Ubi Jalar. *Jurnal Matematika, Sains, dan Teknologi*. 17(1):20-26
- Ellis, M.J. 1994. The Methodology of Shelf Life Determination. Didalam *Shelf Life Evaluation of Foods*. Blackie Academic and Professional Inc. London
- Eriksson, C. 1981. *Maillard Reaction in Food: Chemical, Physiological and Technological Aspects*. Pergamon press. Oxford.
- Floros, J.D. and V. Gnanasekharan. 1993. *Shelf Life Prediction Of Packaged Foods. Chemical, Biological, Physical And Nutritional Aspects*. (G. Charalambous, ed.). Elsevier Publ. London.
- Gunawan, A.W. 2005. *Usaha Pembibitan Jamur*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Hafriyanti, Hidayati, dan Elfawati. 2008. Kualitas Daging Sapi dengan Kemasan Plastik PE (Polyethylen) dan Plastik PP (Polypropylen) di Pasar Arengka Kota Pekanbaru. *Jurnal Peternakan*. 5(1): 22-27.
- Hapsari, R.K. 2014. Penerapan Metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT)-Arrhenius untuk Konfirmasi Umur Simpan Produk Biskuit. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hariyadi. 2004. Masa Kadaluarsa Produk. Didalam: *Modul II Pelatihan Pendugaan Waktu Kadaluarsa (Self Life) Bahan dan Produk Pangan*: 1-2 Desember 2004. IPB. Bogor: 16 hlm.
- Herawati, H. 2008. Penentuan Umur Simpan pada Produk Pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*. 27(4):124-130.

- Hurrel, R.F. 1984. *Reaction of Food Protein during Processing and Storage and Their Nutritional Consequences*. Dalam B.J.F. Hudson (Ed). *Development in Food Protein*. Elsevier Applied Science Publ. London & New York.
- Hutahaean, E.K. 2008. Pengaruh Proses pengolahan terhadap mutu *Crude Palm Oil* (CPO) yang Dihasilkan di PTPN IV PKS Adolina Perbaungan. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Hutching, J.B. 1999. *Food Color and Appearance*, 2nd edition. Aspen publisher, Inc, Gaithersburg, Maryland.
- Ketaren, S. 2008. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Universitas Indonesia. Jakarta. 326 hlm.
- Koswara, S. 2004. Evaluasi Sensori dalam Pendugaan Umur Simpan Produk Pangan. *Dalam: Modul IV Pelatihan Pendugaan Waktu Kadaluarsa (Shelf Life) Bahan dan Produk Pangan*. Departemen Teknologi Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Koswara, S dan F. Kusnandar. 2004. Pendugaan Masa Kadaluarsa Produk-Produk Spesifik. *Dalam: Modul V Pelatihan Pendugaan Waktu Kadaluarsa (Shelf Life) Bahan dan Produk Pangan*. Departemen Teknologi Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kristiani, S. 2012. Kajian Suhu dan Kadar Air Terhadap Kualitas Benih Kedelai (*Glycine max*) (*L. merril*) Selama Penyimpanan. *Makalah Seminar Umum*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Kusnandar, F. 2004. Aplikasi Program Komputer sebagai Alat Bantu Penentuan Umur Simpan Produk Pangan Metode Arrhenius. *Dalam: Modul VI Pendugaan Waktu Kadaluarsa (Self Life) Bahan dan Produk Pangan*. Institut Pertanian Bogor. Bogor 19 hlm
- Kusnandar, F. 2006. Disain Percobaan dalam Penetapan Umur Simpan Produk Pangan dengan Metode ASLT (Model Arrhenius dan Kadar Air Kritis). *Modul Pelatihan: Pendugaan dan Pengendalian Masa Kadaluarsa Bahan dan Produk Pangan*. Bogor. 19 hlm.
- Kusnandar, F., D. R. Adawiyah, dan M. Fitria. 2010. Pendugaan Umur Simpan Produk Biskuit dengan Metode Akselerasi Berdasarkan Pendekatan Kadar Air Kritis. *Jurnal Teknologi Industri Pangan*. 21(2):117-122.
- Labuza, T.P. 1982. *Shelf Life Dating of Foods*. Food and Nutrition Press. Inc. Westport. Connecticut.
- Labuza, T.P and M.K. Schmidl. 1985. Accelerated Shelf-Life Testing of Food. *Food Technology*. 39(9):57-64.
- Laksono, M.A., V.P. Bintoro. dan S. Mulyani. 2012. Daya Ikat Air, Kadar Air, dan Protein Nugget dengan Substitusi Tepung Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*). *Animal Agriculture Journal* 1(1): 685-689.

- Lestari, B.E. 2010. Perubahan Warna Tepung Kentang Atlantik Selama Penyimpanan dan Pendugaan Umur Simpannya. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Marinos, D., Kouris, D., dan Z.B. Maroulis, 1995, Transport Properties in The Drying of Solids, dalam Handbook of Industrial Drying, A.S. Mujumdar (ed.), Vol. 1, Marcel Dekker, Inc., New York, hal. 113-159.
- Muchtadi, T.R., Purwiyatno dan, A.A Ahza. 1988. *Teknologi Pemasakan Ekstrusi*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor.
- Mustafidah, C. dan S.B. Widjanarko. 2015. Umur Simpan Minuman Serbuk Berserat dari Tepung Porang (*Amorpophallus oncophillus*) dan Karagenan Melalui Pendekatan Kadar Air Kritis. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(2):650-660.
- Ningsih, S.W. 2010. Optimasi Pembuatan Bioplastik Polihidroksianoat Menggunakan Bakteri Mesofilik dan Media Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. (Tesis). Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Nunung, M.D. 2001. *Budidaya Jamur Tiram*. Kanisius. Yogyakarta
- Nurainy. F., R. Sugiharto, dan D.W. Sari. 2015. Pengaruh Perbandingan Tepung Tapioka dan Tepung Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) terhadap Volume Pengembangan, Kadar Protein dan Organoleptik Kerupuk. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*. 20(1):11-24.
- Nurhudaya. 2011. Rekayasa Proses Penggorengan Vakum (*vacuum frying*) dan Pengemasan Keripik Durian Mentawai. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nurminah, M. 2002. Penelitian Sifat Berbagai Bahan Kemasan Plastik dan Kertas Serta Pengaruhnya terhadap Bahan yang dikemas. (Skripsi). Fakultas Pertanian. Universitas Sumatra Utara.
- Nursten, H. 2005. *The Maillard reaction: chemistry, biochemistry and implications*. Royal Society of Chemistry. ISBN 0-85404-964-9. London. UK.
- Ophart, C.E. 2003. *Virtual Chembook*. Illinois: Elmhurst College Press.
- Parjimo. 2007. *Budidaya Jamur (Jamur Kuping, Jamur Tiram dan Jamur Merang)*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Permadi, S.N. dan S. Mulyani. 2009. Potensi Tepung Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) dan Gluten dalam Pembuatan Daging Tiruan. *Aplikasi Teknologi Pangan*. 1(4):115-120.

- Poke, L.C., Purwijantiningsih, L.M.E., Swasti, Y.R. 2017. Kombinasi Jagung (*Zea mays* L.) dan Tepung Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus* Jacq.) Terhadap Kualitas *Tortilla Chips* (Keripik Jagung). Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Yogyakarta.
- Pomeranz, Y. and C.E. Meloan. 1978. *Food Analysis Theory and Practise*. The AVI Publ. Co Inc. Westport, Connecticut.
- Putri, A.I., Havelly, dan I.S. Nurminabari. 2016. Pendugaan Umur Simpan Keripik Tempe yang Dikemas dengan Berbagai Jenis Kemasan dan Disimpan pada Suhu Penyimpanan Berbeda. *Artikel Penelitian Tugas Akhir*. 16 hlm. Universitas Pasundan. Bandung.
- Rahayu, W.P., H. Nababan, S. Budijanto, dan D. Syah. 2003. *Pengemasan, Penyimpanan dan Pelabelan*. Badan Pengawasan Obat dan Makanan, Jakarta.
- Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar.
- Rudolf, F. B. 1986. Prediction of Shelf Life of Package Water Sensitive Foods. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*. 20(1): 19–21.
- Rus'an. 2007. Pengaruh Penggunaan Tepung Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) terhadap Kadar Protein Sosis. *Agroteknos*. 4(2):104-114.
- Sanchez, C. 2010. Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and Other Edible Mushroom. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 85:1321-1337.
- Saputri, R. 2012. Pendugaan Umur Simpan Bahan Makanan Campuran (BMC) dari Tepung Sukun (*Artocarpus communis*) dan Tepung Kacang Benguk (*Mucuna pruriens* L.) Germinasi pada Kemasan Aluminium Foil dengan Metode Akselerasi. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Shahzadi, N., M.S. Butt, S.U. Rehman, and K. Sharif. 2005. Chemical Characteristics of Various Composite Flours. *International Journal of Agriculture and Biology*. 7(1):105 108.
- Sokhansanj, S. dan D.S. Jayas. 1995. Drying of Foodstuffs, dalam Handbook of Industrial Drying, A.S. Mujumdar (ed.), Vol. 1, Marcel Dekker, Inc. New York. hal. 589-625.
- Standar Nasional Indonesia. 2009. *Standar Nasional Indonesia Tepung Terigu*. SNI 01-3751-2009. Badan Standarisasi Nasional. Indonesia.
- Sudarmadji, S., B. Haryono, dan Suhardi. 1997. *Prosedur Analisis untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty. Yogyakarta.
- Suhelmi, M. 2007. Pengaruh Kemasan Polypropylene Rigid Kedap Udara Terhadap Perubahan Mutu Sayuran Segar Terolah Minimal Selama Penyimpanan. (Skripsi). Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

- Sumarmi. 2006. Botani dan Tinjauan Gizi Jamur Tiram Putih. *Jurnal Inovasi Pertanian*. 4(2):124-130.
- Sumarsih, S. 2010. *Untung Besar Usaha Bibit Jamur Tiram*. Penebar Swadaya. Jakarta. 133 halaman.
- Suradi, K. 2009. Aplikasi Model Arrhenius untuk Pendugaan Penurunan Masa Simpan Daging Sapi Pada Penyimpanan Suhu Ruang dan Refrigerasi Berdasarkan Nilai TVB dan pH. (Skripsi). Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Suriawiria, H.U. 2002. *Budidaya Jamur Tiram*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 87 hlm.
- Susilo, A.H. 2012. Pendugaan Umur Simpan Bahan Makanan Campuran (BMC) dari Tepung Sukun (*Artocarpus communis*) dan Tepung Kacang Benguk Germinasi (*Mucuna pruriens L.*) pada Kemasan Plastik Poliethilen dengan Metode Akselerasi. (Skripsi). Fakultas Pertanian. Universitas Lampung.
- Swastika, N.D. 2009. Stabilisasi Tepung Bekatul Melalui Metode Pengukusan dan Pengeringan Rak serta Pendugaan Umur Simpannya. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Syarief, R., S. Santausa, dan S. Isyana. 1989. *Teknologi Pengemasan Pangan*. Pusat Antar Universitas, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Syarif, R. dan H. Halid. 1993. *Teknologi Penyimpanan Pangan*. Pusat Studi Antar Universitas. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tejasari, 2005. *Nilai Gizi Pangan*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Triyanto, E., B.W.H.E. Prasetyono, dan S. Mukodiningsih. 2013. Pengaruh Bahan Pengemas dan Lama Simpan terhadap Kualitas Fisik dan Kimia Wafer Pakan Komplit Berbasis Limbah Agroindustri. *Animal Agriculture Journal*. 2(1):400- 409.
- Wasono, M.S.E. dan S.S. Yuwono. 2014. Pendugaan Umur Simpan Tepung Pisang Goreng Menggunakan Metode Accelerated Shelf Life Testing dengan Pendekatan Arrhenius. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(4):178-187
- Widodo, N. 2007. Isolasi dan Karakterisasi Senyawa Alkaloid Yang Terkandung dalam Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*). (Skripsi). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Widyastuti, N. dan S. Istini. 2004. Optimasi Proses Pengeringan Tepung Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*). *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*. 2 (1): 1693-1831.
- Widyastuti, N. dan S. Istini. 2008. Optimasi Pengeringan Tepung Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*) dengan Pengeringan Kabinet. *Jurnal Teknologi Bioindustri* 2(1): 30-33.

- Wijaya, C.H. 2007. Pendugaan Umur Simpan Produk Kopi Instan Formula Merk-Z dengan Metode Arrhenius. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Winarno, F. G. 2004 . Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia. Jakarta.
- Wolff, E., E. Wisbeck., M. Silveira., R. Gern., M. Pinho., and S.A. Furlan. 2008. Antimicrobial and Antineoplastic Activity of *Pleurotus ostreatus*. *Applied Biochemical and Biotechnology* 151:402-412.
- Zulfikar. 2008. *Kimia Kesehatan Jilid 3*. Departemen Pendidikan Nasional. ISBN. 978-602-8320-48-1. Jakarta.