

TESIS

**PENGARUH JENIS KEMASAN TERHADAP PENDUGAAN UMUR SIMPAN
TEPUNG PREMIX ROTI TAWAR BERBASIS TEPUNG BERAS
TERMODIFIKASI DENGAN METODE *ACCELERATED SHELF LIFE*
TESTING MODEL PENDEKATAN KADAR AIR KRITIS**

FEBBY SUZANNA DUKA

G032202005



PROGRAM MAGISTER ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

PENGARUH JENIS KEMASAN TERHADAP PENDUGAAN UMUR SIMPAN
TEPUNG PREMIX ROTI TAWAR BERBASIS TEPUNG BERAS TERMODIFIKASI
DENGAN METODE *ACCELERATED SHELF LIFE TESTING* MODEL
PENDEKATAN KADAR AIR KRITIS

FEBBY SUZANNA DUKA

G032202005

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan
Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin

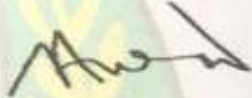
Makassar, Januari 2023

Komisi Penasihat

Ketua

Sekretaris



Dr. Andi Nur Faidah Rahman, STP., M.Si
Nip. 19830428 200812 2 002


Prof. Dr. Ir. Mulyati M. Tahir, M.S
Nip. 19570923 198312 2 001

Ketua Program Studi Magister Ilmu dan
Teknologi Pangan

Dekan Fakultas Pertanian Universitas
Hasanuddin


Dr. Adiansyah Syarifuddin, S.TP., M.Si
Nip. 19770527 200312 1 001


Prof. Dr. Ir. Salengke, M.Sc
Nip. 196312311988111005



**PERNYATAAN KEASLIAN TESIS
DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul "Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Pendugaan Umur Simpan Tepung Premix Roti Tawar Berbasis Tepung Beras Termodifikasi dengan Metode *Accelerated Shelf Life Testing* Model Pendekatan Kadar Air Kritis" adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing (Dr. Andi Nur Faidah Rahman, STP.,_M.Si dan Prof. Dr. Ir. Mulyati M. Tahir, M.S). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya ilmiah yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di *IOP Conference Series* sebagai artikel dengan judul "*Effect of Packaging Type on the Quality of Premix White Bread Based on Modified Rice Flour*".

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 03 Februari 2023



Febby Suzanna Duka
NIM.G032202005

ABSTRAK

Febby Suzanna Duka. **Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Pendugaan Umur Simpan Tepung Premix Roti Tawar Berbasis Tepung Beras Termodifikasi dengan Metode *Accelerated Shelf Life Testing Model Pendekatan Kadar Air Kritis*** (dibimbing oleh Andi Nur Faidah Rahman dan Mulyati M. Tahir).

Tepung premix roti yang terbuat dari tepung beras termodifikasi merupakan produk pangan yang praktis, aman, bergizi dan memiliki nilai fungsional. Sifat higroskopis tepung premix memerlukan bahan pengemas yang memiliki permeabilitas rendah. Dalam penelitian ini tepung premix dikemas menggunakan 3 jenis kemasan yaitu *polypropylene* (PP), *High Density Polyethylene* (HDPE) dan aluminium foil. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kemasan yang optimal untuk mempertahankan kualitas serta memperkirakan umur simpan tepung premix roti tawar. Pendugaan umur simpan diteliti menggunakan metode ASLT dengan pendekatan kadar air kritis. Sementara itu, untuk mengevaluasi kualitas produk selama penyimpanan dilakukan pengujian terhadap GABA, kadar abu, kadar air, kadar protein, kadar karbohidrat, kadar lemak, vitamin B (B2, B6, B9) dan zat besi. Data dianalisis menggunakan SPSS 25, dilanjutkan dengan uji Duncan. Hasil analisis mutu menunjukkan bahwa jenis kemasan yang berbeda berpengaruh nyata ($P < 0,01$) terhadap karakteristik mutu akhir produk, meliputi komposisi karbohidrat, kadar air, lemak, protein, vitamin B2, vitamin B6, zat besi dan GABA, sedangkan tidak ada pengaruh yang nyata terhadap vitamin B9 dan kadar abu ($P > 0,05$). Pendugaan umur simpan premix tepung roti tawar menggunakan model kurva isoterm sorpsi pada RH 70, 75, 80 dan 85% serta suhu 30°C memberikan hasil yang berbeda untuk setiap jenis kemasan. Secara berurutan menurut RH penyimpanan, umur simpan tepung premix roti tawar dalam kemasan PP adalah 1,7, 1,3, 1,1 dan 0,9 tahun, dalam kemasan HDPE adalah 1,0, 0,8, 0,7 dan 0,6 tahun dan dalam kemasan aluminium foil adalah 7,4, 5,8, 4,8 dan 4,2 tahun. Hasil ini menunjukkan bahwa kualitas dan umur simpan produk lebih baik dipertahankan dalam kemasan aluminium foil.

Kata kunci: Kemasan, umur simpan, tepung premix, ASLT.

ABSTRACT

Febby Suzanna Duka. **Effect of Packaging Type on The Shelf-Life Estimation of Plain Bread Premix Flour Made from Modified Rice Flour Using Accelerated Shelf Life Testing Model with Critical Water Content Approach** (supervised by Andi Nur Faidah Rahman and Mulyati M. Tahir).

Bread premix flour made from modified rice flour is a food product that is practical, safe, nutritious and has a functional value. The hygroscopic nature of premix flour requires a low-permeability packaging material. In this study, premix flour was packaged in 3 types of packaging, namely polypropylene (PP), High Density Polyethylene (HDPE) and aluminum foil. The purpose of this study was to identify the optimal packaging for preserving the quality as well as estimating the shelf life of plain bread premix flour. The estimation of shelf life was examined using the ASLT method with a critical moisture content approach. Meanwhile, to evaluate product quality during storage, tests on GABA, ash content, water content, protein content, carbohydrate content, fat content, B vitamins (B2, B6, B9) and iron were carried out. Data were analyzed using SPSS 25, followed by Duncan's test. The results of the quality analysis revealed that different packaging types had a significant effect ($P < 0.01$) on the final quality characteristics of the product, including carbohydrate composition, moisture content, fat, protein, vitamin B2, vitamin B6, iron and GABA, while there was no significant effect on vitamin B9 and ash content ($P > 0.05$). Estimating the shelf life of plain bread flour premix using the isotherm sorption curve model at RH 70, 75, 80 and 85% and temperature 30°C gave different results for each packaging type. Sequentially according to the storage RH, the shelf life of plain bread premix flour in PP packaging was 1.7, 1.3, 1.1 and 0.9 years, in HDPE packaging was 1.0, 0.8, 0.7 and 0.6 years and in the aluminum foil packaging was 7.4, 5.8, 4.8 and 4.2 years. These results indicate that the quality and shelf life of the product was better maintained in aluminum foil packaging.

Keywords: Packaging, shelf life, flour premix, ASLT.

BIODATA PENULIS



Penulis merupakan putri pertama dari tiga bersaudari yang dilahirkan pada tanggal 01 Februari 1996 di Kalabahi, dari pasangan bapak Yohanis G. R. Duka dan ibu Oktoviana Kinlee.

Penulis memulai pendidikan di Taman Kanak-kanak (TK) Pertiwi Kalabahi pada tahun 2001 dan lulus pada tahun 2002. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke Sekolah Dasar (SD) GMIT 03 Kalabahi pada tahun 2002 dan lulus pada tahun 2008. Penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 01 Kalabahi dan lulus pada tahun 2011. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 01 Kalabahi dan lulus pada tahun 2014. Penulis diterima menjadi mahasiswa program studi Teknologi Hasil Pertanian pada Universitas Tribuana Kalabahi tahun 2014. Pada tahun 2018 penulis dinyatakan lulus setelah menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Substitusi Tepung Terigu dengan Tepung Bekatul Beras (*Rice Polish*) pada Pembuatan Mie Basah Terhadap Kadar Air dan Tingkat Kesukaan Konsumen”.

Setelah memperoleh gelar sarjana, penulis bekerja sebagai asisten pengajar di Universitas Tribuana Kalabahi sejak tahun 2018 hingga 2020. Penulis diterima sebagai mahasiswa magister program studi Ilmu dan Teknologi Pangan Universitas Hasanuddin Makassar pada tahun 2020. Penulis mengakhiri masa studi di Universitas Hasanuddin Makassar dengan menyelesaikan tesis yang berjudul “Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Pendugaan Umur Simpan Tepung Premix Roti Tawar Berbasis Tepung Beras Termodifikasi dengan Metode *Accelerated Shelf Life Testing* Model Pendekatan Kadar Air Kritis”.

KATA PENGANTAR

Dengan segenap rasa syukur syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas perkenaanannya penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul **“Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Pendugaan Umur Simpan Tepung Premix Roti Tawar Berbasis Tepung Beras Termodifikasi dengan Metode *Accelerated Shelf Life Testing Model* Pendekatan Kadar Air Kritis”**.

Terselesaikannya penyusunan tesis ini tidak terlepas dari bantuan dan motivasi berbagai pihak yang mengharapkan keberhasilan penulis. Oleh karena itu pada kesempatan ini tidak lupa penulis haturkan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Andi Nur Faidah Rahman, STP., M.Si selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan sejak tahapan perencanaan hingga selesainya penulisan tesis ini.
2. Prof. Dr. Ir. Mulyati M. Tahir, M.Si sebagai Pembimbing II yang telah memberikan arahan selama penyusunan tesis ini.
3. Prof. Dr. Ir. Abu Bakar Tawali, Dr. Ir. Sitti Mariana Widayanti, M.Si, dan Dr. Ir. Rindam Latief, M.Si sebagai Dewan Penguji yang memberikan koreksi dan saran untuk penyempurnaan tesis ini.

4. Dr. Adiansyah Syarifuddin, S.TP., M.Si. sebagai Ketua Program Studi Magister Ilmu dan Teknologi Pangan.
5. Kedua orang tua tercinta, Bapak Yohanis G.R. Duka dan Ibu Oktoviana Kinlee yang selalu mendoakan dan memotivasi penulis sejak awal perkuliahan hingga tahapan akhir Pendidikan ini.
6. Kedua adik tersayang, Wisye dan Ajen yang selalu memberikan semangat kepada penulis.
7. Kekasih hati, Simon Petrus Wabang yang bersiap menemani penulis mengejar banyak mimpi kedepannya. Terima kasih untuk setiap doa dan telah menjadi *support system* sedari awal hingga tahapan akhir penyelesaian Pendidikan ini.
8. Tim “Gas Full Magister”, terkomplut dan terheboh seangkatan. Terima kasih untuk Monika Linda, si paling syalala, si paling merepotkan tetapi ternyata selalu siap juga direpotkan perkara mengantar, menjemput dan menemani berjam-jam. Isma, si paling *overthinking*, si paling selalu ada cerita baru tiap harinya, tapi yang selalu *ready* diajak *healing* kemanapun. Awalia, si paling santuy, si paling mager, si paling hilang, tapi si paling iya kalau dipinjam motornya selama apapun itu. Dan untuk Nabila, si paling *stylish*, si paling mandiri, si paling wanita karir dan si paling keibuan. Terima kasih *guys* untuk semua hal baik yang telah dibagikan dan kebersamai dalam segala momen di Kota Daeng.

Tesis ini masih jauh dari kesempurnaan, karena itu sangat diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi penyempurnaannya.

Makassar, 2023

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------------------------------|
| LEMBAR PENGESAHAN TESIS | Error! Bookmark not defined. |
| ABSTRAK | iii |
| ABSTRACT | iv |
| BIODATA PENULIS..... | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiv |
| BAB I | 1 |
| PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan..... | 4 |
| 1.4 Manfaat..... | 4 |
| BAB II | 5 |
| TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 <i>State of the Art</i> | 5 |
| 2.2 Tepung Premix Roti Tawar | 6 |
| 2.3 Penurunan Mutu Tepung Premix..... | 11 |
| 2.4 Kemasan <i>Polypropylene</i> (PP)..... | 14 |
| 2.5 Kemasan <i>Hight Density Polyethylene</i> (HDPE)..... | 17 |
| 2.6 Kemasan Aluminium Foil | 19 |
| 2.7 Umur Simpan (<i>Shelf life</i>)..... | 22 |
| 2.8 Model Kadar Air Kritis (Persamaan Labuza) | 23 |
| 2.9 Aktivitas Air (a_w)..... | 25 |
| 2.10 Kadar Air Kritis (Mc) dan Kesetimbangan (Me)..... | 26 |
| 2.11 Kurva Sorpsi Isotermis..... | 28 |
| 2.12 Model Persamaan Sorpsi Isotermis..... | 30 |

| | | |
|-----------------------|---|----|
| 2.13 | Hipotesis..... | 34 |
| BAB III | | 35 |
| METODELOGI PENELITIAN | | 35 |
| 3.1 | Waktu dan Tempat Penelitian..... | 35 |
| 3.2 | Alat dan Bahan..... | 35 |
| 3.3 | Metode Penelitian..... | 36 |
| 3.3.1 | Rancangan Penelitian..... | 36 |
| 3.3.2 | Tahapan Penelitian..... | 36 |
| 3.4 | Parameter Pengamatan Mutu..... | 44 |
| 3.5 | Analisis Data | 51 |
| BAB IV | | 53 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN | | 53 |
| 4.1 | Karakteristik Mutu Tepung Premix Roti Tawar | 53 |
| 4.1.1 | Kadar Air | 55 |
| 4.1.2 | Protein..... | 56 |
| 4.1.3 | Lemak..... | 57 |
| 4.1.4 | Karbohidrat..... | 58 |
| 4.1.5 | Kadar Abu | 59 |
| 4.1.6 | Vitamin B2, B6 dan B9..... | 61 |
| 4.1.7 | Zat Besi..... | 62 |
| 4.1.8 | GABA (<i>gamma-aminobutyric acid</i>)..... | 63 |
| 4.2 | Pendugaan Umur Simpan Metode ASLT | 64 |
| 4.2.1 | Kadar Air Awal (Mi)..... | 64 |
| 4.2.2 | Kadar Air Kritis | 65 |
| 4.2.3 | Kadar Air Kesetimbangan..... | 69 |
| 4.2.4 | Kurva Sorpsi Isotermis..... | 71 |
| 4.2.5 | Penetapan Model Sorpsi Isotermis | 73 |
| 4.2.6 | Slope (b) Kurva Sorpsi Isotermis..... | 79 |
| 4.2.7 | Variabel pendukung pendugaan umur simpan | 81 |
| 4.2.8 | Perhitungan Umur Simpan | 82 |
| BAB V | | 87 |
| PENUTUP | | 87 |

| | | |
|---------------------|-----------------|----|
| 5.1 | Kesimpulan..... | 87 |
| 5.2 | Saran..... | 88 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | | 89 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 1. State of the Art | 5 |
| Tabel 2. Syarat mutu tepung campuran siap pakai menurut SNI 01-4476-1998 | 8 |
| Tabel 3. Komposisi kimia roti tawar | 10 |
| Tabel 4. Hubungan antara aktivitas air (aw) dan keadaan fisik air dalam bahan pangan..... | 29 |
| Tabel 5. Model-model persamaan sorpsi isothermis bahan pangan..... | 32 |
| Tabel 6. Komposisi jumlah garam (g) dengan jumlah air (ml) dalam pembuatan garam jenuh | 41 |
| Tabel 7. Hasil analisis mutu awal tepung premix roti tawar..... | 54 |
| Tabel 8. Hasil analisis mutu akhir tepung premix roti tawar | 54 |
| Tabel 9. Nilai kadar air kesetimbangan (Me) tepung premix roti tawar selama penyimpanan | 70 |
| Tabel 10. Model persamaan linear kurva sorpsi isothermis tepung premix roti tawar..... | 74 |
| Tabel 11. Hasil perhitungan kadar air kesetimbangan tepung premix roti tawar pada kemasan PP | 75 |
| Tabel 12. Hasil perhitungan kadar air kesetimbangan tepung premix roti tawar pada kemasan HDPE | 75 |
| Tabel 13. Hasil perhitungan kadar air kesetimbangan tepung premix roti tawar pada kemasan Aluminium Foil..... | 75 |
| Tabel 14. Hasil perhitungan nilai MRD tepung premix roti tawar pada kemasan PP, HDPE dan Aluminium Foil..... | 76 |
| Tabel 15. Data pendugaan umur simpan tepung premix roti tawar menggunakan kemasan PP | 83 |
| Tabel 16. Data pendugaan umur simpan tepung premix roti tawar menggunakan kemasan HDPE | 84 |
| Tabel 17. Data pendugaan umur simpan tepung premix roti tawar menggunakan kemasan Aluminium foil..... | 84 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1. Struktur Kimia Polypropylene..... | 14 |
| Gambar 2. Plastik Polypropylene | 14 |
| Gambar 3. Polimer Kristalin | 15 |
| Gambar 4. Struktur Kimia High Density Polyethylene (HDPE) | 18 |
| Gambar 5. Skema Kerangka Berpikir | 33 |
| Gambar 6. Diagram Alir Pembuatan Tepung Premix Roti Tawar..... | 52 |
| Gambar 7. Hubungan waktu penyimpanan dengan skor hedonik terhadap penggumpalan | 66 |
| Gambar 8. Hubungan skor hedonik dengan kadar air sampel kemasan HDPE | 67 |
| Gambar 9. Hubungan skor hedonik dengan kadar air sampel kemasan PP | 67 |
| Gambar 10. Hubungan skor hedonik dengan kadar air sampel kemasan Aluminium Foil..... | 68 |
| Gambar 11. Kurva sorpsi isotermis tepung premix roti tawar..... | 72 |
| Gambar 12. Kurva sorpsi isotermis tepung premix roti tawar kemasan PP model Caurie | 77 |
| Gambar 13. Kurva sorpsi isotermis tepung premix roti tawar kemasan HDPE model Caurie..... | 78 |
| Gambar 14. Kurva sorpsi isotermis tepung premix roti tawar kemasan aluminium foil model Hasley | 78 |
| Gambar 15. Kemiringan kurva sorpsi isotermis produk kemasan PP berdasarkan model Caurie..... | 80 |
| Gambar 16. Kemiringan kurva sorpsi isotermis produk kemasan HDPE berdasarkan model Caurie..... | 80 |
| Gambar 17. Kemiringan kurva sorpsi isotermis produk kemasan aluminium foil berdasarkan model Hasley | 80 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|-----|
| Lampiran 1. Contoh form organoleptik metode hedonik | 101 |
| Lampiran 2. Hasil uji hedonik tekstur (penggumpalan) tepung premix kemasan HDPE | 102 |
| Lampiran 3. Hasil uji hedonik tekstur (penggumpalan) tepung premix kemasan Aluminium Foil | 103 |
| Lampiran 4. Hasil uji hedonik tekstur (penggumpalan) tepung premix kemasan PP..... | 105 |
| Lampiran 5. Penentuan kadar air kritis (Mc) dengan uji hedonik | 106 |
| Lampiran 6. Kurva hubungan skor hedonik dengan kadar air..... | 107 |
| Lampiran 7. Pengamatan kadar air kesetimbangan percobaan..... | 109 |
| Lampiran 8. Kurva sorpsi isotermis percobaan..... | 112 |
| Lampiran 9. Penentuan kadar air kesetimbangan (Me) berdasarkan model sorpsi isotermis..... | 113 |
| Lampiran 10. Penentuan MRD model sorpsi isotermis Hasley | 114 |
| Lampiran 11. Penentuan MRD model sorpsi isotermis Chen Clayton | 120 |
| Lampiran 12. Penentuan MRD model sorpsi isotermis Handerson..... | 126 |
| Lampiran 13. Penentuan MRD model sorpsi isotermis Caurie..... | 132 |
| Lampiran 14. Penentuan MRD model sorpsi isotermis Oswin | 138 |
| Lampiran 15. Penentuan model sorpsi isotermis terpilih berdasarkan nilai MRD... | 144 |
| Lampiran 16. Model sorpsi isotermis terpilih..... | 145 |
| Lampiran 17. Tabel uap air Labuza..... | 146 |
| Lampiran 18. Hasil uji ANOVA dan uji lanjut Duncan analisis mutu parameter kadar abu..... | 147 |
| Lampiran 19. Hasil uji ANOVA dan uji lanjut Duncan analisis mutu parameter kadar air..... | 148 |
| Lampiran 20. Hasil uji ANOVA dan uji lanjut Duncan analisis mutu parameter vitamin B2..... | 149 |
| Lampiran 21. Hasil uji ANOVA dan uji lanjut Duncan analisis mutu parameter vitamin B6..... | 150 |
| Lampiran 22. Hasil uji ANOVA dan uji lanjut Duncan analisis mutu parameter vitamin B9..... | 151 |
| Lampiran 23. Hasil uji ANOVA dan uji lanjut Duncan analisis mutu parameter GABA..... | 152 |
| Lampiran 24. Hasil uji ANOVA dan uji lanjut Duncan analisis mutu parameter zat besi | 153 |
| Lampiran 25. Hasil uji ANOVA dan uji lanjut Duncan analisis mutu parameter karbohidrat..... | 154 |
| Lampiran 26. Hasil uji ANOVA dan uji lanjut Duncan analisis mutu parameter protein..... | 155 |

| | |
|--|-----|
| Lampiran 27. Hasil uji ANOVA dan uji lanjut Duncan analisis mutu parameter lemak | 156 |
| Lampiran 28. Hasil analisis karakteristik mutu awal tepung premix roti tawar | 157 |
| Lampiran 29. Hasil analisis karakteristik mutu akhir tepung premix roti tawar..... | 157 |
| Lampiran 30. Hasil perhitungan pendugaan umur simpan tepung premix roti tawar menggunakan kemasan PP | 158 |
| Lampiran 31. Hasil perhitungan pendugaan umur simpan tepung premix roti tawar menggunakan kemasan HDPE..... | 158 |
| Lampiran 32. Hasil perhitungan pendugaan umur simpan tepung premix roti tawar menggunakan kemasan aluminium foil | 159 |
| Lampiran 33. Dokumentasi penelitian | 160 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan pola konsumtif konsumen terhadap produk instan semakin meningkat setiap tahunnya. Selain memiliki sifat praktis, produk instan haruslah aman dan bergizi (Harris dan Fadli, 2014). Salah satu produk instan yang dapat menjawab kebutuhan konsumen tersebut adalah tepung premix roti tawar berbasis tepung beras termodifikasi, yang merupakan produk instan dengan keunggulan pada nilai fungsional yang dimilikinya. Nilai fungsional pada produk ini bersumber dari penggunaan tepung beras termodifikasi yaitu tepung beras berkecambah dan tepung beras pratanak yang tinggi kandungan GABA (*gamma-aminobutyric acid*), vitamin B (B2, B6, B9), protein, lemak dan zat besi (Azis, 2022). Dengan adanya tepung premix ini, konsumen akan lebih dimudahkan dalam segi waktu dan biaya dalam pengolahan produk. Namun, permasalahan yang sering terjadi pada produk tepung-tepungan adalah sifatnya yang mudah menyerap air dari udara atau bersifat higroskopis. Adanya transfer uap air pada produk tersebut dapat menyebabkan perubahan yang tidak diinginkan dan memperpendek umur simpan (Mustafidah et al., 2015). Salah satu teknologi yang dapat diterapkan untuk meminimalisir hal tersebut adalah teknologi pengemasan.

Masalah kemasan sangat penting dan perlu diperhatikan, sebab kemasan mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap penjaminan mutu dan kelancaran pemasaran produk yang dikemas (Muntikah dan Maryam, 2017). Beberapa faktor kerusakan yang dapat diminimalisir menggunakan teknologi pengemasan adalah peningkatan kadar air, aktivitas mikroorganisme, enzim, udara dan suhu (Apriliyanti et al., 2020). Menurut Ninsix et al. (2018), jenis kemasan yang sering digunakan untuk produk tepung instan ialah *high density polyethylene* (HDPE), *polypropylene* (PP), dan aluminium foil karena memiliki permeabilitas yang relatif lebih rendah dibanding kemasan lainnya.

Sifat perlindungan kemasan berbanding lurus dengan umur simpan produk. Penelitian sebelumnya terkait penentuan formula tepung premix roti tawar berbasis tepung beras termodifikasi telah ditemukan dengan penerimaan konsumen dan kandungan gizi tertinggi (Azis, 2022), namun belum diketahui umur simpan produk tersebut. Umur simpan produk pangan (*shelf life*) merupakan salah satu informasi yang sangat penting bagi konsumen. Penentuan umur simpan produk pangan dapat dilakukan dengan metode *Extended Storage Studies* (ESS) dan *Accelerated Shelf-life Testing* (ASLT).

Accelerated Shelf-life Testing (ASLT) lebih sering digunakan karena memiliki ketepatan dan akurasi yang tepat, waktu yang cepat dan biaya yang lebih murah (Phimolsiripol and Suppakul, 2016). Metode ASLT terbagi menjadi

dua model, yaitu model Arrhenius dengan pendekatan suhu tinggi dan model Labuza dengan pendekatan kadar air kritis. Pemilihan model pada metode ASLT didasarkan pada karakteristik produk, dimana produk tepung bersifat higroskopis karena itu lebih tepat pendugaan umur simpannya menggunakan model Labuza dengan pendekatan kadar air kritis (Sugiyono et al., 2013).

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini menjadi penting untuk dilakukan karena akan mengkaji pengaruh penggunaan jenis kemasan yang berbeda terhadap perubahan mutu dan juga dianalisis pendugaan masa simpan tepung premix roti tawar berbasis tepung beras termodifikasi, menggunakan metode ASLT dengan pendekatan kadar air kritis.

1.2 Rumusan masalah

1. Bagaimana pengaruh jenis kemasan terhadap perubahan mutu tepung premix roti tawar berbasis tepung beras termodifikasi?
2. Bagaimana pengaruh jenis kemasan terhadap pendugaan umur simpan tepung premix roti tawar berbasis tepung beras termodifikasi?

1.3 Tujuan

1. Menganalisis pengaruh jenis kemasan terhadap perubahan mutu tepung premix roti tawar berbasis tepung beras termodifikasi.
2. Menganalisis pengaruh jenis kemasan terhadap pendugaan umur simpan tepung premix roti tawar berbasis tepung beras termodifikasi.

1.4 Manfaat

1. Menghasilkan produk instan berbasis tepung beras termodifikasi yang bernutrisi.
2. Menetapkan jenis kemasan yang paling tepat dalam menjaga mutu dan memperpanjang umur simpan tepung premix berbasis tepung beras termodifikasi
3. Menetapkan pendugaan umur simpan tepung premix roti tawar berbasis tepung beras termodifikasi
4. Sebagai sumber informasi atau literatur untuk penelitian selanjutnya.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 State of the Art

Penelitian ini dikembangkan berdasarkan hasil kajian berbagai literatur terkait penggunaan kemasan yang berbeda terhadap umur simpan produk. Adapun beberapa perbandingan penelitian tersebut tertera dalam Tabel 1.

Tabel 1. State of the Art

| No | Parameter | Metode | Hasil | Referensi |
|----|---|--|---|----------------------------|
| 1 | Umur Simpan Jelly Kelor Instan | <i>Accelerated Shelf-life Testing (ASLT)</i> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Kemasan PP 2. Umur simpan 789 hari pada suhu penyimpanan 25°C, 701 hari pada suhu penyimpanan 27°C dan 589 hari pada suhu penyimpanan 30°C. | Apriliyanti et al., (2020) |
| 2 | Umur Simpan Tiwul Instan Tinggi Protein | <i>Accelerated Shelf-life Testing (ASLT)</i> | <p>Umur simpan :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 4,88 tahun menggunakan kemaasan polyethylene. 2. 8,55 tahun menggunakan aluminium foil. | Agustia et al., (2021) |

| | | | | |
|---|--|--|---|----------------------------|
| 3 | Umur Simpan Minuman Serbuk Berserat dari Tepung Porang (<i>amorpopphallus oncophillus</i>) dan Karagenan | <i>Accelerated Shelf-life Testing (ASLT)</i> | Umur simpan menggunakan PP adalah 59.44 bulan, sedangkan yang dikemas menggunakan LDPE adalah 21.99 bulan. | Mustafidah et al., (2015) |
| 4 | Mutu Kukis Sukun Selama Penyimpanan | <i>Extended Storage Studies (ESS)</i> | Jenis kemasan yang terbaik dalam mengemas kukis sukun selama penyimpanan pada suhu kamar adalah plastik Polipropilen. | Johnrencius et al., (2017) |
| 5 | Umur Simpan Susu Bubuk Full Cream | <i>Accelerated Shelf-life Testing (ASLT)</i> | Umur simpan susu bubuk dalam kemasan alumunium foil dapat mencapai 17,2 bulan sedangkan dalam kemasan <i>metallized plastic</i> mencapai 12 bulan | Aprida et al., (2017) |

2.2 Tepung Premix Roti Tawar

Dalam beberapa tahun terakhir, dilaporkan bahwa terdapat data peningkatan yang signifikan terhadap permintaan makanan siap saji, tidak

hanya di Indonesia tetapi juga Thailand dan Vietnam (Irawati, 2013). Produk tepung siap pakai/premiks merupakan produk yang terdiri dari beberapa komponen bahan tepung yang disatukan menjadi satu. Dalam pembuatan tepung premiks terdapat beberapa bahan tepung yang dicampurkan seperti susu, gula bubuk, *essence* bubuk, dan lain-lain. Bahan-bahan yang bersifat cair umumnya tidak ditambahkan ke dalam tepung premiks, seperti air, lemak (seperti margarin, shortening, butter, dan minyak sayur) serta telur.

Pencampuran tepung dalam pembuatan tepung premix bertujuan untuk mensubstitusi komponen tepung secara keseluruhan dan memperpanjang umur simpan serta meningkatkan nilai ekonomi suatu bahan (Diniyah et al., 2019). Hakiki (2019) mengatakan bahwa premix merupakan tepung yang dibuat untuk menginstankan sesuatu, sehingga memberikan kemudahan, menghemat waktu dalam proses produksi, meningkatkan daya simpan, menurunkan penggunaan biaya, serta memperkecil ruang penyimpanan. Adanya tepung premix di kalangan masyarakat memberikan dampak peningkatan minat masyarakat, khususnya generasi muda untuk memproduksi makanan karena memiliki formulasi yang sesuai dengan produk aslinya sehingga lebih minim resiko kegagalan dalam pembuatannya.

Tepung premix merupakan golongan tepung instan, tepung campuran siap pakai (TCSP) dan tepung bumbu (Diniyah et al., 2019). Tepung premix

yang dihasilkan haruslah sesuai dengan standar mutu SNI 01-4476-1998, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Syarat mutu tepung campuran siap pakai menurut SNI 01-4476-1998

| No | Jenis Uji | Satuan | Persyaratan |
|------|---|-------------------|---------------------------------------|
| 1 | Keadaan : | | |
| 1.1 | Bau | - | Normal Khas |
| 1.2 | Rasa | - | Normal Khas |
| 1.3 | Warna | - | Normal |
| 2 | Benda-benda asing | - | Tidak boleh ada |
| 3 | Serangga (dalam bentuk stadia dan potongan) | - | Tidak boleh ada |
| 4 | Air | %, b/b | Maks 12 |
| 5 | Abu | %, b/b | Maks 1,5 |
| 6 | Abu silikat | %, b/b | Maks 1 |
| 7 | Serat kasar | %, b/b | Maks 1,5 |
| 8 | Derajat asam | ml NaOH 1 N/100 g | Maks 4,0 |
| 9 | Bahan Tambahan : | | |
| 9.1 | Pengawet | - | Sesuai SNI 01-0222-1995 dan Permenkes |
| 9.2 | Pewarna | - | No.722/Men.Kes/Per/IX/ 1998 -“- |
| 10 | Cemaran logam : | | |
| 10.1 | Timbal (Pb) | mg/kg | Maks 1 |
| 10.2 | Tembaga (Cu) | mg/kg | Maks 10,0 |
| 10.3 | Seng (Zn) | mg/kg | Maks 40,0 |
| 10.4 | Raksa (Hg) | mg/kg | Maks 0,05 |
| 11 | Cemaran Arsen (As) | mg/kg | Maks 0,5 |
| 12 | Cemaran Mikroba: | | |
| 12.1 | Angka lempeng total | koloni/gram | Maks $1,0 \times 10^6$ |
| 12.2 | <i>E.colli</i> | APM/gram | Negatif |
| 12.3 | Kapang dan Khamir | koloni/gram | Maks $1,0 \times 10^2$ |

Sumber : Diniyah et al., 2019

Mayoritas produk tepung premiks menggunakan terigu, sehingga untuk mengurangi pemakaian terigu dan menerapkan diversifikasi pangan maka salah satu alternatifnya dapat menggunakan tepung beras termodifikasi, yaitu tepung beras pratanak dan tepung beras berkecambah. Penambahan tepung beras pratanak dan berkecambah menghasilkan produk yang fungsional karena tinggi kandungan GABA, vitamin dan mineral juga antioksidan (Maligan et al., 2018).

Formula terbaik tepung premix roti tawar dengan tepung beras termodifikasi adalah dengan perbandingan 20% tepung beras pratanak : 20% tepung beras berkecambah : 60% tepung terigu, dimana formula tersebut menghasilkan roti tawar dengan tingkat penerimaan tertinggi pada hasil uji organoleptik (Azis, 2022). Roti tawar yang menggunakan tepung beras termodifikasi mempunyai komposisi kimia yang lebih baik, juga memiliki sifat fungsional karena memiliki kandungan GABA yang tinggi, sementara indeks glikemiknya lebih rendah dibanding roti tawar original. Perbandingan komposisi kimia roti tawar tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi kimia roti tawar

| Komposisi | Roti tawar | | |
|-------------------|-------------------------------------|-----------------------|-----------------|
| | Tepung beras pratanak + berkecambah | Tepung beras + terigu | Tepung terigu |
| Kadar Air | 20.26% | 20,49% | 24% |
| Kadar Lemak | 39.18% | 22,01% | 34,17% |
| Kadar Protein | 9.13% | 7,86% | 9,6% |
| Serat Kasar | 3.66% | 4,69% | 3,86% |
| Kadar Karbohidrat | 22.63% | 25,44% | 22% |
| GABA | 83.54 mg/kg | 64,91 mg/kg | 21,52 mg/kg |
| Vitamin B2 | 0.48 mg / g | 0,28 mg / g | 0,05 mg/g |
| Vitamin B6 | 0.3 mg / 100 g | 0,2 mg / g | 0,1 mg/100g |
| Vitamin B9 | 256.77 mcg / 100 g | 149, 67 mcg / 100 g | 218 mcg / 100 g |
| Mangan | 7.97 mg / kg | 7,03 mg / kg | 8,96 mg / kg |
| Zat Besi (Fe) | 7.15 mg / 100 g | 4,69 mg / 100 g | 3,6 mg/100 g |
| Indeks Glikemik | 50,67 | 51,65 | 60,11 |

Sumber : Azis (2022)

Beberapa penelitian terkait tepung premix telah dilakukan, baik mencakup penentuan formula terbaik, penentuan umur simpan maupun analisis lainnya pada berbagai jenis tepung premix. Sandaruvini et al (2013) pada penelitiannya terkait mikroorganismenya, melaporkan bahwa selama penyimpanan tepung premix terjadi peningkatan jumlah mikroorganismenya. Peningkatan tersebut dipengaruhi oleh kadar air tepung dan kondisi kelembaban penyimpanan. Selama penyimpanan terjadi peningkatan kadar air produk akibat adanya proses adsorpsi uap air dari udara ke produk sehingga memberikan kondisi mikrobial untuk beraktivitas (Shiddiiqah et al., 2017). Produk berbasis tepung lebih mudah menyerap air disekitar sehingga menyebabkan aktivitas air produk cenderung mengalami kenaikan (Kurnia,

2021). Hal tersebut tentu saja menyebabkan terjadinya penurunan mutu dan rendahnya masa simpan tepung premix yang dihasilkan. Alternatif yang dapat dilakukan untuk meminimalisir hal tersebut adalah dengan memberikan perlakuan pengemasan.

2.3 Penurunan Mutu Tepung Premix

Proses penanganan, pengolahan, penyimpanan dan distribusi menyebabkan produk pangan mengalami perubahan mutu yang ditandai dengan adanya penyimpangan. Penyimpangan suatu produk dari mutu awalnya disebut deteriorasi. Reaksi deteriorasi dimulai dengan persentuhan produk dengan udara, oksigen, uap air, cahaya, dan akibat perubahan suhu. Reaksi deteriorasi dapat disebabkan oleh interaksi dengan berbagai faktor, baik faktor lingkungan eksternal maupun faktor lingkungan internal. Faktor eksternal dapat berupa pengaruh dari udara, uap air, suhu, oksigen, dan cahaya sedangkan komposisi produk sebagai faktor internal juga mempengaruhi mutu tepung premix. Tingkat deteriorasi produk dipengaruhi oleh lamanya penyimpanan, sedangkan laju deteriorasi dipengaruhi oleh kondisi lingkungan penyimpanan (Kusnandar, 2019).

Dalam hubungannya dengan perubahan kadar air selama penyimpanan, produk pangan dibagi ke dalam dua bagian, yaitu produk pangan yang menyerap uap air dan produk pangan yang mengalami kehilangan kandungan air. Tepung premix termasuk dalam produk pangan

yang mudah rusak apabila menyerap uap air yang berlebihan dari lingkungan karena perbedaan tekanan antara tepung premix dengan lingkungan. Berdasarkan sifatnya yang higroskopis, perubahan kadar air merupakan faktor utama yang menyebabkan penurunan mutu tepung premix dan produk pangan kering lainnya. Kerusakan ini cukup kompleks karena dapat melibatkan atau memicu berbagai jenis reaksi deteriorasi lain yang sensitif terhadap perubahan aw. Reaksi-reaksi seperti perubahan organoleptik, kerusakan vitamin, oksidasi lipida, dan reaksi pembentukan *off-flavor* dapat terjadi secara spontan selama proses (Kusnandar et al., 2017).

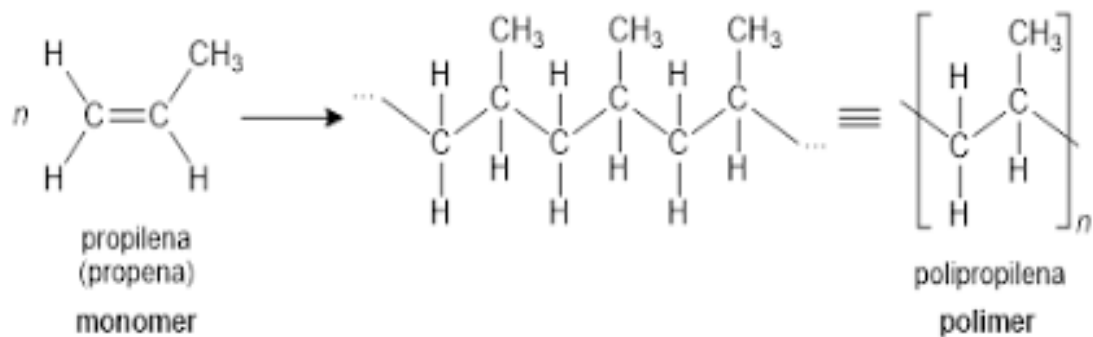
Selama penyimpanan terjadi perubahan komponen utama tepung premix yaitu karbohidrat, protein dan lemak. Adanya peningkatan dan penurunan kadar lemak pada produk dapat disebabkan oleh aktivitas perkembangan mikroorganisme. Kadar lemak selama penyimpanan dapat mengalami penurunan yang disebabkan aktivitas enzim mikroba yang dapat memecah lemak menjadi gliserol dan asam lemak (Sari et al., 2015). Selain karena aktivitas mikroba, diduga kandungan air pada produk dapat menyebabkan terjadinya reaksi hidrolisis sehingga menurunkan kadar lemak. Kadar lemak mengalami penurunan selama penyimpanan berlangsung, sementara oksidasi tetap berjalan sesuai dengan permeabilitas kemasan terhadap oksigen dimana kemasan yang memiliki permeabilitas tinggi terhadap

gas organik dan oksigen masih mungkin produk teroksidasi dan mengalami kerusakan (Sakti et al., 2016).

Hal yang serupa juga terjadi pada penurunan jumlah protein yang bisa terjadi karena kadar air yang meningkat selama penyimpanan yang mendukung pertumbuhan bakteri. Bakteri akan menguraikan komponen gizi produk, salah satunya adalah protein. Nilai protein selama penyimpanan pada suhu ruang mengalami penurunan karena terjadi degradasi akibat aktivitas enzim, degradasi protein dari molekul kompleks menjadi molekul-molekul sederhana seperti asam amino, amoniak dan unsur-unsur nitrogen yang lain, senyawa ini pada umumnya mudah menguap sehingga terjadi pengurangan nilai total nitrogen (N) yang terukur pada pengukuran kadar protein (Nurohman, 2016). Nopriandis et al., (2017) melaporkan bahwa penurunan kadar protein terjadi karena protein terurai oleh enzim proteolitik dan bantuan bakteri menjadi asam karboksilat.

Sarastuti et al., (2015) menyatakan pola penurunan karbohidrat ini turut dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme dalam mereduksi pati maupun meningkatkan kadar gula reduksi. Selain itu adanya penurunan kadar karbohidrat tepung dapat disebabkan oleh adanya peningkatan dan penurunan kandungan gizi lain selama penyimpanan karena kadar karbohidrat sangat tergantung dari faktor pengurangannya (Soputan et al., 2016).

2.4 Kemasan *Polypropylene* (PP)



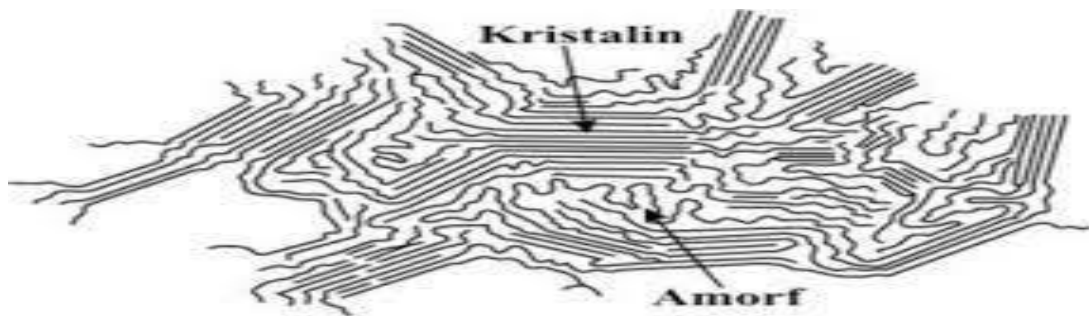
Gambar 1. Struktur Kimia *Polypropylene*

Plastik jenis ini merupakan plastik yang paling aman dipakai sebagai bahan untuk mengemas makanan dan minuman. Pada botol atau wadah makan tertera logo daur ulang dengan angka 5 di tengahnya, serta tulisan PP. *Polypropylene* lebih kuat dan ringan dengan daya tembus uap yang rendah, ketahanan yang baik terhadap lemak, stabil terhadap suhu tinggi dan cukup mengkilap. Jenis PP ini adalah pilihan bahan plastik terbaik, terutama untuk tempat makanan dan minuman seperti tempat menyimpan makanan, botol minum dan terpenting botol minum untuk bayi.



Gambar 2. Plastik *Polypropylene*

Polypropylene merupakan polimer kristalin yang dihasilkan dari proses polimerisasi gas propilena. Propilena mempunyai *specific gravity* rendah dibandingkan dengan jenis plastic lain. *Polypropylene* mempunyai titik kristalisasinya antara 130 – 135°C, mempunyai ketahanan terhadap bahan kimia (*chemical resistance*) yang tinggi, tetapi ketahanan pukul (*impact strength*) nya rendah (Mujiarto, 2005).



Gambar 3. Polimer Kristalin

Polypropylene termasuk jenis plastik olefin, agak sulit dikelim dengan panas, lebih kaku dari PE, memiliki kekuatan tarik dan kejernihan lebih baik dari PE serta permeabilitas uap air rendah. Suhu leleh PP sekitar 150-200°C sehingga dapat digunakan untuk kemasan yang memerlukan sterilisasi dan kemasan produk yang dapat dipanaskan langsung dioven atau direbus (Sampurno, 2019).

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Yanti et al., (2008), penggunaan plastik sebagai pengemas daging sapi khususnya penggunaan plastik PP lebih baik dalam mencegah kontaminasi bakteri. Plastik dengan jenis PP memiliki kemampuan paling baik untuk mengurangi

angka kontaminan bakteri, yaitu rata-rata angka bakterinya $1,5350 \times 10^4$ koloni/gr, hal ini disebabkan karena plastik PP memiliki permukaan lebih licin dan permeabilitasnya terhadap oksigen lebih kecil jika dibandingkan dengan *Polyethilen*.

Perkembangbiakan mikroorganisme selama penyimpanan bahan pangan selain dipengaruhi oleh kandungan bahan pangan tersebut, juga dipengaruhi oleh faktor kelembaban, temperatur, pH dan ketersediaan oksigen (Irawati, 2014). Penggunaan plastik *Polypropylen* memiliki daya tembus uap air lebih rendah dan daya lindung yang lebih baik, dibandingkan plastik *Polyethylene*, hal ini disebabkan karena *Polypropylen* memiliki ketebalan dan kerapatan $6,81 \text{ (cm}^3\text{/cm}^2\text{/mm/det/cmHg) } \times 10^{10}$ yang lebih tinggi dari plastik *Polyethilen* $10,5 \text{ (cm}^3\text{/cm}^2\text{/mm/det/cmHg) } \times 10^{10}$.

Pada penyimpanan jamur tiram, plastik PP mampu mempertahankan mutu produk lebih baik karena mengontrol kecepatan respirasi, sosot bobot lebih rendah, efektif mempertahankan kekenyalan tekstur dan penampakan warna (Cahaya et al., 2014). Wilyana (2015) melaporkan bahwa jenis kemasan berpengaruh terhadap mutu tepung, dimana pada plastik jenis *polypropylene* (PP) penurunan kadar air dan nilai penyusutan tepung beras hitam lebih kecil dibandingkan dengan kemasan jenis aluminium foil. Konstanta laju perubahan mutu tepung kecambah kacang hijau selama penyimpanan yang dikemas

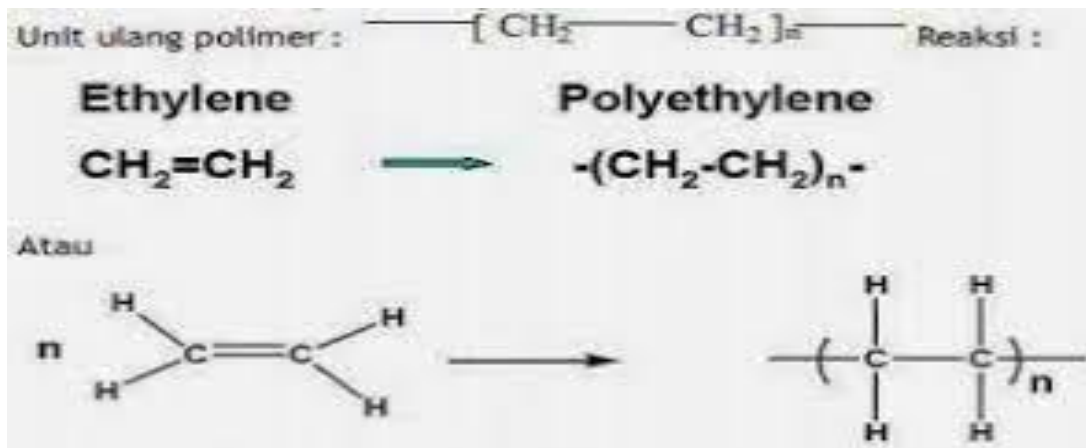
menggunakan plastik polypropylene (PP) lebih rendah dibandingkan kemasan lain (Priyanto et al., 2008).

2.5 Kemasan *Hight Density Polyethylene* (HDPE)

HDPE merupakan jenis plastik yang masuk golongan *polyethylene* (PE), dimana merupakan jenis plastik yang paling umum digunakan sebagai bahan kemasan, meskipun 63% lebih mahal dibanding jenis bahan plastik lainnya (Popa dan Belc 2007). PE diproduksi melalui proses polimerisasi adisi dari gas etilen hasil samping industri arang dan minyak. Plastik PE paling banyak digunakan dalam industri karena mudah dibentuk, tahan bahan kimia, dan mudah digunakan untuk laminasi.

HDPE memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi (120⁰C). Merupakan salah satu bahan plastik yang aman untuk digunakan karena kemampuan untuk mencegah reaksi kimia antara kemasan plastik berbahan HDPE dengan makanan/minuman yang dikemasnya.

Keunggulan kemasan HDPE adalah lebih kuat dibanding kemasan plastik lain, lebih tahan terhadap bahan kimia dan air, serta mudah diolah dan dibentuk. Kelemahan HDPE adalah permeabilitas oksigen cukup tinggi dan tidak tahan minyak (Sucipta et al., 2017).



Gambar 4. Struktur Kimia *High Density Polyethylene* (HDPE)

Secara umum *polyethylene* baik yang *low density* maupun *high density*, dibuat dengan proses polimerisasi adisi dari gas etilen yang diperoleh dari hasil samping dari industri minyak dan batubara, dimana dibutuhkan 1,75 kg minyak bumi untuk membuat 1 kg HDPE (Muntikah dan Maryam, 2017). Proses polimerisasi yang dilakukan ada dua macam, yakni pertama dengan polimerisasi yang dijalankan dalam bejana bertekanan tinggi (1000-3000 atm) menghasilkan molekul makro dengan banyak percabangan yakni campuran dari rantai lurus dan bercabang. Cara kedua, polimerisasi dalam bejana bertekanan rendah (10-40 atm) menghasilkan molekul makro berantai lurus dan tersusun paralel.

Pada *polyethylene* jenis *low density* terdapat sedikit cabang pada rantai antara molekulnya yang menyebabkan plastik ini memiliki densitas yang rendah, sedangkan *high density* mempunyai jumlah rantai cabang yang lebih banyak. Dengan demikian, *high density* memiliki sifat bahan yang lebih kuat,

keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. Ikatan hidrogen antar molekul juga berperan dalam menentukan titik leleh plastik.

Penggunaan plastik HDPE sebagai bahan pengemas paprika mampu mempertahankan mutu paprika selama penyimpanan lebih baik daripada menggunakan bioplastik (Iflah, 2012). Hal tersebut dipengaruhi oleh karakteristik plastik terhadap permeabilitas uap air, dimana uap air akan lebih mudah melewati kemasan bioplastik dibanding HDPE karena nilai permeabilitas bioplastik lebih besar daripada HDPE, yang menandakan struktur bioplastik lebih renggang. Penurunan mutu sale pisang selama penyimpanan dapat diminimalisir dengan menggunakan plastik HDPE selama 28 hari (Rahman et al., 2018). Sementara pada penyimpanan tepung jamur tiram putih dapat bertahan selama 4,3 bulan bila disimpan pada suhu 30°C menggunakan kemasan plastik HDPE (Astuti et al., 2018). Bila dilihat dari pedoman pemilihan jenis kemasan pangan sesuai standar BPOM maka jenis kemasan yang tepat untuk kemasan tepung biji-bijian dan pati adalah jenis plastik HDPE (BPOM, 2014).

2.6 Kemasan Aluminium Foil

Aluminium foil merupakan kemasan tipis berbahan dasar logam dengan ketebalan kurang dari 0,15 mm. Aluminium foil sebagai kemasan memiliki nilai unggul karena kuat, ringan, mudah dibentuk, tahan panas dan hampir murni kedap udara (Ariani & Mahmudah., 2017). Kecedapan terhadap oksigen

membuat aluminium foil merupakan kemasan ideal untuk produk yang disimpan dan juga untuk ekspor karena sering mengalami kendala korosi. Ketahanannya yang sangat baik pada sinar UV dan suhu tinggi yang dapat mencapai 550°C sehingga sangat aman digunakan sebagai bahan pengemas, bukan hanya produk pangan tetapi juga bagi produk kesehatan dan peralatan kedokteran (Humairani & Akmal., 2021).

Ketebalan dari aluminium foil menentukan sifat protektifnya. Jika kurang tebal, maka foil tersebut dapat dilalui oleh gas dan uap. Pada ketebalan 0.0375 mm, maka permeabilitasnya terhadap uap air = 0, artinya foil tersebut tidak dapat dilalui oleh uap air. Foil dengan ukuran 0.09 mm biasanya digunakan untuk permen dan susu, sedangkan foil dengan ukuran 0.05 mm digunakan sebagai tutup botol multitrip (Aresda, 2020). Sifat-sifat dari aluminium foil adalah hermetis, fleksibel, tidak tembus cahaya sehingga dapat digunakan untuk mengemas bahan-bahan yang berlemak dan bahan-bahan yang peka terhadap cahaya seperti margarin dan yoghurt (Jayadi et al., 2016). Selain itu bersifat aman karena tidak menyerap bahan atau zat yang dikemas, tidak menunjukkan perubahan ukuran dengan RH yang berubah-ubah.

Aluminium foil menempati posisi yang penting dalam produk kemas fleksibel karena memiliki *barriers* yang memuaskan dan penampilan yang baik. Foil yang biasa digunakan dengan ketebalan antara 6 mikron sampai dengan 150 mikron baik *soft temper* maupun *hard temper* (Nugraheni, 2018). *Soft*

maupun *hard temper*, tergantung dari komposisi dari *alloy* dan *treatment* terhadap foil tersebut. Umumnya untuk kepentingan kemas fleksibel foil yang digunakan tebalnya kurang dari 25 mikron. Namun demikian untuk keperluan tertentu dengan contoh yang lebih tebal aluminium foil yang *soft temper* akan mudah membentuk *dead-fold*, dan tidak mudah kembali, dan bisa dibentuk menurut keinginan (Mansur et al, 2021).

Aluminium foil memiliki sifat tidak berbau, tidak memiliki rasa, tidak berbahaya, menjaga higienis produk karena tidak mudah membuat pertumbuhan bakteri dan jamur (Budiyanto, 2012). Karena harganya yang cukup mahal, maka aplikasi dari aluminium foil sekarang ini banyak disaingi oleh kemasan plastik yang lebih murah namun memiliki perlindungan yang mirip. Berbagai jenis produk makanan yang dikemas dengan menggunakan bahan pengemas aluminium foil menunjukkan makanan tersebut cukup baik selama penyimpanan. Pada penyimpanan jamur tiram kering menggunakan kemasan aluminium foil pada suhu 30°C lebih mampu mempertahankan mutunya dibandingkan menggunakan kemasan kertas dan plastik *polypropylene* (Hapsari, 2014). Sejalan dengan hasil tersebut, Afdillah et al., (2018) melaporkan pada penggunaan aluminium foil sebagai pengemas abon ikan tongkol dapat bertahan selama 61 hari, 41 hari dan 28 hari masing-masing pada suhu 30°C, 40°C dan 50°C. Sementara pada bumbu plecingan instan dapat dipertahankan mutunya selama 10 hari menggunakan kemasan

aluminium foil (Rokilah et al., 2018). Pada perbandingan kemasan aluminium foil dan *polypropylene* terhadap perlindungan produk bubuk kopi arabika, diketahui kemasan aluminium foil lebih mampu menjaga mutu dan memiliki umur simpan yang lebih lama (Novita et al., 2021). Sementara bila dilihat dari perubahan kandungan antosianin dan aktivitas antioksidan tepung beras hitam, Latifa, et al (2019) menyatakan bahwa jenis kemasan yang terbaik digunakan adalah aluminium foil.

2.7 Umur Simpan (*Shelf life*)

Institute of Food Technology mendefinisikan umur simpan produk pangan sebagai selang waktu antara saat produksi hingga konsumsi dimana produk berada dalam kondisi yang memuaskan dari segi penampilan, rasa, aroma, tekstur, dan nilai gizi (Subramaniam et al., 2016). Menurut *National Food Processor Association*, suatu produk dikatakan berada pada kisaran umur simpannya bila kualitas produk secara umum dapat diterima untuk tujuan seperti yang diinginkan konsumen dan selama bahan pengemas masih memiliki integritas serta memproteksi isi kemasan (Spada et al., 2018).

Umur simpan produk pangan dapat diduga dan ditetapkan waktu kadaluarsanya dengan menggunakan dua konsep studi penyimpanan produk pangan yaitu dengan *Extended Storage Studies* (ESS) atau metode konvensional dan *Accelerated Storage Studies* (ASS) atau metode akselerasi (Hosseini et al., 2020). Metode konvensional dilakukan dengan menyimpan

satu seri produk pada kondisi normal sehari-hari sambil dilakukan pengamatan penurunan mutunya. Metode ini cukup akurat dan tepat namun memerlukan waktu yang lama dan analisis yang relatif banyak. Metode ini umumnya diterapkan pada produk yang memiliki masa kadaluarsa kurang dari 3 bulan (Subramaniam et al., 2016). Metode akselerasi diterapkan pada produk pangan dengan memvariasikan kondisi kelembaban relatif (RH), suhu, dan intensitas cahaya (Spada et al., 2018). Keuntungan metode ini adalah memiliki ketepatan dan akurasi yang tinggi dengan waktu yang relatif singkat.

Penentuan umur simpan produk dengan metode akselerasi dapat dilakukan melalui dua pendekatan yaitu model Arrhenius dan model kadar air kritis (Persamaan Labuza). Model Arrhenius umumnya digunakan untuk menduga umur simpan produk pangan yang sensitif terhadap perubahan suhu, diantaranya produk pangan yang mudah mengalami ketengikan (oksidasi lemak), perubahan warna oleh reaksi pencoklatan atau kerusakan vitamin C. Sementara model kadar air kritis diterapkan pada produk kering yang sensitif terhadap peningkatan kadar air.

2.8 Model Kadar Air Kritis (Persamaan Labuza)

Metode akselerasi yang banyak diterapkan pada produk pangan kering adalah melalui pendekatan kadar air kritis. Prinsip dari metode ini adalah produk disimpan pada kondisi lingkungan yang ekstrim terkhusus pada kelembaban relatifnya, sehingga produk mengalami penurunan mutu akibat

penyerapan uap air. Pada metode ini diperlukan persamaan matematika sebagai alat bantu untuk deskriptif kuantitatif dari sistem yang terdiri dari produk, bahan pengemas dan lingkungan (Hedegaard et al., 2013). Model kadar air kritis dapat dilakukan melalui pendekatan kurva sorpsi isotermis dan pendekatan kadar air kritis termodifikasi. Pendekatan kurva sorpsi isotermis digunakan untuk produk pangan yang mempunyai kurva sorpsi isotermis berbentuk sigmoid.

Model Labuza cocok digunakan untuk menentukan umur simpan produk pangan yang memiliki kurva sorpsi isotermis membentuk sigmoid. Model ini disebut model pendekatan kurva sorpsi isotermis. Persamaan Labuza dapat mengintegrasikan unsur permeabilitas kemasan, berat kering produk, luas bahan pengemas, perbedaan tekanan uap air atau a_w , dan kurva sorpsi isotermis dengan baik. Data percobaan yang diperoleh dapat mensimulasi umur simpan produk dengan permeabilitas kemasan dan kelembaban relatif ruang penyimpanan yang berbeda. Persamaan Labuza adalah sebagai berikut:

$$\theta = \frac{\ln \frac{(M_e - M_i)}{(M_e - M_c)}}{\frac{k}{x} \left(\frac{A}{W_s} \right) \frac{P_0}{b}}$$

Keterangan:

- θ = Waktu perkiraan umur simpan (hari)
- M_e = Kadar air kesetimbangan produk (g H₂O/g padatan)
- M_i = Kadar air awal produk (g H₂O/g padatan)
- b = Slove kurva sorpsi isotermis

- M_c = Kadar air kritis (g H₂O/g padatan)
 $\frac{k}{x}$ = Permeabilitas uap air kemasan (g/m².hari.mmHg)
 A = Luas permukaan kemasan (m²)
 W_s = Berat kering produk dalam kemasan (g padatan)
 P_o = Tekanan uap jenuh (mmHg)

Penentuan umur simpan dengan pendekatan ini memperhitungkan pengaruh: 1) perbedaan kadar air awal dan kadar air kritis, semakin besar perbedaan antara kadar air awal, maka umur simpan akan semakin lama, 2) perbedaan tekanan udara di luar dan dalam kemasan, semakin besar perbedaannya, maka perpindahan uap air semakin lambat dan umur simpan lebih panjang, 3) permeabilitas kemasan, semakin besar permeabilitas kemasan, maka uap air akan semakin mudah bermigrasi, sehingga umur simpan menjadi lebih pendek, dan 4) luasan kemasan yang digunakan, semakin besar luasan kemasan, maka uap air yang masuk akan tersebar dan memperlambat tercapainya kadar air kritis, sehingga umur simpan menjadi semakin panjang.

2.9 Aktivitas Air (a_w)

Aktivitas air (a_w) merupakan faktor utama yang mempengaruhi keamanan pangan dan kualitas pangan. Digunakan untuk menggambarkan hubungan kandungan air dalam bahan pangan dengan daya tahan bahan pangan tersebut. Aktivitas air (a_w) menunjukkan jumlah air bebas dalam bahan pangan yang dapat menunjang reaksi biologis dan kimiawi. Kadar air dalam bahan pangan juga ikut menentukan acceptability, kesegaran, dan daya tahan

bahan pangan tersebut. Istilah ini sangat mempengaruhi penentuan mutu dan umur simpan produk selama penyimpanan karena akan mempengaruhi kestabilan dari produk pangan kering berupa sifat-sifat fisik (kekerasan dan kekeringan) dan sifat-sifat fisikokimia, perubahan-perubahan kimia (pencoklatan non enzimatis), kerusakan mikrobiologis, dan perubahan enzimatis (Alfiyani et al., 2019).

Selain aktivitas air (a_w), istilah ERH (*Equilibrium Relative Humidity*) juga saling berhubungan dalam penentuan mutu produk. Jika aktivitas air (a_w) menunjukkan sifat bahan tersebut, maka beda halnya dengan ERH yang menggambarkan keadaan lingkungan di sekitarnya yang berada dalam keadaan seimbang dengan bahan tersebut. Peranan air dalam produk pangan dinyatakan dengan kadar air dan a_w sedangkan peranan air di udara dinyatakan dengan kelembaban relatif dan kelembaban mutlak. Kadar air bebas dapat berubah secara signifikan selama penyimpanan pada suhu lingkungan terutama untuk parameter higroskopisitas produk seperti tepung premix (Kurnia, 2021).

2.10 Kadar Air Kritis (Mc) dan Kesetimbangan (Me)

Pendugaan umur simpan produk yang sensitif terhadap penyerapan uap air dilakukan dengan metode kadar air kritis yang mensimulasi kerusakan akibat penyerapan uap air oleh produk dengan mengetahui polanya (Aini et al. 2014). Kadar air kritis (Mc) merupakan kadar air dimana produk pangan mengalami penurunan mutu sehingga tidak dapat diterima konsumen secara

organoleptik (Kusnandar et al. 2017). Pada produk tepung, kadar air kritis ditentukan apabila produk telah membentuk gumpalan (Apriliyanti et al., 2020). Penentuan kadar air kritis biasanya menggunakan pengujian organoleptik pada tekstur secara hedonik pada taraf 1 sampai 7 untuk mendapatkan nilai rata-rata 3 (agak tidak suka) pada pengujian tersebut (Mustafidah et al., 2015). Kemudian dilakukan pengujian kadar air yang dijadikan sebagai kadar air kritis produk tersebut.

Kadar air kesetimbangan merupakan kadar air bahan pangan ketika tekanan uap air bahan tersebut dalam kondisi setimbang dengan lingkungannya dimana produk sudah tidak mengalami penambahan atau pengurangan bobot produk (Kosasih, 2018). Kadar air kesetimbangan pada produk pangan digunakan untuk menentukan dan menggambarkan kurva sorpsi isotermis produk tersebut. Kurva tersebut digunakan untuk mendapatkan informasi tentang perpindahan air selama proses adsorpsi atau desorpsi (Pratiwi, 2017).

Proses penyerapan air (adsorpsi) terjadi saat kelembaban relatif lingkungan lebih tinggi dibandingkan kelembaban relatif bahan pangan. Kelembaban relatif lingkungan yang lebih rendah daripada kelembaban bahan menyebabkan terjadinya distribusi uap air dari bahan ke lingkungan melalui proses penguapan (desorpsi). Kadar air kesetimbangan meningkat dengan menurunnya suhu pada kondisi aktifitas air yang konstan (Alfiyani et al., 2019).

Penentuan kadar air keseimbangan umumnya dilakukan dengan dua metode yaitu, metode statistik dan metode dinamik yang berhubungan dengan pergerakan udara. Pada metode statistik, kadar air kesetimbangan bahan yang diperoleh pada keadaan udara diam, dimana metode ini digunakan untuk keperluan penyimpanan karena pada umumnya udara di sekitar bahan relatif tidak bergerak. Sementara pada metode dinamik, kadar air kesetimbangan bahan diperoleh pada udara bergerak yang umumnya digunakan pada proses pengeringan, dimana pergerakan udara untuk mempercepat proses pengeringan dan menghindari penjujukan uap air di sekitar bahan (Hosseini et al., 2020). Penentuan kadar air kesetimbangan suatu bahan pangan melalui metode statis akan tercapai ditandai dengan konstannya bobot bahan. Bobot bahan dikatakan konstan bila selisih bobot antara tiga kali penimbangan berturut-turut tidak lebih dari 2 mg/g untuk kondisi $RH \leq 90\%$ dan tidak lebih dari 10 mg/g untuk $RH > 90\%$ (Alfiyani et al., 2019).

2.11 Kurva Sorpsi Isotermis

Secara umum sifat produk kering yang higroskopis dapat digambarkan dalam sebuah kurva isotermis, yaitu kurva yang menunjukkan hubungan antara kadar air bahan pangan dengan kelembaban relatif kesetimbangan pada ruang tempat penyimpanan (ERH) atau aktivitas air (a_w) pada suhu tertentu (Fiana et al., 2018).

Tabel 4. Hubungan antara aktivitas air (a_w) dan keadaan fisik air dalam bahan pangan

| a_w | Keadaan air di dalam bahan pangan |
|-------------|--|
| 0,00 – 0,35 | Adsorpsi air pada lapisan tunggal (monolayer) |
| 0,35 – 0,60 | Adsorpsi air pada lapisan tambahan (multilayer) |
| 0,60 – 1,00 | Air terkondensasi pada kapiler/pori-pori yang dilanjutkan dengan disolusi padatan terlarut |

Sumber : Aini et al., (2014)

Pada umumnya kurva sorpsi isotermis bahan pangan berbentuk sigmoid (menyerupai huruf S). Kurva adsorpsi (penyerapan uap air) dan kurva desorpsi (pelepasan uap air) tidak pernah berhimpit. Keadaan seperti ini disebut sebagai fenomena histeresis. Besarnya histeresis dan bentuk kurva sangat beragam tergantung pada beberapa faktor seperti sifat alami bahan pangan, perubahan fisik yang terjadi selama perpindahan air, suhu, kecepatan desorpsi atau adsorpsi dan tingkatan air yang dipindahkan selama desorpsi atau adsorpsi (Mustafidah et al., 2015). Fenomena histeresis menjelaskan bahwa nilai a_w yang berbeda diperoleh pada pengukuran makanan dengan kadar air sama, tergantung pada bagaimana cara tercapainya kadar air tersebut, melalui proses adsorpsi atau desorpsi (Utami, 2021).

Setiap pangan ataupun produk memiliki kurva isotermis yang khas. Karakteristik bahan dan produk digambarkan dengan jelas melalui kurva sorpsi isotermis, selain itu juga memberikan informasi tentang kondisi relatif terhadap

serangan mikroba selama penyimpanan. Kurva sorpsi isotermis juga dapat menggambarkan kandungan air yang dimiliki bahan tersebut sebagai keadaan relatif tempat penyimpanan (Putri et al., 2021). Berkurang atau bertambahnya air mempengaruhi secara signifikan mutu produk, maka dengan mengetahui pola penyerapan airnya dan menetapkan kadar air kritisnya, dapat ditentukan umur simpan produk (Aini et al., 2014).

2.12 Model Persamaan Sorpsi Isotermis

Model-model matematika terkait kadar air kesetimbangan yang dikembangkan pada umumnya tidak dapat mencakup keseluruhan kurva sorpsi isotermis. Kisaran a_w dan bahan penyusun produk pangan mempengaruhi kesesuaian tiap model sorpsi isotermis produk (Septiani et al., 2021). Dalam menyusun suatu persamaan yang dapat menjelaskan kurva sorpsi isotermis suatu produk, beberapa kendala yang dihadapi menurut Alfiyani (2018) adalah :

1. Perubahan a_w pada bahan pangan dipengaruhi oleh kombinasi berbagai macam faktor yang masing-masing mendominasi dalam rentang a_w berbeda.
2. Sorpsi isotermis suatu bahan pangan menggambarkan kemampuan higroskopis yang kompleks dan dipengaruhi oleh interaksi baik fisik maupun kimia antara komponen-komponen bahan pangan tersebut yang diinduksi oleh proses pemanasan atau perlakuan awal lainnya.

3. Pada saat bahan pangan menyerap air dari lingkungannya, bahan tersebut pada umumnya akan mengalami perubahan, baik perubahan fisik maupun perubahan kimia dan lainnya.

Salah satu model persamaan sorpsi isotermis yang diakui secara internasional adalah model GAB (Guggenheim, Anderson dan de Boer). Model ini bisa menggambarkan sorpsi isotermis bahan pangan pada kisaran a_w yang lebih luas dari model BET, yaitu $0,05 < a_w < 0,9$ (Hosseini et al., 2020). Model sorpsi isotermis GAB dapat dinyatakan adalah sebagai berikut :

$$Me = \frac{Xm \times C \times K \times aw}{(1-K \times aw) (1-K \times aw + C \times K \times aw)}$$

Keterangan :

- Me = kadar air (BK)
- Aw = aktifitas air
- Xm = kadar air monolayer (%)
- K = konstanta
- C = konstanta energi

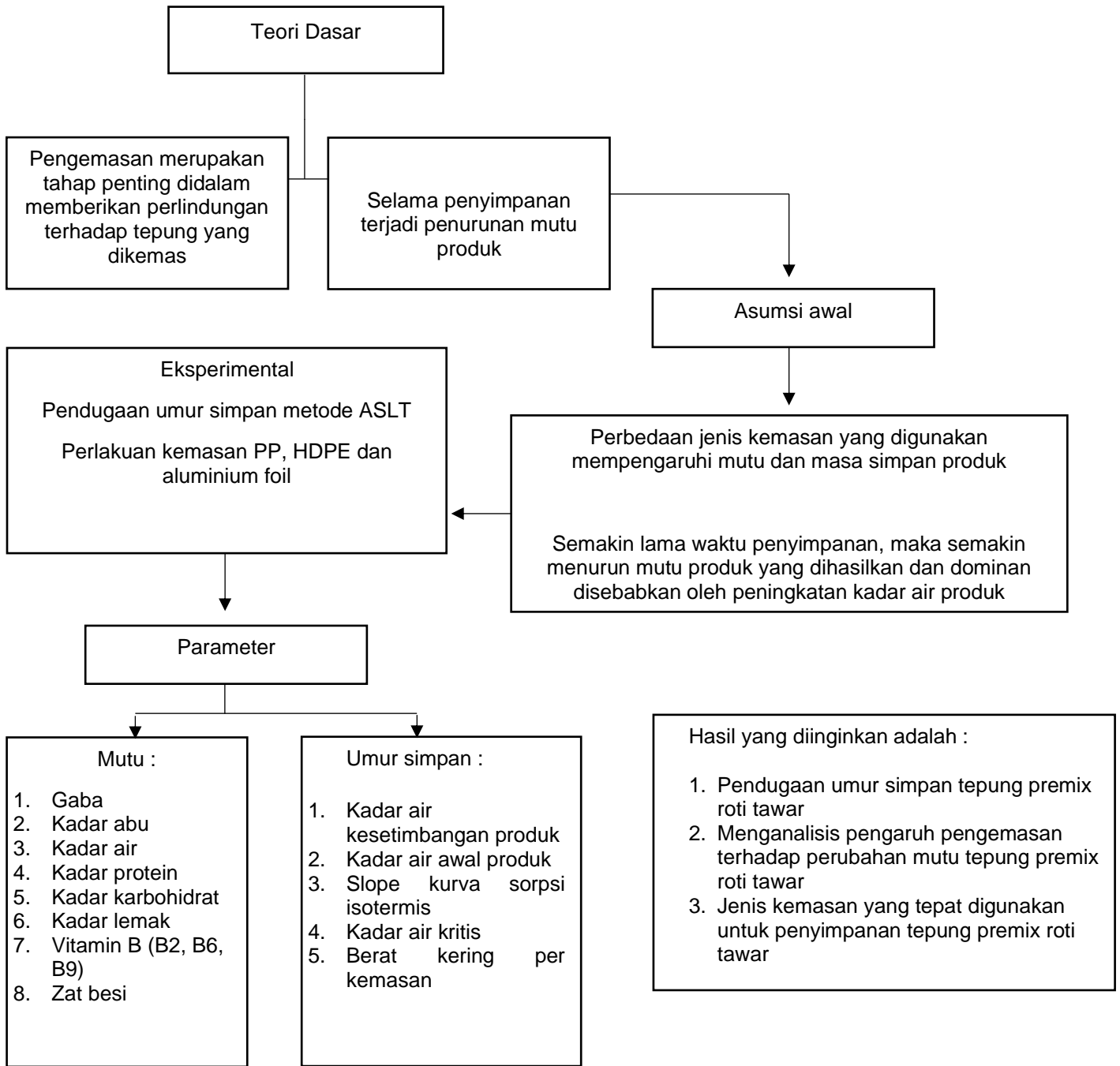
Selain model GAB, ada beberapa model matematika lainnya, yaitu model Henderson, Caurie, Oswin, Clayton, dan Hasley yang tertera pada Tabel 5.

Tabel 5. Model-model persamaan sorpsi isotermis bahan pangan

| Model | Persamaan |
|--------------|--|
| Henderson | $1-a_w = \exp (-KMe^n)$ |
| Caurie | $\ln Me = \ln P_1 - P_2 \cdot a_w$ |
| Oswin | $Me = P_1[a_w/(1-a_w)]^{P_2}$ |
| Chen Clayton | $a_w = \exp [-P_1/\exp(P_2 \cdot Me)]$ |
| Hasley | $a_w = \exp [-P_1/(Me)^{P_2}]$ |

Sumber : Hosseini et al., 2020

Berdasarkan percobaannya, Handerson mengemukakan persamaan yang menggambarkan hubungan antara kadar air kesetimbangan bahan pangan dengan kelembaban relatif ruang simpan. Persamaan ini berlaku untuk bahan pangan pada semua aktivitas air. Kemudian model Chen Clayton berlaku untuk bahan pangan pada semua aktivitas air. Sedangkan metode Hasley dapat digunakan untuk bahan makanan dengan kelembaban relatif 10-81%. Model Caurie berlaku untuk kebanyakan bahan pangan pada selang a_w 0,0-0,85 dan model Oswin berlaku untuk bahan pangan pada RH 0-85%. Model Oswin juga sesuai bagi kurva sorpsi isotermis yang berbentuk sigmoid.



Gambar 5. Skema Kerangka Berpikir

2.13 Hipotesis

H0 : Tidak ada perbedaan yang signifikan dari perubahan mutu dan umur simpan tepung premix roti tawar yang dikemas menggunakan perlakuan jenis kemasan.

H1 : Terdapat perbedaan yang signifikan dari perubahan mutu dan umur simpan tepung premix roti tawar yang dikemas menggunakan perlakuan jenis kemasan.