

**ANALISIS UMUR SIMPAN *COOKIES* SUBSTITUSI TEPUNG
JEWAWUT DAN BEKATUL SEBAGAI SUMBER ENERGI
PROTEIN BALITA *UNDERWEIGHT***

TIARA ANUGRAHWATI

K021181014



**PROGRAM STUDI ILMU GIZI
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

SKRIPSI

**ANALISIS UMUR SIMPAN *COOKIES* SUBSTITUSI TEPUNG
JEWAWUT DAN BEKATUL SEBAGAI SUMBER ENERGI
PROTEIN BALITA *UNDERWEIGHT***

TIARA ANUGRAHWATI

K021181014



*Skripsi Ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Gizi*

**PROGRAM STUDI ILMU GIZI
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

PERNYATAAN PERSETUJUAN


Skripsi ini telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian Skripsi dan disetujui untuk diperbanyak sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Gizi pada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar.

Makassar, 07 Juni 2023

Tim Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II


Safrullah Amir, S.Gz., MPH.
NIP. 19910508 202005 3 001


Marini Amalia Mansur, S.Gz., MPH.
NIP. 19920521 201903 2 024

Mengetahui
Ketua Program Studi Ilmu Gizi
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Hasanuddin


Dr. Abdul Salam, S.KM., M.Kes.
NIP. 19820504 201012 1 008

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Skripsi ini telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar pada hari Selasa, 30 Mei 2023.

Ketua : **Safrullah Amir, S.Gz., MPH.**

(.....)

Sekretaris : **Marini Amalia Mansur, S.Gz., MPH.**

(.....)

Anggota : **Dr. rer. nat. Zainal, STP., M.FoodTech.**

(.....)

Prof. Dr. Nurhaedar Jafar, Apt., M.Kes.

(.....)



PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Tiara Anugrahwati
NIM : K021181014
Fakultas/Prodi : Kesehatan Masyarakat/Ilmu Gizi
HP/WA : 081341501254/085341575332
Email : tiaraanugrahwati93@gmail.com

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul **“Analisis Umur Simpan Cookies Substitusi Tepung Jewawut dan Bekatul sebagai Sumber Energi Protein Balita *Underweight*”** benar adalah asli karya penulis dan bukan merupakan plagiarism dan atau pencurian hasil karya milik orang lain, kecuali bagian yang merupakan acuan dan telah disebutkan sumbernya. Apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 12 Juni 2023

Yang Membuat Pernyataan,


Tiara Anugrahwati

RINGKASAN

Universitas Hasanuddin
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Program Studi Ilmu Gizi

Tiara Anugrahwati

**“Analisis Umur Simpan *Cookies* Substitusi Tepung Jewawut dan Bekatul
Sebagai Sumber Energi Protein Balita *Underweight*”**

(xvi + 90 Halaman + 14 Tabel + 11 Gambar + 13 Lampiran)

Salah satu gangguan gizi yang membutuhkan perhatian khusus di Indonesia dan negara berkembang lainnya adalah *underweight*. Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam memperbaiki gizi masyarakat khususnya dalam penanggulangan masalah gizi kurang adalah melalui intervensi langsung kepada sasaran melalui Pemberian Makanan Tambahan (PMT) Balita. PMT *Cookies* yang terbuat dari jewawut maupun bekatul dapat dijadikan sebagai sumber energi protein bagi balita *underweight*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air pada produk yang diujikan di Laboratorium Kimia Biofisik Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin, uji cemaran mikroba dengan metode angka lempeng total produk *cookies* substitusi tepung jewawut dan bekatul yang diujikan di Laboratorium Balai Besar Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri Hasil Perkebunan, Mineral Logam, dan Maritim (BBSPJIHPMM) Makassar dan uji umur simpan menggunakan pendekatan kadar air kritis dengan persamaan Labuza yang dilakukan di Laboratorium Kimia Biofisik Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian observasional deskriptif dengan menggunakan analisis laboratorium dan *Microsoft Excel*. Sampel yang digunakan adalah produk *cookies* substitusi tepung jewawut dan bekatul dengan unit observasi adalah produk *cookies* dengan formula terpilih berdasarkan uji daya terima yang dilakukan sebelumnya yaitu Formula 15 dengan perbandingan tepung terigu, tepung jewawut, tepung bekatul yaitu 50%:25%:25%.

Hasil penelitian menunjukkan *cookies* substitusi tepung jewawut dan bekatul memiliki kadar air yaitu 5,57% dan jumlah cemaran mikroba (ALT) *cookies* yaitu $4,5 \times 10^2$ dan $3,7 \times 10^2$ koloni/g. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah kadar air pada *cookies* substitusi tepung jewawut dan bekatul tidak memenuhi syarat mutu SNI 2973:2011 (5%) namun masih dapat dikonsumsi dikarenakan walaupun kadar airnya yang sedikit melampaui syarat mutu SNI tetapi jumlah cemaran mikroba (ALT) telah sesuai dengan syarat mutu SNI 2973:2011 (1×10^4 koloni/g). Hasil perhitungan pendugaan umur simpan menunjukkan pada RH 32.9 % lama penyimpanan yaitu 330 hari (11 bulan), RH

44,7 % penyimpanan yaitu 242 hari (8 bulan 6 hari), RH 64,9 % penyimpanan yaitu 166 hari (5 bulan 5 hari), RH 76,9 % penyimpanan yaitu 140 hari (4 bulan 6 hari), dan RH 85 % penyimpanan yaitu 126 hari (4 bulan 2 hari). Hasil perhitungan umur simpan ini menunjukkan bahwa lama penyimpanan berdasarkan pada kondisi *real* (suhu 30⁰C) yaitu selama 140 hari (4 bulan 6 hari) pada RH 76,9% dan 126 hari (4 bulan 2 hari) pada RH 85%.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa produk ini aman untuk dikonsumsi dan dalam kondisi *real*, produk ini dapat bertahan sampai 4 bulan. Disarankan untuk penelitian selanjutnya sebaiknya memperhatikan proses pembuatan produk *cookies* terutama pada proses pemanggangan dapat meminimalkan nilai kadar air yang akan dihasilkan dari produk tersebut.

Kata Kunci : *Underweight*, Pemberian Makanan Tambahan, *Cookies*, Jewawut, Bekatul, Kadar Air, Cemarana Mikroba, Umur Simpan.

Daftar Pustaka: 46 (2004-2022)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT. atas rahmat dan taufiq-Nya penulis mampu menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “Analisis Umur Simpan *Cookies* Substitusi Tepung Jewawut dan Bekatul sebagai Sumber Energi Protein Balita *Underweight*”. Shalawat serta salam tak lupa senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, shahabiyah, tabi’in dan Abuttabi’in serta para syuhada’ atas perjuangan di jalan dakwah mereka atas izin Allah, nikmat iman, dan islam sampai kepada diri kita pada saat ini. Penulisan skripsi ini bertujuan dalam menyelesaikan studi strata satu di Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin. Penulis hendak mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penulisan skripsi ini. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis tak henti-hentinya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua tercinta Bapak Alm. Rahim, S.Pd. dan Ibu Fatmawati, serta adik tercinta Al-Qadry Ramadhana yang senantiasa mendoakan, memberikan kasih sayang, motivasi, serta dukungan material yang diberikan kepada penulis.
2. Bapak Prof. Sukri Palutturi, SKM., M.Kes., M.Sc.PH., Ph.D selaku dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat dan Bapak Dr. Abdul Salam, SKM., M.Kes selaku ketua Program Studi Ilmu Gizi.

3. Bapak Alm. Prof. Saifuddin Sirajuddin, MS, selaku Pembimbing akademik dan skripsi sebelumnya yang sangat berjasa selama penulis mengenyam pendidikan strata 1 di Program Studi Ilmu Gizi.
4. Bapak Safrullah Amir, S.Gz., MPH dan Ibu Marini Amalia Mansur, S.Gz., MPH selaku Pembimbing I dan II yang telah memberikan dukungan, saran, dan arahan dalam penyempurnaan penulisan skripsi ini.
5. Bapak Dr. rer. nat. Zainal, STP., M.FoodTech dan Ibu Prof. Dr. Nurhaedar Jafar, Apt., M.Kes selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan arahan untuk menyempurnakan penulisan skripsi ini.
6. Segenap Bapak/Ibu Dosen Program Studi Ilmu Gizi atas ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat yang diajarkan selama perkuliahan.
7. Seluruh Staff Program Studi Ilmu Gizi dan Staff Akademik Fakultas Kesehatan Masyarakat untuk segala bantuan dalam hal administrasi.
8. Staff laboratorium kak Ian, kak Tanti, kak Ira, kak Alfi, serta kak Cia yang telah membantu selama penelitian di laboratorium.
9. Bapak Dr. Widodo Slamet, S.Pd., M.Kes dan bapak Kasdi Kadir, S.Pd., M.Pd yang telah memberikan sumbangsih pemikiran dalam penelitian penulis.
10. Kepada teman-teman 11 Bocah dan Friend Since Day 1, Nirmayanti, Risma, Elsa Damayanti, Ainun Salsabila B, Nurul Paradillah, Nur Aisyah, Widi Aspiah Azhary, Sindy Fujianti, Anggri Agustina, Wiwi Aryadi, Fadli, Tori Bastian, Muh. Syahrial Ade S, Hilman Sahman, Arjun, Fatwa Pawawoi,

Ahqrum Tani yang senantiasa memberikan dukungan, bantuan serta semangat kepada penulis.

11. Kepada teman-teman GIZ18URENG dan Ravenclaw, Ilmi Anugriani, Safira Maharani, Nabilah Azka Tzaniyah, Dian Resky Ekawati, Nur Rezkyana Asyhad, Musfira, Baitul Afiah, Indra Ayu Ningsih, Mega Mas Putri, Ahmad Arif Hidayat, Ahmad Fadilah dan Muhammad Nurul Akbar yang menjadi teman seperjuangan, tempat diskusi, saling membantu dan memotivasi selama menempuh perkuliahan.
12. Kepada teman-teman FLEKS18EL yang telah kebersamai dalam proses perkuliahan.
13. Kepada semua pihak yang penulis tidak bisa sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan moril untuk penulis. Terima kasih.

Akhir kata, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak. Semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat.

Makassar, 20 Januari 2023

Penulis,

Tiara Anugrahwati

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN PENGAJUAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI	iv
LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	v
RINGKASAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	9
C. Tujuan Penelitian	10
D. Manfaat Penelitian	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	12
A. Tinjauan Umum tentang Balita.....	12
B. Tinjauan Umum tentang <i>Underweight</i>	13
C. Tinjauan Umum tentang Jewawut.....	14
D. Tinjauan Umum tentang Bekatul.....	18
E. Tinjauan Umum tentang <i>Cookies</i>	22

F. Tinjauan Umum tentang Kadar Air.....	23
G. Tinjauan Umum tentang Cemaran Mikroba (ALT).....	25
H. Tinjauan Mengenai Umur Simpan dan Masa Kedaluwarsa	26
I. Metode Penentuan Umur Simpan	31
J. Kerangka Teori	38
BAB III KERANGKA KONSEP	39
A. Kerangka Konsep	39
B. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif	40
BAB IV METODE PENELITIAN	43
A. Jenis Penelitian	43
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	45
C. Populasi dan Sampel Penelitian	45
D. Instrumen Penelitian.....	46
E. Tahapan Penelitian	47
F. Diagram Alir Penelitian.....	61
G. Metode Pengumpulan Data	62
H. Pengolahan dan Analisis Data	62
I. Penyajian Data	62
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	63
A. Hasil Penelitian	63
B. Pembahasan	74
C. Keterbatasan Penelitian	88

BAB VI PENUTUP.....	89
A. Kesimpulan.....	89
B. Saran.....	89
DAFTAR PUSTAKA.....	90
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Angka Kecukupan Gizi Balita	13
Tabel 2.2 Kandungan Zat Gizi Makro pada Jewawut dan Serelia Lainnya.....	18
Tabel 2.3 Kandungan Zat Gizi Tepung Terigu, Bekatul, dan Jewawut (Per 100 gr).....	21
Tabel 2.4 Syarat Mutu <i>Cookies</i>	23
Tabel 2.5 Model-Model Persamaan Sorpsi Isotermis Bahan Pangan	36
Tabel 4.1 Komposisi dan Nilai Zat Gizi <i>Cookies</i> Substitusi Tepung Jewawut...	44
Tabel 4.2 Jumlah Garam dan Air untuk Preparasi Larutan Garam Jenuh	56
Tabel 5.1 Hasil Analisis Kadar Air <i>Cookies</i> Substitusi Tepung Jewawut dan Bekatul	64
Tabel 5.2 Hasil Analisis Cemar Mikroba (ALT) <i>Cookies</i> Substitusi Tepung Jewawut dan Bekatul	64
Tabel 5.3 Kadar Air Kesetimbangan Produk <i>Cookies</i> Substitusi Tepung Jewawut dan Bekatul serta Waktu Pencapaiannya pada Berbagai Kondisi RH Penyimpanan	68
Tabel 5.4 Nilai Kadar Air Kesetimbangan (Me) Produk <i>Cookies</i> Substitusi Tepung Jewawut dan Bekatul.....	70
Tabel 5.5 Persamaan Kurva Sorpsi Isotermis Produk <i>Cookies</i> Substitusi Tepung Jewawut dan Bekatul dan Nilai <i>Mean Relative Deviation</i> (MRD)..	71
Tabel 5.6 Pendugaan Umur Simpan Produk <i>Cookies</i> Substitusi Tepung Jewawut dan Bekatul pada Berbagai RH Penyimpanan	73

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Tanaman Jewawut	14
Gambar 2.2 Struktur Biji Jewawut	15
Gambar 2.3 Bekatul	18
Gambar 2.4 Anatomi Bekatul.....	19
Gambar 2.5 Kerangka Teori.....	38
Gambar 4.1 Diagram Alir Penelitian	61
Gambar 5.1 <i>Cookies</i> Subtitusi Tepung Jewawut dan Bekatul Formula 15.....	63
Gambar 5.2 Kurva Lama Penyimpanan <i>Cookies</i> Subtitusi Tepung Jewawut dan Bekatul dengan Jumlah Kadar Air	66
Gambar 5.3 Kurva Skor Uji Penerimaan <i>Cookies</i> Subtitusi Tepung Jewawut dan Bekatul dengan Jumlah Kadar Air	67
Gambar 5.4 Kurva Sorpsi Isotermis Hasil Penelitian <i>Cookies</i> Subtitusi Tepung Jewawut dan Bekatul	69
Gambar 5.5 Kemiringan Kurva Sorpsi Isotermis Model Persamaan Oswin Produk <i>Cookies</i> Tepung Jewawut dan Bekatul	72

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Surat Izin Penelitian Laboratorium Kuliner Dasar
- Lampiran 2. Surat Izin Penelitian Balai Besar Hasil Perkebunan
- Lampiran 3. Surat Izin Penelitian Laboratorium Kimia Biofisik Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin
- Lampiran 4. Hasil Analisis Kadar Air *Cookies* Substitusi Tepung Jewawut dan Bekatul
- Lampiran 5. Hasil Analisis Cemarkan Mikroba *Cookies* Substitusi Tepung Jewawut dan Bekatul
- Lampiran 6. Modifikasi Model Sorpsi Isotermis dari Persamaan Non-Linear Menjadi Persamaan Linear
- Lampiran 7. Kuesioner Uji Hedonik
- Lampiran 8. Data Hasil Penelitian Hedonik (Kerenyahan) Panelis pada *Cookies* Substitusi Tepung Jewawut dan Bekatul (F15)
- Lampiran 9. Perhitungan Umur Simpan Produk *Cookies* Substitusi Tepung Jewawut dan Bekatul
- Lampiran 10. Dokumentasi Pembuatan *Cookies* Substitusi Tepung Jewawut dan Bekatul
- Lampiran 11. Dokumentasi Uji Cemarkan Mikroba
- Lampiran 12. Dokumentasi Uji Umur Simpan
- Lampiran 13. Riwayat Hidup

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kurang gizi dan gizi buruk dinyatakan sebagai tewasnya 3,5 juta anak di bawah usia lima tahun (balita) didunia, balita merupakan salah satu kelompok usia yang rentan mengalami masalah gizi (Krisnansari, 2010) dalam (Fentia L, 2020). Balita merupakan usia dimana anak sedang mengalami proses pertumbuhan yang relatif pesat dan membutuhkan asupan gizi yang relatif besar. Salah satu gangguan gizi yang membutuhkan perhatian khusus di Indonesia dan negara berkembang lainnya adalah *underweight* (Pratiwi R.H, dkk. 2015).

Underweight atau gizi kurang merupakan kondisi dimana nilai *z-score* untuk perbandingan berat badan menurut umur (BB/U) adalah $\leq 2,0$ SD. Indeks BB/U memberikan indikasi masalah gizi secara umum karena berat badan berkorelasi positif dengan umur dan tinggi badan. Pada balita, ada dua hal yang dapat menyebabkan nilai *z-score* BB/U rendah, yaitu: (1) Balita pendek yang merupakan indikasi adanya masalah gizi kronis dan (2) Balita menderita penyakit infeksi yang merupakan indikasi masalah gizi akut (Direktorat Gizi Masyarakat, 2018).

Underweight berhubungan erat dengan pemberian asupan makanan yang kurang dan kualitas makan yang rendah, bila hal ini terjadi bersamaan dengan munculnya penyakit infeksi maka dapat berakibat semakin buruknya status gizi balita. Kurangnya asupan protein dan kalori adalah alasan yang

mendasari meningkatnya kerentanan terhadap penyakit infeksi. Pendukung terjadinya *underweight* pada balita adalah keadaan keluarga yang memburuk yaitu sosial ekonomi yang rendah, pendidikan yang rendah, dan kurangnya hasil pertanian, sehingga menyebabkan kurangnya ketersediaan makanan dalam rumah tangga, serta minimnya akses rumah tangga untuk mendapatkan sarana kesehatan akan memperburuk status gizi balita (Hassam S.L, *et all.*, 2010).

Menurut hasil Studi Status Gizi Indonesia (SSGI) tahun 2021, prevalensi *underweight* pada tahun 2018 sebesar 17,7%, pada tahun 2019 sebesar 16,3%, dan pada tahun 2021 sebesar 17%. Prevalensi kejadian *underweight* pada tahun 2019 cenderung menurun dari tahun 2018. Kemudian pada tahun 2021 prevalensi kejadian *underweight* cenderung naik.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam memperbaiki gizi masyarakat khususnya dalam penanggulangan masalah gizi kurang adalah melalui intervensi langsung kepada sasaran melalui Pemberian Makanan Tambahan (PMT). PMT adalah upaya memberikan tambahan makanan untuk menambah asupan gizi untuk mencukupi kebutuhan gizi agar tercapainya status gizi yang baik (Permenkes RI Nomor 51 Tahun 2016).

Makanan tambahan yang diberikan dapat berbentuk makanan keluarga berbasis pangan lokal dengan resep-resep yang dianjurkan. Makanan lokal lebih bervariasi namun metode dan lamanya memasak sangat menentukan ketersediaan zat gizi yang terkandung di dalamnya. Suplementasi gizi dapat juga diberikan berupa makanan tambahan pabrikan,

yang lebih praktis dan lebih terjamin komposisi zat gizinya (Permenkes RI Nomor 51 Tahun 2016).

Standar formula PMT yang ditetapkan oleh *World Health Organization* (WHO) adalah terbuat dari bahan minyak, gula, susu, air serta tepung terigu. Padahal kebutuhan terigu di Indonesia masih bergantung pada impor dari negara lain. Hal ini tentunya akan mengakibatkan ketergantungan pangan dari luar negeri. Oleh karena itu, penggunaan tepung terigu perlu dikurangi dengan melakukan substitusi bahan lokal (Iskandar, 2017). Sejalan dengan pernyataan Ramadhan (2019) bahwa bahan biskuit PMT dapat diganti dengan pangan lokal lainnya yang melimpah serta tinggi protein, vitamin, dan mineral.

Indonesia memiliki keanekaragaman yang melimpah, dimana komoditas tanaman pangan berupa serealialia yaitu padi, jagung, dan serealialia lainnya mempunyai arti strategis dalam perekonomian nasional, karena sub sektor ini menyediakan kebutuhan paling esensial bagi kehidupan yaitu bahan pangan. Kebutuhan akan produk serealialia semakin meningkat seiring dengan laju pertumbuhan penduduk dan pola konsumsi masyarakat yang masih didominasi oleh beras serta semakin berkembangnya industri olahan berbahan dasar pangan. Peningkatan produk komoditas serealialia kedepan diharapkan dapat menjadi dasar bagi pembangunan pertanian yang tangguh dan modern serta berbasis pada pengelolaan sumber daya alam dan genetik secara berkelanjutan yang menjamin ketahanan, keamanan dan mutu pangan,

penyediaan bahan baku industri, dan kesejahteraan petani serta berdaya saing global (Kementerian Pertanian, 2010).

Salah satu komoditas strategis yang sesuai untuk menunjang program diversifikasi pangan adalah tanaman jowar. Jowar merupakan tanaman sereal ber biji kecil namun kaya dengan kandungan nutrisi penting yang dibutuhkan oleh manusia. Jowar dapat dijadikan sebagai salah satu bahan pangan substitusi beras sehingga dapat memenuhi kebutuhan kalori harian. Jowar mengandung 60-75% karbohidrat, 6-19% protein, dan 1,5-5% lemak. Studi lain menyebutkan kandungan karbohidrat jowar mencapai 65-75%, protein sebesar 7-12%, lemak sebesar 2-5% serta 15-20 serat kasar. Hal ini ditunjukkan dengan kandungan karbohidratnya sebesar 75% yang mendekati kandungan karbohidrat beras yaitu sebesar 79%. Keunggulan lainnya dari tanaman jowar adalah kandungan proteinnya sebanyak 11%, yang lebih tinggi dibandingkan kandungan protein beras yang hanya mencapai 7% (Azrai, M., dkk. 2020). Namun sebagian besar kalangan masyarakat mengenal jowar sebagai pakan burung.

Tepung jowar mempunyai kandungan protein 12,1%, lemak 1,68%, karbohidrat 81,52%, dan serat pangan 7,8. Berbagai olahan berbasis tepung jowar dapat diolah, mulai dari produk tradisional, semi tradisional hingga modern. Tepung jowar dapat diolah menjadi produk *cake*, *cookies*, kue-kue serta makanan ringan yang bergizi dengan mensubstitusi parsial tepung gandum atau terigu. Tepung jowar memiliki kadar air sebesar 11,50% dan serat kasar 5,70%. Untuk meningkatkan mutu dari tepung

jewawut dapat dilakukan modifikasi melalui beberapa metode antara lain dengan enzimatis, fermentasi, dan lainnya (Azrai, M., dkk. 2020).

Selain tanaman jewawut, bekatul memiliki potensi yang berperan dalam ketahanan pangan Indonesia. Bekatul merupakan komoditi yang berasal dari kulit ari padi-padian merupakan hasil samping penggilingan padi yang telah disaring dan dipisahkan dari sekam (kulit luar gabah). Penggilingan padi menghasilkan beras sekitar 60-65% dan bekatul sekitar 8-12%. Kandungan zat gizi yang dimiliki bekatul yaitu protein 13,11–17,19%, lemak 2,52–5,05%, karbohidrat 67,58–72,74%, dan serat kasar 370,91-387,3 kalori serta kaya akan vitamin B, terutama vitamin B1 (thiamin) (Luthfianto D, dkk. 2017). Saat ini bekatul lebih banyak digunakan sebagai pakan ternak, sedangkan bekatul memiliki kandungan gizi yang dapat berperan dalam bahan baku industri pangan dan kaya akan komponen bioaktif (Tuarita M.Z., dkk. 2017).

Umumnya bekatul memiliki sifat higrokopsis yang mampu menyerap dan kehilangan kandungan air. Kandungan kadar air yang rendah pada suatu bahan dapat meningkatkan umur simpan. Kadar air yang rendah juga dapat mencegah kontaminasi pertumbuhan mikroba. Kadar air terbaik adalah berkisar 3-7% dimana pada kadar tersebut disamping dapat menghalangi pertumbuhan mikroba juga berfungsi mengurangi reaksi kimiawi dan menghambat *browning*, hidrolisis, dan oksidasi lemak yang menyebabkan munculnya bau tengik pada bekatul (Winarno F, 2008) dalam (Luthfianto D, dkk. 2017).

Tepung bekatul dapat dicampur dengan bahan lain pada pembuatan biskuit dan kue serta sereal. Sebenarnya bekatul memiliki karakteristik cita rasa lembut dan agak manis. Namun pada kenyataannya, cita rasa bekatul sering digambarkan bau tengik, apek, dan asam (Sulistiawati, 2012) dalam (Stefani Y.O. dan Mawarti E., 2020). Hal tersebut menyebabkan bekatul mempunyai nilai ekonomis yang rendah. Maka perlu dilakukan pengolahan untuk meningkatkan penerimaan masyarakat salah satunya yaitu diolah menjadi *cookies* (Kurniawati, L. 2010). Salah satu inovasi yang dapat dikembangkan ialah pengolahan pangan lokal menjadi *cookies*. *Cookies* merupakan makanan ringan yang berbentuk kecil dan kering, sehingga memiliki umur simpan yang lama dan sangat mudah dikemas serta menarik untuk disajikan (Arnisam et al., 2013).

Cookies adalah jenis biskuit (kue kering) yang dibuat dari adonan lunak, berkadar lemak tinggi, renyah, dan bila dipatahkan penampang potongannya bertekstur kurang padat. *Cookies* adalah salah satu jenis makanan jajanan yang disukai masyarakat dan merupakan makanan yang mengenyangkan, dengan daya simpan relatif panjang serta dapat dibuat dalam bentuk-bentuk yang lucu dan berukuran kecil (Anonim, 1990) dalam (Kurniawati, L. 2010).

Cookies mempunyai daya simpan lebih lama dan praktis dibawa sebagai bekal makanan yang sehat dan bergizi. Upaya diversifikasi pangan sangat penting dilakukan, selain untuk mengurangi ketergantungan pada tepung terigu, juga untuk menggali potensi-potensi pangan lainnya. Alasan

pemilihan produk *cookies* karena saat ini biskuit atau *cookies* sudah menjadi salah satu makanan cemilan praktis bagi masyarakat (Muslimah, N. 2017).

Biasanya *cookies* dibuat dari bahan baku tepung terigu, sehingga harganya relatif mahal dibandingkan makanan ringan lainnya. Hal ini disebabkan bahan baku utama *cookies* adalah tepung terigu yang harganya relatif mahal dan masih import. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dikembangkan pembuatan *cookies* dengan cara mengganti sebagian bahan baku *cookies* dengan bahan lain yang lebih murah, tanpa menyebabkan penyimpangan kualitas *cookies* yang dihasilkan sehingga tetap disukai konsumen (Kurniawati, L. 2010).

Penelitian oleh Anugriani, I. (2022) membuat inovasi dengan mengombinasikan tepung jewawut dan tepung bekatul sebagai bahan pangan fungsional yang diolah dalam bentuk *cookies* yang dapat menjadi sumber energi dan protein balita *underweight*. Melihat manfaat kedua bahan tersebut, dimana jewawut dapat dijadikan sebagai sumber energi dan bekatul sebagai sumber protein sehingga akan lebih menguntungkan jika kedua bahan dikombinasikan dalam pembuatan *cookies*. Kombinasi kedua bahan ini membuat segala kelebihan yang terdapat dalam kedua bahan akan saling menguatkan sehingga dapat menciptakan produk lokal yang unik, bergizi, dan ekonomis.

Berdasarkan hasil penelitian oleh Anugriani, I. (2022), terkait daya terima *cookies* substitusi tepung jewawut dan bekatul dengan menggunakan 4 parameter uji yaitu warna, aroma, tekstur, dan rasa secara keseluruhan

panelis terlatih maupun agak terlatih memilih Formula 15 (F15) sebagai formula yang terbaik dan paling disukai dari 15 formula. Hal ini dapat disebabkan karena penggunaan tepung jowawut dan bekatul yang sama yaitu masing-masing 25%. Kombinasi kedua bahan ini membuat segala kelebihan yang terdapat dalam kedua bahan menjadi saling menguatkan. Sehingga menghasilkan *cookies* yang memiliki warna agak terang, aroma yang agak harum, tekstur yang agak lembut, dan rasa yang agak enak. F15 memiliki perbandingan tepung terigu, tepung jowawut, dan bekatul 50%:25%:25%.

Berdasarkan hasil penelitian oleh Hasnaeni T. (2022), terkait kandungan proksimat *cookies* substitusi tepung jowawut dan bekatul pada formula terpilih (F15) per 100 gr yaitu kandungan karbohidrat sebesar 19,89 gr, kandungan protein sebesar 15,64 gr, kandungan lemak sebesar 33,32 gr, kandungan kadar abu sebesar 0,37 gr, kandungan kadar serat sebesar 30,47 gr, dan memiliki energi sebesar 442,1307 kkal.

Pada produk pangan kering, keberadaan air sangat mempengaruhi daya simpan produk. Kadar air yang tinggi tentunya dapat menurunkan mutu biskuit, baik dari segi organoleptik maupun mikrobiologisnya. Biskuit dengan kadar air yang tinggi akan mudah bagi kapang untuk tumbuh. Artinya stabilitas mutu dan daya awet pangan sangat dipengaruhi oleh kadar air (SNI, 2011) dalam (Normilawati, dkk., 2019). Namun belum ada penelitian yang melakukan uji daya simpan pada formula tersebut sehingga belum diketahui masa kedaluwarsanya.

Umur simpan atau *shelf life* didefinisikan sebagai rentang waktu yang dimiliki suatu produk mulai dari produksi hingga konsumsi sebelum produk mengalami penurunan kualitas/rusak dan tidak layak untuk dikonsumsi dan hal ini berhubungan dengan kualitas pangan. Umur simpan menjadi salah satu parameter yang harus ada dalam kemasan produk pangan. Informasi tentang umur simpan dimaksudkan untuk menjamin kualitas produk dalam keadaan baik saat dikonsumsi dan tidak membahayakan kesehatan konsumen. Nilai umur simpan menjadi petunjuk bagi konsumen seberapa lama produk tersebut bisa disimpan (sesuai dengan saran penyimpanan) sebelum produk mengalami penurunan kualitas (Asiah, N., dkk. 2018). Maka dari itu, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian terkait “Analisis Umur Simpan *Cookies* Substitusi Tepung Jewawut dan Bekatul sebagai Sumber Energi Protein Balita *Underweight*”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan sebelumnya, maka dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kandungan kadar air dan cemaran mikroba (Angka Lempeng Total) pada produk *cookies* substitusi tepung jewawut dan bekatul?
2. Berapa lama umur simpan produk *cookies* substitusi tepung jewawut dan bekatul?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui umur simpan produk *cookies* substitusi jiwawut dan bekatul.

2. Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dalam penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui kandungan kadar air dan cemaran mikroba (Angka Lempeng Total) pada produk *cookies* substitusi tepung jiwawut dan bekatul.
- b. Menghitung umur simpan produk *cookies* substitusi jiwawut dan bekatul dengan menggunakan metode *Accelarated Shelf Life Test* (ASLT) dengan model kadar air kritis persamaan Labuza.

D. Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberi kontribusi bagi masyarakat, diantaranya:

1. Manfaat Ilmiah

Hasil penelitian ini secara teoritis diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam bidang pengolahan dan pengawetan makanan.

2. Manfaat Institusi

Hasil penelitian ini diharapkan menjadi salah satu informasi penting bagi civitas akademika Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas

Hasanuddin untuk melakukan pengkajian dan penelitian berkelanjutan di bidang pengolahan dan pengawetan makanan.

3. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini secara praktis dapat digunakan sebagai bagian referensi bagi khalayak dan sebagai bahan informasi kepada peneliti lainnya dalam penyusunan suatu karya ilmiah dan pengaplikasian ilmu pengetahuan yang diperoleh terkait dengan penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum tentang Balita

1. Pengertian Balita

Anak bawah lima tahun atau sering disingkat sebagai anak balita adalah anak yang telah menginjak usia di atas satu tahun atau lebih populer dengan pengertian usia anak di bawah lima tahun (Muaris. H, 2006) dalam (Pusdatin Kemenkes RI, 2015) atau biasa digunakan perhitungan bulan yaitu usia 12-59 bulan. Para ahli menggolongkan usia balita sebagai tahapan perkembangan anak yang cukup rentan terhadap berbagai serangan penyakit, termasuk penyakit yang disebabkan oleh kekurangan atau kelebihan asupan nutrisi jenis tertentu (Pusdatin Kemenkes RI, 2015).

Menurut Prasetyawati (2011), masa balita merupakan periode penting dalam proses tumbuh kembang manusia dikarenakan tumbuh kembang berlangsung cepat. Perkembangan dan pertumbuhan di masa balita menjadi faktor keberhasilan pertumbuhan dan perkembangan anak di masa mendatang. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2011) menjelaskan balita merupakan usia dimana anak mengalami pertumbuhan dan perkembangan yang pesat. Proses pertumbuhan dan perkembangan setiap individu berbeda-beda, bisa cepat maupun lambat tergantung dari beberapa faktor, yaitu nutrisi, lingkungan dan sosial ekonomi keluarga.

2. Kebutuhan Gizi Balita

Usia balita tidaklah tumbuh sepesat pada masa bayi, tetapi kebutuhan nutrisi mereka tetap merupakan prioritas yang utama. Di masa balita ini, nutrisi memegang peranan yang penting dalam perkembangan anak. Masa balita adalah masa transisi terutama pada usia 1–2 tahun dimana anak akan mulai memakan makanan yang padat dan menerima rasa serta tekstur makanan yang baru. Kebutuhan nutrisi pada balita sebenarnya juga dipengaruhi oleh usia, besar tubuh, dan tingkat aktivitas yang dilakukannya (Pritasari, dkk. 2017).

Tabel 2.1 Angka Kecukupan Gizi Balita

Kelompok Umur	Energi (kkal)	Protein (gr)	Lemak (gr)	Karbohidrat (gr)	Fe (mg)
0-5 Bulan	550	9	35,9	59	0,3
6-11 Bulan	800	15	39,9	105	11
1-3 Tahun	1350	20	52,7	215	7

Sumber: Permenkes, 2019

B. Tinjauan Umum *Underweight*

Underweight atau gizi kurang merupakan kondisi dimana nilai *z-score* untuk perbandingan berat badan menurut umur (BB/U) adalah $\leq 2,0$ SD. Indeks BB/U memberikan indikasi masalah gizi secara umum karena berat badan berkorelasi positif dengan umur dan tinggi badan (Direktorat Gizi Masyarakat, 2018). *Underweight* berhubungan erat dengan pemberian asupan makanan yang kurang dan kualitas makan yang rendah, bila hal ini terjadi bersamaan dengan munculnya penyakit infeksi maka dapat berakibat semakin buruknya status gizi balita (Hassam S.L, *et all.*, 2010).

Berat badan kurang (*underweight*) merupakan masalah gizi yang bersifat umum dapat disebabkan karena masalah kronis ataupun akut, sehingga perlu konfirmasi lebih lanjut. Masalah berat badan kurang yang terjadi lama akan mengakibatkan gangguan pertumbuhan pada anak (Permenkes, 2019). Balita merupakan usia dimana anak sedang mengalami proses pertumbuhan yang relatif pesat dan membutuhkan asupan gizi yang relatif besar. Perubahan yang terjadi pada balita dari waktu ke waktu merupakan petunjuk awal perubahan status gizi balita (Pratiwi R.H, dkk. 2015).

C. Tinjauan Umum tentang Jewawut

1. Morfologi Jewawut



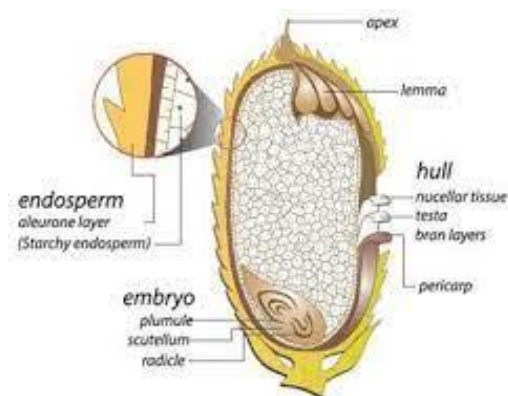
Gambar 2.1 Tanaman Jewawut
Sumber: Google

Jewawut merupakan tanaman yang pada awalnya didomestikasi dari Benua Afrika dan Asia. Jewawut dikenal sebagai tanaman pangan tertua yang dikenal manusia dan mungkin sereal gandum pertama yang digunakan untuk keperluan rumah tangga. Jewawut juga dikenal sebagai

tanaman musim pendek karena tanaman ini hanya membutuhkan waktu yang cukup singkat yaitu 65 hari sejak tanam sampai dengan panen (Kajuna, 2001) dalam (Azrai, M., dkk. 2020).

Salah satu jenis jewawut yang paling banyak tumbuh di Benua Asia termasuk Indonesia adalah jewawut ekor tupai atau *foxtail millet*. Jewawut ini merupakan jenis rumput tahunan yang umumnya digunakan untuk pangan (Balitsereal, 2017) dalam (Azrai, M., dkk. 2020). Hierarki taksonomi tanaman jewawut (jenis ekor tupai/*foxtail millet*) secara umum adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
 Class : *Monocotyledoneae*
 Ordo : *Poales*
 Family : *Poaceae*
 Sub family : *Panicoideae*
 Genus : *Setaria*
 Species : *S. italica*



Gambar 2.2 Struktur Biji Jewawut
 Sumber: Google

Jewawut mempunyai biji dengan berbagai ukuran serta warna diantaranya merah kecoklatan, coklat, kuning muda atau krem, putih dan juga warna hitam. Jewawut mempunyai sistem akar khas *graminae*. Biji menghasilkan satu akar seminal atau *radikula* yang berkembang menjadi akar primer. Akar sekunder atau akar buku muncul pada buku pertama ketika tanaman jewawut telah menghasilkan dua atau tiga helai daun. Akar-akar buku menebal dan dianggap menyediakan sebagian besar saluran untuk pengambilan air, ion, dan sebagai pendukung pertumbuhan tanaman (NABARD, 2002) dalam (Azrai, M., dkk. 2020).

Secara umum, biji jewawut tersusun atas tiga bagian utama yaitu endosperm, germ dan pericarp. Komponen penyusun biji terbesar adalah endosperm yang mencakup 75% dari porsi biji. Selanjutnya adalah germ (embrio tanaman jewawut) yang mencakup 17% dari total biji serta lapisan pericarp (bagian terluar dari biji) yang mencakup 8% dari berat biji. Terdapat lapisan cutin yang tipis dan pulen pada permukaan pericarp. Selain itu dibawah lapisan pericarp terdapat satu lapisan tipis untuk penutup bakal benih serta adanya lapisan *aleurone* tunggal (Azrai, M., dkk. 2020).

Jewawut merupakan tanaman yang termasuk tanaman hermaprodit dimana buliran berbentuk menjorong, bunga dari tanaman ini memiliki dua jenis bunga dimana bunga pada bagian bawah adalah steril sedangkan bunga bagian atas bersifat hermaprodit. Setiap malai pada tanaman ini berisi sekitar 400 biji. Biji bulat telur lebar, melekat

pada sekam kelopak dan sekam mahkota, berwarna kuning pucat hingga jingga, merah, coklat atau hitam. Biji jewawut masuk dalam jenis padi-padian kecil termasuk biji kariopsis yang memiliki ukuran yang sangat kecil sekitar 3–4 mm, yang biasanya memiliki warna krem, merah kecoklatan, kuning dan hitam. Biji jewawut terdiri dari perikarp dan embrio. Biji bulat telur, melekat pada sekam kelopak dan sekam mahkota (NABARD, 2002) dalam (Azrai, M., dkk. 2020).

2. Kandungan Gizi Jewawut

Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan, komoditas jewawut telah menjadi salah satu perhatian utama dalam pencarian sumber pangan karena kandungan nutrisinya yang sangat tinggi, khususnya kandungan nutrisi mikronya. Studi di bidang biokimia dan kesehatan menunjukkan jewawut mempunyai kandungan protein yang tinggi (asam amino esensial), mineral serta protein (Azrai, M., dkk. 2020).

Biji jewawut mengandung karbohidrat dan protein yang tidak kalah dengan beras. Jewawut mengandung 60-75% karbohidrat, 6-19% protein, dan 1,5-5% lemak. Studi lain menyebutkan kandungan karbohidrat jewawut mencapai 65-75%, protein sebesar 7-12%, lemak sebesar 2-5% serta 15-20 serat kasar. Berdasarkan beberapa parameter gizi, jewawut memiliki kandungan mineral yang unggul dibandingkan dengan beras dan gandum. Setiap jenis jewawut juga memiliki kandungan serat yang lebih tinggi dibanding beras dan gandum, selain itu jewawut juga kaya akan kandungan kalsium. *Fingger millet* memiliki tiga

kali lebih banyak kalsium dibanding beras dan gandum sedangkan jenis jewawut lainnya memiliki jumlah kalsium setidaknya dua kali lipat dibanding beras dan gandum. Jewawut juga mengandung mikronutrien lain dalam jumlah yang melimpah (MINI, 2005) dalam (Azrai, M., dkk. 2020).

Tabel 2.2 Kandungan Zat Gizi Makro pada Jewawut dan Serelia Lainnya

Zat Gizi	Tanaman				
	Jewawut ^{a)}	Gandum ^{b)}	Beras ^{c)}	Jagung ^{b)}	Oats ^{b)}
Protein (gr)	11.2	12.6	6.7	9.0	15.0
Lemak (gr)	2.2	2.7	0.4	3.9	7.0
Abu (gr)	1.3	1.3	0.5	1.7	0.7
Karbohidrat (gr)	73.4	72.4	80.4	72.2	69.0
Air (g)	11.8	11.0	12.0	13.8	8.3

Sumber: a) Departemen TPG (2003), b) Mann Dan Truswell (2002), c) Vaclavik Dan Christian (2003).

D. Tinjauan Umum tentang Bekatul

1. Morfologi Bekatul

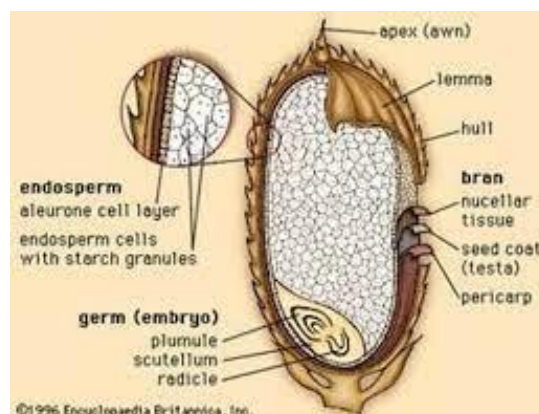


Gambar 2.3 Bekatul

Sumber: Google

Bekatul (*bran*) adalah lapisan luar dari beras yang terlepas saat proses penggilingan gabah menjadi beras, berwarna krem atau coklat muda. Bekatul merupakan komoditi yang berasal dari kulit ari padi-padian merupakan hasil samping penggilingan padi yang telah disaring dan dipisahkan dari sekam (kulit luar gabah). Penggilingan padi menghasilkan beras sekitar 60-65%, dan bekatul sekitar 8-12% (Luthfianto D, dkk. 2017).

Bekatul sebagai salah satu produk samping, mendapatkan perhatian sebagai pangan fungsional yang semakin meningkat dalam beberapa tahun terakhir. Hal ini terkait fungsionalitas bekatul bagi kesehatan. Bekatul dilaporkan mengandung sejumlah senyawa fenolik, serta kaya akan serat pangan, vitamin, dan mineral. Beberapa penelitian mengenai fungsionalitas bekatul bagi kesehatan antara lain: antikanker, antihipokolesterolemik, dan antiaterogenik (Henderson, dkk., 2012 dan Kharisma, 2015) dalam (Tuarita M.Z., dkk. 2017).



Gambar 2.4 Anatomi Bekatul
Sumber: Google

Secara morfologi, bekatul terdiri atas lapisan perikarp, testa dan lapisan *aleurone*. *Aleurone* adalah lapisan sel terluar yang kaya gizi dari endospermium, sementara perikarp adalah bagian terdalam dari sekam. Bekatul padi dapat dilihat pada beras yang diperoleh dari penumbukan. Proses pemisahan bekatul dari bagian beras lainnya dikenal sebagai penyosohan (*polishing*) untuk memperpanjang masa penyimpanan beras, sekaligus memutihkannya (Tuarita M.Z., dkk. 2017).

Hingga saat ini, upaya pengembangan bekatul sebagai pangan fungsional masih terhalang beberapa kendala, antara lain kurangnya kesadaran masyarakat tentang manfaat kesehatan bekatul, kualitas bekatul yang belum terstandar, serta belum banyak industri hilir yang tertarik untuk mengembangkan bekatul. Hal ini menjadi tantangan tersendiri bagi pengembangan bekatul mengingat potensinya terhadap kesehatan yang sangat menjanjikan. Selain itu, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan selama pengolahan dan penanganan untuk menjaga kualitas bekatul. Misalnya saja, kendala yang disebabkan aktivitas enzim lipase yang menyebabkan terbentuknya aroma tengik (Budijanto, dkk., 2010) dalam (Tuarita M.Z., dkk. 2017).

2. Kandungan Gizi Bekatul

Selama ini penggunaan bekatul masih terbatas hanya sebagai pakan ternak, namun bekatul kaya kandungan zat gizi yang dapat berperan dalam bahan baku industri pangan. Kandungan zat gizi yang dimiliki bekatul yaitu protein 13,11 – 17,19 %, lemak 2,52 – 5,05 %,

karbohidrat 67,58 – 72,74 %, dan serat kasar 370,91 -387,3 kalori serta kaya akan vitamin B, terutama vitamin B1 (thiamin) (Luthfianto D, dkk. 2017).

Permasalahan saat ini umumnya bekatul di Indonesia dimanfaatkan untuk pakan ternak, hal tersebut karena kurangnya pengetahuan masyarakat tentang kandungan gizi yang terdapat dalam bekatul. Bekatul beras memiliki beberapa kelemahan, yaitu mudah rusak oleh aktivitas hidrolitik dan oksidatif enzim lipase yang berasal dari dalam bekatul (*endogenous*) maupun aktivitas mikroba sehingga merusak senyawa bioaktif. Bekatul memiliki nilai gizi yang baik, diantaranya asam amino *lysin*, lemak, protein, dan serat yang bermanfaat bagi tubuh (Luthfianto D, dkk. 2017). Berikut perbandingan kandungan zat gizi pada tepung terigu, bekatul, dan jewawut:

Tabel 2.3 Kandungan Gizi Tepung Terigu, Bekatul, dan Jewawut (Per 100 gr)

Zat Gizi	Tepung Terigu	Bekatul	Jewawut
Energi (kkal)	333	455,3	363,9
Protein (gr)	9	16,5	9,7
Lemak	1	21,3	3,5
Karbohidrat (gr)	77,2	49,4	73,4
Serat (gr)	0,3	11,4	8,2
Kalsium (mg)	22	80	28
Fe (mg)	6,3	11	255,1

Sumber: TKPI, 2019; RAO,2000; TKPI, 2017

E. Tinjauan Umum tentang *Cookies*

Cookies adalah jenis biskuit (kue kering) yang dibuat dari adonan lunak, berkadar lemak tinggi, renyah dan bila dipatahkan penampang potongannya bertekstur kurang padat. *Cookies* adalah salah satu jenis makanan jajanan yang disukai masyarakat dan merupakan makanan yang mengenyangkan, dengan daya simpan relatif panjang serta dapat dibuat dalam bentuk-bentuk yang lucu dan berukuran kecil (Anonim, 1990) dalam (Kurniawati, L. 2010).

Biasanya *cookies* dibuat dari bahan baku tepung terigu, sehingga harganya relatif mahal dibandingkan makanan ringan lainnya. Hal ini disebabkan bahan baku utama *cookies* adalah tepung terigu yang harganya relatif mahal dan masih import. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dikembangkan pembuatan *cookies* dengan cara mengganti sebagian bahan baku *cookies* dengan bahan lain yang lebih murah, tanpa menyebabkan penyimpangan kualitas *cookies* yang dihasilkan sehingga tetap disukai konsumen (Kurniawati, L. 2010).

Tabel 2.4 Syarat Mutu Cookies

No	Kriteria Uji	Satuan	Syarat
1	Keadaan		
	Bau	-	Normal
	Rasa	-	Normal
	Warna	-	Normal
2	Kadar Air (b/b)	%	Maks.5 Min.5
3	Protein (N x 6,25) (b/b)	%	Min. 4,5 *) Min. 3**)
4	Asam Lemak Bebas (Sebagai Asam Oleat) (b/b)	%	Maks. 1,0
5	Cemaran Logam		
	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,5
	Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,2
	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40
	Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks 0,05
6	Arsen (As)	mg/kg	Maks 0,5
7	Cemaran Mikroba		
	Angka Lempeng Total	Koloni/g	Maks. 1×10^4
	<i>Coliform</i>	APM/g	20
	<i>Eschericia coli</i>	APM/g	<3
	<i>Salmonella sp.</i>	-	Negatif/25 g
	<i>Staphylococcus aureus</i>	Koloni/g	Maks. 1×10^2
	<i>Bacillus cereus</i>	Koloni/g	Maks. 1×10^2
	Kapang dan Khamir	Koloni/g	Maks. 1×10^2

Sumber: BSN, 2011

F. Tinjauan Umum Tentang Kadar Air

Air merupakan komponen penting dalam bahan makanan karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, serta cita rasa makanan (Winarno, 2004). Kadar air adalah salah satu metode uji laboratorium kimia yang sangat penting digunakan untuk menentukan kualitas dan ketahanan pangan terhadap kerusakan yang mungkin akan terjadi dalam industri pangan. Semakin tinggi kadar air suatu bahan pangan, akan semakin besar

kemungkinan kerusakannya baik sebagai akibat aktivitas biologis internal (metabolisme) maupun masuknya mikroba perusak. Pengurangan kadar air bahan pangan akan berakibat berkurangnya ketersediaan air untuk menunjang kehidupan mikroorganisme dan juga untuk berlangsungnya reaksi-reaksi fisikokimiawi. Dengan demikian baik pertumbuhan mikroorganisme maupun reaksi fisikokimiawi keduanya akan terhambat, bahan pangan akan dapat bertahan lebih lama dari kerusakan. Pengaturan kadar air merupakan salah satu basis dan kunci terpenting dalam teknologi pangan (Daud A., 2020).

Kadar air erat kaitannya dengan sifat tekstur dan kerenyahan kue kering atau *cookies*, karena semakin rendah kadar air kue kering maka tekstur yang dihasilkan juga semakin keras (Agustini T., dkk. 2011). Pada produk pangan kering, keberadaan air sangat mempengaruhi daya simpan produk. Biskuit atau *cookies* akan mudah rusak jika terjadi migrasi uap air dari lingkungan, mengingat biskuit *cookies* merupakan matriks yang bersifat higroskopis sehingga kadar airnya dapat meningkat jika terekspos udara selama penyimpanan. Oleh sebab itu besarnya nilai kadar air pada biskuit menjadi poin yang krusial. Hal ini disebabkan karena kadar air dapat mempengaruhi mutu dan umur simpan produk biskuit. Kadar air yang tinggi tentunya dapat menurunkan mutu biskuit, baik dari segi organoleptik maupun mikrobiologisnya. Biskuit dengan kadar air yang tinggi akan mudah bagi kapang untuk tumbuh. Artinya stabilitas mutu dan daya awet pangan sangat dipengaruhi oleh kadar air (SNI, 2011) dalam (Normilawati, dkk., 2019).

Pengukuran kadar air dalam bahan pangan dapat ditentukan dengan beberapa metode, yaitu: dengan metode pengeringan (*thermogravimetri*), metode destilasi (*thermovolumetri*), metode fisis dan metode kimiawi (*Karl Fischer Method*). Penentuan kadar air bahan pangan dilakukan dengan mengeringkan bahan dalam oven suhu 130⁰C selama 1 jam atau sampai diperoleh berat konstan. Metode ini dikenal dengan metode pengeringan atau metode *thermogravimetri* yang mengacu pada SNI 01-2891-1992 (Daud A., 2020). Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 2973-2011) syarat mutu biskuit antara lain memiliki kadar air maksimum 5% (Widyastuti, R., dkk., 2019).

G. Tinjauan Umum Tentang Cemaran Mikroba (Angka Lempeng Total)

Cemaran mikroba adalah mikroba yang keberadaannya dalam pangan pada batas tertentu dapat menimbulkan risiko terhadap kesehatan (SNI, 2009). Cara untuk mengetahui adanya cemaran mikroba pada produk pangan yaitu dengan melakukan pemeriksaan mikrobiologis. Pemeriksaan ini merupakan indikator adanya cemaran mikroba yang melebihi standar batas maksimum (Suriawiria, 1996) dalam (Fauzi, MM., dkk, 2017). Adapun standar batas maksimum cemaran mikroba menurut SNI 01- 2973-2011 yaitu Maks.1 x 10⁴ Koloni/g.

Salah satu metode dalam pemeriksaan mikrobiologis yang digunakan pada produk pangan adalah Angka Lempeng Total (ALT). Angka Lempeng Total (ALT) menunjukkan jumlah mikroba dalam suatu produk. Di beberapa

negara dinyatakan sebagai *Aerobic Plate Count* (APC) atau *Standard Plate Count* (SPC) atau *Aerobic Microbial Count* (AMC). ALT secara umum tidak terkait dengan bahaya keamanan pangan namun kadang bermanfaat untuk menunjukkan kualitas, masa simpan/waktu paruh, kontaminasi dan status higienis pada saat proses produksi. Media plating (sumber energi) yang digunakan dalam pengujian ALT dapat mempengaruhi jumlah dan jenis bakteri yang diisolasi karena perbedaan dalam persyaratan nutrisi dan garam pada tiap mikroba (SNI, 2009).

H. Tinjauan Umum Mengenai Umur Simpan dan Masa Kedaluwarsa

Umur simpan atau *shelf life* didefinisikan sebagai rentang waktu yang dimiliki suatu produk mulai dari produksi hingga konsumsi sebelum produk mengalami penurunan kualitas/rusak dan tidak layak untuk dikonsumsi dan hal ini berhubungan dengan kualitas pangan. Penurunan kualitas/kerusakan produk dapat dilihat dari parameter sensori dan gizi. Umumnya penulisan umur simpan pada label kemasan menggunakan bahasa *best before* (baik digunakan sebelum). Pengujian umur simpan akan menggambarkan seberapa lama produk dapat bertahan pada kualitas yang sama selama proses penyimpanan. Selama rentang waktu umur simpan produk harus memiliki kandungan gizi sesuai dengan yang tertera pada kemasan, tetap terjaga tampilan, bau, tekstur, rasa, fungsinya, dan produk harus aman dikonsumsi. Nilai umur simpan dihitung sejak produk diproduksi/dikemas (Asiah, N., dkk. 2018).

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. Sementara itu, Floros 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 (Herawati, H. 2008).

Sedangkan kondisi dimana produk sudah tidak aman untuk dikonsumsi dibatasi oleh tanggal kedaluwarsa (*expiration date*). Istilah “*use-by*” dan “*expiration date*” merupakan istilah yang sama untuk menggambarkan batasan produk bisa dikonsumsi secara aman atau tidak dan hal ini berhubungan dengan keamanan pangan. Pengendalian kontaminasi bahan pangan dari mikroorganisme patogen dapat dilakukan dengan menerapkan sistem *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP) (Asiah, N., dkk. 2018).

Umur simpan menjadi salah satu parameter yang harus ada dalam kemasan produk pangan. Informasi tentang umur simpan dimaksudkan untuk menjamin kualitas produk dalam keadaan baik saat dikonsumsi dan tidak membahayakan kesehatan konsumen. Nilai umur simpan menjadi petunjuk bagi konsumen seberapa lama produk tersebut bisa disimpan (sesuai dengan saran penyimpanan) sebelum produk mengalami penurunan kualitas. Rentang umur simpan dihitung sejak produk selesai diproduksi dan siap dipasarkan.

Panjangnya umur simpan dipengaruhi beberapa faktor; jenis komposisi bahan baku, proses produksi, jenis kemasan dan bagaimana produk tersebut disimpan (Asiah, N., dkk. 2018). Biskuit yang baik kualitasnya adalah biskuit yang memiliki masa simpan yang lama. Produk biskuit dapat disimpan dalam waktu lama, kurang lebih 6 bulan sampai 1 tahun (Fridata, IG., 2015) dalam (Susanto, DA., 2018).

Umur simpan merupakan salah satu masalah utama yang seringkali dijumpai pada industri dalam mengembangkan dan memasarkan produk. Ketepatan pemilihan jenis kemasan sangat berpengaruh pada daya tahan produk hingga sampai pada konsumen. Pengemasan merupakan salah satu cara menghambat uap air lingkungan terserap oleh produk pangan kering (Triyanto, dkk., 2013) dalam (Wulandari A, dkk, 2013). Oleh karenanya pengemasan dapat memperpanjang umur simpan dan mempertahankan kualitas bahan lebih lama.

Jenis kemasan yang berbeda akan memiliki tanggapan yang berbeda pada produk. Oleh karena itu diperlukan metode pendugaan umur simpan yang paling cepat, mudah, memberikan hasil yang tepat, dan sesuai dengan karakteristik produk pangan yang bersangkutan (Hutasoit, 2009) dalam (Wulandari A, dkk, 2013). Jenis kemasan yang digunakan pada produk pangan akan sangat mempengaruhi nilai umur simpan. Kemasan yang baik akan memberikan perlindungan yang baik pada produk terhadap ancaman kerusakan fisik, kimia maupun mikroorganisme dari luar (Asiah, N., dkk. 2018).

Polypropilena (PP) adalah sebuah polimer termoplastik yang dibuat oleh industri kimia dan digunakan dalam berbagai aplikasi, diantaranya adalah untuk kantong plastik, gelas plastik, ember dan botol (Asgar dan Musaddad, 2006) dalam (Wulandari A, dkk, 2013). Pada umumnya ada dua jenis plastik yang sering digunakan sebagai kemasan pangan yaitu plastik Polypropilen (PP) dan plastik Polyetilen (PE), karena kedua jenis plastik ini selain harganya murah, mudah ditemukan di pasaran, juga memiliki sifat umum yang hampir sama (Yanti, dkk., 2008) dalam (Wulandari A, dkk, 2013). Polipropilen merupakan polimer kristalin yang dihasilkan dari proses polimerisasi gas propilena. Polipropilen mempunyai titik leleh yang cukup tinggi (190-200°C), sedangkan titik kristalisasinya antara 130-135°C. Polipropilen mempunyai ketahanan terhadap bahan kimia (*hemical resistance*) yang tinggi, tetapi ketahanan pukul (*impact strength*) nya rendah (Mujiarto, 2005) dalam (Wulandari A, dkk, 2013).

Menurut Nugraha (2013) dalam Wulandari A, dkk.(2013), polypropilena (PP) adalah sebuah polimer termoplastik yang dibuat oleh industri kimia dan digunakan dalam berbagai aplikasi, diantaranya adalah untuk kantong plastik, gelas plastik, ember dan botol. Polyetilen merupakan jenis plastik tipis yang banyak digunakan dalam industri pengemasan fleksibel. Ciri-ciri plastik jenis Polyetilen biasanya transparan tetapi tidak jernih atau berawan, keras tapi fleksibel, kuat, permukaan berkilin, tahan terhadap bahan kimia, panas dan minyak, melunak pada suhu 140°C. Plastik

jenis ini merupakan pilihan bahan plastik yang baik digunakan untuk kemasan pangan, tempat obat, botol susu, sedotan.

Faktor yang sangat berpengaruh terhadap penurunan mutu produk pangan adalah perubahan kadar air dalam produk. Aktivitas air (a_w) berkaitan erat dengan kadar air, yang umumnya digambarkan sebagai kurva isotermis, serta pertumbuhan bakteri, jamur dan mikroba lainnya. Makin tinggi a_w pada umumnya makin banyak bakteri yang dapat tumbuh, sementara jamur tidak menyukai a_w yang tinggi (Christian 1980) dalam (Herawati, H. 2008). Prabhakar dan Amia (1978) dalam (Herawati, H. 2008) menyatakan, pada a_w yang tinggi, oksidasi lemak berlangsung lebih cepat dibanding pada a_w rendah. Kandungan air dalam bahan pangan, selain mempengaruhi terjadinya perubahan kimia juga ikut menentukan kandungan mikroba pada pangan.

Kandungan mikroba, selain mempengaruhi mutu produk pangan juga menentukan keamanan produk tersebut dikonsumsi. Pertumbuhan mikroba pada produk pangan dipengaruhi oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik. Faktor intrinsik mencakup keasaman (pH), aktivitas air (a_w), *equilibrium humidity* (Eh), kandungan nutrisi, struktur biologis dan kandungan antimikroba. Faktor ekstrinsik meliputi suhu penyimpanan, kelembapan relatif, serta jenis dan jumlah gas pada lingkungan (Arpah 2001) dalam (Herawati, H. 2008). Untuk menentukan tingkat keamanan produk pangan berdasarkan kandungan mikroba, digunakan parameter beberapa jenis mikroba yang terkandung dalam produk pangan (Herawati, H. 2008). Beberapa jenis mikroba yang dapat mempengaruhi umur simpan pada produk biskuit diantaranya APM

coliform, APM *escherichia coli*, *salmonella sp.*, *staphylococcus aureus*, *bacillus cereus*, serta kapang dan khamir (SNI 2973:2011 Biskuit).

I. Metode Penentuan Umur Simpan

Penentuan umur simpan suatu produk bisa dilakukan dengan berbagai metode pengujian. Perubahan mutu suatu produk bisa diukur dari perubahan secara fisik, kimia maupun dari tingkat penerimaan secara sensori. Nilai perubahan ini dikorelasikan dengan faktor-faktor intrinsik dan ekstrinsik produk yang memungkinkan terjadinya penurunan mutu. Hasil perhitungan yang didapat biasanya akan dikurangi beberapa hari lebih cepat untuk menambah garansi keamanan konsumen (Asiah, N., dkk. 2018).

Floros (1993) dalam Utami, NM.dkk. (2014) menyatakan bahwa umur simpan produk dapat diduga melalui 2 metode, yaitu *Extended Storage Studies* (ESS) dan *Accelerated Storage Studies* (ASS). ESS sering disebut sebagai metode konvensional, yaitu penentuan masa kedaluwarsa dengan menyimpan suatu produk pada kondisi normal. Penentuan umur simpan produk dengan metode ASS atau sering disebut dengan ASLT dilakukan dengan menggunakan parameter kondisi lingkungan yang dapat mempercepat proses penurunan mutu (*usable quality*) produk pangan. Periode dengan metode ASLT ini bisa dilakukan dengan lebih cepat dengan nilai keakuratan perhitungan umur simpan yang relatif tinggi. Tingkat keakuratan perhitungan umur simpan dapat dilihat dari seberapa besar penyimpangan data dengan ESS dengan ASLT (Asiah, N., dkk. 2018).

Metode ASS pada dasarnya adalah metode kinetik yang disesuaikan untuk produk-produk pangan tertentu. Model yang diterapkan pada penelitian akselerasi menggunakan dua pendekatan yaitu: 1) Pendekatan kadar air kritis dengan bantuan teori difusi, yaitu suatu pendekatan yang diterapkan untuk produk kering dengan menggunakan kadar air atau aktifitas air sebagai kriteria kadarluwarsa dan 2) pendekatan semi empiris dengan bantuan persamaan Arrhenius, yaitu suatu cara pendekatan yang menggunakan teori kinetik yang mempunyai ordo reaksi nol atau satu untuk produk pangan (Syarief & Halid 1993) dalam (Tahudi, PA., 2011).

Model pendugaan umur simpan dengan metode pendekatan kadar air kritis tepat digunakan pada produk yang sensitif atau mudah mengalami kerusakan karena penyerapan air pada produk pangan. Parameter penurunan kualitas produk dapat dilihat dari nilai kadar air, tingkat kerenyahan, kelengketan atau parameter air yang menunjukkan adanya penyerapan air. Sedangkan pada model pendekatan pendugaan umur simpan dengan metode empiris persamaan Arrhenius biasanya tepat digunakan untuk produk yang mudah rusak diakibatkan terjadinya reaksi kimia (reaksi oksidasi, denaturasi protein, dan lainnya). Secara umum, reaksi kimia dapat terjadi lebih cepat ketika terjadi peningkatan suhu. Persamaan Arrhenius mampu menggambarkan korelasi antara perubahan parameter kualitas produk terhadap suhu penyimpanan. Persamaan ini bisa digunakan untuk memprediksi percepatan kerusakan produk ketika disimpan disuhu yang lebih ekstrim (Asiah, N., dkk. 2018).

Salah satu produk pangan yang memiliki umur simpan cukup lama adalah biskuit. Biskuit memiliki kadar air dan aktivitas air yang rendah sehingga teksturnya menjadi renyah. Kerusakan produk biskuit sering dihubungkan dengan kerusakan tekstur yang disebabkan oleh penyerapan uap air dari udara yang melewati kemasan (Kusnandar, F., dkk, 2010). Kerenyahan biskuit akan menurun dengan meningkatnya kadar air dan aktivitas air produk. Apabila aktivitas air mencapai 0.35-0.50, maka kerenyahan yang menjadi kekhasan produk akan hilang. Hal ini disebabkan oleh kegiatan air yang melarutkan dan melunakkan matrik pati atau protein yang terkandung pada sebagian besar produk pangan (Vail *et all.*, 1978) dalam (Kusnandar, F., dkk, 2010). Di antara model untuk menduga umur simpan produk pangan secara cepat adalah dengan pendekatan kadar air kritis.

Metode ASLT dengan pendekatan kadar air kritis ini digunakan untuk produk pangan yang mudah rusak akibat penyerapan air selama penyimpanan yang disebabkan kemasan yang digunakan (seperti kemasan plastik) tidak mampu menghambat migrasi uap air dari udara. Kerusakan produk disebabkan oleh penyerapan uap air oleh produk dengan menembus kemasan, sehingga produk meningkat kadar airnya dan berubah teksturnya (Labuza, 1982) dalam (Kusnandar, F., dkk, 2010). Data percobaan yang diperoleh dari pendekatan kadar air kritis ini dapat mensimulasi umur simpan produk dengan permeabilitas kemasan dan kelembaban relatif ruang penyimpanan yang berbeda (Kusnandar, F., dkk, 2010).

Persamaan untuk menentukan umur simpan dinyatakan dengan persamaan Labuza. Pendekatan penentuan umur simpan dengan persamaan Labuza memerlukan informasi kurva isoterm sorpsi air (ISA) dari produk pangan yang diuji. Kurva isoterm sorpsi air digunakan untuk menentukan kadar air kesetimbangan pada kelembaban relatif (RH), penyimpanan (M_e) dan kemiringan (*slope*) kurva (b) (Bell dan Labuza, 2000) dalam (Kusnandar, F., dkk, 2010). Beberapa parameter yang dicari pada persamaan Labuza diantaranya:

1. Kadar Air Awal (M_i)

Pengukuran kadar air merupakan hal yang sangat penting dalam pendugaan umur simpan produk pangan (Kusumawardani, HD., dkk, 2018). Kadar air biskuit sebelum disimpan diukur dengan menggunakan metode oven. Kadar air awal dinyatakan dalam bobot kering ($\text{g H}_2\text{O/g}$ padatan) (Kusnandar, F., dkk, 2010).

2. Kadar Air Kritis (M_c)

Kadar air kritis (M_c) adalah kadar air yang menunjukkan bahwa secara organoleptik produk sudah tidak dapat diterima oleh konsumen (Syarief dan Halid, 1993) dalam (Pertiwi, C., dkk, 2017). Kadar air kritis perlu diketahui untuk batas penerimaan produk (Kusumawardani, HD., dkk, 2018). Nilai aktivitas air produk pangan renyah kehilangan kerenyahannya tergantung karakteristik produknya. Penentuan M_c dilakukan dengan menyimpan sampel pada kondisi RH yang berbeda serta pada suhu yang sama (Alfiyani, N., dkk, 2019).

3. Kadar Air Kesetimbangan (M_e) dan Kurva Sorpsi Isotermis

Prinsip utama dalam penentuan kadar air kesetimbangan (M_e) adalah menghasilkan kurva sorpsi isotermis. Kurva ini akan digunakan untuk mengetahui pola penyerapan uap air *cookies* dari lingkungannya. Pada penentuan kadar air kesetimbangan ada beberapa tahap yang dilakukan seperti preparasi larutan garam jenuh ($MgCl_2$, K_2CO_3 , $NaNO_3$, $NaCl$ dan KCl), sejumlah garam tersebut ditimbang dan dilarutkan dengan aquades sampai diperoleh larutan garam jenuh setelah itu larutan garam jenuh tersebut dimasukkan kedalam toples. Cawan yang berisi sampel dimasukkan kedalam toples yang berisi larutan garam jenuh yang akan dimasukkan kedalam inkubator pada suhu $30^{\circ}C$, kemudian akan ditimbang secara periodik setiap 12 jam sampai memperoleh bobot konstan yang berarti kadar air kesetimbangan (M_e) telah tercapai (Pertiwi, C., dkk, 2017). Saat kondisi kesetimbangan tercapai, a_w (aktivitas air) sampel diasumsikan sama dengan a_w larutan garam jenuh. Setelah konstan, sampel tersebut diukur kadar airnya dengan menggunakan metode oven (AACC, 2012). Kadar air kesetimbangan yang diperoleh dinyatakan dengan satuan $g\ H_2O/g\ padatan$. Data a_w dan kadar air kesetimbangan sampel diplotkan untuk memperoleh kurva ISA (Pakpahan, N., dkk, 2020).

4. Model Persamaan Isotermis

Penggunaan model-model persamaan kurva sorpsi isotermis dari kadar air kesetimbangan bertujuan untuk mendapatkan gambaran

kecenderungan hubungan antara aktivitas air (a_w) dan kadar air kesetimbangan yang lebih *reliable*. Pada saat ini, model-model persamaan matematis yang menjelaskan fenomena sorpsi isotermis telah banyak dikembangkan. Semakin banyak model yang tersedia, maka akan semakin bagus untuk pendugaan umur simpan. Model-model persamaan yang digunakan dalam pendugaan umur simpan adalah model Hasley, model Chen-Clayton, model Henderson, model Caurie, dan model Oswin (Pertiwi, C., dkk, 2017).

Tabel 2.5 Model-Model Persamaan Sorpsi Isotermis Bahan Pangan

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

Sumber : Labuza, 1982.

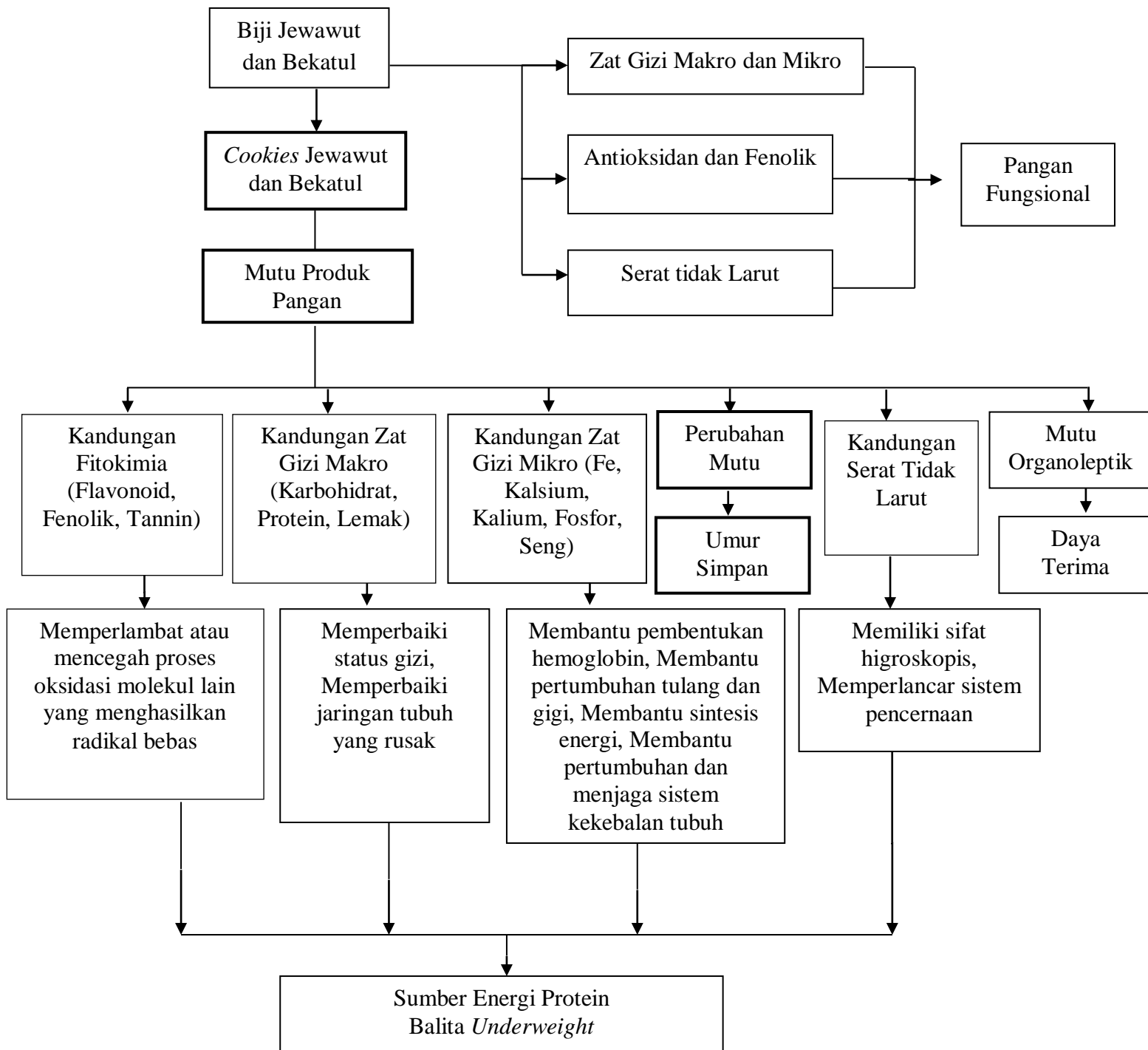
5. Nilai Kemiringan (b) Kurva Sorpsi Isotermis

Perhitungan umur simpan berdasarkan persamaan Labuza membutuhkan nilai kemiringan (b) kurva sorpsi isotermis. Menurut Labuza (1982), daerah linear untuk menentukan *slope* (kemiringan) kurva sorpsi isotermis diambil antara daerah kadar air awal dan kadar air kritis. Menurut Arpah (2001), nilai kemiringan (b) kurva sorpsi isotermis ditentukan dari garis lurus yang terbentuk pada kurva model persamaan sorpsi isotermis terpilih (Pertiwi, C., dkk, 2017).

6. Parameter Pendukung

Variabel pendukung yang sangat penting untuk ditentukan adalah permeabilitas uap air kemasan (k/x), luas kemasan (A), berat solid produk perkemasan (W_s) serta tekanan uap air murni (P_o) pada ruang penyimpanan. Variabel-variabel tersebut digunakan untuk menentukan umur simpan *cookies* dengan pendekatan kadar air kritis (Pertwi, C., dkk, 2017).

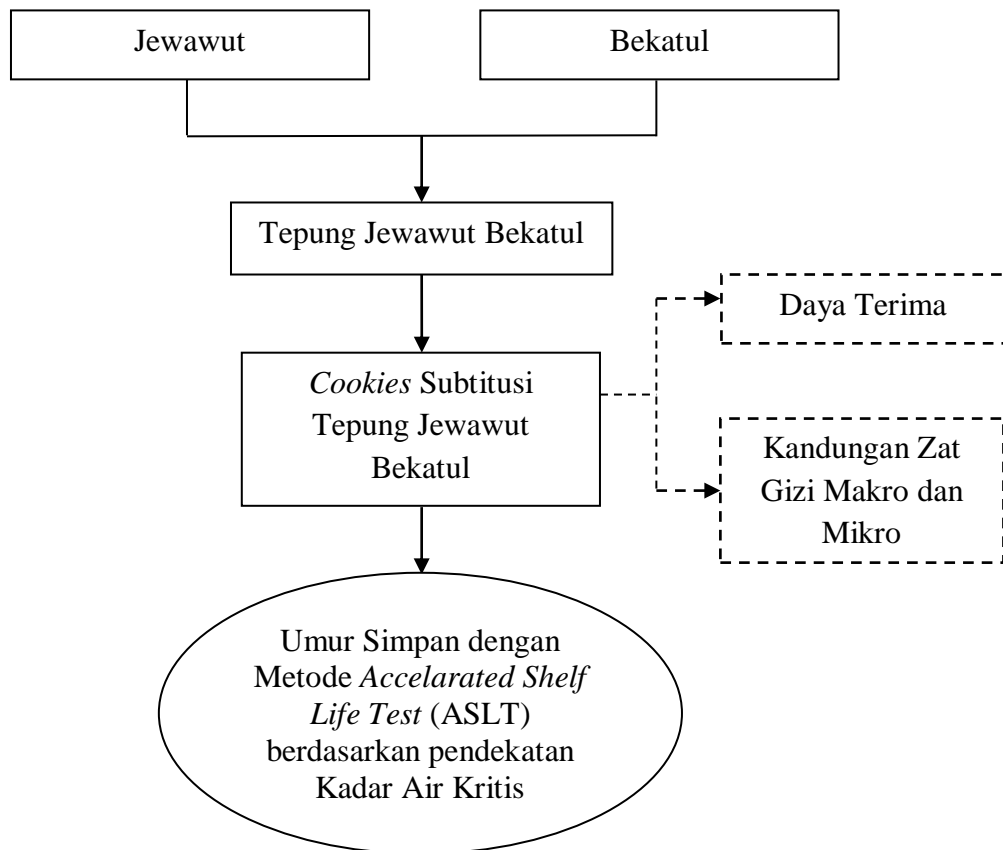
J. Kerangka Teori



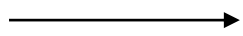
Gambar 2.5 Kerangka Teori Penelitian

BAB III
KERANGKA KONSEP

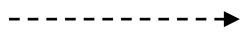
A. Kerangka Konsep



Keterangan:



: Variabel yang diteliti



: Variabel yang tidak diteliti

B. Definisi Operasional

1. Tepung Jewawut (*Foxtail millet*)

a. Definisi Operasional

Tepung jewawut adalah tepung yang diolah dengan perendaman, penggilingan, serta disangrai, yang berasal dari tumbuhan jewawut berbentuk biji memiliki ukuran yang sangat kecil sekitar 3–4 mm.

b. Kriteria Objektif

Jewawut yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji jewawut jenis *foxtail millet* varitas lokal dari Kabupaten Enrekang Provinsi Sulawesi Selatan.

2. Tepung Bekatul

a. Definisi Operasional

Tepung bekatul adalah tepung yang diolah dengan cara disangrai dan dimasukkan dalam wadah vakum yang berasal dari bagian terluar dari bulir yang terbungkus oleh sekam. Bulir adalah buah sekaligus biji berbagai tumbuhan sereal sejati, seperti padi, gandum, dan jelai.

b. Kriteria Objektif

Tepung bekatul yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung bekatul beras putih varitas lokal yang diproduksi dari Kabupaten Sidenreng Rappang Provinsi Sulawesi Selatan.

3. *Cookies* Substitusi Jewawut dan Bekatul

a. Definisi Operasional

Cookies jewawut dan bekatul adalah *cookies* yang mengandung tepung jewawut dan bekatul masing-masing sebanyak 7,5 gr (15%) dengan penambahan margarin, mentega, gula halus, telur ayam, vanili bubuk, *baking powder*.

b. Kriteria Objektif

Cookies jewawut dan bekatul berwarna coklat kekuning-kuningan dengan tekstur kurang rapuh.

4. Penentuan Umur Simpan

a. Definisi Operasional

Penentuan umur simpan adalah penentuan produk dengan melihat selang waktu pada produk antara saat produksi hingga konsumsi yang terjamin dari segi rasa, warna, aroma, tekstur, dan nilai gizi.

b. Kriteria Objektif

Pada uji pendugaan umur simpan menggunakan pendekatan kadar air kritis dengan melihat menggunakan kadar air pada produk *cookies* sebagai kriteria kedaluwarsa. Penentuan umur simpan dihitung dengan menggunakan rumus persamaan Labuza. Adapun kriteria uji yang signifikan berpengaruh terhadap umur simpan produk adalah uji kadar air serta cemaran mikroba.

1. Kadar air

Batas kadar air suatu produk biskuit atau *cookies* adalah maksimum 5%.

2. Cemarkan mikroba

Batas maksimum cemarkan mikroba berdasarkan uji Angka Lempeng Total (ALT) pada suatu produk biskuit atau *cookies* adalah maksimum 1×10^4 koloni/g.