

**PENGARUH PENAMBAHAN BUBUK KAYU SECANG
TERHADAP ASAM LEMAK BEBAS SUSU KAMBING
PERANAKAN ETAWA (PE) BUBUK PADA VARIASI
SUHU DAN LAMA WAKTU PENYIMPANAN**

SKRIPSI

**Disusun Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat
Sarjana Teknologi Pangan**



THERISKA ARIELLA RAMADHANTY

1800033050

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN

YOGYAKARTA

2023

**PENGARUH PENAMBAHAN BUBUK KAYU SECANG
TERHADAP ASAM LEMAK BEBAS SUSU KAMBING
PERANAKAN ETAWA (PE) BUBUK PADA VARIASI
SUHU DAN LAMA WAKTU PENYIMPANAN**

SKRIPSI



THERISKA ARIELLA RAMADHANTY

1800033050

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN

YOGYAKARTA

2023

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**PENGARUH PENAMBAHAN BUBUK KAYU SECANG TERHADAP
ASAM LEMAK BEBAS SUSU KAMBING PERANAKAN ETAWA (PE)
BUBUK PADA VARIASI SUHU DAN LAMA WAKTU PENYIMPANAN**

Dipersiapkan dan Disusun oleh:

THERISKA ARIELLA RAMADHANTY

1800033050

Progam Studi Teknologi Pangan

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Ahmad Dahlan

Yogyakarta

Telah disetujui oleh:

Pembimbing,



Ibdal, S.Si., M.Sc., Ph.D.

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI

**PENGARUH PENAMBAHAN BUBUK KAYU SECANG TERHADAP
ASAM LEMAK BEBAS SUSU KAMBING PERANAKAN ETAWA (PE)
BUBUK PADA VARIASI SUHU DAN LAMA WAKTU PENYIMPANAN**

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Theriska Ariella Ramadhanty

1800033050

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 24 Januari 2023

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Dewan Penguji:

Ketua : Ibdal, S.Si., M.Sc., Ph.D.

Penguji I : Titisari Juwitaningtyas, S.T.P., M.Sc.

Penguji II : Ika Dyah Kumalasari, S.Si., M.Sc., Ph.D.

Dekan

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Ahmad Dahlan



Sumardi, S.T., M.T., Ph.D.

SURAT PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Theriska Ariella Ramadhanty

NIM : 1800033050

Prodi : Teknologi Pangan

Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Bubuk Kayu Secang Terhadap Asam Lemak Bebas Susu Kambing Peranakan Etawa (PE) Bubuk pada Variasi Suhu dan Lama Waktu Penyimpanan

Dengan ini menyatakan bahwa Laporan Skripsi ini bukan merupakan karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya/kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Mengetahui,
Dosen pembimbing



Ibdal, S.Si., M.Sc., Ph.D.

Yogyakarta, 24 Januari 2023

Yang menyatakan,

Mahasiswa,



Theriska Ariella Ramadhanty

PERSEMBAHAN

Disertai ridho Allah SWT, dengan rasa bangga saya persembahkan hasil karya skripsi ini kepada Allah SWT, kepada bapak Heri Purnomo, ibu Rahayu Winarti dan keluarga. Terima kasih bapak, ibu, uti dan kakung selalu mendoakan saya tanpa putus, memberikan kasih sayang, motivasi dan dukungan moral maupun material hingga saya mampu menyelesaikan salah satu impian terbesar keluarga dan sebagai bukti bakti saya kepada orang tua yaitu menjadi Sarjana Teknologi Pangan. Terima kasih kepada diri saya sendiri, banyak hal dan peristiwa berat yang telah kamu lalui dan kamu hebat mampu bertahan hingga sampai saat ini.

Life Goes On.

MOTO

“Only you have to know how hard you work”

-KSJ

“I will push you from the east of suffering to the west of peace”

-Rkive

“You are the only one who creates your future”

-KTH

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji dan syukur kepada Allah SWT atas rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Penambahan Bubuk Kayu Secang Terhadap Asam Lemak Bebas Susu Kambing Peranakan Etawa (PE) Bubuk pada Variasi Suhu dan Lama Waktu Penyimpanan”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat mencapai gelar sarjana di Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta. Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kemudahan, rezeki, kesehatan dan berbagai nikmat sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Sunardi, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas.
3. Ibu Sri Winiarti, S.T., M.Cs. selaku Wakil Dekan Fakultas Teknologi Industri.
4. Ibu Titisari Juwitaningtyas, S.T.P., M.Sc. selaku Kaprodi Teknologi Pangan Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
5. Bapak Ibdal, S.Si., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan motivasi, dukungan, arahan, pelajaran, dan dengan sabar dalam memberikan bimbingan.
6. Segenap dosen Teknologi Pangan Universitas Ahmad Dahlan, yang telah memberikan ilmunya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
7. Bapak Heri Purnomo dan Ibu Rahayu Winarti selaku orang tua beserta keluarga yang telah memberikan doa, dukungan, dan semangat dalam penyusunan skripsi.
8. Dian Aprilia Kartika, Briliyan Febyana Putri, Erna Widya Sari, An Nisa Mufidah, Silvia Ristiana, Mahira, Maghrisa, Dea, Syafa dan segenap teman-teman saya yang telah mensupport saya.
9. Pihak- pihak yang belum disebutkan satu- persatu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran guna memperbaiki karya penulis selanjutnya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, 24 Januari 2023



Theriska Ariella Ramadhanty

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
SURAT PERNYATAAN.....	v
PERSEMBAHAN	vi
MOTO.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Susu.....	5
2.1.1. Pengertian Susu.....	5
2.1.2. Susu Kambing.....	7
2.1.3. Susu Kambing Peranakan Etawa (PE).....	9
2.1.4. Susu Bubuk	12
2.1.5. Kerusakan Susu Bubuk	15
2.1.5.1. Kerusakan Secara Fisik	15
2.1.5.2. Kerusakan Secara Kimiawi	16
2.1.5.3. Kerusakan Secara Mikrobiologi.....	16
2.2. Kayu Secang	17

2.2.1. Morfologi dan Klasifikasi Kayu Secang.....	17
2.2.2. Kandungan dan Manfaat Kayu Secang	18
2.3. Gula.....	19
2.4. Asam Lemak Bebas (<i>Free Fatty Acid</i>)	21
2.5. Mekanisme Senyawa Antioksidan Menghambat Oksidasi Lemak.....	22
2.6. Penelitian Relevan	24
2.7. Landasan Teori.....	26
2.8. Hipotesis Penelitian	26
BAB III METODE PENELITIAN.....	27
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	27
3.2. Alat dan Bahan.....	27
3.2.1. Alat.....	27
3.2.2. Bahan.....	27
3.3. Tahapan Penelitian.....	27
3.3.1. Karakteristik Bahan Baku	28
3.3.2. Tahapan Pembuatan Bubuk Kayu Secang.....	28
3.3.3. Pembuatan Susu kambing PE bubuk.....	29
3.4. Rancangan Percobaan	30
3.5. Tahapan Analisis.....	31
3.5.1. Tahapan Analisis Kadar Air	31
3.5.2. Tahapan Analisis Kadar Protein.....	31
3.5.3. Tahapan Analisis Kadar Lemak	32
3.5.4. Tahapan Analisis Asam Lemak Bebas (ALB)	33
3.6. Analisis Data	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1. Produk Susu kambing PE bubuk.....	35
4.2. Hasil Penelitian Pendahuluan.....	36
4.3. Hasil Penelitian Utama	40
4.3.1. Asam Lemak Bebas	40
4.3.2. Pengaruh Formulasi Terhadap Asam Lemak Bebas	41
4.3.3. Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Asam Lemak Bebas	42

4.3.4. Pengaruh Lama Waktu Penyimpanan Terhadap Asam Lemak Bebas....	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
DAFTAR PUSTAKA	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Syarat mutu susu segar SNI 01-3141-2011	6
Tabel 2.2 Standar mutu susu kambing Thai Agricultural Standar No.6006-2008..	7
Tabel 2.3 Perbedaan kandungan gizi susu kambing dengan susu sapi	8
Tabel 2.4 Perbandingan gizi susu kambing PE dengan Sapera dan Saperong	11
Tabel 2.5 Kelebihan dan kekurangan metode spray drying dan konvensional.....	14
Tabel 2.6 Syarat mutu susu bubuk SNI 2970-2015	14
Tabel 2.7 Kandungan pada kayu secang	18
Tabel 2.8 Komposisi kimia gula pasir per 100 g	20
Tabel 2.9 Penelitian relevan	24
Tabel 3.1 Komposisi bahan baku	28
Tabel 3.2 Rancangan Percobaan	30
Tabel 3.3 Formulasi susu kambing dengan BKS	30
Tabel 3.4 Komposisi bahan pembuatan susu kambing bubuk	30
Tabel 4.1 Hasil analisis sifat kimia susu kambing PE bubuk	36
Tabel 4.2 Hasil analisis asam lemak bebas (%)	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kambing Peranakan Etawa	10
Gambar 2.2 Susu segar kambing PE.....	11
Gambar 2.3 Susu bubuk	13
Gambar 2.4 Tanaman kayu secang	17
Gambar 2.5 Kayu secang	18
Gambar 2.6 Gula	20
Gambar 2.7 Reaksi oksidasi lemak	22
Gambar 2.8 Mekanisme antioksidan menghambat reaksi oksidasi lemak.....	23
Gambar 2.9 Landasan Teori Penelitian.....	26
Gambar 3.1 Diagram alir pembuatan bubuk kayu secang	28
Gambar 3.2 Diagram alir pembuatan susu kambing PE bubuk kayu secang.....	29
Gambar 4.1 Susu kambing PE bubuk dengan penambahan BKS	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Pembuatan Bubuk Kayu Secang	53
Lampiran 2. Dokumentasi Pembuatan Susu kambing PE bubuk + BKS.....	53
Lampiran 3. Dokumentasi Analisis Penelitian.....	55
Lampiran 4. Perhitungan Rendemen Susu Bubuk	56
Lampiran 5. Hasil SPSS One Way ANOVA kadar air	57
Lampiran 6. Hasil SPSS One Way ANOVA Kadar Protein	58
Lampiran 7. Hasil SPSS One Way ANOVA Kadar Lemak	59
Lampiran 8. Hasil SPSS Three Way ANOVA Asam Lemak Bebas	60

**PENGARUH PENAMBAHAN BUBUK KAYU SECANG TERHADAP
ASAM LEMAK BEBAS SUSU KAMBING PERANAKAN ETAWA (PE)
BUBUK PADA VARIASI SUHU DAN LAMA WAKTU PENYIMPANAN**

**Theriska Ariella Ramadhanty
1800033050**

ABSTRAK

Selama penyimpanan, susu bubuk dapat mengalami perubahan fisik dan kimia yang disebabkan oleh faktor lingkungan sekitar. Penurunan mutu tersebut dapat dihambat dengan menambahkan bahan tambahan, mengatur suhu, dan lamanya penyimpanan. Salah satu bahan tambahan alami yang dapat digunakan adalah kayu secang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan bubuk kayu secang (*Caesalpinia sappan L*) terhadap asam lemak bebas pada susu kambing PE bubuk pada suhu dan lama waktu penyimpanan yang berbeda.

Metode penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 3 faktorial yaitu konsentrasi bubuk kayu secang (BKS), suhu, dan lama penyimpanan. Konsentrasi BKS yaitu F0 (kontrol), F1 (0,25%) dan F2 (0,5%); suhu (s1) 30°C, (s2) 40°C dan (s3) 50°C; dan lama penyimpanan (t0) 0, (t1) 7, (t2) 14, (t3) 21, dan (t4) 28 hari. Uji pendahuluan meliputi kadar air, protein dan lemak, kemudian data diolah menggunakan *One Way ANOVA*. Uji lanjutan yaitu penentuan kadar asam lemak bebas (ALB) dan data diolah menggunakan *Three Way ANOVA*.

Hasil penelitian menunjukkan penambahan BKS, suhu, dan lama penyimpanan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap ALB susu kambing PE bubuk. Penambahan BKS pada susu bubuk F1 dan F2 dapat menghambat kenaikan ALB lebih rendah dibandingkan susu bubuk F0. Peningkatan suhu dan lama penyimpanan meningkatkan ALB pada susu kambing PE bubuk. Susu bubuk F0 penyimpanan suhu 50 °C selama 28 hari meningkatkan ALB mencapai 5,13% lebih tinggi dibandingkan susu bubuk F1 0,43% dan F2 0,35%.

Kata kunci: asam lemak bebas, kambing PE, kayu secang, susu bubuk.

THE EFFECT OF ADDITION SAPPAN WOOD POWDER ON FREE FATTY ACIDS OF ETAWA CROSSBRED GOATS MILK POWDER AT VARIATIONS TEMPERATURE AND STORAGE TIME

**Theriska Ariella Ramadhanty
1800033050**

ABSTRACT

*During storage, milk powder can undergo physical and chemical changes caused by environmental factors. The deterioration can be inhibited by adding additional ingredients, regulating the temperature and duration of storage. One of the natural additives that can be used is sappan wood. The purpose of this study is to determine the effect of adding sappan wood powder (*Caesalpinia sappan* L) on free fatty acids in PE goat milk powder temperature variations and storage time.*

This research method uses a Complete Randomized Design (CRD) of 3 factors : the concentration of sappan wood powder (BKS), temperature and storage duration. BKS concentration is F0 (control), F1 (0.25%) and F2 (0.5%); temperature are (s1) 30°C, (s2) 40°C and (s3) 50°C; and storage time (t0) 0, (t1) 7, (t2) 14, (t3) 21 and (t4) 28 days. Preliminary tests include water, protein and fat content, then the data is processed using One Way ANOVA. Further tests are the determination of free fatty acid (FFA) levels and the data are processed using Three Way ANOVA.

The results showed that the addition of BKS, temperature and storage time had a noticeable effect ($p < 0.05$) on FFA of PE goat milk powder. The addition of BKS to F1 and F2 milk powder can inhibit the increase in FFA lower than F0 milk powder. Increasing the temperature and length of storage tends to increase the FFA in PE goat milk powder. Milk powder F0 storage temperature of 50 °C for 28 days increased FFA by 5.13% higher than milk powder F1 0.43% and F2 0.35%.

Keywords: free fatty acid, goat, sappan wood, milk powder

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Susu merupakan salah satu bahan pangan dalam bentuk cair berwarna putih yang dihasilkan dari kelenjar hewan mamalia yang bermanfaat bagi tubuh karena kaya akan kandungan gizi seperti kalsium, protein, lemak, vitamin A, B12, D, E, K dan lain-lain (Rahayu *et al.*, 2019). Sebagian besar susu yang umum dikonsumsi oleh masyarakat adalah susu sapi. Selain hewan ternak sapi terdapat hewan ternak lain yang dapat menghasilkan susu yaitu kambing. Salah satu jenis kambing yang banyak dikembangkan menghasilkan susu adalah kambing peranakan etawa (PE) (Hijriah *et al.*, 2016). Tingkat konsumsi susu kambing masyarakat di Indonesia mencapai 9,6 lt/kapita/tahun. Angka tersebut hampir setara dengan tingkat konsumsi susu sapi sebesar 11,8 lt/kapita/tahun (Pusat Data dan Informasi Pertanian, 2018).

Kandungan gizi pada susu kambing hampir setara bahkan lebih unggul dari susu sapi. Susu kambing PE memiliki keunggulan protein dan lemak yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan susu sapi yaitu sebesar 4,29% dan 4,46 % (Zurriyati *et al.*, 2011). Sedangkan pada susu sapi kandungan protein dan lemak sebesar 3,50% dan 4,00% (Aritonang, 2017). Susu kambing tergolong dalam bahan pangan yang rentan mengalami kerusakan dan terkontaminasi jika penanganan dan penyimpanan tidak dilakukan dengan tepat sehingga memiliki umur simpan yang relatif singkat (Rinawidiastuti *et al.*, 2021). Untuk memperpanjang umur simpan susu dapat diolah menjadi susu bubuk (Widodo *et al.*, 2012).

Namun, susu bubuk mudah mengalami kerusakan secara fisik, kimia maupun mikrobiologi selama penyimpanan. Susu bubuk dengan kandungan lemak yang tinggi mudah mengalami kerusakan secara fisik dan kimiawi dapat ditandai dengan adanya bau tengik. Kerusakan atau penurunan mutu tersebut disebabkan karena adanya reaksi oksidasi, dimana lemak berkontak langsung dengan oksigen (Jariyah *et al.*, 2015). Salah satu parameter yang dapat digunakan untuk mengetahui tingkat kerusakan pada produk pangan yang mengandung lemak yaitu asam lemak bebas.

Penyimpanan pada suhu tinggi dalam jangka waktu lama dapat meningkatkan asam lemak bebas. Reaksi tersebut dipercepat karena adanya faktor suhu, air, enzim dan lain-lain yang berperan sebagai katalis (Tajuddin, 2022). Seperti pada penelitian Putri (2014) asam lemak bebas susu bubuk tipe A pada penyimpanan suhu 50°C selama 3 bulan (0,73% - 1,61%) hampir setara dengan asam lemak bebas yang disimpan pada suhu 30°C selama 18 bulan (0,73% - 1,69%). Oleh karena itu salah satu hal yang dapat dilakukan untuk menghambat peningkatan asam lemak bebas adalah dengan penambahan senyawa antioksidan.

Penambahan antioksidan dapat menggunakan bahan rempah alami. Rempah yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pangan alami diantaranya jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*), kayu manis (*Cinnamomum burmanni* Nees ex Bl.), kayu secang (*Caesalpinia sappan* L) dan lain-lain. Kayu secang dipilih karena ekstrak kayu secang mengandung aktivitas antioksidan lebih tinggi yaitu sebesar 8,86 ppm dibandingkan dengan kayu manis yaitu sebesar 19,79 ppm (Sufiana dan Harlia, 2014). Sedangkan pada rimpang jahe merah sebesar 57,14 ppm (Herawati dan Saptarini, 2019). Kayu secang juga mengandung senyawa brazilin dan flavonoid yang dapat dimanfaatkan sebagai antioksidan alami yang dapat berperan dalam menghambat terjadinya reaksi oksidasi, menangkalkan radikal bebas dan antimikroba (Kumala *et al.*, 2013).

Terdapat beberapa penelitian pendukung yang membuktikan bahwa dengan penambahan ekstrak kayu secang mampu menghambat reaksi oksidasi lemak angka *Thiobarbituric Acid* (TBA) lebih rendah dibandingkan dengan dodol garut tanpa penambahan ekstrak kayu secang selama penyimpanan (Puspitasari, 2012). Penambahan ekstrak kayu secang juga pada bungkil kacang tanah mampu menghambat kenaikan oksidasi lemak bilangan peroksida selama penyimpanan (Widowati dan Safitri, 2006). Hal ini membuktikan bahwa kandungan senyawa pada kayu secang dapat dimanfaatkan sebagai antioksidan yang dapat membantu menghambat reaksi oksidasi lemak.

Berdasarkan uraian di atas dilakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan bubuk kayu secang terhadap asam lemak bebas susu kambing PE bubuk pada suhu dan lama waktu penyimpanan berbeda untuk mengidentifikasi

apakah dengan penambahan bubuk kayu secang pada susu kambing PE bubuk mampu menghambat peningkatan asam lemak bebas yang disebabkan karena perlakuan variasi suhu dan lama waktu penyimpanan.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh penambahan bubuk kayu secang terhadap nilai asam lemak bebas susu kambing PE bubuk?
2. Bagaimana pengaruh suhu penyimpanan yang berbeda terhadap nilai asam lemak bebas susu kambing PE bubuk?
3. Bagaimana pengaruh lama waktu penyimpanan yang berbeda terhadap nilai asam lemak bebas susu kambing PE bubuk

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Sampel susu kambing PE diperoleh dari tempat Peternakan dan Pengolahan Susu Kambing, Kemirikebo, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi pengaruh penambahan bubuk kayu secang terhadap nilai asam lemak bebas susu kambing PE bubuk.
2. Mengidentifikasi pengaruh suhu penyimpanan yang berbeda terhadap nilai asam lemak bebas susu kambing PE bubuk.
3. Mengidentifikasi pengaruh lama waktu penyimpanan yang berbeda terhadap nilai asam lemak bebas susu kambing PE bubuk.

1.5. Manfaat Penelitian

- a. Bagi Pendidikan

Dapat dijadikan sumber referensi bagi akademik mengenai pengaruh penambahan bubuk kayu secang terhadap asam lemak bebas susu kambing PE bubuk pada suhu dan lama penyimpanan yang berbeda. Hasil dari penelitian

dapat dijadikan sebagai informasi dan referensi bagi akademi dalam bidang pangan dan diharapkan dapat menjadi rujukan teori selanjutnya yang dilakukan oleh peneliti.

b. Bagi Masyarakat

Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai pemanfaatan kayu secang yang dapat digunakan sebagai bahan tambahan pangan alami dalam menghambat oksidasi lemak pada produk pangan.

c. Bagi Industri

Memberikan masukan kepada industri pangan mengenai pemanfaatan penambahan bubuk kayu secang sebagai bahan tambahan pangan alami dan inovasi susu kambing PE bubuk rasa kayu secang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Susu

2.1.1. Pengertian Susu

Susu merupakan salah satu jenis bahan pangan dengan sifat fisik cair, warna cairan putih kekuningan yang berasal dari kelenjar hewan mamalia betina. Susu dibedakan menjadi dua jenis yaitu susu murni dan susu segar. Susu murni merupakan susu yang diperoleh secara langsung dari ambing sapi atau hewan lainnya melalui proses pemerahan dengan cara yang benar untuk mempertahankan nilai gizinya dengan tidak mengurangi atau menambahkan bahan pangan lainnya sebelum diolah. Susu segar adalah susu murni yang diberi proses perlakuan pendinginan tanpa dikurangi atau diberi tambahan apa pun yang mempengaruhi kemurniannya (Badan Standardisasi Nasional, 1998).

Susu yang umum dikonsumsi oleh masyarakat berasal dari hewan sapi, tidak hanya susu sapi yang dapat dikonsumsi, susu yang berasal dari hewan mamalia lainnya seperti kambing, domba, kerbau dan kuda juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan alternatif pengganti susu sapi (Sukmawati, 2014). Komposisi susu yang dihasilkan berbeda-beda karena faktor umur, jenis pakan, spesies, masa laktasi dan lain-lain. Sehingga susu yang dihasilkan juga berbeda antara hewan mamalia satu dengan yang lainnya (Hasanuddin, 2017). Pada umumnya susu termasuk dalam jenis emulsi lemak dalam air dengan komponen kandungan terbesar yaitu air rata-rata sebesar (86,90%), protein (3,50%), lemak (3,50%), laktosa (4,80%) dan mineral (0,65%). Selain itu susu juga mengandung enzim lipase, peroksidase, laktase, reduktase dan fosfatase (Aritonang, 2017).

Sifat kimia susu diantaranya yaitu memiliki pH antara 6,5- 6,6, berat jenis sekitar 1,027-1,035 gr/ml jika diukur pada kondisi temperatur 15,5°C (Eropa) dan 27,5°C (Indonesia). Berat jenis (BJ) dipengaruhi oleh beberapa komponen yaitu lemak (0,93), laktosa (1,66), protein (1,31) dan garam-garam mineral (4,12) (Aritonang, 2017). Menurut Handayanto (2014) Susu memiliki sifat fisik berwarna putih sedikit kekuningan. Warna putih tersebut berasal dari dispersi refleksi cahaya

globula lemak serta partikel-partikel koloid senyawa kasein dan kalsium fosfat sehingga cahaya tidak akan tembus pada susu. Sedangkan warna kekuningan karena adanya pigmen karoten yang larut di dalam lemak susu. Susu segar memiliki bau yang khas, mempunyai rasa sedikit manis gurih yang berasal dari kandungan gula dalam bentuk laktosa dan klorida, sitrat dan garam mineral lainnya (Handayanto, 2014). Berikut Tabel 2.1 merupakan syarat mutu susu segar berdasarkan Standar Nasional Indonesia 01-3141-2011.

Tabel 2.1 Syarat mutu susu segar SNI 01-3141-2011

Karakteristik	SNI
Berat jenis (pada suhu 27,5°C)	Min. 1,0270 g/ml
Kadar lemak	Min. 3,0 %
Kadar protein	Min. 2,8 %
Kadar bahan kering tanpa lemak	Min. 7,8 %
Warna, bau, rasa, kekentalan	Tidak ada perubahan
Derajat keasaman	6,0 - 7,5 °SH
pH	6,3 – 6,8
Uji alkohol 70%	Negatif
Jumlah sel somatis maksimum	4 x 10 ⁵ / ml
Residu antibiotika	Negatif
Cemaran mikroorganisme	
a. <i>Total plate count</i>	1 x 10 ⁶ cfu/ml
b. <i>Staphylococcus aureus</i>	1 x 10 ² cfu/ml
c. <i>Enterobacteriaceae</i>	1 x 10 ³ cfu/ml

Sumber : (Badan Standardisasi Nasional, 2011).

Menurut Achroni (2013) susu memiliki kandungan gizi yang baik bagi tubuh di antaranya yaitu kandungan senyawa lemak pada susu dapat membantu menghambat pertumbuhan tumor, memperkuat antibodi tubuh dan saraf. Senyawa potasium yang dapat membantu menurunkan 15-20% tingkat risiko terkena penyakit jantung dan stroke. Senyawa kalsium dapat membantu pertumbuhan tulang, memperkuat tulang, keropos dan penyusutan pada tulang. Senyawa magnesium dapat membantu memperkuat ketahanan jantung dan sistem saraf. Senyawa seng dapat membantu dalam penyembuhan luka. Vitamin A, zat besi, tembaga dapat membantu memperkuat dan mempertahankan kesehatan kulit dan vitamin B2 dapat membantu meningkatkan ketajaman mata.

2.1.2. Susu Kambing

Kambing termasuk dalam hewan ternak yang sudah lama dan banyak dikembangkan oleh para peternak di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan pangan hewani. Populasi kambing terbanyak menurut Badan Statistik Indonesia pada tahun 2021 terdapat di Provinsi Jawa Tengah yaitu mencapai 3.785.913 ekor. Populasi kambing di Daerah Istimewa Yogyakarta pada tahun 2021 yaitu mencapai 421.287 ekor kambing (Badan Pusat Statistik, 2021). Terdapat beberapa kelompok kambing yang dipelihara menurut produk yang dihasilkan yaitu kambing penghasil daging, kambing penghasil susu, kambing penghasil bulu dan kambing penghasil daging dan susu (Arisani *et al.*, 2022).

Jenis kambing yang menghasilkan susu diantaranya kambing sapera, kambing saanen, kambing anglo nubian, kambing etawa dan kambing peranakan etawa (Rusdiana *et al.*, 2016). Susu kambing adalah sumber protein hewani berwarna putih yang berasal dari proses pemerahan dari ternak kambing betina setelah beranak atau pada masa laktasi (Fitriyanto *et al.*, 2013). Kandungan gizi susu kambing rata-rata terdiri dari beberapa komponen yaitu lemak (4,09%), protein (3,71%), laktosa (4,20%), mineral (0,78%) dan bahan kering (12,68%) (Aritonang, 2017). Kandungan kalsium dan fosfor pada susu kambing lebih tinggi (32,6% dan 27,0%) dari pada susu sapi (29,7% dan 23,2%) (Wiguna, 2018).

Negara Indonesia saat ini belum tersedia standar mutu untuk susu kambing oleh karena itu standar mutu susu kambing dapat menggunakan standar mutu susu segar yaitu SNI 01-3141-2011 atau menggunakan standar mutu susu kambing Thai Agricultural Standar No. 6006-2008 seperti pada Tabel 2.2 di bawah ini :

Tabel 2.2 Standar mutu susu kambing Thai Agricultural Standar No.6006-2008

Characteristic	Grading quality		
	Premium	Good	Standard
Total count (cfu/ml)	$< 5 \times 10^4$	5×10^4 to 10^5	$> 10^5$ to 2×10^5
Somatic cells (cells/ml)	$< 7 \times 10^5$	7×10^5 to 10^6	$> 10^6$ to $1,5 \times 10^6$
Protein (%)	$> 3,7$	$> 3,4$ to $3,7$	$3,1$ to $3,4$
Fat (%)	> 4	$> 3,5$ to 4	$3,25$ to $3,5$
Total solid (%)	> 13	> 12 to 13	$11,7$ to 12

Sumber : (Thai Agricultural Standar, 2008).

Berikut pada Tabel 2.3 merupakan perbandingan kandungan gizi susu kambing dengan susu sapi :

Tabel 2.3 Perbedaan kandungan gizi susu kambing dengan susu sapi

Kandungan	Susu Kambing	Susu Sapi
Protein (g)	3,6	3,3
Lemak (g)	4,2	3,3
Karbohidrat (g)	4,5	4,7
Kalori (g)	69	61
Fosfor (g)	111	93
Kalsium (g)	134	19
Magnesium (g)	14	13
Besi (g)	0,05	0,05
Natrium (g)	50	49
Kalium (g)	204	152
Vitamin A (IU)	185	126
Thiamin (mg)	0,05	0,04
Niacin (mg)	0,28	0,08
Vitamin B6 (mg)	0,05	0,04

Sumber : (Sodiq and Abidin, 2008).

Menurut Yunus (2019) vitamin A ditemukan dalam susu kambing dan ini membuat susu terlihat lebih putih daripada susu sapi. Hal ini disebabkan karena vitamin A tidak tersusun dalam pigmen karotenoid seperti pada susu sapi. Sedangkan susu sapi memiliki pigmen karotenoid yang membuat susu terlihat lebih kuning. Ukuran globula lemak pada susu kambing lebih kecil dari pada susu sapi. Sehingga susu kambing lebih mudah dicerna karena termasuk dalam asam lemak rantai pendek. Selain itu, susu kambing merupakan pengganti susu yang baik untuk orang yang alergi susu sapi dan bermasalah dengan pencernaannya.

Kandungan gizi pada susu kambing dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu jenis bangsa, masa laktasi, pakan, waktu, frekuensi, proses pemerahan, pemeliharaan, tempat tinggal dan lain-lain (Zaidemarno *et al.*, 2016). Kadar lemak pada susu kambing dipengaruhi oleh pakan hijauan yang dikonsumsi karena pakan hijau kaya akan sumber serat, semakin banyak pakan hijau yang dikonsumsi kambing semakin banyak pula asam asetat yang diproduksi yang berpengaruh terhadap proses sintesis asam lemak yang menyebabkan kadar lemak pada susu kambing meningkat pula (Zain *et al.*, 2014).

Terdapat beberapa hal lain yang mempengaruhi kandungan kadar lemak pada susu kambing adalah waktu dan frekuensi pemerahan, biasanya pemerahan dilakukan sebanyak dua kali dalam sehari yaitu waktu pagi dan sore hari. Pemerahan susu yang dilakukan pada sore hari berpengaruh terhadap kadar lemak susu yang dihasilkan hal ini disebabkan karena waktu dari sore hari ke pagi hari memiliki waktu yang lebih panjang sehingga dapat membentuk air susu dibandingkan waktu pemerahan pagi sampai sore yang memiliki waktu yang pendek (Zaidemarno *et al.*, 2016).

2.1.3. Susu Kambing Peranakan Etawa (PE)

Terdapat beberapa jenis kambing yang dikembangbiakkan di Indonesia salah satunya adalah kambing PE. Kambing PE merupakan jenis kambing perah hasil persilangan antara kambing etawa (India) dan kambing kacang (lokal). Jenis bangsa kambing yang paling populer di Jawa Tengah adalah kambing PE (Sudrajat *et al.*, 2021). Populasi kambing PE pada tahun 2017 di Sleman, Yogyakarta mencapai 5,944 ekor (Agus, 2017). Jenis kambing ini termasuk dalam ternak dwiguna yaitu dapat menghasilkan daging serta susu yang berpotensi tinggi untuk dikembangbiakkan karena mampu beradaptasi dengan baik pada kondisi dan iklim di Indonesia yaitu didaerah tropis hingga subtropis (Ramdani dan Kusmayadi, 2013).

Kemampuan kambing PE dalam beradaptasi merupakan salah kelebihan yang menjadikan kambing jenis ini banyak dibudidayakan, selain dapat menghasilkan susu keuntungan budidaya kambing PE yaitu pemeliharaan yang mudah, memerlukan modal biaya pemeliharaan yang sedikit dan tidak mengharuskan memiliki lahan yang luas (Santoso *et al.*, 2020). Berikut ini klasifikasi taksonomi kambing (Sutama dan Budiarsa, 2009):

Kingdom	: <i>Animalia</i>
Filum	: <i>Chordata</i>
Class	: <i>Mammalia</i>
Ordo	: <i>Artiodactyla</i>
Family	: <i>Bovidae</i>
Sub Family	: <i>Caprinae</i>

Genus : *Capra*
 Species : *C. aegagrus*
 Sub species : *C.a. Hircus*

Kambing PE memiliki bentuk wajah yang cembung dengan telinga yang panjang sekitar 18-30 cm dan terkulai, dengan warna bulu *cream*, hitam. Kambing jantan dan betina memiliki tanduk yang pendek, memiliki tinggi badan sekitar 70-100 cm. Bobot kambing jantan sekitar 40 kg sedangkan bobot kambing betina sekitar 35 kg (Badan Standarisasi Nasional, 2008). Selain itu terdapat kambing yang memiliki warna bulu kombinasi antara hitam-putih, coklat-putih, memiliki ekor yang pendek dan bentuk tanduk berukuran kecil yang melengkung ke belakang pada kambing pejantan dan betina (Batubara *et al.*, 2016). Kambing PE merupakan jenis kambing perah yang unggul dalam memproduksi susu yaitu mencapai 1,5-3 liter/hari (Santoso *et al.*, 2020).



Gambar 2.1 Kambing Peranakan Etawa
 (Lendah Kulonprogo, 2019)

Pada umur 10-12 bulan kambing PE sudah dapat dikawinkan dengan berat bobot 30-40kg dan dalam dua tahun kambing peranakan etawa dapat beranak sebanyak tiga kali dengan sekali beranak mampu menghasilkan anak kambing sebanyak 1-3 ekor dalam sekali melahirkan dan masa laktasi selama 4-6 bulan dengan masa kering selama 2-3 bulan (Atabany, 2013). Pemerahan pada kambing PE dapat dilakukan setiap 12 jam sekali atau dalam satu hari dapat dilakukan pemerahan 2x dengan jeda waktu selama 12 jam sekali hal ini dapat mempengaruhi produksi susu yang dihasilkan akan meningkat sebanyak 40% dibandingkan pemerahan yang dilakukan hanya satu kali dalam sehari (Atabany, 2013). Berikut gambar susu kambing peranakan etawa seperti pada Gambar 2.2 di bawah ini :



Gambar 2.2 Susu segar kambing PE
(Dokumentasi pribadi)

Susu kambing mempunyai lebih banyak globula-globula lemak dibandingkan pada susu sapi yaitu sebesar 82,7% sedangkan pada susu sapi sebesar 65,4%. Susu kambing mengandung jenis asam lemak volatil yang mudah menguap di antaranya yaitu kaproat, kaprilat dan kaprat yang berperan dalam pembentukan rasa dan bau prengus pada susu kambing (Kustyawati *et al.*, 2012). Menurut Moedji dan Wiryanta (2010) susu kambing mengandung berbagai mineral dan vitamin antara lain kalsium, kalium, magnesium, fosfor, klorin dan mangan. Susu kambing juga mengandung asam amino *essensial* yang dibutuhkan oleh tubuh. Berikut pada Tabel 2.4 di bawah ini merupakan perbandingan gizi susu kambing PE dengan jenis kambing penghasil susu lainnya seperti sapera dan saperong :

Tabel 2.4 Perbandingan gizi susu kambing PE dengan Sapera dan Saperong

Parameter	Kambing PE (etawa dan kacang lokal)	Kambing Sapera (saanen dan PE)	Kambing Saperong (sapera dan gembrong)
Produksi susu (liter/hari)	1,340	1,674	1,750
Lemak (%)	5,80	4,30	4,25
Protein (%)	3,64	3,71	3,75
Laktosa (%)	5,97	5,59	5,83
Solid non- <i>fat</i> (%)	9,62	9,28	9,60
Total solid (%)	15,42	13,59	13,85

Sumber : (Suranindyah *et al.*, 2018).

Menurut penelitian Suranindyah *et al.* (2018) hasil produksi susu kambing saperong lebih unggul daripada kambing PE dan sapera. Akan tetapi susu kambing PE kandungan gizinya lebih unggul jika dibandingkan dengan kambing sapera dan saperong pada kondisi tropis di Yogyakarta. Jumlah kandungan gizi pada susu kambing dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu jenis bangsa, masa

laktasi, pakan, waktu, frekuensi, proses pemerahan, pemeliharaan, tempat tinggal dan lain-lain (Zaidemarno *et al.*, 2016). Komponen jenis asam lemak yang banyak terkandung pada susu kambing adalah asam oleat (C18:1) sebanyak 29,90% asam palmitat (C16:0) sebanyak 24,68% dan asam stearat (C18:0) sebanyak 19,76% (Wanniatie *et al.*, 2019). Susu kambing PE dapat digunakan sebagai bahan baku alternatif pengganti susu sapi bagi orang yang mempunyai alergi terhadap susu sapi (*lactose intolerance*). Menurut Wiguna (2018) susu kambing memiliki beberapa manfaat yang baik untuk pertumbuhan dan pembentukan jaringan tubuh, memiliki rantai lemak pendek yang mudah diserap dan dicerna. Asam amino yang terdapat dalam susu kambing mampu membantu dalam perkembangan kesehatan sistem saraf dan otak karena mengandung unsur senyawa sistein, sistin dan metionin.

2.1.4. Susu Bubuk

Susu bubuk merupakan hasil pengolahan dari susu cair menggunakan metode pengeringan dengan menguapkan sebagian airnya untuk memperpanjang umur simpan susu dengan rekombinasi dan atau pencampuran kering (*dry blend*). Dalam pembuatan susu bubuk dapat ditambahkan unsur gizi lainnya seperti vitamin, mineral dan lain-lain (Badan Standarisasi Nasional, 2015). Pengolahan susu cair menjadi susu bubuk adalah salah satu upaya dalam memperpanjang umur simpan susu agar lebih lama. Proses pembuatan susu bubuk melalui 2 tahapan yaitu tahapan pemanasan dan pengeringan. Proses pemanasan dilakukan dengan tujuan untuk menguapkan komponen air menjadi sekitar 45-50% yang menghasilkan pasta susu dengan tekstur kental. Proses selanjutnya pasta susu tersebut dikeringkan hingga menghasilkan bubuk susu yang halus. Susu bubuk memiliki umur simpan maksimal selama dua tahun jika disimpan pada suhu dan tempat yang tepat teknologi (Wardana, 2012).



Gambar 2.3 Susu bubuk
(Dokumentasi pribadi)

Metode yang umum digunakan dalam pembuatan susu bubuk oleh industri besar adalah metode *spray drying*. *Spray drying* merupakan salah satu metode pengeringan dengan mengubah bahan pangan berbentuk cair menjadi produk bubuk (Huda, 2020). Prinsip dari metode *spray drying* yaitu menggunakan udara panas, susu akan disemprotkan melalui alat nozel sehingga panas akan berkontak langsung dengan susu dan membentuk butiran-butiran halus susu bubuk dengan kandungan air yang sekitar 2-3% (Putri *et al.*, 2016). Terdapat metode lain dalam pembuatan susu bubuk yaitu menggunakan metode konvensional. Metode ini masih dilakukan oleh skala industri kecil atau menengah yang memproduksi susu bubuk kambing (Fatina *et al.*, 2021).

Metode ini dilakukan dengan pemanasan di atas kompor menggunakan wajan atau kuah selama $\pm 30-45$ menit hingga susu berubah teksturnya menjadi seperti pasta kental dan berwarna kekuningan. Setelah itu susu diratakan pada seluruh permukaan wajan selama 2-3 menit dengan tujuan agar uap panas dalam susu menghilang dan cepat kering. Setelah susu kering, susu dikumpulkan menggunakan spatula untuk dilakukan penggilasan dan pengeringan (Fatinah *et al.*, 2021). Pengeringan susu bubuk dilakukan selama 2-3 jam di atas kompor dengan api yang sangat kecil. Setelah susu kering dilakukan penggilasan atau pengecilan ukuran menggunakan mesin tepung beras atau bisa menggunakan blender. Kelebihan dan kekurangan dari metode *spray drying* dan konvensional dapat dilihat pada Tabel 2.5 di bawah ini :

Tabel 2.5 Kelebihan dan kekurangan metode *spray drying* dan konvensional

Metode	Kelebihan	Kekurangan
<i>Spray drying</i>	Waktu pengolahan yang singkat dan kapasitas yang besar 100ton/jam Cocok untuk bahan pangan yang sensitif suhu tinggi Sistemnya yang kontinyu dan dapat menghasilkan produk dengan kandungan kadar air, partikel, bentuk dan ukuran yang diinginkan sehingga dapat dikontrol manual atau otomatis.	Biaya alat dan pengoperasian yang cukup tinggi Hanya dapat digunakan untuk bahan pangan cair dengan tingkat viskositas atau kekentalan tertentu
Konvensional*	Peralatan yang digunakan mudah ditemukan Biaya pengolahan terjangkau	Waktu pengolahan yang lama 2-3 jam Suhu pemanasan tidak terkontrol Sistem pengolahan masih menggunakan pengadukan manual

Sumber : (Putri, 2020) dan *(Fatinah *et al.*, 2021).

Terdapat tiga kelompok susu bubuk yaitu susu bubuk berlemak (*full cream milk powder*) adalah susu yang diproses menjadi bubuk dengan kandungan lemak yang masih utuh. Susu bubuk semi skim (*partly skim milk powder*) adalah susu yang diolah menjadi bubuk dengan kandungan sebagian lemaknya diambil. Susu bubuk tanpa lemak (*skim milk powder*) adalah susu yang diolah menjadi bubuk dengan kandungan lemaknya diambil seluruhnya (Badan Standarisasi Nasional, 2015). Berikut ini pada Tabel 2.6 merupakan syarat mutu susu bubuk berdasarkan Standar Nasional Indonesia:

Tabel 2.6 Syarat mutu susu bubuk SNI 2970-2015

Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan		
		Susu bubuk <i>full cream</i>	Susu bubuk semi skim	Susu bubuk skim
Keadaan				
Bau	-	Normal	Normal	Normal
Rasa	-	Normal	Normal	Normal
Warna	-	Normal	Normal	Normal
Air	%(b/b)	Maks. 5	Maks. 5	Maks. 5
Lemak susu ¹⁾	%(b/b)	Min. 26 dan kurang dari 42	Lebih dari 1,5 dan kurang dari 26	Maks. 1,5
Protein (N x 6,38)	%(b/b) ²⁾	Min. 32	Min. 32	Min. 32
<i>Scorched particles</i>	-	Maks. disc B	Maks. disc B	Maks. disc B
Indeks ketidaklarutan Cemar logam	mL	Maks. 1,0	Maks. 1,0	Maks. 1,0
Timbal (Pb) ³⁾	mg/kg	Maks. 0,02	Maks. 0,02	Maks. 0,02

Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan		
		Susu bubuk <i>full cream</i>	Susu bubuk semi skim	Susu bubuk skim
Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,2	Maks. 0,2	Maks. 0,2
Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0 / 250,0 ⁴⁾	Maks. 40,0 / 250,0 ⁴⁾	Maks. 40,0 / 250,0 ⁴⁾
Merkuri (Hg) ³⁾	mg/kg	Maks. 0,03	Maks. 0,03	Maks. 0,03
Cemaran arsen (As) ³⁾	mg/kg	Maks. 0,1	Maks. 0,1	Maks. 0,1
<i>Cemaran mikroba</i>				
<i>Angka lempeng total</i>	Koloni/g	Maks. 5x10 ⁴	Maks. 5x10 ⁴	Maks. 5x10 ⁴
<i>Coliform</i> ⁵⁾	APM/g	Maks. 10	Maks. 10	Maks. 10
<i>Salmonella sp.</i>	-	Negatif/ 25 g	Negatif/ 25 g	Negatif/ 25 g
<i>Staphylococcus aureus</i>	Koloni/g	Maks. 1 x 10 ²	Maks. 1 x 10 ²	Maks. 1 x 10 ²
Alfatoksin M ₁	µg/kg	Maks. 5	Maks. 5	Maks. 5

Keterangan : ¹⁾ dihitung sebagai total lemak ²⁾ dihitung dalam padatan susu tanpa lemak ³⁾ dihitung terhadap produk yang siap dikonsumsi ⁴⁾ kadar Sn susu bubuk yang dikemas dalam kaleng ⁵⁾ jika pengujian *Enterobacteriaceae* menunjukkan hasil negatif per 2x1 g maka tidak perlu dipengujian koliform

Sumber : (Badan Standarisasi Nasional, 2015)

2.1.5. Kerusakan Susu Bubuk

Susu bubuk dapat mengalami kerusakan pada saat penyimpanan akibat faktor lingkungan sekitar. Tipe kerusakan atau perubahan yang dapat terjadi pada susu bubuk ada tiga yaitu kerusakan fisik, kimiawi dan mikrobiologi (Wigelar, 2013).

2.1.5.1. Kerusakan Secara Fisik

Kerusakan susu bubuk secara fisik dapat ditandai dan dirasakan dengan indera manusia. Indikasi perubahan bentuk fisik atau organoleptik meliputi perubahan warna, aroma dan rasa. Perubahan susu bubuk menurut DeMan (2007) dapat ditandai dengan adanya perubahan warna susu bubuk menjadi lebih gelap karena terjadi pencokelatan dan karamelisasi. Partikel susu bubuk yang menggumpal terjadi karena adanya penyerapan uap air dari udara. Aroma susu bubuk yang sudah tengik terjadi karena adanya oksidasi lemak. Terdapat cemaran logam, benda-benda asing, serangga dan lain-lain Selain itu kerusakan fisik lain yaitu terdapat *curd* atau bintik-bintik berwarna putih yang tidak larut dalam air. *Curd* disebabkan akibat denaturasi protein karena panas, pH, asam atau basa. *Curd* dalam jumlah banyak akan mempengaruhi kecepatan larutan susu bubuk ketika dicampurkan dengan air .

2.1.5.2. Kerusakan Secara Kimiawi

Kerusakan susu bubuk secara kimiawi salah satunya ditandai dengan adanya reaksi oksidasi lemak. Oksidasi lemak terjadi karena adanya interaksi langsung antara lemak dengan suhu, oksigen, cahaya, air, logam dan lain-lain. Produk hasil dari oksidasi lemak berupa hidroperoksida, aldehid, asam lemak bebas (DeMan, 2007). Kerusakan lemak pada susu bubuk mempengaruhi tingkat kelarutan susu bubuk dalam air. Selain itu susu bubuk memiliki sifat mudah menyerap bau dari lingkungan sekitarnya yang dipengaruhi oleh sifat lemak dalam susu. Proses oksidasi lemak yang terjadi pada susu bubuk akan menghasilkan *flavor*, bau dan rasa tengik yang tidak disukai. Kerusakan tersebut juga dapat mengurangi kadar gizi pada susu bubuk karena komponen vitamin dan asam *essensial* dalam susu menjadi rusak. Kerusakan lemak dalam susu bubuk dapat dijadikan titik kritis dalam pengendalian mutu susu bubuk (Saputro, 2008).

2.1.5.3. Kerusakan Secara Mikrobiologi

Kerusakan susu bubuk secara mikrobiologi disebabkan karena adanya mikroorganisme yang berkembang biak dalam susu bubuk. Kandungan air dalam susu bubuk yang tinggi menjadi salah satu faktor yang menyebabkan kerusakan kimia dan mikrobiologi dalam bahan pangan. Standar mutu kadar air dalam susu bubuk maksimal 5% dan kadar aw maksimal 0,6. Jika melebihi angka tersebut susu bubuk akan mudah terkontaminasi. Mikroorganisme dapat berkembang biak pada produk pangan dengan kadar air yang tinggi sehingga dapat mempercepat kerusakan pada susu. *Staphylococcus aureus* merupakan jenis mikroba yang umum mencemari susu bubuk. Selain itu alat dan pengemasan dapat mengkontaminasi susu bubuk. Hal tersebut dikarena terdapat mikroba *Cronobacter sakazakii* yang dapat mengkontaminasi susu bubuk jika peralatan dan cara pengemasan yang tidak steril (Hatimah dan Kamaruddin, 2017).

2.2.Kayu Secang

2.2.1. Morfologi dan Klasifikasi Kayu Secang

Tanaman secang (*Caesalpinia sappan L*) merupakan salah satu tumbuhan liar yang tumbuh pada ketinggian 1000 m di atas permukaan laut seperti pegunungan dengan ciri-ciri tanaman memiliki ketinggian pohon 5-10 m, memiliki daun dengan jenis majemuk menyirip dan terdapat 10-20 pasang anak daun berwarna hijau yang saling berhadapan dalam setiap sirip dan memiliki batang dengan permukaan yang kasar dan berduri (Hidayat *et al.*, 2015). Berikut ini klasifikasi tanaman secang (Tjitrosoepomo, 2010):

Regnum	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Sub divisi	: <i>Angiospermae T</i>
Class	: <i>Dicotyledoneae</i>
Ordo	: <i>Rosales</i>
Family	: <i>Caesalpinaceae</i>
Genus	: <i>Caesalpinia</i>
Species	: <i>Caesalpinia sappan L.</i>



Gambar 2.4 Tanaman kayu secang

(Sumber : Keanekaragaman Hayati DIY, 2016)

Tanaman secang memiliki batang berkayu dengan bentuk bulat, berwarna hijau kecokelatan, bercabang dan berduri. Tanaman secang juga memiliki bunga dengan jenis bunga majemuk, dengan panjang gagang antara 15-20 cm, panjang bunga yang keluar dari ujung tangkai 10-40 cm, bunganya berwarna kuning dengan panjang benang sari dan putik sekitar 15 mm dan 18 mm. Buah pada tanaman secang termasuk dalam golongan buah polong dengan isi buah 3-4 biji berwarna

hitam yang panjangnya 8-10 cm dan lebar 3-4 cm dengan bentuk biji bulat dengan kuning kecokelatan (Herbie, 2015).

2.2.2. Kandungan dan Manfaat Kayu Secang

Tanaman kayu secang memiliki bentuk batang bulat dengan warna hijau kecokelatan dan akan berubah menjadi warna merah apabila batang tersebut diserut dan direbus. Kayu secang menghasilkan pigmen berwarna kuning pada pH asam (2-4) kemudian pigmen warna ini akan berubah menjadi merah keunguan pada pH netral dan basa (6-8) (Padmaningrum *et al.*, 2012). Warna serutan batang kayu secang seperti pada Gambar 2.5 di bawah ini :



Gambar 2.5 Kayu secang

(Sumber : Purnama, 2022)

Batang pada tanaman kayu secang memiliki kandungan senyawa kimia seperti polifenol, flavonoid, fenolik, brazilin, brazilein, resin, resorsin, triterfenoid, saponin, asam galat, alkaloid, tanin, *d-alfa-phellandrene*, *oscimene*, minyak atsiri kardenolin, antrakinson, antosianin dan sappan chalcone (Karlina *et al.*, 2016). Berikut kandungan pada kayu secang seperti pada Tabel 2.7 di bawah ini :

Tabel 2.7 Kandungan pada kayu secang

Komposisi	
Air (%)	9,75
Protein (%)	2,23
Lemak (%)	0,2
Kadar abu (%)	1,3
Karbohidrat (%)	88,26
Antioksidan (IC50)*	8,86

Sumber : (Syamsuri *et al.*, 2020) *(Sufiana dan Harlia, 2014).

Kandungan senyawa brazilin dengan struktur $C_6H_{14}O_5$ yang berbentuk kristal berwarna kuning pada kayu secang. Senyawa brazilin mudah teroksidasi dan menghasilkan brazilein dengan warna yang merah kecokelatan. Senyawa brazilin

berperan sebagai antioksidan dalam menangkal radikal bebas dan radikal kimia serta dapat memberikan efek anti-inflasi dan antibakteri pada bakteri. Komponen utama dari kayu secang yaitu brazilin memiliki efek pada aktivitas farmakologis seperti antivirus, anti mikroba dan antioksidan (Batubara *et al.*, 2010). Senyawa flavonoid dalam kayu secang juga membantu melindungi tubuh dari radikal bebas yang bertindak sebagai antioksidan serta sebagai anti bakteri. Senyawa antosianin yang terkandung dalam kayu secang merupakan pigmen yang memberikan warna merah pada kayu secang memiliki aktivitas antioksidan, anti bakteri, anti inflamasi, dan anti kanker.

Pigmen warna merah pada kayu secang sifatnya mudah larut dalam air panas, pigmen ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti oksidator, sinar UV, suhu dan pH (Karlina *et al.*, 2016). Kayu secang dimanfaatkan sebagai obat-obatan alami untuk berbagai macam penyakit dalam seperti gangguan pada sirkulasi darah, tetanus, diare, kanker, tumor, batuk berdarah pada penderita TBC, malaria, disentri (Karlina *et al.*, 2016). Selain dapat digunakan sebagai pengobatan penyakit dalam, kayu secang juga dapat digunakan sebagai obat luka luar, penawar racun karena kayu secang memiliki sifat sebagai anti mikroba, anti inflamasi, antioksidan, antivirus, *imunostimulan* dan anti koagulan (Kusmiati dan Priadi, 2014).

2.3. Gula

Gula termasuk dalam unsur karbohidrat sederhana yang dihasilkan dari tebu, memiliki kemampuan mudah larut dengan air, dapat dicerna kemudian diserap oleh tubuh menjadi energi. Gula digolongkan menjadi dua jenis yaitu monosakarida, disakarida. Monosakarida adalah gula sederhana dengan molekul tunggal seperti glukosa, galaktosa dan fruktosa. Disakarida adalah gula yang terdiri dari kombinasi dua molekul gula. Sukrosa (glukosa dan fruktosa), laktosa (glukosa dan galaktosa) dan maltosa (gabungan dua glukosa) merupakan contoh disakarida. Berikut pada Tabel 2.8 merupakan komposisi yang terkandung dalam 100 gram gula pasir.

Tabel 2.8 Komposisi kimia gula pasir per 100 g

Komponen	Komposisi
Kalori (Kal)	364
Protein (g)	0
Lemak (g)	0
Karbohidrat (g)	94
Kalsium (mg)	5
Fosfor (mg)	1
Besi (mg)	0,1
Vitamin A	-
Vitamin B1	-
Vitamin C	-
Air (g)	5,4

Sumber : (Darwin, 2013).

Gula yang sering digunakan dalam dalam kehidupan sehari-hari termasuk dalam jenis gula sukrosa. Sukrosa berbentuk kristal kecil atau cairan (sirup) yang banyak ditemukan dan digunakan sebagai pemanis pada makanan dan minuman. Gula pasir terbuat dari cairan sari tebu yang dikristalkan dengan hasil akhir berbentuk butiran gula dengan warna putih bersih atau berwarna sedikit kecokelatan (Darwin, 2013). Berikut di bawah ini pada Gambar 2.6 adalah contoh gula pasir.



Gambar 2.6 Gula
(Dokumentasi pribadi)

Gula memiliki sifat daya larutnya yang tinggi, mampu mengikat air, dan mampu mengurangi keseimbangan kelembaban relatif. Sukrosa memiliki sifat fisik yang larut dalam air dan etanol, tidak larut pada eter dan kloroform, berbentuk kristal monoklim, memiliki densitas kristal 1588 kg/m³ (pada suhu 15°C). Sedangkan sifat kimia sukrosa jika dalam suasana suhu tinggi atau asam akan terjadi peruraian

sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa dikarenakan terdapat mikroorganisme yang berperan sebagai katalisator untuk mengeluarkan enzim (Buckle, 1987).

Sukrosa selain berfungsi sebagai pemanis makanan dan minuman juga berperan sebagai pengawet. Penambahan gula pada konsentrasi 40% dapat mengurangi aktivitas air dan dapat menghambat pertumbuhan mikroba karena sebagian air tidak tersedia. Sedangkan pada gula dengan konsentrasi 65% dapat menyebabkan sel pada mikroba mengalami dehidrasi, hal inilah yang menyebabkan gula dapat dijadikan sebagai bahan pengawet alami pada produk makanan dan minuman (Buckle, 1987).

2.4. Asam Lemak Bebas (*Free Fatty Acid*)

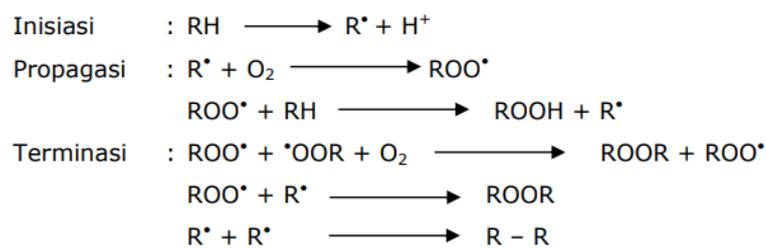
Lemak atau minyak merupakan salah satu zat gizi yang mudah mengalami kerusakan disebabkan oleh beberapa faktor yaitu air, suhu, cahaya, oksigen, mikroba, logam dan lain-lain (O'Brien and O'Connor, 2011). Kerusakan tersebut dapat terjadi ketika pengolahan, distribusi dan penyimpanan. Asam lemak bebas adalah asam lemak yang tidak terikat dengan trigliserida. Asam lemak bebas biasa digunakan sebagai parameter kerusakan lemak atau minyak. Kerusakan yang dapat terjadi pada lemak dapat disebabkan karena reaksi hidrolisis atau oksidasi. Reaksi hidrolisis merupakan perubahan struktur lemak atau trigliserida menjadi gliserol dan asam lemak bebas yang disebabkan karena adanya kandungan air pada lemak. Terpisahnya asam lemak dari struktur trigliserida akan membuat asam lemak mudah teroksidasi jika bereaksi langsung dengan oksigen (Ayucitra *et al.*, 2011).

Asam lemak bebas dapat dihasilkan melalui reaksi oksidasi lemak atau asam lemak yang berkontak langsung dengan oksigen. Reaksi oksidasi ini akan menghasilkan pembentukan peroksida dan hidroperoksida. Asam lemak akan terurai dengan konversi hidroperoksida menjadi asam lemak bebas, aldehida, dan keton yang dapat menyebabkan ketengikan pada makanan berlemak (Christie, 2016). Oksidasi lemak salah satu alasan mengapa lemak, minyak, dan makanan yang mengandung lemak dapat rusak seiring waktu. Tingginya kadar asam lemak bebas menunjukkan bahwa produk pangan sudah dalam keadaan tidak layak untuk dikonsumsi. Dengan adanya ciri perubahan sifat fisik yaitu timbul *flavor* dan aroma

tengik yang tidak enak. Ini karena lemak sangat baik dalam menyerap bau dan rasa dari lingkungan sekitar, yang membuatnya sangat rentan terjadi perubahan fisik dan kimia menjadi tengik (Noor, 2018).

2.5. Mekanisme Senyawa Antioksidan Menghambat Oksidasi Lemak

Oksidasi lemak atau autooksidasi dapat terjadi melalui tiga tahapan yaitu inisiasi, propagasi dan terminasi. Mekanisme reaksi oksidasi lemak seperti pada Gambar 2.7 di bawah ini :

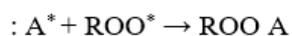
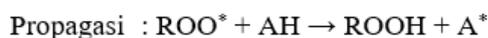
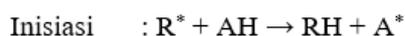


Gambar 2.7 Reaksi oksidasi lemak
(Sumber : Gunstone, 2000)

Mekanisme reaksi oksidasi lemak dimulai pada tahap inisiasi yaitu ketika lemak atau asam lemak berkontak langsung dengan suhu tinggi, cahaya, oksigen dan logam yang menyebabkan lemak (RH) kehilangan atom H dan terbentuk radikal lipid (R^{\bullet}). Kemudian pada tahap propagasi radikal lipid (R^{\bullet}) berinteraksi langsung dengan oksigen (O_2) membentuk radikal peroksida (ROO^{\bullet}). Radikal peroksida (ROO^{\bullet}) akan bereaksi dengan lemak (RH) lain yang menghasilkan hidroperoksida (ROOH) dan radikal lipid (R^{\bullet}) yang baru. Reaksi tersebut akan terus berulang dan menyebabkan reaksi berantai. Hidroperoksida (ROOH) akan terpecah menjadi senyawa-senyawa organik seperti aldehid, keton dan asam-asam lemak bebas. Senyawa tersebut akan menimbulkan rasa dan aroma yang tengik. Selanjutnya pada tahapan terminasi merupakan tahap akhir ketika dua molekul radikal lipid (R^{\bullet}) bergabung menjadi satu dan membentuk senyawa non radikal lipid yang stabil (Gunstone, 2004).

Upaya dalam menghambat oksidasi lemak adalah dengan menambahkan senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan (Widodo *et al.*, 2020). Antioksidan merupakan senyawa yang berperan penting dalam menghambat dan mencegah kerusakan pada struktur lemak yang disebabkan oleh radikal bebas. Antioksidan

memiliki fungsi yang berbeda yaitu fungsi antioksidan primer adalah mendonorkan atom hidrogen ke radikal lipid agar radikal lipid menjadi stabil pada tahap inisiasi. Antioksidan sekunder berfungsi menghambat laju autooksidasi lipid dan meningkatkan aktivitas antioksidan primer (Ayucitra, *et al.*, 2011). Berikut pada Gambar 2.8 merupakan mekanisme antioksidan dalam menghambat reaksi oksidasi.



Gambar 2.8 Mekanisme antioksidan menghambat reaksi oksidasi lemak
(Sumber : Gunstone, 2000)

Mekanisme penambahan antioksidan primer (AH) dalam menghambat oksidasi lemak adalah dengan cara memberikan atom hidrogen ke radikal lipid (R^*) atau radikal peroksida (ROO^*) dan mengubahnya dalam bentuk senyawa yang lebih stabil. Penambahan antioksidan mampu menghambat reaksi oksidasi pada tahapan inisiasi maupun propagasi. Hasil dari penambahan antioksidan akan menghasilkan radikal antioksidan (A^*) yang memiliki sifat stabil dan tidak mempunyai energi yang cukup untuk bereaksi kembali dengan molekul lemak lainnya. Radikal antioksidan (A^*) dapat bergabung menjadi satu menjadi senyawa non radikal (Ayucitra *et al.*, 2011).

2.6. Penelitian Relevan

Beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini dapat dilihat seperti pada Tabel 2.9 di bawah ini :

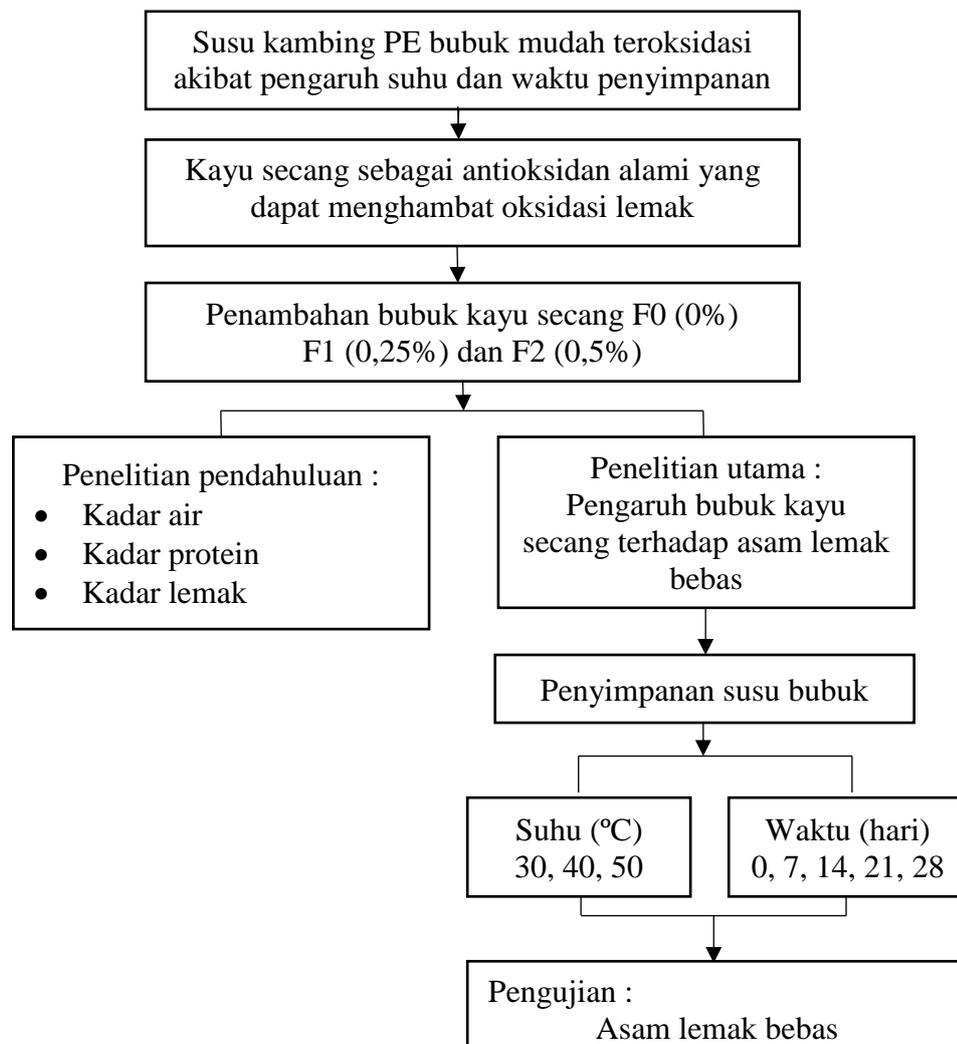
Tabel 2.9 Penelitian relevan

No.	Referensi	Keterangan	Kontribusi
1.	Fatinah, Mudawaroch dan Rinawidiastuti (2021).	Penambahan sukrosa terbaik dalam pembuatan susu kambing PE bubuk berdasarkan uji organoleptik yaitu penambahan sukrosa SB1 (10%) sebesar 100 g sukrosa.	Penulis menggunakan metode pembuatan susu bubuk dan penambahan level sukrosa terbaik yaitu 10% yang dimodifikasi.
2.	Thoyibi, Duniaji dan Suter (2019)	Batang secang dicuci dengan air mengalir hingga bersih, kemudian ditiriskan dan diserut dengan mesin serut kayu (planer) sehingga diperoleh hasil dengan ketebalan 3-5 mm. Kayu secang yang telah diserut diblender dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh.	Penulis menggunakan langkah preparasi kayu secang menggunakan ukuran pengayakan 80 mesh.
3.	Najarudin, Tamrin dan Asyik (2018)	Penambahan bubuk kayu secang S3 (10 g) berpengaruh terhadap lama penyimpanan sirup kelapa hingga 12 hari.	Penulis menggunakan ide dan konsentrasi penambahan kayu secang yang dimodifikasi.
4.	Neswati dan Ismanto (2018)	Preparasi kayu secang dilakukan dengan cara pengeringan menggunakan oven pada suhu 60°C hingga kadar airnya 10%. Kemudian dilakukan pengecilan ukuran menggunakan blender dan diayak menggunakan ayakan 40/60 mesh.	Penulis menggunakan langkah preparasi pembuatan bubuk kayu secang yang dimodifikasi.
5.	Aprida, Supratyami dan Hutami (2017)	Susu bubuk full cream yang dikemas menggunakan aluminium foil (AL7) dan metalized plastik (VM-PET12) memiliki umur simpan berdasarkan kadar air yaitu selama 17,2 bulan dan 12 bulan. Sedangkan susu bubuk full cream berdasarkan DCT (Difference from Control Test) memiliki umur simpan yaitu selama 50,2 bulan dan 33,8 bulan.	Penulis menggunakan waktu pengamatan susu bubuk setiap 0, 7, 14, 21 dan 28 hari.
6.	Yusa <i>et al.</i> , (2017)	Terdapat perbedaan kadar lemak susu kambing peranakan etawa sebelum dan sesudah pasteurisasi yaitu kadar lemak susu yang diberi perlakuan pasteurisasi sebesar 5% dan susu yang tidak diberi perlakuan pasteurisasi memiliki kadar lemak sebesar 4,5%.	Penulis menggunakan metode pasteurisasi <i>Low Temperature Long Time (LTLT)</i> dengan suhu 62°C-65°C dalam membuat susu bubuk.
7.	Farhana, Maulana dan Kodir (2015)	Lama waktu perebusan yang efektif dalam mempertahankan kandungan brazilin pada kayu secang dengan aktivitas antioksidan tertinggi adalah selama 20 menit dengan suhu 70°C.	Penulis menggunakan suhu dan lama waktu perebusan kayu secang dalam pembuatan susu bubuk.

8.	Putri (2014)	Susu bubuk tipe A dan tipe B yang disimpan pada suhu 30°C selama 18 bulan, suhu 40°C selama 6 bulan dan suhu 50°C selama 3 bulan berdasarkan parameter asam lemak bebas, rasa, penyerapan oksigen, bilangan peroksida dan <i>wettability</i> susu bubuk masih dalam batas yang telah ditetapkan. Terdapat korelasi kuat antara lama waktu penyimpanan dengan parameter uji serta adanya korelasi kadar rasa dengan bilangan peroksida dan asam lemak bebas.	Penulis menggunakan variasi suhu penyimpanan susu bubuk yaitu 30°C, 40°C dan 50°C.
9.	Puspitasari (2012)	Dodol garut kontrol (tanpa penambahan kayu secang) pada penyimpanan hari ke-9 mengalami peningkatan kadar TBA yang cukup tinggi dibandingkan dengan dodol garut dengan penambahan kayu secang 0,75%.	Penulis menggunakan ide penambahan kayu secang dalam menghambat oksidasi lemak.
10.	Widowati dan Safitri (2006)	Hasil aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa ekstrak kayu secang mampu menghambat peningkatan bilangan peroksida pada bungkil kacang pres selama penyimpanan. Ekstrak kayu secang pada taraf 5; 7,5 dan 10 % mampu mempertahankan kenaikan bilangan peroksida selama penyimpanan 60 hari, sedangkan pada kadar 2,5% mampu mempertahankan bilangan peroksida pada bungkil kacang pres selama penyimpanan 30 hari.	Penulis menggunakan penambahan kayu secang dalam menghambat oksidasi lemak.

2.7. Landasan Teori

Landasan teori tentang pengaruh penambahan bubuk kayu secang terhadap asam lemak bebas susu kambing PE bubuk pada suhu dan penyimpanan berbeda seperti pada Gambar 2.9 di bawah ini.



Gambar 2.9 Landasan Teori Penelitian

2.8. Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah H_0 diterima atau H_1 ditolak jika tidak ada pengaruh penambahan bubuk kayu secang, suhu dan lama waktu penyimpanan terhadap asam lemak bebas susu kambing PE bubuk. Sedangkan H_0 ditolak atau H_1 diterima jika terdapat pengaruh penambahan bubuk kayu secang, suhu dan lama waktu penyimpanan terhadap asam lemak bebas susu kambing PE bubuk.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu dan tempat penelitian ini dilaksanakan pada bulan April – Oktober 2022 di Laboratorium Rekayasa Pangan, Laboratorium Kimia Pangan dan Laboratorium Mikrobiologi Pangan Universitas Ahmad Dahlan.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu beker gelas 50 ml, erlenmeyer 250 ml, gelas ukur 50 ml, corong gelas, pipet tetes, kertas saring, batang pengaduk, buret, statif, kompor listrik, inkubator, botol timbang, desikator, oven, soxhlet, labu kjeldahl, blender, neraca analitik, *stopwatch*, ayakan 80 *mesh*, termometer, kompor gas, wajan dan pengaduk kayu dan jar kaca.

3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu susu kambing 1000 ml, gula pasir, bubuk kayu secang, alkohol 96%, natrium hidroksida (NaOH), indikator *phenolphalein* (PP), natrium sulfat (Na₂SO₄), tembaga (II) sulfat (CuSO₄), selenium atau titanium dioksida (TiO₂), asam sulfat pekat (H₂SO₄), *aquadest*, natrium tiosulfat (Na₂S₂O₃), asam borat (H₃BO₄), indikator Mr-BCG, asam klorida (HCl), tisu, kertas label

3.3. Tahapan Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini terdiri dari penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Tahapan penelitian pendahuluan dilaksanakan untuk mengetahui hasil analisis kimia meliputi kadar air, protein dan lemak dari pembuatan susu kambing PE bubuk dengan penambahan bubuk kayu secang. Penelitian utama adalah penelitian lanjutan dari penelitian pendahuluan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan bubuk kayu secang terhadap kandungan asam lemak bebas susu kambing PE bubuk pada suhu dan lama waktu penyimpanan yang berbeda. Dalam melaksanakan penelitian ini terdapat beberapa tahapan yaitu analisis

karakteristik bahan baku utama, pembuatan bubuk kayu secang, pembuatan susu bubuk, rancangan percobaan, analisis sifat kimia dan asam lemak bebas. Berikut tahapan dalam penelitian ini:

3.3.1. Karakteristik Bahan Baku

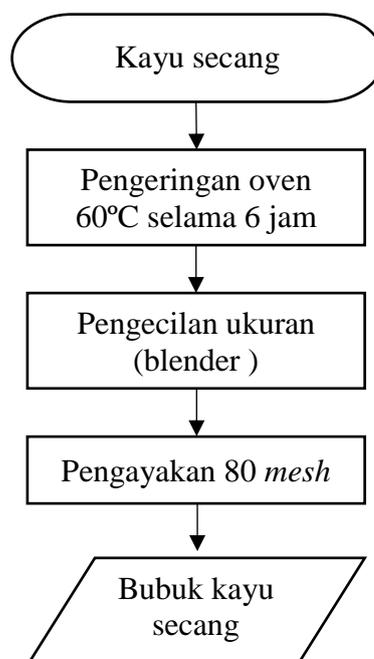
Penelitian ini menggunakan bahan utama susu kambing PE segar dan kayu secang. Karakteristik kandungan bahan baku seperti pada Tabel 3.1 di bawah:

Tabel 3.1 Komposisi bahan baku

Bahan baku	Kadar air (%)	Kadar protein (%)	Kadar lemak(%)
Susu kambing PE	85%	4,57%	8,42%
Kayu secang	8,51%	2,10%	0,25%

3.3.2. Tahapan Pembuatan Bubuk Kayu Secang

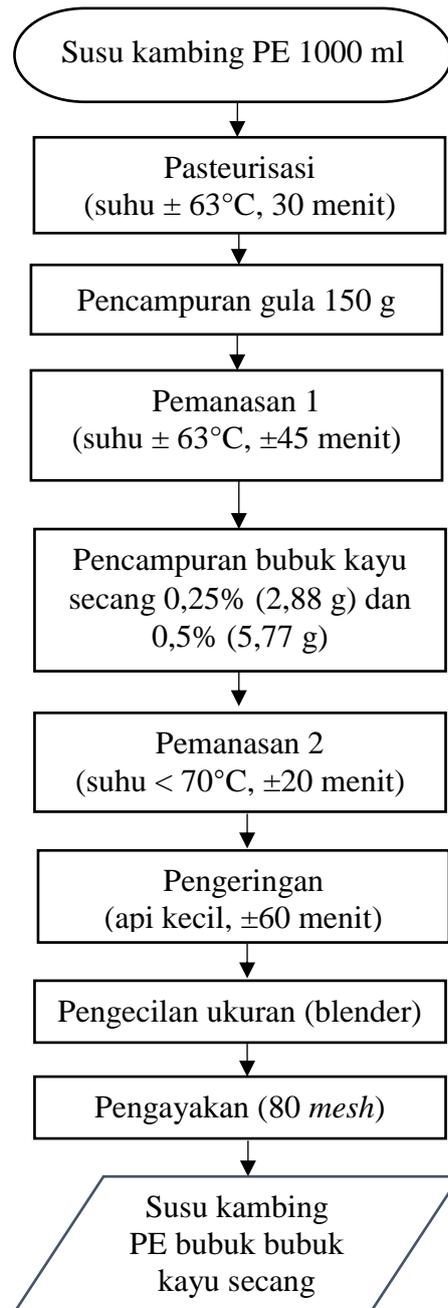
Tahapan dalam pembuatan bubuk kayu secang, sampel yang digunakan adalah serutan kayu secang yang telah disortasi lalu melewati proses pengeringan, pengecilan ukuran dan pengayakan. Proses preparasi sampel kayu secang yang dimodifikasi mengacu pada penelitian Neswati dan Ismanto (2018) dan Thoyibi (2019). Berikut diagram alir pembuatan bubuk kayu secang seperti pada Gambar 3.1 di bawah :



Gambar 3.1 Diagram alir pembuatan bubuk kayu secang

3.3.3. Pembuatan Susu kambing PE bubuk

Tahapan dalam pembuatan susu kambing PE bubuk menggunakan metode konvensional Fatimah (2021) yang dimodifikasi dengan diberi perlakuan penambahan beberapa konsentrasi bubuk kayu secang. Prosedur pembuatan susu kambing PE bubuk seperti pada Gambar 3.2 di bawah :



Gambar 3.2 Diagram alir pembuatan susu kambing PE bubuk kayu secang

Rendemen pada pembuatan susu kambing PE bubuk dapat dihitung dengan persamaan (1) seperti di bawah ini :

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{berat bahan akhir}}{\text{berat bahan awal}} \times 100\% \quad (1)$$

3.4.Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 faktor perlakuan yaitu faktor pertama konsentrasi bubuk kayu secang (F) yaitu F0 (kontrol); F1 (0,25%) dan F2 (0,5%). Faktor kedua adalah suhu penyimpanan (S) S1 30°C); S2 (40°C); S3 (50°C). Faktor ke tiga yaitu lama waktu penyimpanan (t) selama 0 hari (t1), 7 hari (t2); 14 hari (t3); 21 hari (t4) dan 28 hari (t5), masing-masing perlakuan dilakukan 3 kali pengulangan. Rancangan percobaan pada penelitian ini dapat dilihat seperti pada Tabel 3.2 di bawah ini :

Tabel 3.2 Rancangan Percobaan

Formulasi	Suhu penyimpanan 30°C, 40°C dan 50°C				
	Hari ke-				
	0 (t1)	7 (t2)	14 (t3)	21 (t4)	28 (t5)
F0	F0t1	F0t2	F0t3	F0t4	F0t5
F1	F1t1	F1t2	F1t3	F1t4	F1t5
F2	F2t1	F2t2	F2t3	F2t4	F2t5

Formulasi dan komposisi dalam pembuatan susu kambing bubuk dengan penambahan bubuk kayu secang dapat dilihat pada Tabel 3.3 dan Tabel 3.4 pada di bawah ini :

Tabel 3.3 Formulasi susu kambing dengan BKS

Formulasi	Perlakuan
F0	1 liter susu kambing + 0% BKS (kontrol)
F1	1 liter susu kambing + 0,25% BKS
F2	1 liter susu kambing + 0,5% BKS

Tabel 3.4 Komposisi bahan pembuatan susu kambing bubuk

Perlakuan	0%			0,25%			0,5%		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Susu kambing	1000 ml			1000 ml			1000 ml		
Gula pasir	150 g			150 g			150 g		
BKS	0 g			2,88 g			5,77 g		

3.5. Tahapan Analisis

3.5.1. Tahapan Analisis Kadar Air

Pengujian kadar air merupakan salah satu metode yang dilakukan untuk mengetahui kandungan air pada bahan pangan dan memberikan batasan minimal kandungan air yang diizinkan. Pengujian analisis kadar air menggunakan metode gravimetri berdasarkan *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2005). Berikut ini adalah prosedur analisis kadar air yaitu menyiapkan cawan lalu dipanaskan menggunakan oven dengan suhu 105°C selama ±1 jam. Cawan yang telah dipanaskan dimasukkan ke dalam desikator selama ±15 menit kemudian timbang berat cawan (W_0). Sampel susu bubuk ditimbang sebanyak 2-3 gr lalu masukkan ke dalam cawan (W_0) kemudian timbang berat cawan + sampel sebelum dioven (W_1). Cawan berisi sampel susu bubuk kambing dimasukkan kembali ke dalam oven dengan suhu 105°C selama tiga jam (setelah suhu oven mencapai 105°C). Setelah sampel dipanaskan di dalam oven cawan didinginkan ke dalam desikator selama ±15 menit. Setelah sampel dingin timbang berat cawan + sampel (W_2), ulangi tahap di atas hingga berat (W_2) konstan. Penentuan kadar air bahan dapat dihitung menggunakan Persamaan (2) di bawah ini:

$$\text{Kadar air bahan kering (\%)} = \left(\frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \right) \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

W_0 = bobot cawan kosong (g)

W_1 = bobot cawan + sampel sebelum dioven (g)

W_2 = bobot cawan + sampel sesudah dioven (g)

3.5.2. Tahapan Analisis Kadar Protein

Penentuan kadar protein pada susu bubuk dilakukan menggunakan metode Kjeldahl (AOAC, 2005) dengan prinsip menganalisis kadar protein kasar yang terkandung dalam bahan berdasarkan kadar nitrogennya. Tahapan pada pengujian kadar protein terdiri dari tiga tahapan yaitu tahap destruksi, destilasi dan titrasi.

a. Tahap destruksi

Sampel susu bubuk ditimbang sebanyak 0,2 g dan dimasukkan ke dalam labu kjeldahl. Kemudian tambahkan sebanyak 0,7 g katalisator N (250 g $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 5 \text{ g CuSO}_4 + 0,7 \text{ g selenium/ TiO}_2$) kemudian ditambahkan sebanyak

4 ml H₂SO₄ pekat ke dalam labu. Sampel tersebut didestruksi diruang asam hingga larutan sampel mengalami perubahan warna menjadi hijau jernih. Kemudian sampel didinginkan dan ditambahkan sebanyak 10 ml aquadest.

b. Tahap destilasi

Larutan sampel kemudian didestilasi menggunakan 20 ml NaOH- Tio (NaOH 40% + Na₂S₂O₃ 5%) yang ditambahkan ke dalam labu. Hasil dari destilasi ditampung pada erlenmeyer yang berisi H₃BO₃ 4% yang sudah diberi indikator BCG-MR. Lakukan tahap destilasi hingga larutan mencapai volume 60 ml dan berubah warna dari merah ke biru.

c. Tahap titrasi

Setelah didestilasi, hasil destilasi dititrasi menggunakan larutan HCl 0,02 N hingga warna biru pada larutan sampai berubah warna menjadi pink muda. Catat volume larutan HCl yang digunakan. Penentuan kadar protein dapat dihitung menggunakan Persamaan (3) di bawah in:

$$\% \text{ Nitrogen} = \frac{(V \text{ titrasi} \times N \text{ HCL} \times \text{Berat atom nitrogen (14,008)})}{\text{massa sampel (mg)}} \times 100\% \quad (3)$$

$$\% \text{ Protein (wb)} = \% \text{ nitrogen} \times \text{faktor konversi (6.25)}$$

3.5.3. Tahapan Analisis Kadar Lemak

Pengujian kadar lemak pada susu bubuk menggunakan metode soxhlet hidrolisis (weillbull) (Badan Standarisasi Nasional, 1992). Sampel susu bubuk ditimbang sebanyak 1-2 g (a) ke dalam erlenmeyer. Kemudian ditambahkan 100 ml aquades dan HCL 25% sebanyak 10 ml dan dihidrolisa selama 30 menit pada suhu 100°C. Setelah dihidrolisa sampel disaring menggunakan kertas saring dan dibersihkan residunya hingga netral. Kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105°C hingga residu kering. Selanjutnya sampel diambil dan dimasukkan ke dalam selongsong dan ditimbang (b). Kemudian sampel diekstraksi menggunakan soxhlet selama 6 jam (15 kali siklus). Kemudian dimasukkan kembali sampel ke dalam oven hingga mencapai berat yang konstan dan dilakukan penimbangan terhadap beratnya (c). Penentuan kadar lemak pada susu bubuk dapat dihitung menggunakan Persamaan (4) di bawah ini:

$$\%kadar\ lemak = \frac{b-c}{a} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan:

a = berat sampel (g)

b = berat sampel sebelum diekstraksi (g)

c = berat sampel setelah diekstraksi (g)

3.5.4. Tahapan Analisis Asam Lemak Bebas (ALB)

Asam lemak bebas atau *free fatty acid* (FFA) merupakan asam lemak yang tidak terikat dengan trigliserida. Pengujian tahapan asam lemak bebas mengacu pada AOAC (2005). Prosedur pengujian asam lemak bebas yaitu dengan menimbang sampel susu bubuk sebanyak 5 g. Kemudian sampel dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer lalu ditambahkan sebanyak 50 ml alkohol 96% dan dihomogenkan. Setelah homogen sampel susu bubuk dipanaskan di atas kompor listrik selama ± 5 menit. Sampel yang telah dipanaskan kemudian sampel disaring menggunakan kertas saring dan diperoleh filtratnya. Setelah disaring filtrat ditambahkan indikator PP sebanyak 3 tetes. Kemudian sampel dititrasi menggunakan larutan NaOH 0,1 N hingga berubah warna menjadi merah muda atau *pink* dan catat volume NaOH yang digunakan. Penentuan asam lemak bebas pada susu bubuk dapat dihitung menggunakan Persamaan (5) di bawah ini :

$$\%FFA = \frac{V\ NaOH \times N.NaOH \times BM\ (asam\ oleat)}{Berat\ sampel \times 1000} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan :

V = Volume NaOH yang digunakan titrasi (ml)

N = Normalitas NaOH (0,1 N)

BM = 282 gr/mol (Asam oleat)

3.6. Analisis Data

Analisis statistika pada penelitian ini menggunakan Microsoft Excel dan *Statistical Product and Service Solution* (SPSS) Versi 26. Data penelitian pendahuluan meliputi kadar air, kadar protein dan kadar lemak diolah menggunakan *One Way ANOVA*, jika terdapat perbedaan dilanjutkan dengan Uji Duncan. Data penelitian utama yaitu analisis kadar asam lemak bebas diolah menggunakan *Three Way ANOVA* berdasarkan 3 variabel yang digunakan yaitu pengaruh konsentrasi formulasi bubuk kayu secang, suhu dan lama waktu penyimpanan yang berbeda. Kemudian jika terdapat perbedaan dilanjutkan dengan Uji Duncan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Produk Susu kambing PE bubuk

Susu bubuk merupakan salah satu hasil pangan olahan dari susu cair yang diproduksi melalui proses pengeringan. Susu kambing PE segar diolah dengan metode konvensional yang ditambahkan konsentrasi bubuk kayu secang yang berbeda. Hasil dari produk susu kambing PE bubuk dengan penambahan bubuk kayu secang dapat dilihat seperti pada Gambar 4.1 di bawah ini :



Gambar 4.1 Susu kambing PE bubuk dengan penambahan BKS

Proses pembuatan susu bubuk dilakukan beberapa tahapan pengolahan yang pertama adalah pasteurisasi susu kambing PE. Pasteurisasi menggunakan metode *Long Temperature Long Time (LTLT)* dengan suhu berkisar 63°C selama 30 menit. Proses pasteurisasi dilakukan untuk membunuh sebagian bakteri patogen dan non-patogen pada susu (Hanum dan Wanniatie, 2015). Penambahan gula pasir pada susu bubuk bertujuan sebagai pemanis dan dapat berfungsi sebagai pengawet alami. Gula pasir memiliki sifat hidrofilik yaitu mudah menyerap air sehingga pada saat pemanasan dengan susu akan terjadi proses penguapan yang membuat kadar air pada bahan akan semakin berkurang. Pada proses ini susu yang semula berbentuk cair akan mengalami perubahan menjadi sedikit kental seperti pasta. Hal tersebut terjadi karena penguapan kadar air selama proses pemanasan (Asmawati *et al.*, 2019).

Tahapan penambahan bubuk kayu secang F1 dan F2 dilakukan dengan cara mencampurkan bubuk kayu secang ke dalam susu dan dipanaskan kurang lebih

selama 20-30 menit dengan suhu maksimal 70°C. Suhu dan waktu tersebut menurut Farhana (2015) menunjukkan hasil pengujian aktivitas antioksidan pada ekstrak cair kayu secang sangat tinggi. Selanjutnya susu setelah berbentuk pasta dikeringkan. Setelah susu bubuk dikeringkan dilakukan pengecilan ukuran menggunakan blender serta diayak menggunakan ayakan 80 *mesh* agar mendapatkan ukuran yang seragam.

Susu kambing PE bubuk F0, F1 dan F2 yang telah dihasilkan kemudian dilanjutkan dengan penelitian pendahuluan. Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mengetahui kadar air, protein dan lemak pada susu bubuk apakah kadar gizi dari susu bubuk dengan penambahan bubuk kayu secang memenuhi kriteria berdasarkan standar mutu susu bubuk SNI 2970-2015. Dari penelitian pendahuluan kemudian dilanjutkan dengan penelitian utama yaitu untuk mengetahui penambahan bubuk kayu secang terhadap asam lemak bebas susu kambing PE bubuk pada suhu dan lama penyimpanan yang berbeda.

4.2. Hasil Penelitian Pendahuluan

4.2.1. Analisis Sifat Kimia

Susu kambing PE bubuk dengan penambahan bubuk kayu secang dilakukan analisis sifat kimianya meliputi analisis kadar air, protein dan lemak. Hasil analisis tersebut seperti pada Tabel 4.1 di bawah ini :

Tabel 4.1 Hasil analisis sifat kimia susu kambing PE bubuk

Formulasi	Analisis kimia		
	Air (%)	Protein (%)	Lemak (%)
F0	2,58 ± 0,02 ^a	11,62 ± 0,03 ^b	15,29 ± 0,22 ^b
F1	3,05 ± 0,05 ^b	11,00 ± 0,00 ^a	15,64 ± 0,21 ^b
F2	3,13 ± 0,07 ^b	11,04 ± 0,02 ^a	14,50 ± 0,15 ^a
SNI 2970-2015	Maksimal 5%	Minimal 32%	Lebih dari 1,5% dan kurang dari 26%

Keterangan : angka yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata ($P < 0,05$).

4.2.2. Kadar Air

Kadar air merupakan persentase air dalam bahan atau produk pangan. Kadar air merupakan parameter penting dalam bahan pangan. Kadar air dapat dibedakan menjadi berat basah (*wet basis*) dan berat kering (*dry basis*) (Winarno *et al.*, 1980). Uji kadar air dilakukan untuk mengetahui persentase kadar air yang terkandung di dalam susu bubuk. Kadar air dapat mempengaruhi kualitas dan ketahanan produk pangan selama penyimpanan susu bubuk. Berdasarkan Tabel 4.1 analisis air pada susu bubuk diketahui bahwa rata-rata hasil kadar air pada setiap formulasi berbeda nyata ($p < 0,05$). Susu bubuk F0 memiliki kadar air sebesar 2,58%. F1 memiliki kadar air sebesar 3,05%. F2 memiliki kadar air sebesar 3,13%. Kadar air pada penelitian ini sesuai dengan SNI 2970-2015 yaitu kadar kadar air susu bubuk maksimal sebesar 5%.

Kenaikan kadar air pada setiap formulasi diduga karena faktor kandungan air pada bahan yang digunakan. Kadar air susu kambing PE segar cukup tinggi yaitu sebesar 85% dan kadar air bubuk kayu secang sebesar 8,51%. Seiring dengan penambahan konsentrasi bubuk kayu secang yang semakin tinggi meningkatkan kadar air pada susu kambing PE bubuk. Hal ini sejalan dengan penelitian Febriani (2017) bahwa kadar kadar air yang didapatkan pada *yoghurt drink* dengan penambahan ekstrak kayu secang mengalami peningkatan seiring dengan penambahan konsentrasi ekstrak kayu secang yaitu 83,63% menjadi 87,28%. Kenaikan kadar air pada *yoghurt drink* disebabkan karena kandungan air pada susu dan kandungan pelarut yang digunakan dalam mengekstrak kayu secang serta proses pengolahannya.

4.2.3. Kadar Protein

Protein adalah zat gizi makromolekul yang merupakan sumber asam amino terdiri dari atom karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O) dan nitrogen (N). Protein tersusun dari rantai asam amino yang terikat oleh ikatan peptida. Protein bermanfaat bagi tubuh yaitu sebagai zat pembangun dan pembentukan sel darah merah dan jaringan pada masa pertumbuhan. Protein juga menjadi sumber cadangan energi ketika asupan karbohidrat dalam tubuh tidak terpenuhi (Khotimah *et al.*, 2021).

Sumber protein dapat ditemukan pada beberapa jenis bahan pangan salah satunya adalah susu. Penentuan kadar protein dalam susu bubuk yaitu untuk mengetahui pengaruh penambahan bubuk kayu secang terhadap kadar protein.

Berdasarkan Tabel 4.1 analisis kadar protein diketahui bahwa dengan penambahan bubuk kayu secang berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar protein. Penambahan bubuk kayu secang menurunkan kadar protein pada susu bubuk. Pada susu bubuk F0 menunjukkan kadar protein sebesar 11,62%, susu bubuk F1 sebesar 11,00 % dan susu bubuk F2 sebesar 11,04%. Hasil dari penelitian ini tidak memenuhi syarat mutu SNI 2970-2015 yaitu minimal kadar protein dalam susu bubuk sebesar 32%. Hal tersebut diduga karena bubuk kayu secang mengandung senyawa golongan fenol yang dapat bereaksi dengan komponen protein di dalam susu, sehingga semakin tinggi konsentrasi penambahan bubuk kayu secang akan berpengaruh terhadap reaksi antara senyawa fenol dengan protein. Hal ini terjadi karena kandungan senyawa fenol akan bereaksi dengan grup S-H atau sulfur hidrogen pada protein sehingga mengakibatkan denaturasi protein yang dapat menurunkan kadar protein (Hutomo *et al.*, 2015).

Terjadi penurunan kandungan kadar protein pada susu bubuk disebabkan oleh beberapa hal seperti pemanasan dan penambahan asam atau basa. Pemanasan yang berlebih diduga menyebabkan denaturasi protein. Denaturasi protein sendiri merupakan reaksi perubahan struktur protein sekunder, tersier dan kuarternya yang disebabkan karena terputusnya ikatan hidrogen. Hal tersebut dapat disebabkan karena struktur pada protein memiliki sifat yang sensitif atau tidak stabil terhadap pH, radiasi, suhu tinggi dan pelarut organik. Semakin tinggi dan semakin lama pemanasan dapat menyebabkan protein terdenaturasi. Rentang suhu protein dapat mengalami denaturasi yaitu pada suhu 60°C-90°C dengan lama waktu satu jam atau kurang (Nurhidajah *et al.*, 2009). Sehingga semakin lama proses pemanasan protein susu yang terdenaturasi juga semakin banyak yang mengakibatkan protein yang dihasilkan susu bubuk juga semakin rendah (Fatinah *et al.*, 2021).

4.2.4. Kadar Lemak

Lemak atau lipid merupakan senyawa organik trigliserida yang tersusun dari gliserol dan tiga asam lemak. Lemak tidak mudah larut dalam air, mudah larut dalam pelarut organik diantaranya eter, kloroform dan benzena (Mamuaja, 2016). Sumber lemak dibedakan menjadi dua yaitu lemak nabati dan lemak hewani. Lemak nabati dapat ditemukan pada tumbuh-tumbuhan seperti kacang-kacangan, minyak kelapa, minyak jagung dan lain-lain. Sedangkan lemak pada hewani dapat ditemukan pada susu seperti susu kambing (Mamuaja, 2016). Penentuan kadar lemak dalam susu bubuk yaitu untuk mengetahui pengaruh penambahan bubuk kayu secang terhadap kadar lemak.

Berdasarkan hasil data pada Tabel 4.1 analisis kadar lemak susu kambing PE bubuk didapatkan bahwa penambahan bubuk kayu secang berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap penurunan kadar lemak susu kambing PE bubuk. Pada formulasi F0 kadar lemak sebesar 15,29%, kadar lemak F1 meningkat menjadi 15,65%, kadar lemak F2 mengalami penurunan menjadi 14,51%. Berdasarkan kadar lemak yang didapatkan pada penelitian ini sudah sesuai dengan syarat mutu SNI 2970-2015 yaitu minimal kadar lemak sebesar lebih dari 1,5% dan kurang dari 26% yang tergolong dalam susu semi skim.

Semakin tinggi konsentrasi bubuk kayu secang yang ditambahkan menurunkan kadar lemak pada susu bubuk dari 15,65% menjadi 14,51%. Hal ini diduga karena proses pemanasan dan adanya pengaruh dari kandungan senyawa antioksidan pada kayu secang yang cukup tinggi. Hasil penelitian ini serupa dengan hasil penelitian Islamiyah (2019) bahwa dengan penambahan serbuk kayu secang diduga dapat menurunkan kandungan lemak pada telur asin kontrol 17,80% menjadi 9,76%. Penurunan kadar lemak tersebut disebabkan karena tingginya kandungan antioksidan yang berpengaruh terhadap peningkatan aktivitas enzim lipase. Enzim lipase berfungsi mengubah lemak menjadi gliserol dan asam lemak sehingga membuat kandungan kadar lemak dalam proses pengasinan telur mengalami penurunan.

4.3. Hasil Penelitian Utama

4.3.1. Asam Lemak Bebas

Kerusakan pada bahan pangan dapat terjadi selama proses pengolahan atau penyimpanan yang dapat mempengaruhi mutu produk. Penurunan mutu tersebut dapat terjadi pada produk pangan yang mengandung lemak salah satunya adalah peningkatan asam lemak bebas. Asam lemak bebas sering digunakan sebagai indikator kerusakan pada produk pangan yang mengandung lemak (Astuti *et al.*, 2017). Pembentukan asam lemak bebas terjadi karena adanya reaksi hidrolisis atau oksidasi yang memutus ikatan rangkap pada lemak. Peningkatan asam lemak bebas disebabkan oleh beberapa faktor seperti suhu, adanya panas dan udara yang kontak langsung dengan produk sehingga menyebabkan asam lemak bebas mengalami peningkatan (Diniyah *et al.*, 2015). Asam lemak bebas yang tinggi dapat menghasilkan *flavor* dan aroma ketengikan pada produk yang kurang disukai (Bahri, 2013). Hasil asam lemak bebas pada suhu dan lama waktu penyimpanan berbeda seperti pada Tabel 4.2 di bawah ini :

Tabel 4.2 Hasil analisis asam lemak bebas (%)

Suhu (°C) dan formulasi	Penyimpanan hari ke-					
	0	7	14	21	28	
30	F0	1,13 ± 0,00 ^{*Aa}	1,24 ± 0,14 ^{*Aab}	1,35 ± 0,38 ^{*Abc}	1,43 ± 0,22 ^{*Abc}	1,60 ± 0,16 ^{*Ac}
	F1	0,26 ± 0,02 ^{#Aa}	0,24 ± 0,02 ^{#Aab}	0,24 ± 0,02 ^{#Abc}	0,26 ± 0,02 ^{#Abc}	0,28 ± 0,00 ^{#Ac}
	F2	0,24 ± 0,02 ^{#Aa}	0,24 ± 0,02 ^{#Aab}	0,22 ± 0,05 ^{#Abc}	0,22 ± 0,05 ^{#Abc}	0,26 ± 0,02 ^{#Ac}
40	F0	1,13 ± 0,00 ^{*Aa}	1,50 ± 0,16 ^{*Aab}	1,74 ± 0,20 ^{*Abc}	1,88 ± 0,32 ^{*Abc}	2,14 ± 0,40 ^{*Ac}
	F1	0,26 ± 0,02 ^{#Aa}	0,28 ± 0,00 ^{#Aab}	0,30 ± 0,03 ^{#Abc}	0,33 ± 0,05 ^{#Abc}	0,37 ± 0,08 ^{#Ac}
	F2	0,24 ± 0,02 ^{#Aa}	0,24 ± 0,02 ^{#Aab}	0,26 ± 0,02 ^{#Abc}	0,30 ± 0,03 ^{#Abc}	0,30 ± 0,03 ^{#Ac}
50	F0	1,13 ± 0,00 ^{*Ba}	2,80 ± 0,84 ^{*Bab}	3,78 ± 0,14 ^{*Bbc}	3,92 ± 0,03 ^{*Bbc}	5,13 ± 2,90 ^{*Bc}
	F1	0,26 ± 0,02 ^{#Ba}	0,30 ± 0,03 ^{#Bab}	0,35 ± 0,02 ^{#Bbc}	0,39 ± 0,00 ^{#Bbc}	0,43 ± 0,03 ^{#Bc}
	F2	0,24 ± 0,02 ^{#Ba}	0,26 ± 0,02 ^{#Bab}	0,28 ± 0,05 ^{#Bbc}	0,34 ± 0,00 ^{#Bbc}	0,35 ± 0,02 ^{#Bc}

Keterangan : Notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$) antar perlakuan. Notasi *# formulasi, AB suhu dan abc waktu.

4.3.2. Pengaruh Formulasi Terhadap Asam Lemak Bebas

Asam lemak bebas merupakan salah satu jenis indikator yang dapat digunakan untuk menentukan kualitas lemak atau minyak (Astuti *et al.*, 2017). Asam lemak bebas adalah hasil pemecahan dari struktur trigliserida yang disebabkan karena reaksi hidrolisis atau oksidasi lemak. Semakin tinggi asam lemak bebas pada bahan pangan, maka semakin rendah kualitasnya (Deisberanda *et al.*, 2019). Berdasarkan Tabel 4.2 penambahan bubuk kayu secang berpengaruh nyata terhadap asam lemak bebas susu bubuk. Asam lemak bebas pada susu bubuk F1 dan F2 lebih rendah dibandingkan dengan susu bubuk F0. Sedangkan pada susu bubuk F2 yang disimpan pada berbagai suhu dan lama waktu penyimpanan menghasilkan asam lemak bebas yang lebih rendah dibandingkan dengan susu bubuk F0 dan F1. Semakin tinggi konsentrasi bubuk kayu secang yang ditambahkan berpengaruh terhadap asam lemak bebas yang dihasilkan. Semakin banyak senyawa antioksidan ditambahkan maka akan semakin mempengaruhi proses terjadinya oksidasi (Widodo *et al.*, 2020).

Hal ini disebabkan karena adanya penambahan bubuk kayu secang pada susu bubuk. Kayu secang memiliki beberapa kandungan senyawa yang berperan sebagai antioksidan alami diantaranya senyawa brazilin, sappanin, polifenol, flavonoid, fenolik yang mampu menghambat proses oksidasi lemak (Karlina *et al.*, 2016; Kusmiati dan Priadi, 2014). Kandungan senyawa kimia seperti brazilin, flavonoid yang berperan sebagai antioksidan pada kayu secang dapat mencegah atau memperlambat reaksi oksidasi yang disebabkan karena terbentuknya radikal bebas (Yemirta, 2010). Mekanisme senyawa yang berperan sebagai antioksidan pada kayu secang untuk menghambat kenaikan asam lemak bebas yaitu dengan cara mendonorkan atom hidrogen ke radikal lipid pada tahap inisiasi atau propagasi dan mengubahnya menjadi senyawa radikal antioksidan (Susanti, 2014). Senyawa radikal antioksidan memiliki sifat lebih stabil dan tidak akan bereaksi kembali dengan lemak lainnya. Hal tersebut disebabkan karena radikal antioksidan tidak mempunyai energi yang cukup untuk berinteraksi dengan molekul lemak lainnya (Ayucitra *et al.*, 2011).

4.3.3. Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Asam Lemak Bebas

Berdasarkan Tabel 4.2 hasil asam lemak bebas susu bubuk suhu penyimpanan berpengaruh nyata terhadap kenaikan asam lemak bebas susu bubuk. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan pada susu bubuk F0 memiliki kadar asam lemak bebas yang lebih tinggi dibandingkan susu bubuk F1 dan F2 seiring dengan peningkatan suhu. Dimana asam lemak bebas pada susu bubuk F0 (5,13%) yang disimpan pada suhu 50°C sudah melampaui batas maksimal asam lemak bebas pada susu bubuk yaitu 3% yang ditetapkan oleh ISO (2008). Pada penyimpanan susu bubuk F0 suhu 50°C hari ke-14 sudah menimbulkan sedikit bau tengik dengan asam lemak bebas sebesar 3,78%. Timbulnya bau tengik tersebut disebabkan karena adanya reaksi oksidasi lemak dengan oksigen yang menghasilkan bau tengik pada susu bubuk akibat radikal bebas (Tajuddin, 2022).

Pemecahan lemak dengan pembentukan asam lemak dapat membantu percepatan proses oksidasi karena asam bebas teroksidasi terlebih dahulu (Yatsenko *et al.*, 2020). Menurut Arpah (2001) degradasi produk disebabkan karena lama waktu penyimpanan, sedangkan tingkat kecepatan degradasi produk disebabkan oleh beberapa faktor seperti suhu, cahaya, O₂, kelembaban relatif, tekanan dan kondisi lingkungan penyimpanan. Hal tersebut juga didukung oleh penelitian Arif (2018) bahwa suhu berpengaruh terhadap penurunan mutu produk. Menurut penelitian Setyo (2011) parameter asam lemak bebas sangat sensitif terhadap kenaikan suhu yang menyebabkan kualitas mutu pada susu bubuk juga akan menurun. Semakin tinggi suhu meningkatkan asam lemak bebas pada susu bubuk.

Pada penelitian Uscanga (2021) pada *human milk powder* yang diberi perlakuan pasteurisasi kemudian disimpan pada suhu 40°C selama 98 hari menunjukkan adanya peningkatan asam lemak bebas mencapai $\pm 33\%$ lebih tinggi dibandingkan dengan susu bubuk yang disimpan pada suhu 25°C yaitu sebesar $\pm 28\%$. Hal serupa terjadi pada penelitian Putri (2014) yaitu hasil asam lemak bebas susu bubuk tipe A yang disimpan pada suhu 50°C selama 3 bulan (0,73% - 1,69%) hampir setara dengan asam lemak bebas yang disimpan pada suhu 30°C selama 18 bulan (0,73% - 1,61%). Peningkatan suhu penyimpanan, serupa dengan penelitian Heryani (2020) penyimpanan sosis pada suhu 55°C memiliki kandungan asam lemak bebas yang

lebih tinggi (0,31%) dibandingkan pada suhu penyimpanan 25°C, 35°C dan 45°C masing-masing sebesar 0,29%.

Peningkatan asam lemak bebas disebabkan karena kandungan kadar air dalam bahan serta peningkatan suhu penyimpanan yang tinggi yang mempengaruhi terputusnya ikatan rangkap pada asam lemak tak jenuh sehingga memudahkan oksigen berikatan dengan asam lemak tak jenuh dan menghasilkan radikal bebas (Putri, 2016). Hal tersebut membuktikan bahwa penyimpanan pada suhu yang tinggi berpengaruh sebagai katalis dalam mempercepat kerusakan kimia pada produk menjadi lebih cepat (Hapsari, 2014).

4.3.4. Pengaruh Lama Waktu Penyimpanan Terhadap Asam Lemak Bebas

Berdasarkan Tabel 4.2 hasil asam lemak bebas susu bubuk lama waktu penyimpanan berpengaruh nyata terhadap kenaikan asam lemak bebas susu bubuk. Seiring dengan lama waktu penyimpanan, produk akan mengalami penurunan mutu karena degradasi produk disebabkan faktor lama waktu penyimpanan (Arpah, 2001). Hal tersebut sejalan dengan penelitian Putri (2014) bahwa susu bubuk yang disimpan dalam jangka waktu yang panjang asam lemak bebas pada susu bubuk juga akan semakin meningkat. Peningkatan asam lemak bebas dapat terjadi karena dipengaruhi oleh faktor yaitu waktu, cahaya, kelembaban relatif, penyerapan air dan lain-lain (Arpah, 2001). Selama penyimpanan minyak atau lemak akan mengalami reaksi hidrolisis atau oksidasi (Putri, 2016).

Penyimpanan dalam kurun waktu yang lama akan mengakibatkan terputusnya ikatan lemak atau trigliserida menjadi gliserol dan asam lemak bebas yang kemungkinan terjadi karena oksidasi atau hidrolisa enzim selama penyimpanan (Nurhasnawati *et al.*, 2015). Lama waktu penyimpanan akan mempengaruhi karakteristik fisik yang berdampak pada menurunnya cita rasa dan aroma pada sebuah produk (Jariyah *et al.*, 2015). Jika reaksi ini berlangsung dalam waktu yang lama, maka akan lebih banyak asam lemak bebas yang terbentuk dan akan menghasilkan bau tengik pada lemak atau minyak yang disebabkan oleh radikal bebas (Tajuddin, 2022).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan maka kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Penambahan bubuk kayu secang berpengaruh nyata untuk menghambat kenaikan asam lemak bebas susu kambing PE bubuk
2. Suhu penyimpanan yang berbeda berpengaruh nyata meningkatkan asam lemak bebas susu kambing PE bubuk.
3. Lama waktu penyimpanan yang berbeda berpengaruh nyata meningkatkan asam lemak bebas susu kambing PE bubuk.

5.2. Saran

Saran dari penelitian ini adalah :

1. Perlu adanya perbaikan pengolahan dalam pembuatan susu bubuk.
2. Perlu adanya pengujian bilangan peroksida dan antioksidan pada susu bubuk dengan penambahan bubuk kayu secang.

DAFTAR PUSTAKA

- Achroni, D., 2013. *Kiat Sukses Usaha Sapi Perah Skala Kecil*. Jakarta: Trans Idea Publishing.
- Agus, D., 2017. Susu Kambing PE, Potensi Baru di Sleman. *Radar Jogja*. [online] Available at: <<https://radarjogja.jawapos.com/breaking-news/2017/03/30/susu-kambing-pe-potensi-baru-di-sleman/>>.
- AOAC, 2005. *Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists*. USA: Benjamin Franklin Station.
- Aprida, P.D., Suprayatmi, M. and Hutami, R., 2017. Pendugaan Umur Simpan Susu Bubuk Full Cream Yang Dikemas Dengan Alumunium Foil (AL7) Atau Metalized Plastik (VM-PET12). *Jurnal Agroindustri Halal*, [online] 3(2), pp.097–104. <https://doi.org/10.30997/jah.v3i2.836>.
- Arif, A. Bin, 2018. Metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT) Dengan Pendekatan Arrhenius Dalam Pendugaan Umur Simpan Sari Buah Nanas, Pepaya dan Cempedak. *Informatika Pertanian*, 25(2), p.189. <https://doi.org/10.21082/ip.v25n2.2016.p189-198>.
- Arisani, N., Wulandari, S., Nurkholis and Mahiseta, T., 2022. Perbandingan produktivitas kambing Peranakan Etawa dan kambing Senduro. *National Conference of Applied Animal Science*, pp.53–61. <https://doi.org/10.25047/animpro.2022.337>.
- Aritonang, S.N., 2017. *Susu dan Teknologi*. Padang: Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK). Universitas Andalas.
- Arpah, 2001. *Penentuan Kadar Kadaluarsa Produk Pangan*. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Asmawati, A., Sunardi, H. and Ihromi, S., 2019. Kajian Persentase Penambahan Gula Terhadap Komponen Mutu Sirup Buah Naga Merah. *Jurnal Agrotek UMMAT*, 5(2), p.97. <https://doi.org/10.31764/agrotek.v5i2.700>.
- Astuti, S., Setyani, S. and Saputri, R., 2017. Pendugaan Umur Simpan Bahan Makanan Campuran (BMC) dari Tepung Sukun (*Artocarpus communis*) dan Tepung Kacang Bengkok (*Mucuna pruriens L.*) Germinasi pada Kemasan Alumunium Foil dengan Metode Akselerasi. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian*, [online] (September), pp.150–160. Available at: <<https://jurnal.polinela.ac.id/index.php/PROSIDING/article/view/720>>.
- Atabany, A., 2013. *Beternak Kambing Peranakan Etawah*. Cetakan 1 ed. Bogor: PT. Penerbit IPB Press.
- Ayucitra, A., Indraswati, N., Mulyandasari, V., Dengi, K., Francisco, G. and Yudha, A., 2011. Potensi Senyawa Fenolik Bahan Alam Sebagai Antioksidan Alami Minyak Goreng Nabati. *Widya Teknik*, 10(1), pp.1–10.
- Badan Pusat Statistik, 2021. *Populasi Kambing menurut Provinsi Tahun 2019-2021*. [online] Available at: <<https://www.bps.go.id/indicator/24/472/1/populasi->

- kambing-menurut-provinsi.html> [Accessed 8 December 2022].
- Badan Standardisasi Nasional, 1998. *SNI 01-3141-1998: Susu Segar*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional, 2011. *SNI 3141-1-2011 Susu Segar - Bagian 1 : Sapi*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional, 1992. *SNI 01-2891-1992 : Cara Uji Makanan dan Minuman*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional, 2008. *SNI 7325 : 2008-Bibit Kambing Peranakan Ettawa (PE)*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional, 2015. *SNI 2970:2015 Susu Bubuk*. Jakarta: BSN.
- Bahri, S., 2013. Tepung Lengkuas Sebagai Adsorben Untuk Meningkatkan Mutu Minyak Kopra. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 2(November), pp.16–30.
- Batubara, A., Nasution, S., Subandriyo, Inounu, I., Tiesnamurti, B. and Anggraeni, A., 2016. *Kambing Peranakan Etawah (PE)*. Indonesian agency for agricultural Research and development (IAARD) press. Jakarta: IAARD Press.
- Batubara, I., Mitsunaga, T. and Ohashi, H., 2010. Brazilin from *Caesalpinia sappan* wood as an antiacne agent. *Journal of Wood Science*, [online] 56(1), pp.77–81. <https://doi.org/10.1007/s10086-009-1046-0>.
- Buckle, K.A., 1987. *Ilmu pangan*. UI Press.
- Christie, T.M., Ma'ruf, W.F. and Susanto, E., 2016. Mereduksi Oksidasi Ikan Manyung (*Arius thalassinus*) Jambal Roti dengan Implikasi Edible Film Selama Penyimpanan Suhu Ruang. *J. Peng. & Biotek. Hasil Pi.*, 5(1), pp.94–100.
- Darwin, P., 2013. *Menikmati Gula Tanpa Rasa Takut*. Sinar ilmu Jaya.
- Deisberanda, F., Nurbaeti, S. and Kurniawan, H., 2019. Analisa Kadar Asam Lemak Bebas Dan Penetapan Bilangan Asam Minyak Cincalok. *Jurnal Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura Pontianak*, 4(2), pp.1–8.
- DeMan, J.M., 2007. *Kimia Makanan (Diterjemahkan oleh: K. Padmawinata) Edisi ke-2*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Diniyah, N., Subagio, A. and Akhriani, R.A., 2015. Pendugaan Umur Simpan “Beras Cerdas” Berbasis Mocaf, Tepung Jagung Menggunakan Metode Accelerated Shelf-Life Testing (ASLT) Pendekatan Arrhenius. *Warta IHP*, pp.1–8.
- Farhana, H., Maulana, I.T. and Kodir, R.A., 2015. Perbandingan Pengaruh Suhu dan Waktu Perebusan Terhadap Kandungan Brazilin Pada Kayu Secang (*Caesalpinia Sappan* Linn.). *Prosiding Penelitian SPeSIA Unisba*, pp.19–25.
- Fatinah, D.S., Mudawaroch, R.E. and Rinawidiastuti, 2021. Pengaruh Penambahan Sukrosa Terhadap Kualitas Susu Bubuk Kambing Peranakan Ettawa (PE). *Jurnal Riset Agribisnis dan Peternakan*, 6(2), pp.37–50.
- Febriani, R., 2017. Pengaruh Penambahan Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia Sappan* L.) Terhadap Aktivitas Antioksidan Pada Yoghurt Drink. *Skripsi*. Universitas Brawijaya.
- Fitriyanto, Asturi, T.Y. and Utami, S., 2013. Kajian Viskositas dan Berat Jenis Susu Kambing Peranakan Etawa (PE) Pada Awal, Puncak dan Akhir Laktasi.

Jurnal Ilmiah Peternakan.

- Gunstone, F.D., 2000. *Lipid Glossary 2*. PJ Barnes & Associates PJ.
- Gunstone, F.D., 2004. *The Chemistry Of Oils and Fats : Sources , Composition , Properties and Uses*. Blackwell Publishing Ltd.
- Handayanto, A., 2014. Kadar Unsur Logam Berat Zn dan Cr pada Susu Segar Kemasan Di Sekitar Kampus UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Hanum, Z. and Wanniatie, V., 2015. Kualitas Susu Pasteurisasi Komersil. *Jurnal Agripet*, 15(2), pp.92–97. <https://doi.org/10.17969/agripet.v15i2.2724>.
- Hapsari, R.K., 2014. *Penerapan Metode Accelerated Shelf Life Testing (ASLT)-Arrhenius Untuk Konfirmasi Umur Simpan Produk Biskuit*. [online] Institut Pertanian Bogor. Available at: <<http://repository.ub.ac.id/id/eprint/3869/>>.
- Hasanuddin, 2017. Profil Protein Berbasis SDS – Page Pada Susu Sapi Dan Susu Kambing Etawa Pasteurisasi Dan Mendidih. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Hatimah, H. and Kamaruddin, I., 2017. Uji Mikroorganisme Pada Susu. *Jurnal Praktikum Aplikasi Mikrobiologi dan Keamanan Pangan*.
- Herawati, I.E. and Saptarini, N.M., 2019. Studi Fitokimia pada Jahe Merah (*Zingiber officinale* Roscoe Var. Sunti Val). *Majalah Farmasetika*, [online] 4(0), pp.22–27. <https://doi.org/10.24198/MFARMASETIKA.V4I0.25850>.
- Herbie, T., 2015. *Kitab Tanaman Berkhasiat Obat : 226 Tumbuhan Obat Untuk Penyembuhan Penyakit Dan Kebugaran Tubuh*. [online] Octopus Publishing House. Available at: <http://www.elibrary-stifapelitamaspalu.ac.id/index.php?p=show_detail&id=2705> [Accessed 25 September 2022].
- Heryani, S., Aviana, T., Ima Arie Wardayanie, N. and Fitri Hasrini, R., 2020. Pengaruh Suhu Penyimpanan terhadap Kualitas Sosis Kering Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*). *Warta Industri Hasil Pertanian*, 37(2), p.180. <https://doi.org/10.32765/wartaihp.v37i2.4300>.
- Hidayat and Napitupulu, R.M., 2015. *Kitab Tumbuhan Obat*. [online] Jakarta: Agriflo. Available at: <https://books.google.com/books/about/Kitab_Tumbuhan_Obat.html?hl=id&id=vQLLCgAAQBAJ>.
- Hijriah, P.F., Santosa, P.E. and Wannanatie, V., 2016. Status Mikrobiologi (Total Plate Count, Coliform dan *Escherichia coli*) Susu Kambing Peranakan Etawa (PE) Di Desa Sungai Langka Kecamatan Gedong Tataan Kabupaten Pasewaran. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 4(3), pp.217–221.
- Huda, S., 2020. Efek Evaporasi Dan Suhu Pengeringan Spraydrying Terhadap Karakteristik Fisik Dan Kimia Whey Bubuk. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 13(2), p.84. <https://doi.org/10.20961/jthp.v13i2.42716>.
- Hutomo, D.U., Swastawati, F. and Rianingsih, L., 2015. Pengaruh Konsentrasi Asap Cair Terhadap Kualitas Dan Kadar Kolesterol Belut (*Monopterus Albus*) Asap. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 4(1), pp.7–14.

- Islamiyah, D., 2019. Eksperimen Pembuatan Telur Asin Rendah Lemak Komposit Serbuk Kayu Secang. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang.
- Jariyah, Rosida and Inda, R.H., 2015. Efek Sorbitol terhadap Tekstur dan Daya Simpan Produk Manggulu. *Jurnal Rekapangan*, 9(2), pp.1–6.
- Karlina, Y., Adirestuti, P., Agustini, D.M., Fadhillah, N.L., Fauziyyah, N. and Malita, D., 2016. Pengujian Potensi Antijamur Ekstrak Air Kayu Secang Terhadap *Aspergillus niger* dan *Candida albicans*. *Chimica et Natura Acta*, [online] 4(2), p.84. <https://doi.org/10.24198/cna.v4.n2.10676>.
- Keanekaragaman Hayati DIY, 2016. *Secang (Caessalpinia sappan)*. [online] Available at: <<http://kehati.jogjaprovo.go.id/detailpost/secang-caessalpinia-sappan>> [Accessed 29 December 2022].
- Khotimah, D.F., Fizah, U.N. and Sayekti, T., 2021. Protein sebagai Zat Penyusun dalam Tubuh Manusia: Tinjauan Sumber Protein Menuju Sel. In: *Proceeding of Integrative Science Education Seminar*. [online] Ponorogo. pp.127–133. Available at: <<https://prosiding.iainponorogo.ac.id/index.php/pisces/article/view/117/108>> [Accessed 22 October 2022].
- Kumala, S., Devana and Tulus, D., 2013. Aktivitas Antibakteri Rebusan Secang (*Caesalpinia sappan* L.) Terhadap *Salmonella thypii* Secara In Vivo. *Agritech*, 33(1), pp.46–52.
- Kusmiati, D. and Priadi, D., 2014. Analisa Senyawa Aktif Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia Sappan* L.) Yang Berpotensi Sebagai Antimikroba. *Jurnal Nasional Teknologi Industri Hijau*, 1(June 2016), pp.169–174.
- Kustyawati, M.E., Susilawati, Tobing, D. and Trimaryanto, 2012. Profil Asam Lemak dan Asam Amino Susu Kambing Segar dan Terfermentasi. *J.Teknologi dan Industri Pangan*, 23(1), pp.47–52.
- Lendah Kulonprogo, 2019. *Keunggulan Beternak Kambing Peranakan Etawa (PE)*. [online] Available at: <<https://lendah.kulonprogokab.go.id/detil/531/keunggulan-beternak-kambing-peranakan-etawa-pe>> [Accessed 24 December 2022].
- Mamuaja, C.F., 2016. *Pengawasan Mutu Dan Keamanan Pangan*. Unsrat Press.
- Moedji and Wiryanta, 2010. *Manfaat Susu Kambing Etawa*. Depok: PT. Agro Medika Pustaka.
- Najarudin, Tamrin and Asyik, N., 2018. Pengaruh (*Caesalpinia sappan* L.) Terhadap Sifat Fisik, Kimia, Organoleptik dan Umur Simpan Sirup Air Kelapa. *J. Sains dan Teknologi Pangan (JSTP)*, 3(1), pp.1102–1110.
- Neswati, N. and Ismanto, S.D., 2018. Ekstraksi Komponen Bioaktif Serbuk Kayu Secang (*Caesalpinia sappan*, L) dengan Metode Ultrasonikasi. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 22(2), p.187. <https://doi.org/10.25077/jtpa.22.2.187-194.2018>.
- Noor, R.M., 2018. *Analisis Kandungan Asam Lemak Bebas (Free Fatty Acid) dan Kadar Air Dalam Produk Dodol Picnic*. Universitas Pasundan.
- Nurhasnawati, H., Supriningrum, R. and Caesariana, N., 2015. Penetapan Kadar Asam Lemak Bebas dan Bilangan Peroksida Pada Minyak Goreng Yang

- Digunakan Pedagang Gorengan Di Jl. A.W Sjahranie Samarinda. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, [online] 1(1), p.25. <https://doi.org/10.51352/jim.v1i1.7>.
- Nurhidajah, Anwar, S. and Nurrahman, 2009. Daya Terima dan Kualitas Protein In Vitro Tempe Kedelai Hitam (Glycine soja) Yang Diolah Pada Suhu Tinggi. *Jurnal Gizi Indonesia*, pp.1–11.
- O'Brien, N.M. and O'Connor, T.P., 2011. Milk Lipids: Lipid Oxidation. In: *Encyclopedia of Dairy Sciences: Second Edition*. Academic Press. pp.716–720. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00342-3>.
- Padmaningrum, R.T., Marwati, S. and Wiyarsi, A., 2012. Karakter Ekstrak Zat Warna Kayu Secang (*Caesalpinia Sappan L*) Sebagai Indikator Titrasi Asam Basa. In: *prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA*. [online] pp.1–9. Available at: <<http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/5624>> [Accessed 26 September 2022].
- Purnama, M.T.E., 2022. Tingkatkan Kesembuhan Luka dengan Ekstrak Kayu Secang. *UNAIR News*. [online] 4 Jan. Available at: <<https://news.unair.ac.id/2022/01/04/tingkatkan-kesembuhan-luka-dengan-ekstrak-kayu-secang/?lang=id>> [Accessed 29 December 2022].
- Pusat Data dan Informasi Pertanian, 2018. *Statistika Pertanian*. Jakarta: Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Puspitasari, A., 2012. Pengaruh Penambahan Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan L.*) Terhadap Kualitas Dodol Garut. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret.
- Putri, A.A., Suryandono, A. and Suwondo, E., 2016. Perbaikan Proses Pengeringan Susu Kambing Etawa Di Umkm Etawa Agro Prima Menggunakan Spray Dryer Terhadap Kualitas Susu Bubuk. *Skripsi*. [online] Universitas Gadjah Mada. Available at: <<http://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/94488>>.
- Putri, A.I., 2016. Pendugaan Umur Simpan Keripik Tempe Yang Dikemas Dengan Berbagai Jenis Kemasan dan Disimpan Pada Suhu Penyimpanan Berbeda. [online] Universitas Pasundan. Available at: <<http://teknik.unpas.ac.id>>.
- Putri, A.O., 2020. Rancang Bangun Alat Spray Dryer Pada Proses Pengeringan Susu Bubuk Jagung Manis (Kinerja Alat Spray Dryer Ditinjau Dari Laju Perpindahan Panas). *Skripsi*. [online] Politeknik Negeri Sriwijaya. Available at: <<http://eprints.polsri.ac.id/9530/>>.
- Putri, A.S., 2014. Monitoring Perubahan Mutu Susu Bubuk Tipe A dan B selama Masa Simpan dan Kolerasi Antar Parameter Uji. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Rahayu, A., Yulidasari, F. and Setiawan, M.I., 2019. *DASAR-DASAR GIZI*. CV Mine.
- Ramdani, D. and Kusmayadi, T., 2013. Identifikasi Karakteristik Sifat Kuantitatif Kambing Peranakan Etawah Betina Di Kelompok Ternak Mitra Usaha Kecamatan Samarang Kabupaten Garut. *JANHUS (Journal of Animal Husbandry Science)*, 1(1), pp.24–32.

- Rinawidiastuti, Mudawaroch, R.E., Mediantari and Zulfanita, 2021. Penyuluhan Teknik Pengolahan Diversifikasi Susu Kambing di Lumut Sutra. *Prosiding Seminar Nasional Pertanian*, [online] pp.9–15. Available at: <<http://journal.ummat.ac.id/index.php/SEMNASPUMMAT/article/view/6565%0Ahttp://journal.ummat.ac.id/index.php/SEMNASPUMMAT/article/viewFile/6565/3732>>.
- Rusdiana, S., Praharani, L. and Sumanto, S., 2016. Kualitas Dan Produktivitas Susu Kambing Perah Persilangan Di Indonesia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 34(2), p.79. <https://doi.org/10.21082/jp3.v34n2.2015.p79-86>.
- Santoso, W.P., Hamdani, Qishton, A. and Sulastrri, 2020. Korelasi Ukuran-Ukuran Tubuh dan Volume Ambing dengan Produksi Susu Kambing Peranakan Etawah Di Kecamatan Metro Timur. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan*, 4(1), pp.59–65.
- Saputro, E., 2008. Analisis Mutu Fisik, Kimia, dan Organoleptik Susu Bubuk SGM 3 Madu di PT Sari Husada Yogyakarta. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Sodiq, A. and Abidin, Z., 2008. *Meningkatkan Produksi Susu Kambing Peranakan Etawa*. [online] Jakarta: Agromedia Pustaka. Available at: <https://books.google.co.id/books?id=vBwE2JRSJNUC&pg=PA22&hl=id&source=gbs_toc_r&cad=4#v=onepage&q&f=false> [Accessed 20 October 2022].
- Sudrajat, A., Suparta Budisatria, I.G., Bintara, S., Vury Rahayu, E.R., Hidayat, N. and Chsristi, R.F., 2021. Produktivitas Induk Kambing Peranakan Etawah (PE) di Taman Ternak Kaligesing. *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 21(1), p.27. <https://doi.org/10.24198/jit.v21i1.33390>.
- Sufiana and Harlia, 2014. Uji Aktivitas Antioksidan dan Sitotoksisitas campuran Ekstrak Metanol Kayu Sepang (*Caesalpinia sappan* L.) dan Kulit Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii* B.). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 3(2), pp.50–55.
- Sukmawati, N.M.S., 2014. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Susunan Dan Keadaan Air Susu. *Bahan Ajar Ilmu Ternak*, pp.1–26.
- Suranindyah, Y.Y., Khairy, D.H.A., Firdaus, N. and Rochijan, 2018. Milk production and composition of Etawah crossbred, Sapera and Saperong dairy goats in Yogyakarta, Indonesia. *International Journal of Dairy Science*, 13(1), pp.1–6. <https://doi.org/10.3923/IJDS.2018.1.6>.
- Susanti, V., 2014. Uji Aktivitas Antioksidan Minyak dan Asam Lemak Mikroalga *Chlorella* sp Terhadap Radikal DPPH (1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl). *Skripsi*. Malang. Universitas Islam Negeri (UIN).
- Sutama, I.K. and Budiarsa, 2009. *Panduan Lengkap Kambing dan Domba*. Depok: Penebar Swadaya.
- Syamsuri, P., Marlina, L., Winarti, C., Widowati, S., Setyadjit, Usmiati, S., Herawati, H., Kailaku, S.I., Kamsiati, E. and Hayuningtyas, M., 2020. *Buku saku : Bahan Pangan Potensial untuk Anti Virus dan Imun Booster*. 1st ed. *Bahan Pangan Potensial untuk Anti Virus dan Imun Booster*. Balai Besar Penelitian Dan Pengembangan Pascapanen Pertanian.

- Tajuddin, M.I., 2022. Pengaruh Waktu Penyimpanan Terhadap Ketengikan Hidrolisis Tepung Ikan Sebagai Bahan Pakan. *Skripsi*. Universitas Hasanuddin.
- Thai Agricultural Standar, 2008. *Raw Goat Milk*. National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards Ministry of Agriculture and Cooperatives. Thailand: Published in the Royal Gazette Vol. 125 Section 139 D.
- Thoyibi, D.R., Duniaji, A.S. and Suter, I.K., 2019. Uji Sifat Sensoris Dan Aktivitas Antioksidan Kolang-Kaling Dengan Penambahan Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia Sappan L.*) Sebagai Pewarna Alami. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 8(4), p.368. <https://doi.org/10.24843/itepa.2019.v08.i04.p03>.
- Tjitrosoepomo, G., 2010. *Taksonomi tumbuhan obat-obatan*. Gajah Mada University Press.
- Uscanga, B.R.A., Pacheco, J.R.S., Ragazzo-Sánchez, J.A., Garduño, A.C., Valdéz, J.C.M., Arreola, A.R. and Niño, J.C.S., 2021. Assessment of the accelerated shelf life of human milk dehydrated by aspersion and treated by UV, high pressures, and pasteurization. *Journal of Food Quality*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6688266>.
- Wanniatie, V., Sudarwanto, M.B., Purnawarman, T. and Jayanegara, A., 2019. Chemical compositions, contaminants, and residues of organic and conventional goat milk in Bogor District, Indonesia. *Veterinary World*, [online] 12(8), pp.1218–1224. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.1218-1224>.
- Wardana, A.S., 2012. *Teknologi Pengolahan Susu*. Surakarta: Universitas Slamet Riyadi.
- Widodo, H., Adhani, L., Solihatun, S., Prastya, M. and Annisa, A., 2020. Pemanfaatan Minyak Cengkeh Sebagai Antioksidan Alami Untuk Menurunkan Bilangan Peroksida Pada Produk Minyak Goreng. *Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti*, 5(1), pp.77–90. <https://doi.org/10.25105/pdk.v5i1.6432>.
- Widodo, Viyunnur Rachmawati, A., Chulaila, R. and Suparta Budisatria, I.G., 2012. Produksi Dan Evaluasi Kualitas Susu Bubuk Asal Kambing Peranakan Ettawa (Pe). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 23(2), pp.132–139. <https://doi.org/10.6066/jtip.2012.23.2.132>.
- Widowati, W. and Safitri, R., 2006. Pengaruh Pemberian Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan L.*) pada Bungal Kacang Tanah terhadap Pertumbuhan Fungi dan Aktivitas Antioksidan Selama Penyimpanan. In: *Pengembangan Teknologi Pangan untuk Membangun Kemandirian Pangan*. pp.99–109.
- Wigelar, O.T., 2013. Pendugaan Umur Simpan Susu Skim Serbuk Dengan Metode Foam-Mat Drying Dengan Berbagai Suhu Penyimpanan Yang Dikemas Dalam Alumunium Foil. *Skripsi*. Universitas Pasundan.
- Wiguna, I., 2018. *Kiat Sukses Tingkatkan Produksi Susu Kambing*. [online] Jakarta: Penebar Swadaya. Available at: <https://www.google.co.id/books/edition/KIAT_SUKSES_TINGKATKAN_SUSU_KAMBING/9uN0DwAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=wiguna+2>

- 018+susu+kambing+kiat+sukses+tingkatkan+produksi+susu+kambing&pg=PP5&printsec=frontcover> [Accessed 20 October 2022].
- Winarno, Fardiaz, S. and Fardiaz, D., 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. Jakarta: Gramedia.
- Yatsenko, O., Yushchenko, N., Kuzmyk, U., Pasichnyi, V., Kochubei-Lytvynenko, O., Frolova, N., Korablova, O., Mykoliv, I. and Voitsekhivskyi, V., 2020. Research of milk fat oxidation processes during storage of butter pastes. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14, pp.443–450. <https://doi.org/10.5219/1283>.
- Yemirta, Y., 2010. Identifikasi Kandungan Senyawa Antioksidan dalam Kayu Secang (*Caesalpinia sappan*). *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 32(2), p.41. <https://doi.org/10.24817/JKK.V32I2.2728>.
- Yunus, A., 2019. *Panduan Budidaya Kambing Etawa : Usaha Jitu Memerah Rupiah*. Cetakan pertama ed. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Zaidemarno, N., Husni, A. and Sulastris, D., 2016. Kualitas Kimia Susu Kambing Peranakan Etawa Pada Berbagai Periode Laktasi Di Desa Sungai Langka Kecamatan Gedong Tatan Kabupaten Pasewaran. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 4(4), pp.307–312.
- Zain, M., Rahman, J. and Khasrad, 2014. Effect of palm oil by products on In Vitro fermentation and nutrient digestibility. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 14(1), pp.175–181.
- Zurriyati, Y., Noor, R.R.D. and Maheswari, R.R. a., 2011. Analisis Molekuler Genotipe Kappa Kasein (K -Kasein) dan Komposisi Susu Kambing Peranakan Etawah , Saanen dan Persilangannya. *Jity*, 16(1), pp.61–70.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Pembuatan Bubuk Kayu Secang



Pengeringan serbuk kasar kayu secang

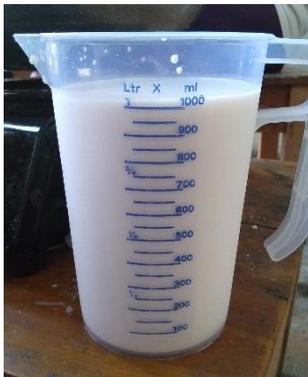


Pengecilan ukuran kayu secang



Pengayakan bubuk kayu secang 80 mesh

Lampiran 2. Dokumentasi Pembuatan Susu kambing PE bubuk + BKS



Susu kambing PE segar



Pasteurisasi susu



Penambahan gula + BKS



Pemanasan susu



Pengeringan susu



Pengecilan & pengayakan susu bubuk 80 mesh



Produk susu kambing PE bubuk + BKS

Lampiran 3. Dokumentasi Analisis Penelitian



Analisis kadar
air



Analisis kadar
protein



Analisis kadar
lemak



Analisis asam lemak bebas sebelum dititrasi



Analisis asam lemak bebas sesudah dititrasi

Lampiran 4. Perhitungan Rendemen Susu Bubuk

1. Susu Bubuk F0

$$\begin{aligned}\text{Rendemen} &= \frac{\text{berat bahan akhir}}{\text{berat bahan awal}} \times 100\% \\ &= \frac{170}{1150} \times 100\% \\ &= 14,81\%\end{aligned}$$

2. Susu bubuk F1

$$\begin{aligned}\text{Rendemen} &= \frac{\text{berat bahan akhir}}{\text{berat bahan awal}} \times 100\% \\ &= \frac{182}{1150} \times 100\% \\ &= 15,90\%\end{aligned}$$

3. Susu Bubuk F2

$$\begin{aligned}\text{Rendemen} &= \frac{\text{berat bahan akhir}}{\text{berat bahan awal}} \times 100\% \\ &= \frac{211}{1150} \times 100\% \\ &= 18,41\%\end{aligned}$$

Lampiran 5. Hasil SPSS *One Way ANOVA* kadar air**Descriptives**

Kadar Air

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
F0	3	2.5800	.02000	.01155	2.5303	2.6297	2.56	2.60
F1	3	3.0533	.05508	.03180	2.9165	3.1901	3.00	3.11
F2	3	3.1300	.07000	.04041	2.9561	3.3039	3.06	3.20
Total	9	2.9211	.26198	.08733	2.7197	3.1225	2.56	3.20

Kadar AirDuncan^a

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
F0	3	2.5800	
F1	3		3.0533
F2	3		3.1300
Sig.		1.000	.125

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Lampiran 6. Hasil SPSS *One Way ANOVA* Kadar Protein**Descriptives**

protein

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
F0	2	11.6209	.03265	.02309	11.3275	11.9143	11.60	11.64
F1	2	11.0067	.00883	.00624	10.9274	11.0860	11.00	11.01
F2	2	11.0443	.02398	.01696	10.8288	11.2598	11.03	11.06
Total	6	11.2240	.30849	.12594	10.9002	11.5477	11.00	11.64

proteinDuncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
F1	2	11.0067	
F2	2	11.0443	
F0	2		11.6209
Sig.		.214	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

Lampiran 7. Hasil SPSS *One Way ANOVA* Kadar Lemak**Descriptives**

lemak

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
F0	2	15.2902	.22077	.15611	13.3067	17.2737	15.13	15.45
F1	2	15.6474	.21336	.15087	13.7304	17.5644	15.50	15.80
F2	2	14.5076	.15835	.11197	13.0849	15.9303	14.40	14.62
Total	6	15.1484	.54385	.22202	14.5777	15.7191	14.40	15.80

lemakDuncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
F2	2	14.5076	
F0	2		15.2902
F1	2		15.6474
Sig.		1.000	.171

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

Lampiran 8. Hasil SPSS *Three Way* ANOVA Asam Lemak Bebas**Descriptive Statistics**

Dependent Variable: Asam lemak bebas

Formulasi	Suhu	Waktu	Mean	Std. Deviation	N
F0	30	0 Hari	1.1300	.00000	3
		7 Hari	1.2400	.14933	3
		14 Hari	1.3533	.38682	3
		21 Hari	1.4300	.22517	3
		28 Hari	1.5967	.16166	3
		Total	1.3500	.25083	15
	40	0 Hari	1.1300	.00000	3
		7 Hari	1.5033	.16166	3
		14 Hari	1.7467	.20108	3
		21 Hari	1.8800	.32909	3
		28 Hari	2.1433	.40772	3
		Total	1.6807	.41924	15
	50	0 Hari	1.1300	.00000	3
		7 Hari	2.8033	.84760	3
		14 Hari	3.7800	.14933	3
		21 Hari	3.9200	.03464	3
		28 Hari	5.1300	2.90129	3
		Total	3.3527	1.79354	15
Total	0 Hari	1.1300	.00000	9	
	7 Hari	1.8489	.84684	9	
	14 Hari	2.2933	1.15123	9	
	21 Hari	2.4100	1.16644	9	
	28 Hari	2.9567	2.20577	9	
	Total	2.1278	1.37307	45	
F1	30	0 Hari	.2633	.02887	3
		7 Hari	.2467	.02887	3
		14 Hari	.2467	.02887	3
		21 Hari	.2633	.02887	3
		28 Hari	.2800	.00000	3
		Total	.2600	.02535	15
	40	0 Hari	.2633	.02887	3
		7 Hari	.2800	.00000	3

		14 Hari	.3000	.03464	3
		21 Hari	.3367	.05508	3
		28 Hari	.3733	.08622	3
		Total	.3107	.05898	15
	50	0 Hari	.2633	.02887	3
		7 Hari	.3000	.03464	3
		14 Hari	.3567	.02887	3
		21 Hari	.3900	.00000	3
		28 Hari	.4300	.03464	3
		Total	.3480	.06668	15
	Total	0 Hari	.2633	.02500	9
		7 Hari	.2756	.03245	9
		14 Hari	.3011	.05465	9
		21 Hari	.3300	.06325	9
		28 Hari	.3611	.08038	9
		Total	.3062	.06369	45
F2	30	0 Hari	.2467	.02887	3
		7 Hari	.2467	.02887	3
		14 Hari	.2267	.05508	3
		21 Hari	.2267	.05508	3
		28 Hari	.2633	.02887	3
		Total	.2420	.03783	15
	40	0 Hari	.2467	.02887	3
		7 Hari	.2467	.02887	3
		14 Hari	.2633	.02887	3
		21 Hari	.3000	.03464	3
		28 Hari	.3000	.03464	3
		Total	.2713	.03642	15
	50	0 Hari	.2467	.02887	3
		7 Hari	.2633	.02887	3
		14 Hari	.2833	.05508	3
		21 Hari	.3400	.00000	3
		28 Hari	.3567	.02887	3
		Total	.2980	.05267	15
	Total	0 Hari	.2467	.02500	9
		7 Hari	.2522	.02635	9
		14 Hari	.2578	.04842	9

		21 Hari	.2889	.05947	9
		28 Hari	.3067	.04873	9
		Total	.2704	.04791	45
Total	30	0 Hari	.5467	.43804	9
		7 Hari	.5778	.50266	9
		14 Hari	.6089	.59177	9
		21 Hari	.6400	.60411	9
		28 Hari	.7133	.66761	9
		Total	.6173	.54335	45
	40	0 Hari	.5467	.43804	9
		7 Hari	.6767	.62558	9
		14 Hari	.7700	.73988	9
		21 Hari	.8389	.79880	9
		28 Hari	.9389	.92776	9
		Total	.7542	.70471	45
	50	0 Hari	.5467	.43804	9
		7 Hari	1.1222	1.33044	9
		14 Hari	1.4733	1.73218	9
		21 Hari	1.5500	1.77772	9
		28 Hari	1.9722	2.77757	9
		Total	1.3329	1.76419	45
	Total	0 Hari	.5467	.42085	27
		7 Hari	.7922	.89500	27
		14 Hari	.9507	1.16004	27
		21 Hari	1.0096	1.19978	27
		28 Hari	1.2081	1.75719	27
		Total	.9015	1.17426	135

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Asam lemak bebas

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	165.193 ^a	44	3.754	17.260	.000
Intercept	109.710	1	109.710	504.379	.000
Formulasi	101.535	2	50.768	233.398	.000
Suhu	12.984	2	6.492	29.847	.000
Waktu	6.642	4	1.660	7.634	.000
Formulasi * Suhu	21.676	4	5.419	24.913	.000
Formulasi * Waktu	10.247	8	1.281	5.889	.000
Suhu * Waktu	4.564	8	.571	2.623	.013
Formulasi * Suhu * Waktu	7.545	16	.472	2.168	.012
Error	19.576	90	.218		
Total	294.480	135			
Corrected Total	184.770	134			

a. R Squared = .894 (Adjusted R Squared = .842)

ALB

Duncan^{a,b}

Formulasi	N	Subset	
		1	2
F2	45	.2704	
F1	45	.3062	
F0	45		2.1278
Sig.		.717	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .218.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 45.000.

b. Alpha = .05.

ALBDuncan^{a,b}

Suhu	N	Subset	
		1	2
30	45	.6173	
40	45	.7542	
50	45		1.3329
Sig.		.167	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .218.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 45.000.

b. Alpha = .05.

ALBDuncan^{a,b}

Waktu	N	Subset		
		1	2	3
0 Hari	27	.5467		
7 Hari	27	.7922	.7922	
14 Hari	27		.9507	.9507
21 Hari	27		1.0096	1.0096
28 Hari	27			1.2081
Sig.		.056	.109	.057

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .218.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 27.000.

b. Alpha = .05.

