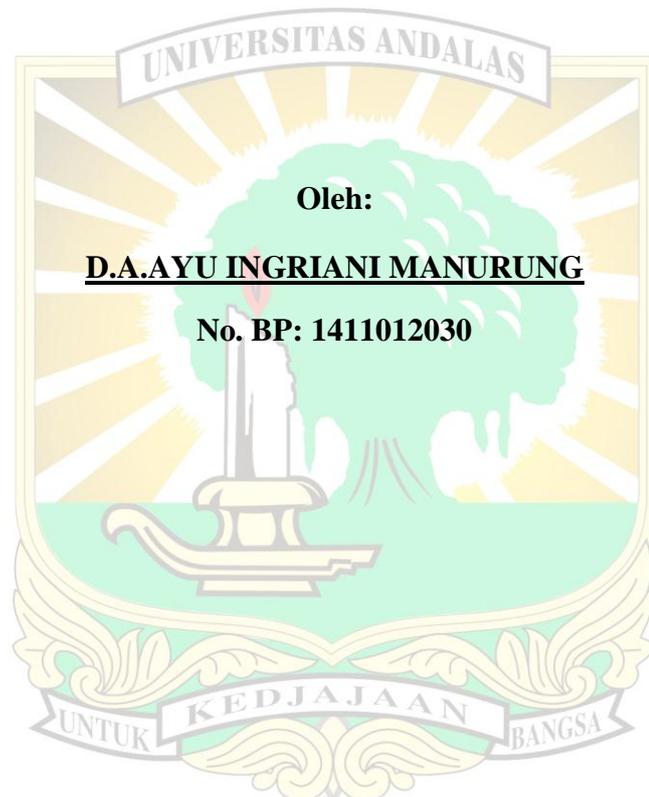


**ANALISIS KANDUNGAN KIMIA DAN UJI
MIKROBIOLOGI FORMULASI MAKANAN RINGAN
BERBAHAN SORGUM (*Shorgum bicolor*) UNTUK
PENDERITA DIABETES MELITUS**

SKRIPSI SARJANA FARMASI



Oleh:

D.A.AYU INGRIANI MANURUNG

No. BP: 1411012030

FAKULTAS FARMASI

UNIVERSITAS ANDALAS

PADANG

2019

PERNYATAAN ORISINILITAS DAN PENYERAHAN HAK CIPTA

Saya yang betanda tangan dibawah ini :

Nama : D.A.Ayu Ingriani M

No.BP : 1411012030

Judul Skripsi : Analisis Kandungan Kimia dan Uji Mikrobiologi
Formulasi Makanan Ringan Berbahan Sorgum (*Shorgum
bicolor*) untuk Penderita Diabetes Melitus.

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi yang saya tulis merupakan hasil karya saya sendiri, terhindar dari unsur plagiarisme, dan data beserta seluruh isi skripsi tersebut adalah benar adanya.
2. Saya menyerahkan hak cipta dari skripsi tersebut kepada Fakultas Farmasi Universitas Andalas untuk dapat dimanfaatkan dalam kepentingan akademis.

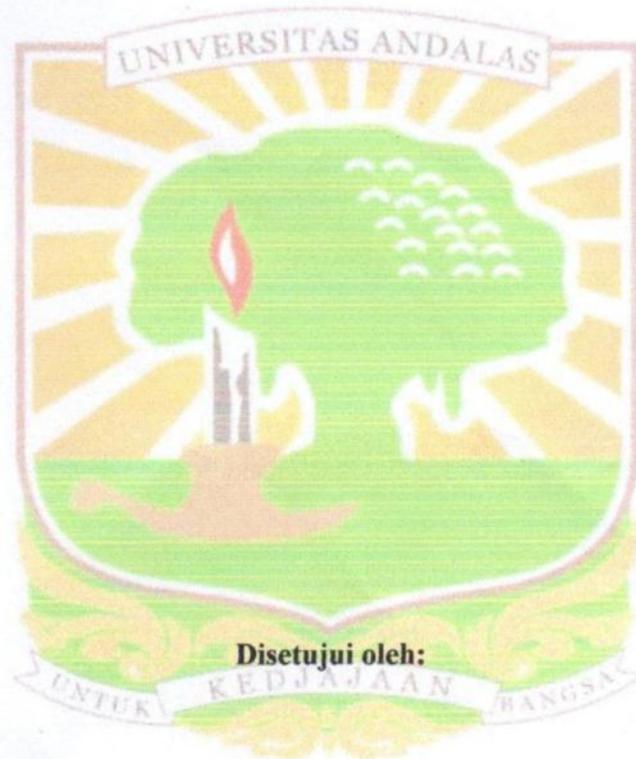
Padang, 18 Juli 2019

D.A.Ayu Ingriani M

Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menempuh ujian

Sarjana Farmasi pada Fakultas Farmasi

Universitas Andalas



Disetujui oleh:

Pembimbing I

Prof. Dr. Hj. Marlina MS, Apt

Pembimbing II

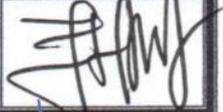
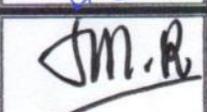
Dr. Eka Chandra Lina SP, M.Si

Skripsi Ini Telah Dipertahankan Pada Seminar Hasil Penelitian

Fakultas Farmasi

Universitas Andalas

Pada tanggal : 10 Juli 2019

| No. | Nama | Jabatan | Tanda Tangan |
|-----|------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Dr. Rustini, M.Si, Apt | Ketua Sidang |  |
| 2. | Prof.Dr. Hj. Marlina, MS, Apt | Pembimbing I |  |
| 3. | Dr. Eka Chandra Lina, SP, M.Si | Pembimbing II |  |
| 4. | Fithriani Armin, S. Si, M. Si, Apt | Pembahas |  |
| 5. | Dr. Roslinda Rasyid, Apt | Pembahas |  |

KATA PENGANTAR

Puji Tuhan penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul **“ANALISIS KANDUNGAN KIMIA DAN UJI MIKROBIOLOGI FORMULASI MAKANAN RINGAN BERBAHAN SORGUM (*Shorgum bicolor*) UNTUK PENDERITA DIABETES MELITUS”**. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi (S.Farm) bagi mahasiswa program pendidikan S-1 pada Jurusan Farmasi Fakultas Farmasi Universitas Andalas, Padang.

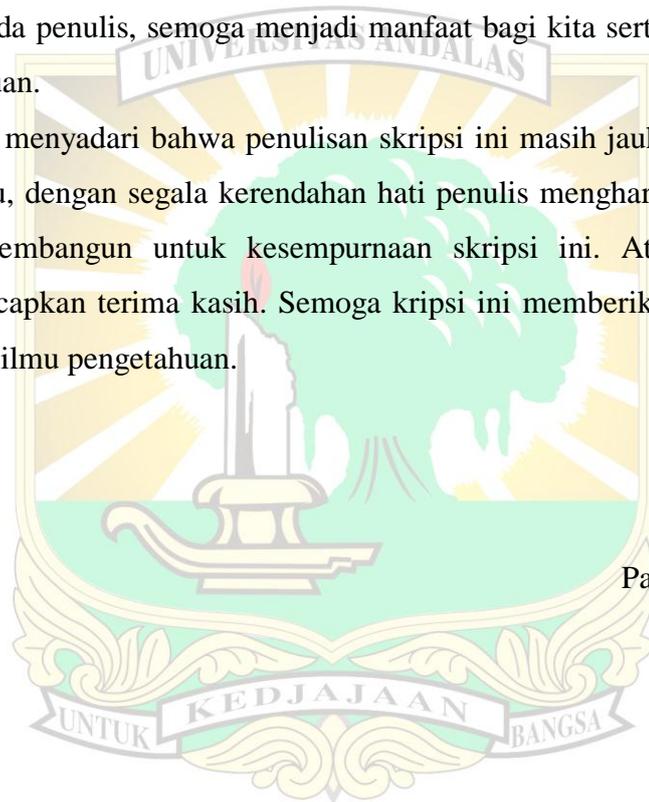
Selesainya penulisan skripsi ini tidak lepas dari doa, dukungan dan semangat dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan penghargaan dan ucapan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua tercinta (papa Togi Manurung S.H., M.Hum., mama Horma br.Simanjuntak), adik penulis tersayang (Felix Bronson, Olga Laurensia Birdinsi dan Flavio Fisher Carlos) serta Segenap keluarga besar Pomparan Op. Manampang dan Pomparan Op. Rikki yang selalu mendoakan, memberi dukungan dan semangat selama penulisan skripsi ini.
2. Ibu Prof. Dr .Hj. Marlina, MS, Apt dan ibu Dr. Eka Chandra Lina, SP, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk membimbing penulis selama penelitian dan menyusun skripsi ini.
3. Ibu Dr. Fatma Sri Wahyuni, S.Si, Apt selaku penasehat akademik yang selalu memberikan dukungan dan bimbingan selama penulis menjalani masa perkuliahan di Fakultas Farmasi.
4. Bapak dan Ibu dosen, para analis laboratorium, serta karyawan/ti Fakultas Farmasi Universitas Andalas yang telah memberikan ilmu, bimbingan dan bantuan selama perkuliahan dan penyelesaian tugas akhir.

5. Sahabat tersayang (Rani, Yola, Carol dan Hana) yang selalu ada selama masa perkuliahan dan selalu menemani dalam kondisi apapun.
6. Teman satu pembimbing (Rani, Inil, Kak Zahra khususnya) yang selalu memberikan semangat serta dukungan dan juga motivasi selama penulis menyelesaikan skripsi ini.
7. Seluruh teman-teman, kakak-kakak, serta adik-adik mahasiswa Farmasi Universitas Andalas, khususnya angkatan 2014 (INCENDIO) yang selalu memberikan dukungan dan semangat untuk penulis.

Terima kasih atas semua bimbingan, bantuan dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis, semoga menjadi manfaat bagi kita serta perkembangan ilmu pengetahuan.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan skripsi ini. Atas perhatiannya penulis mengucapkan terima kasih. Semoga kripsi ini memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.



Padang, Juli 2019

Penulis

**ANALISIS KANDUNGAN KIMIA DAN UJI MIKROBIOLOGI
FORMULASI MAKANAN RINGAN BERBAHAN SORGUM (*Sorghum
bicolor*) UNTUK PENDERITA DIABETES MELITUS**

ABSTRAK

Diabetes melitus adalah gangguan metabolik yang ditandai dengan tingginya kadar gula dalam darah akibat gangguan produksi insulin oleh sel β -pankreas serta kurangnya sensitivitas dari reseptor insulin. Strategi diet untuk penderita diabetes melitus merupakan pengendalian asupan kandungan zat gizi yang cocok. Dengan modifikasi makanan ringan berupa beberapa variasi kue sorgum dapat menghasilkan produk yang menarik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan zat gizi dan mengetahui keamanan mikrobiologi kue sorgum sebagai makanan selingan penderita diabetes melitus. Kue sorgum dibuat dalam 4 jenis yaitu S1, S2, S3, dan S4. Selanjutnya dilakukan uji analisis kandungan kimia yaitu kadar lemak, protein, karbohidrat, kadar air, kadar abu, dan serat kasar. Kemudian dilakukan pengujian Angka Lempeng Total bakteri serta menentukan umur simpan kue sorgum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan gizi kue sorgum yang didapat adalah lemak (12,39 – 16,84%), protein (24,02 – 25%), karbohidrat (41,92 – 63,11%), kadar air (13,17 – 21,01%), kadar abu (0,41 – 1,43%), serat kasar (0,77 – 0,96%), dan energi (404,59 – 490,36 Kal). Hasil Angka Lempeng Total bakteri kue sorgum berkisar antara $1,5 - 2,08 \times 10^5$ CFU/g. Takaran saji kue sorgum yang memenuhi 10 % AKG kebutuhan energi (200 Kal) penderita diabetes melitus adalah 40 g (8 bungkus). Umur simpan kue sorgum ini adalah 7 hari dengan kondisi penyimpanan pada suhu kamar. Hasil tersebut menunjukkan bahwa belum ada kue sorgum yang memenuhi gizi sebagai makanan ringan penderita diabetes melitus, hanya memenuhi gizi karbohidrat, lemak, dan protein. Kue sorgum ini tidak memenuhi gizi serat bagi penderita diabetes melitus. Untuk uji mikrobiologinya belum memenuhi syarat keamanan makanan menurut BPOM.

Kata kunci : Diabetes melitus, sorgum, kandungan zat gizi, Angka Lempeng Total

**ANALYSIS OF CHEMICAL CONTENT AND MICROBIOLOGICAL
TEST OF FOOD FORMULATION FROM SORGUM (*Shorgum bicolor*)
FOR DIABETES MELLITUS PATIENT**

ABSTRACT

Diabetes mellitus is a metabolic disorder characterized by high blood sugar levels due to impaired production by the cells β -pancreats as well as the lack of sensitivity from insulin receptors. Dietary strategy for diabetes mellitus patient are controlling the intake of nutrient content. With modification of snacks with several variations of kue sorgum can produce the interesting. The purpose of this research is to analyze the nutrient content and find out the safety of microbiology of kue sorgum as an snack for diabetes mellitus patient. Kue sorgum was produced in 4 types namely S1, S2, S3, and S4. Furthermore, the nutrient content observed were fat, protein, carbohydrate, moisture content, ash content and crude fiber. Then testing Total Plate Count of bacteria and determine the expired of kue sorgum. The results showed that the nutrient content of kue sorgum obtained was fat (12.39 - 16.84%), protein (24.02 - 25%), carbohydrate (41.92 - 63.11%), moisture content (13, 17 - 21.01%), ash content (0.41 - 1.43%), crude fiber (0.77 - 0.96%), and energy (404.59 - 490.36 Kal). Results of Total Plate Count of bacteria of kue sorgum ranged from 3.1 - 6.9 x 10³ CFU / g. The serving of kue sorgum that supply 10% AKG for energy needs (200 Kal) for diabetes mellitus patient is 40 g (8 packs). The expired date of kue sorgum is 7 days with storage conditions at room temperature. These results indicate that there is no kue sorgum that supply nutrition as a snack for diabetes mellitus patient, only supply for carbohydrate, fat and protein. This kue sorgum does not supply fiber nutrition for diabetes mellitus patient. For the microbiological test, has not been qualified by BPOM.

Keywords: Diabetes mellitus, sorghum, nutrient content, Total Plate Count

DAFTAR ISI

| | |
|---------------------------------------------------------------|-------------|
| JUDUL | i |
| PERNYATAAN ORISINALITAS DAN PENYERAHAN HAK CIPTA | ii |
| PENGESAHAN | iii |
| PERTAHANAN SKRIPSI | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACT | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvi |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Diabetes Melitus | 5 |
| 2.1.1 Klasifikasi Diabetes Melitus..... | 6 |
| 2.1.2 Diet Diabetes Melitus..... | 8 |
| 2.2 Tinjauan Tentang Kue Sorgum | 10 |
| 2.2.1 Bahan Baku Kue Sorgum..... | 10 |
| 2.2.2 Proses Pembuatan Kue Sorgum..... | 15 |
| 2.3 Nutrisi Dalam Makanan | 16 |
| 2.3.1 Karbohidrat..... | 16 |
| 2.3.2 Lemak..... | 17 |
| 2.3.3 Protein..... | 18 |
| 2.3.4 Serat..... | 20 |

| | |
|---------------------------------------------------------|-----------|
| 2.3.5 Air..... | 21 |
| 2.3.6 Mineral..... | 22 |
| 2.4 Angka Kecukupan Gizi..... | 23 |
| 2.5 Pengujian Mikrobiologi Makanan..... | 25 |
| 2.6 Penentuan waktu kadaluarsa..... | 26 |
| 2.7 Uji Kesukaan..... | 27 |
| III. PELAKSANAAN PENELITIAN..... | 28 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian..... | 28 |
| 3.2 Alat dan Bahan..... | 28 |
| 3.2.1 Alat..... | 28 |
| 3.2.2 Bahan..... | 28 |
| 3.3 Prosedur Penelitian..... | 29 |
| 3.3.1 Pembuatan Tepung Kue Sorgum..... | 29 |
| 3.3.2 Perancangan Formula Kue Sorgum..... | 29 |
| 3.3.3 Pembuatan Kue Sorgum..... | 30 |
| 3.3.4 Penentuan Kandungan Zat Gizi Kue Sorgum..... | 30 |
| 3.3.5 Pengujian Angka Lempeng Total..... | 35 |
| 3.3.6 Perhitungan AKG..... | 35 |
| 3.3.7 Penentuan Waktu Kadaluarsa..... | 37 |
| 3.3.8 Uji Kesukaan..... | 37 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | |
| 4.1 Hasil..... | 39 |
| 4.2 Pembahasan..... | 40 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 5.1 Kesimpulan..... | 46 |
| 5.2 Saran..... | 46 |

DAFTAR PUSTAKA.....47
LAMPIRAN.....53



DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | | Halaman |
|----------|---------------------------|---------|
| 1 | Data Hasil Penelitian | 53 |
| 2 | Contoh-Contoh Perhitungan | 62 |
| 3 | Dokumentasi Penelitian | 66 |



DAFTAR TABEL

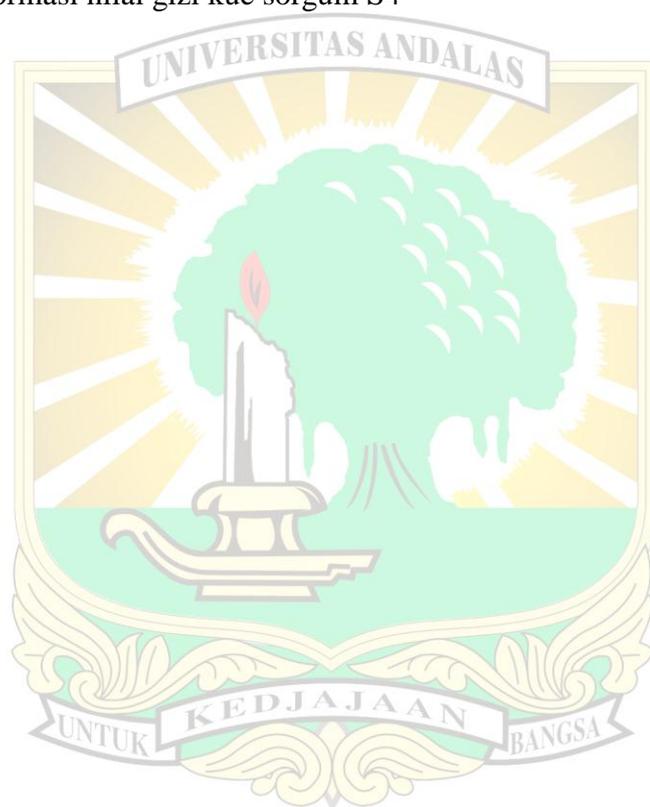
| Tabel | | Halaman |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------|---------|
| I | Komposisi kimia serelia dalam 100 g bahan | 12 |
| II | Komposisi zat gizi gula pasir tiap 100 g bahan | 13 |
| III | Komposisi santan kelapa | 14 |
| IV | Formulasi Bahan Kue Sorgum | 29 |
| V | Hasil penentuan kadar lemak pada kue sorgum | 53 |
| VI | Hasil penentuan kadar protein pada kue sorgum | 53 |
| VII | Hasil penentuan kadar air pada kue sorgum | 53 |
| VIII | Hasil penentuan kadar abu pada kue sorgum | 53 |
| IX | Hasil penentuan kadar karbohidrat dan energi pada kue sorgum | 54 |
| X | Hasil penentuan serat kasar pada kue sorgum | 54 |
| XI | Hasil perhitungan ALT bakteri kue sorgum | 54 |
| XII | Kandungan gizi kue sorgum satu takaran saji (40 g) | 54 |
| XIII | % AKG kue sorgum tiap takaran saji | 55 |
| XIV | Hasil penentuan waktu kadaluarsa kue sorgum S1 | 55 |
| XV | Hasil penentuan waktu kadaluarsa kue sorgum S2 | 55 |
| XVI | Hasil penentuan waktu kadaluarsa kue sorgum S3 | 56 |
| XVII | Hasil penentuan waktu kadaluarsa kue sorgum S4 | 56 |
| XVIII | Hasil perhitungan uji kesukaan kue sorgum oleh panelis indikator warna | 57 |
| XIX | Hasil perhitungan uji kesukaan kue sorgum oleh panelis indikator aroma | 58 |
| XX | Hasil perhitungan uji kesukaan kue sorgum oleh panelis indikator rasa manis | 59 |
| XXI | Hasil perhitungan uji kesukaan kue sorgum oleh panelis indikator tekstur | 60 |



DAFTAR GAMBAR

| Gambar | | Halaman |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1 | Tanaman Sorgum | 19 |
| 2 | Skema kerja pembuatan tepung sorgum | 66 |
| 3 | Skema kerja pembuatan kue sorgum | 66 |
| 4 | Skema proses pelaksanaan penelitian | .67 |
| 5 | (a) tepung sorgum numbu (b) tepung sorgum merah | 68 |
| 6 | Gula pasir | 68 |
| 7 | Kemasan kue sorgum | 68 |
| 8 | Kue sorgum (a) S1 (b) S2 | 69 |
| 9 | Kue sorgum (a) S3 (b) S4 | 69 |
| 10 | Diagram kandungan energi kue sorgum | 70 |
| 11 | Diagram kandungan lemak kue sorgum | 70 |
| 12 | Diagram kandungan protein kue sorgum | 70 |
| 13 | Diagram kandungan karbohidrat total kue sorgum | 71 |
| 14 | Diagram kandungan air kue sorgum | 71 |
| 15 | Diagram kandungan kadar abu kue sorgum | 71 |
| 16 | Diagram kandungan serat kasar kue sorgum | 72 |
| 17 | (a) kontrol media dan (b) kontrol pelarut | 72 |
| 18 | Jumlah koloni bakteri kue sorgum S1 pada pengenceran (a) 10^{-3} dan (b) 10^{-4} inkubasi 24 jam | 73 |
| 19 | Jumlah koloni bakteri kue sorgum S2 pada pengenceran (a) 10^{-3} dan (b) 10^{-4} inkubasi 24 jam | 73 |
| 20 | Jumlah koloni bakteri kue sorgum S3 pada pengenceran (a) 10^{-3} dan (b) 10^{-4} inkubasi 24 jam | 74 |
| 21 | Jumlah koloni bakteri kue sorgum S4 pada pengenceran (a) 10^{-3} dan (b) 10^{-4} inkubasi 24 jam | 74 |

| | | |
|----|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 22 | Formulir penilaian uji kesukaan | 75 |
| 23 | Lembar penilaian uji kesukaan | 76 |
| 24 | Syarat kriteria mikrobiologi dalam pangan olahan Peraturan BPOM Tahun 2016 | 76 |
| 25 | Informasi nilai gizi kue sorgum S1 | 77 |
| 26 | Informasi nilai gizi kue sorgum S2 | 77 |
| 27 | Informasi nilai gizi kue sorgum S3 | 78 |
| 28 | Informasi nilai gizi kue sorgum S4 | 78 |



I. PENDAHULUAN

Berdasarkan data organisasi kesehatan dunia (WHO) Indonesia merupakan urutan ke-4 terbesar dalam jumlah penderita Diabetes Melitus di dunia. Pada tahun 2006 jumlah penderita Diabetes Melitus di Indonesia mencapai 14 juta orang. Dari Jumlah tersebut baru 50% penderita yang sadar mengidap dan sekitar 30% diantaranya melakukan pengobatan rutin. Faktor lingkungan dan gaya hidup yang tidak sehat, seperti makan berlebihan, berlemak, kurang aktivitas dan stress berperan sangat besar sebagai pemicu Diabetes Melitus. Selain itu Diabetes Melitus juga bisa muncul karena adanya faktor keturunan (1).

Menurut hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2013, proporsi penduduk ≥ 15 tahun dengan DM adalah sebesar 6,9%. Prevalensi penderita DM berdasarkan wawancara (pernah didiagnosa dan ada gejala) mengalami peningkatan dari 1,1% tahun 2007 menjadi 2,1% tahun 2013 (2). Sementara itu, berdasarkan data dari Riskesdas Sumatera Barat tahun 2013 penyakit diabetes melitus yang terdiagnosis sebesar 1,3%, untuk Kota Padang sendiri terdiagnosis sebesar 1,4%. Menurut data Dinas Kesehatan Kota Padang, DM termasuk dalam 10 penyakit terbanyak di Puskesmas Kota Padang dengan total kunjungan sebanyak 22.523 (3).

Strategi yang dapat dilakukan untuk menjaga kesehatan penderita diabetes secara non farmokologis adalah dengan menjaga pola makan atau melakukan diet sehat. World Health Organization merekomendasikan konsumsi makanan dengan indeks glikemik rendah untuk membantu meningkatkan pengendalian glukosa darah, namun tetap memperhatikan jumlah karbohidrat yang dikonsumsi (4,5).

Selain itu, untuk menjaga kestabilan glukosa darah juga diperlukan pengaturan pola makan dengan porsi kecil dan sering, sehingga selain makanan utama dibutuhkan makanan selingan untuk mencukupi kebutuhan gizi serta membantu mengendalikan glukosa darah (6). Namun sekarang ini sangat sedikit tersedia makanan selingan untuk pasien diabetes yang dilengkapi kandungan gizi, kalori serta nilai indeks glikemik rendah. Penelitian ini dilakukan untuk menambah salah satu makanan ringan yang cocok bagi penderita diabetes dan merujuk kepada penelitian sebelumnya yaitu pembuatan beras rendang yang dimodifikasi dengan kandungan gizi, kalori serta nilai indeks glikemik yang rendah sehingga cocok untuk penderita diabetes (7).

Dilihat dari hasil penelitian Schober dan Siller yang menginformasikan bahwa sorgum berpotensi dikembangkan sebagai pangan fungsional karena beberapa komponen kimia penyusunnya (8,9). Sorgum memiliki kandungan gluten dan indeks glikemik (IG) yang lebih rendah sehingga sangat sesuai untuk diet gizi khusus.

Kue sorgum juga merupakan salah satu makanan ringan yang cocok untuk penderita diabetes dengan ciri rasa manis gurih, tekstur padat berpasir, bagian luar agak mengkilap akibat adanya minyak kelapa dari santan kental yang dimasak. Belum ada informasi mengenai kandungan gizi kue sorgum. Dari sisi kesehatan, informasi nilai gizi sangat bermanfaat dan diperlukan oleh konsumen terutama bagi konsumen dengan kondisi medis tertentu yang memerlukan pengendalian asupan zat gizi.

Bahan dasar kue sorgum adalah tepung sorgum. Komposisi terbesar dalam sorgum adalah karbohidrat, yaitu sebesar 70,7 % dalam 100 g bahan (10).

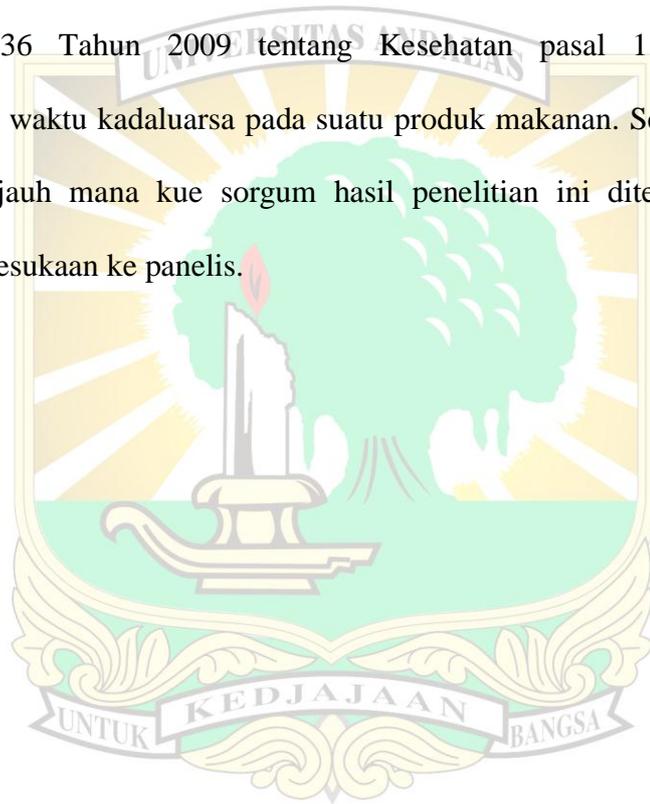
Karbohidrat utama dari sorgum adalah pati. Dalam proses pencernaan semua bentuk pati dihidrolisis menjadi glukosa, sehingga apabila dikonsumsi dalam jumlah yang tidak diketahui dan berlebihan mengakibatkan kandungan karbohidrat meningkat didalam tubuh dan terjadi lonjakan glukosa dalam darah (11).

Gula merupakan salah satu bahan pemanis yang paling banyak diproduksi di Indonesia yang diperoleh dari hasil ekstraksi dan pemurnian dari tanaman tebu dan termasuk golongan gula disakarida (12). Sukrosa adalah senyawa yang mudah larut dalam air, faktor yang mempengaruhi daya larutnya antara lain: suhu, zat lain yang terlarut, serta sifat zat tersebut. Semakin tinggi suhu dalam air, maka semakin tinggi pula sukrosa tersebut. Kelarutan sukrosa dalam nira tebu tidak hanya dipengaruhi oleh suhu, namun dipengaruhi pula oleh kemurnian dan sifat bahan bukan sukrosa (13). Gula pasir berisiko meningkatkan berbagai penyakit pada tubuh dan cepat diserap dalam darah sehingga sangat penting untuk membatasi makanan dengan kandungan gula tinggi. Sehingga dalam penelitian ini dibuat kue sorgum dengan komposisi gula pasir yang dikurangi namun tetap bergizi.

Tidak hanya memiliki kandungan zat gizi lengkap dan memiliki indeks glikemik rendah, makanan juga harus disiapkan secara higienis dalam arti tidak mengandung bahan pencemar atau bebas mikrobiologi. Menurut Sofro, faktor penyebab terjadinya keracunan makanan disebabkan oleh kuman atau mikroorganisme di antaranya (*Escherichia Coli*, *Campylobacter enteritis*, *Kolera*, *Staphylococcus aureus*, *Shigella*, *Listeria monocytogenes* dan *Salmonella*) (14). *Escherichia coli* menjadi patogen jika jumlah bakteri ini dalam saluran

pencernaan meningkat atau berada di luar usus. *Escherichia coli* menghasilkan enterotoksin yang menyebabkan beberapa kasus diare (15). Maka dari itu dilakukan percobaan mengetahui total mikroba pada kue sorgum sesuai dengan Peraturan BPOM RI tahun 2016 tentang kriteria mikrobiologi dalam pangan olahan (16).

Kemudian dilakukan penentuan umur simpan kue sorgum sebagai bentuk pengamanan makanan dan minuman menurut Undang-Undang Republik Indonesia No.36 Tahun 2009 tentang Kesehatan pasal 111 yang harus mencantumkan waktu kadaluarsa pada suatu produk makanan. Selanjutnya untuk mengetahui sejauh mana kue sorgum hasil penelitian ini diterima konsumen dilakukan uji kesukaan ke panelis.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Diabetes Mellitus

Menurut World Health Organization diabetes melitus adalah gangguan metabolik yang ditandai dengan tingginya kadar gula dalam darah yang disebut hiperglikemia dengan gangguan metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein yang disebabkan karena kerusakan dalam produksi insulin dan kerja insulin tidak optimal (4). Hiperglikemia atau gula darah yang meningkat, merupakan efek umum dari diabetes yang tidak terkontrol dan dari waktu ke waktu menyebabkan kerusakan serius pada banyak sistem tubuh, khususnya saraf dan pembuluh darah (17). Pengertian lain dari diabetes melitus adalah sekumpulan gejala yang ditandai oleh peningkatan kadar glukosa darah sebagai akibat defisiensi insulin baik relatif maupun absolut (18).

Kriteria Diagnostik Diabetes melitus menurut American Diabetes Association (19):

1. Gejala klasik DM dengan glukosa darah sewaktu ≥ 200 mg/ dl (11.1 mmol/L). Glukosa darah sewaktu merupakan hasil pemeriksaan sesaat pada suatu hari tanpa memperhatikan waktu makan terakhir. Gejala klasik adalah: poliuria, polidipsia dan berat badan turun tanpa sebab.
2. Kadar glukosa darah puasa ≥ 126 mg/ dl (7.0 mmol/L).Puasa adalah pasien tak mendapat kalori sedikitnya 8 jam.

3. Kadar glukosa darah 2 jam PP ≥ 200 mg/ dl (11,1 mmol/L). Tes Toleransi Glukosa Oral dilakukan dengan standar WHO, menggunakan beban glukosa yang setara dengan 75 gr glukosa anhidrus yang dilarutkan ke dalam air.

Apabila hasil pemeriksaan tidak memenuhi kriteria normal atau DM, maka dapat digolongkan ke dalam kelompok Toleransi Glukosa Terganggu (TTGO) atau Glukosa Darah Puasa Terganggu (GDPT) tergantung dari hasil yang diperoleh :
TGT : glukosa darah plasma 2 jam setelah beban antara 140- 199 mg/dl (7,8-11,0 mmol/L) GDPT : glukosa darah puasa antara 100 – 125 mg/dl (5,6-6,9 mmol/L).

2.1.1 Klasifikasi Diabetes Mellitus

Klasifikasi etiologi Diabetes mellitus menurut American Diabetes Association (19) adalah sebagai berikut:

1. Diabetes tipe 1 (destruksi sel beta, umumnya menjurus ke defisiensi insulin absolut): 1) Autoimun. 2) Idiopatik. Pada Diabetes tipe 1 (Diabetes Insulin Dependent), lebih sering ternyata pada usia remaja. Lebih dari 90% dari sel pankreas yang memproduksi insulin mengalami kerusakan secara permanen. Oleh karena itu, insulin yang diproduksi sedikit atau tidak langsung dapat diproduksi. Hanya sekitar 10% dari semua penderita diabetes melitus menderita tipe 1. Diabetes tipe 1 kebanyakan pada usia dibawah 30 tahun. Para ilmuwan percaya bahwa faktor lingkungan seperti infeksi virus atau faktor gizi dapat menyebabkan penghancuran sel penghasil insulin di pankreas.
2. Diabetes tipe 2 (bervariasi mulai yang terutama dominan resistensi insulin disertai defisiensi insulin relatif sampai yang terutama defek sekresi

insulin disertai resistensi insulin). Diabetes tipe 2 (Diabetes Non Insulin Dependent) ini tidak ada kerusakan pada pankreasnya dan dapat terus menghasilkan insulin, bahkan kadang-kadang insulin pada tingkat tinggi dari normal. Akan tetapi, tubuh manusia resisten terhadap efek insulin, sehingga tidak ada insulin yang cukup untuk memenuhi kebutuhan tubuh. Diabetes tipe ini sering terjadi pada dewasa yang berumur lebih dari 30 tahun dan menjadi lebih umum dengan peningkatan usia. Obesitas menjadi faktor resiko utama pada diabetes tipe 2. Sebanyak 80% sampai 90% dari penderita diabetes tipe 2 mengalami obesitas. Obesitas dapat menyebabkan sensitivitas insulin menurun, maka dari itu orang obesitas memerlukan insulin yang berjumlah sangat besar untuk mengawali kadar gula darah normal.

3. Diabetes mellitus Gestasional

Diabetes melitus gestasional (GDM) merupakan sebagai tingkat intoleransi glukosa yang timbul selama masa kehamilan. Diabetes melitus gestasional terjadi apabila seorang wanita pertamakali terdiagnosis mengalami intoleransi glukosa pada masa kehamilan. Artinya jika terjadi kemungkinan bahwa diabetes terjadi sebelum masa kehamilan, maka tidak digolongkan sebagai diabetes gestasional. Wanita yang mengalami diabetes gestasional mempunyai kemungkinan 40% hingga 60% untuk terkena diabetes melitus tipe 2 dalam 5 hingga 10 tahun (20).

2.1.2 Diet Diabetes Melitus

Dalam pengelolaan kontrol gula darah, perencanaan diet merupakan salah satu kunci utama. Menurut Suyono, meskipun riset dalam bidang pengelolaan diabetes melitus telah mengalami kemajuan dengan ditemukannya berbagai jenis insulin dan obat-obat mutakhir, pengobatan yang paling utama pada penderita diabetes melitus adalah pengaturan diet yang tepat, terutama pada diabetes melitus tipe 2 (21). Tujuan penatalaksanaan diet diabetes melitus adalah mencapai dan mempertahankan kadar gula darah, lipid, berat badan, mencegah komplikasi akut dan kronis serta meningkatkan kualitas hidup pasien diabetes melitus.

Diet yang dianjurkan adalah makanan dengan komposisi yang seimbang dalam hal karbohidrat, protein dan lemak, sesuai dengan kecukupan gizi baik sebagai berikut:

- Karbohidrat : 60-70%
- Protein : 10-15%
- Lemak : 20-25%

Selain jumlah kalori, pilihan jenis bahan makanan juga sebaiknya diperhatikan. Masukan kolesterol tetap diperlukan, namun jangan melebihi 300 mg per hari. Sumber lemak diupayakan yang berasal dari bahan nabati, yang mengandung lebih banyak asam lemak tak jenuh dibandingkan asam lemak jenuh. Sebagai sumber protein sebaiknya diperoleh dari ikan, ayam (terutama daging dada), tahu dan tempe, karena tidak banyak mengandung lemak.

Menurut Beck, ada tiga jenis terapi diet untuk penderita diabetes melitus yaitu :

1. Diet rendah kalori

Prioritas utama dalam mengatasi pasien diabetes melitus adalah menurunkan berat badan. Pasien DM yang menjalani diet rendah kalori harus menyadari perlunya penurunan berat badan dan berat badan yang sudah turun tidak boleh dibiarkan naik kembali. Bagi para pasien DM tipe 2 yang mempunyai berat badan berlebih penurunan berat badan harus diperhatikan dan didorong dengan mengukur berat secara teratur.

2. Diet bebas gula

Tipe diet ini digunakan untuk pasien diabetes yang berusia lanjut dan tidak memerlukan suntikan insulin. Diet bebas gula diterapkan berdasarkan dua prinsip:

- a. Tidak memakan gula dan makanan yang mengandung gula.
- b. Mengonsumsi makanan sumber karbohidrat sebagai bagian dari keseluruhan hidangan secara teratur.

Makanan bagi pasien diabetes harus mengandung karbohidrat dalam bentuk pati dan dibagi menjadi bagian dengan interval yang teratur selama sehari. Jumlah karbohidrat yang diperbolehkan terkandung dalam setiap hidangan tergantung kepada kebutuhan energi tiap-tiap pasien.

3. Sistem penukaran karbohidrat

Sistem penukaran karbohidrat digunakan pada pasien-pasien diabetes yang mendapatkan suntikan insulin atau obat-obat hipoglemik oral dengan dosis tinggi. Diet ini lebih bervariasi serta lebih fleksibel daripada diet bebas gula. Tujuan dari adanya pembagian penukaran karbohidrat ini adalah untuk mengimbangi aktivitas insulin dengan makanan sehingga dapat mencegah

keadaan hipoglikemia (penurunan tekanan darah) maupun hiperglikemia (peningkatan tekanan darah).

(22)

2.2 Tinjauan Tentang Kue Sorgum

2.2.1 Bahan Baku Kue Sorgum

a. Biji Sorgum

Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) merupakan tanaman pangan penting kelima setelah padi, gandum, jagung, dan barley, dan menjadi makanan utama lebih dari 750 juta orang di daerah tropis setengah kering di Afrika, Asia, dan Amerika Latin (23,24). Di Afrika, biji sorgum dikonsumsi dalam bentuk olahan roti, bubur, minuman, berondong, dan kripik (25). Di Indonesia sorgum merupakan tanaman sereal pangan ke tiga setelah padi dan jagung. Di Jawa Tengah dan Jawa Timur, sorgum dikenal dengan nama jagung cantel, sedangkan di Jawa Barat dikenal dengan nama jagung cantrik dan batara tojeng di Sulawesi Selatan (26). Bentuk dari tanaman sorgum dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tanaman Sorgum

(25)

Klasifikasi ilmiah tanaman sorgum menurut USDA (United States Departement of Agriculture) adalah sebagai berikut:

Kerajaan : Plantae/ tumbuhan
Subkingdom : Tracheobionta (tumbuhan berpembuluh)
Super Divisio : Spermatophyta (menghasilkan biji)
Divisio : Magnoliophyta (tumbuhan berbunga)
Klas : Liliopsida (berkeping satu/ monokotil)
Sub Klas : Commelinidae
Ordo : Poales
Familia : Poaceae (suku rumput - rumputan)
Genus : Sorghum
Spesies : *Sorghum bicolor* (L.) Moench

(27)

Secara umum, biji sorgum dapat dikenali dengan bentuknya yang bulat dan terdiri dari tiga lapisan utama, yaitu kulit luar (8%), lembaga (10%), dan endosperma (82%). Ukuran bijinya kira-kira adalah 4.0 x 2.5 x 3.5mm, dan berat biji 100 butir berkisar antara 8 mg sampai 50 mg dengan rata-rata 28mg. Berdasarkan bentuk dan ukurannya, biji sorgum dapat digolongkan sebagai biji berukuran kecil (8-10 mg), sedang (12-24 mg), dan besar (25-35 mg) (26). Warna biji sorgum sangat bervariasi mulai dari putih, kuning, merah, coklat dan ungu. Warna biji dipengaruhi oleh warna dan ketebalan kulit (pericarp), terdapatnya testa serta tekstur dan warna endosperm (28).

Biji sorgum dapat dijadikan tepung yang digunakan untuk menggantikan terigu dan mampu diolah menjadi aneka makanan, seperti mi, roti, aneka cake,

cookies dan brem serta makanan tradisional (29).Berbagai varietas sorgum terus dikembangkan melalui seleksi galur untuk mendapatkan varietas yang unggul. Beberapa varietas dari sorgum itu adalah Kawali, Numbu, Pahat dan Mandau. Masing-masing varietas tersebut memiliki keunggulan diantaranya varietas Kawali dan Numbu memiliki umur berbunga yang pendek (69 sampai 70 hari) dan tahan rebah. Varietas Pahat memiliki umur berbunga yang lebih pendek (58 sampai 71 hari) dan tahan rebah. Varietas Mandau memiliki umur masak sedang (90 sampai 100 hari) dan daya produksi yang tinggi (30).

Komposisi kimiawi sorgum terdiri dari Karbohidrat 70,7 %; Protein 10,4 %; Lemak 3,1 %; serat 2,0 %; dan energi 329 Kal. Perbedaan komposisi kimia ketan putih dengan beberapa serealialia dapat dilihat pada Tabel I.

Tabel I. Komposisi kimia serealialia dalam 100 g bahan

| Komoditas | Abu (g) | Lemak (g) | Protein (g) | Karbohidrat (g) | Serat kasar (g) | Energi (kcal) |
|-------------------|---------|-----------|-------------|-----------------|-----------------|---------------|
| Sorgum | 1,6 | 3,1 | 10,4 | 70,7 | 2,0 | 329 |
| Beras pecah kulit | 1,3 | 2,7 | 7,9 | 76,0 | 1,0 | 362 |
| Jagung | 1,2 | 4,6 | 9,2 | 73,0 | 2,8 | 358 |
| Gandum | 1,6 | 2,0 | 11,6 | 71,0 | 2,0 | 342 |
| Jawarut | 2,6 | 1,5 | 7,7 | 72,6 | 3,6 | 336 |

Sumber: Departemen Kesehatan Republik Indonesia (10).

b. Gula Pasir

Gula merupakan salah satu bahan pemanis yang dapat dihasilkan dari berbagai jenis bahan seperti tebu, bit, jagung, kelapa, dan bahan lainnya. Menurut Darwin (2013), gula adalah suatu karbohidrat sederhana karena dapat larut dalam air dan langsung diserap tubuh untuk diubah menjadi energi (31). Gulaberfungsi memberi rasa manis, membantu pembentukan struktur produk,memperbaiki

tekstur dan keempukan, memperpanjang kesegaran dengan cara mengikat air serta merangsang pembentukan warna yang baik (32).

Tujuan penggunaan gula pasir putih selain sebagai pemanis agar beras rendang yang dihasilkan memiliki penampilan yang bagus, namun gula pasir merupakan salah satu karbohidrat sederhana yang sulit untuk dicerna dan diubah menjadi energi karena gula pasir mengandung jenis gula disakarida yaitu sukrosa (glukosa dan fruktosa), sehingga dapat menjadi gula darah dengan sangat cepat dan akan menjadi tidak sehat bila dikonsumsi secara berlebihan (33).

Adapun kandungan gizi dalam gula pasir dapat dilihat dalam tabel II di bawah ini,

Tabel II. Komposisi zat gizi gula pasir tiap 100 g bahan

| Zat Gizi | Gula Pasir |
|-----------------|------------|
| Energi (kal) | 364 |
| Protein (g) | 0 |
| Lemak (g) | 0 |
| Karbohidrat (g) | 94,0 |
| Kalsium (mg) | 5 |
| Fosfor (mg) | 1 |
| Besi (mg) | 0,1 |
| Air (g) | 5,4 |

Sumber: Darwin (31).

c. Santan Kelapa

Santan adalah emulsi minyak dalam air yang berwarna putih susu yang diperoleh dengan cara pemerasan parutan daging kelapa dengan atau tanpa penambahan air (34). Berdasarkan SNI 01-3816-1995, santan adalah produk cair

yang diperoleh dengan menyaring daging buah kelapa (*Cocos nucifera*) dengan atau tanpa penambahan bahan tambahan makanan yang diizinkan. Santan termasuk bahan pangan yang memiliki kadar air, protein dan lemak yang cukup tinggi seperti halnya susu sapi. Keunggulan santan dari susu sapi adalah santan tidak mengandung laktosa seperti pada susu sapi sehingga santan dapat dikonsumsi oleh para penderita lactose intolerant.

Tabel III. Komposisi Santan Kelapa

| Komposisi | Satuan | Santan murni | Santan dengan penambahan air |
|---------------------------|--------|--------------|------------------------------|
| Kalori | Kal | 324 | 122 |
| Protein | g | 4,2 | 2 |
| Lemak | g | 34,3 | 10 |
| Karbohidrat | g | 5,6 | 7,6 |
| Kalsium | mg | 14 | 25 |
| Phosphor | mg | 1,9 | 0,1 |
| Vitamin A | | 0 | 0 |
| Thiamin | | 0 | 0 |
| Air | g | 54,9 | 80 |
| Bagian yang dapat dimakan | g | 100 | 100 |

Sumber: Prihatini (35).

Secara fisik santan kelapa tidak stabil dan cenderung terpisah menjadi dua fase. Santan kelapa akan terpisah ke dalam fase kaya minyak (krim) dan fase kaya air (skim) dalam waktu 5-10 jam (36). Santan merupakan emulsi lemak dalam air yang distabilisasi secara alamiah oleh protein (globulin dan albumin) dan fosfolipida. Senyawa delta-C8-laktone, delta-C10-laktone, dan n-oktanol

merupakan komponen volatil utama dan memberikan karakteristik aroma pada santan kelapa (37).

2.2.2 Proses Pembuatan Kue Sorgum

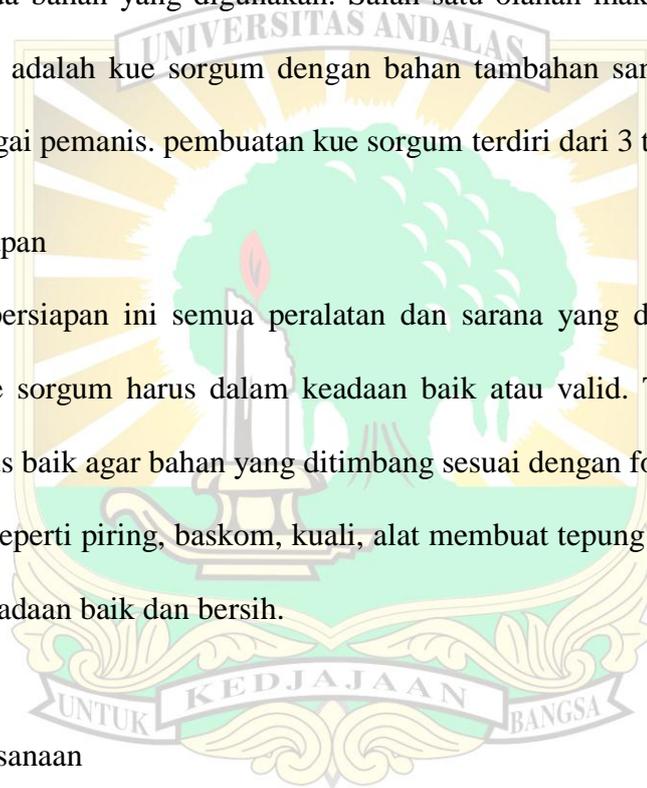
Kue adalah salah satu makanan kecil yang sangat digemari masyarakat baik di perkotaan maupun di pedesaan. Bentuk dan rasa kue sangat beragam, bergantung pada bahan yang digunakan. Salah satu olahan makanan ringan dari tepung sorgum adalah kue sorgum dengan bahan tambahan santan kelapa serta gula pasir sebagai pemanis. pembuatan kue sorgum terdiri dari 3 tahap yaitu:

a) Tahap persiapan

Dalam tahap persiapan ini semua peralatan dan sarana yang diperlukan dalam pembuatan kue sorgum harus dalam keadaan baik atau valid. Timbangan yang digunakan harus baik agar bahan yang ditimbang sesuai dengan formula, selain itu peralatan lain seperti piring, baskom, kuili, alat membuat tepung dankompot juga harus dalam keadaan baik dan bersih.

b) Tahap pelaksanaan

Langkah-langkah dalam pembuatan kue sorgum adalah penyangraian biji sorgum sekitar lima menit dikuali dengan api kompor kecil hingga beraroma khas, kemudian angkat, dinginkan kemudian tumbuk dengan mesin membuat tepung dan ayak dengan ayakan 80 mesh. Selanjutnya parut satu kelapa setengah tua tambahkan air sampai dihasilkan santan murni. Campurkan gula pasir dan santan, kemudian panaskan hingga mendidih dan didapatkan cairan yang mengental.



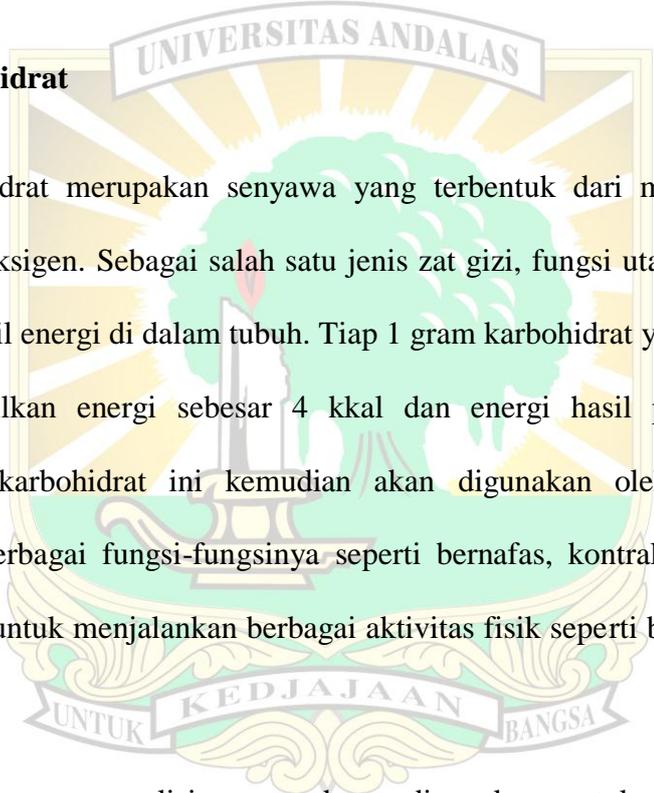
Kemudian biarkan dingin. Selanjutnya tuangkan cairan yang kental ke tepung sorgum sedikit demi sedikit sampai merata terbentuk massa yang padat dan permukaannya mengkilat. Adonan dicetak atau dipotong sesuai selera.

c) Tahap penyelesaian

Setelah dicetak kue sorgum dikemas dan dimasukkan ke dalam kemasan.

2.3 Nutrisi Dalam Makanan

2.3.1 Karbohidrat



Karbohidrat merupakan senyawa yang terbentuk dari molekul karbon, hidrogen dan oksigen. Sebagai salah satu jenis zat gizi, fungsi utama karbohidrat adalah penghasil energi di dalam tubuh. Tiap 1 gram karbohidrat yang dikonsumsi akan menghasilkan energi sebesar 4 kkal dan energi hasil proses oksidasi (pembakaran) karbohidrat ini kemudian akan digunakan oleh tubuh untuk menjalankan berbagai fungsi-fungsinya seperti bernafas, kontraksi jantung dan otot serta juga untuk menjalankan berbagai aktivitas fisik seperti berolahraga atau bekerja (38).

Beberapa cara analisis yang dapat digunakan untuk memperkirakan kandungan karbohidrat dalam bahan makanan, yang paling mudah adalah dengan cara perhitungan kasar atau disebut Carbohydrate by Difference. Perhitungan Carbohydrate by Difference adalah penentuan karbohidrat dalam bahan makanan secara kasar dan hasil ini biasanya dicantumkan dalam daftar komposisi bahan makanan (39).

2.3.2 Lemak

Lipid atau lemak merupakan salah satu komponen dalam tubuh yang digunakan dalam berbagai proses kimiawi. Lipid berperan sebagai bahan dasar pembuatan hormon, sumber energi, sebagai komponen struktural membran sel, juga berperan dalam membantu proses pencernaan (40). Lipid berasal dari makanan yang dikonsumsi dan disintesis di dalam hati. Kelompok lipid terdiri dari triasilgliserol, fosfolipid, kolesterol, dan asam lemak bebas. Lipid diangkut melalui aliran darah dengan cara berikatan dengan protein membentuk senyawa yang larut dalam air yang disebut lipoprotein (41).

Kandungan lipid terbesar yang terdapat pada makanan adalah jenis trigliserida (42). Gula darah dan pola konsumsi sumber lemak dan serat dapat mempengaruhi terjadinya dislipidemia pada penderita diabetes melitus. Suatu studi dilaporkan bahwa dengan meningkatkan konsumsi serat 30 – 40 gr/hr dan mengurangi konsumsi lemak (< 30 % dari total energi) dapat menurunkan kadar trigliserida dan kolesterol. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara kadar gula darah, pola konsumsi sumber lemak dan serat dengan kadar trigliserida dan kadar kolesterol pada pasien diabetes mellitus (43).

Penentuan lemak dalam kue sorgum dilakukan dengan menggunakan metode soxhletasi. Pada penentuan kadar lemak, senyawa yang larut dalam pelarut lemak (petroleum eter, petroleum benzena, heksana, dan eter) diekstrak dari bahan menggunakan metode soxhlet. Ekstrak yang diperoleh ini disebut lemak kasar. Disebut lemak kasar karena merupakan campuran dari beberapa senyawa yang larut dalam pelarut lemak. Analisis kadar lemak pada bahan

makanan bertujuan untuk menentukan kadar lemak yang terdapat dalam bahan makanan, menentukan kualitas lemak, dan untuk menentukan sifat fisis dan kimiawi yang mencirikan sifat minyak tertentu (44).

2.3.3 Protein

Protein merupakan suatu zat makanan yang sangat penting bagi tubuh, karena zat ini disamping berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur, Protein adalah sumber asam-asam amino yang mengandung unsur C, H, O dan N yang tidak dimiliki oleh lemak atau karbohidrat. Molekul protein mengandung pula posfor, belerang dan ada jenis protein yang mengandung unsur logam seperti besi dan tembaga (45).

Protein merupakan molekul yang sangat besar, sehingga mudah sekali mengalami perubahan bentuk fisik maupun aktivitas biologis. Banyak faktor yang menyebabkan perubahan sifat alamiah protein misalnya : panas, asam, basa, pelarut organik, pH, garam, logam berat, maupun sinar radiasi radioaktif. Perubahan sifat fisik yang mudah diamati adalah terjadinya penjendalan (menjadi tidak larut) atau pematatan (46).

Penentuan jumlah protein secara empiris yang umum dilakukan adalah dengan menentukan jumlah nitrogen (N) yang dikandung oleh suatu bahan. Cara penentuan ini dikembangkan oleh Kjeldhal, seorang ahli kimia Denmark pada tahun 1883. Dalam penentuan protein seharusnya hanya nitrogen yang berasal dari protein saja yang ditentukan. Akan tetapi secara teknis hal ini sulit sekali dilakukan dan mengingat jumlah kandungan senyawa lain selain protein dalam bahan biasanya sangat sedikit, maka penentuan jumlah N total ini tetap dilakukan

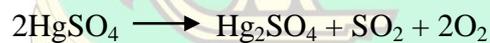
untuk mewakili jumlah protein yang ada. Kadar protein yang ditentukan berdasarkan cara Kjeldhal ini dengan demikian sering disebut sebagai kadar protein kasar (Crude Protein) (44).

Penentuan kadar protein dilakukan dengan menggunakan metode kjeldhal yang terdiri dari 3 tahap yaitu destruksi, destilasi dan titrasi.

1. Tahap Destruksi

Pada tahapan ini sampel dipanaskan dengan asam sulfat pekat sehingga terjadi destruksi menjadi unsur-unsurnya. Elemen karbon, hidrogen teroksidasi menjadi CO_3 , CO_2 , dan H_2O . Sedangkan nitrogennya (N) akan berubah menjadi $(\text{NH}_4)\text{SO}_4$. Untuk mempercepat proses destruksi sering ditambahkan katalisator sehingga destruksi berjalan lebih cepat (45)

Reaksi yang terjadi selama destruksi :



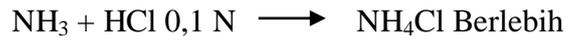
(46)

2. Tahap Destilasi

Pada tahap destilasi, ammonium sulfat dipecah menjadi ammonia dengan penambahan NaOH sampai alkalis dan dipanaskan. Agar selama destilasi tidak terjadi percikan cairan atau timbul gelembung gas yang besar maka dapat ditambahkan logam zink (Zn).

Reaksi yang terjadi pada tahap ini adalah :



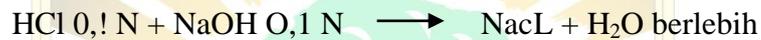


(45)

3. Tahap Titration

Apabila penampung destilat digunakan asam klorida maka sisa asam klorida yang bereaksi dengan ammonia dititrasi dengan NaOH standar 0,1 N. Akhir titrasi ditandai dengan warna larutan menjadi merah muda dan tidak hilang selama 30 detik.

Reaksi yang terjadi pada tahap ini adalah :



(45)

2.3.4 Serat

Deddy Muchtadi; Jansen Silalahi dan Netty Hutagalung, menyebutkan bahwa serat pangan adalah bagian dari bahan pangan yang tidak dapat dihirolisis oleh enzim pencernaan. Berdasarkan kelarutannya serat pangan terbagi menjadi dua yaitu serat pangan yang terlarut dan tidak terlarut (47).

Didasarkan pada fungsinya di dalam tanaman, serat dibagi menjadi 3 fraksi utama, yaitu (a) polisakarida struktural yang terdapat pada dinding sel, yaitu selulosa, hemiselulosa dan substansi pektat; (b) non-polisakarida struktural yang sebagian besar terdiri dari lignin; dan (c) polisakarida non-struktural, yaitu gum dan agar-agar (48).

Dalam penelitian ini serat kasar ditentukan dengan cara memisahkannya dari polisakarida (karbohidrat) seperti pati melalui reaksi hidrolisis asam dan basa (hidrolisis total). Pati dihidrolisis menjadi glukosa, sedangkan serat kasar atau selulosa tetap tidak dapat dihidrolisis dengan asam (H_2SO_4 1,25%) atau dengan basa ($NaOH$ 3,25%), lalu serat-serat yang diperoleh disaring dan dikeringkan.

2.3.5 Air

Menurut Sunita Almatsier, air merupakan bagian utama tubuh, yaitu 55-66 % dari berat badan orang dewasa atau 70 % dari bagian tubuh tanpa lemak (lean body mass) (49). Adapun fungsi air tersebut adalah sebagai pelarut dan alat angkut, katalisator, pelumas, fasilitator pertumbuhan, pengatur suhu dan peredam benturan.

Air dalam suatu bahan pangan berada dalam tiga keadaan yaitu air bebas, air terikat lemah, dan air terikat kuat. Keadaan air tersebut berpengaruh dalam cara analisis kadar air. Air yang dapat diuapkan dan dibekukan adalah air bebas dan air terikat lemah, sedangkan air terikat kuat tidak dapat diuapkan dan dibekukan (44).

Analisis kadar air dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu termogravimetri, termovolumetri, dan fisikokimia. Masing-masing metode memiliki kelemahan dan kelebihan sehingga setiap bahan dapat dianalisis dengan metode tertentu (44). Analisis kadar air yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode pengeringan (termogravimetri).

2.3.6 Mineral

Menurut Risqie Auliana, mineral merupakan senyawa organik yang mempunyai peranan penting dalam tubuh (50). Unsur-unsur mineral adalah karbon (C), hydrogen (H), oksigen (O), dan nitrogen (N), selain itu mineral juga mempunyai unsur kimia lainnya, yaitu kalsium (Ca), Klorida (CO), besi (Fe), magnesium (Mg), fosfor (P), kalium (K), natrium (Na), sulfur (S). Mineral merupakan bagian dari tubuh dan memegang peranan penting dalam pemeliharaan fungsi tubuh, baik pada tingkat sel, jaringan, organ, maupun fungsi tubuh secara keseluruhan. Selain itu, mineral juga berperan dalam berbagai tahap metabolisme, terutama sebagai kofaktor aktivitas enzim-enzim.

Mineral digolongkan ke dalam mineral makro dan mineral mikro. Mineral makro merupakan mineral yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah lebih dari 100 mg sehari, yang terdiri dari Na, Cl, K, Ca, P, Mg dan S. Sementara itu, mineral mikro merupakan mineral yang dibutuhkan kurang dari 100 mg sehari, yang terdiri dari Fe, Zn, I, Se, Cu, Mn, F, Cr, Mo, As, Ni, Si dan B (39). Sebagian besar bahan makanan (sekitar 95%) terdiri dari zat organik dan air. Sisanya, yaitu sekitar 5% terdiri dari mineral. Mineral dikenal sebagai bahan anorganik atau sisa pengabuan.

Mineral dalam bahan pangan dapat ditentukan dengan pengabuan. Pengabuan ini merusak senyawa organik dan meninggalkan mineral. Pengabuan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu cara kering dan cara basah. Cara kering dilakukan untuk menentukan abu total dari suatu bahan pangan, sedangkan cara basah dilakukan untuk menentukan logam-logam beracun dalam suatu limbah. Dalam penelitian ini digunakan cara kering dengan cara mengoksidasikan semua

zat organik pada suhu tinggi yaitu sekitar 500-700°C dan kemudian dilakukan penimbangan zat yang tertinggal setelah proses pembakaran tersebut (44).

2.4 Angka Kecukupan Gizi

Angka Kecukupan Gizi Yang Dianjurkan Bagi Bangsa Indonesia selanjutnya disebut AKG adalah suatu kecukupan rata-rata zat gizi setiap hari bagi semua orang menurut golongan umur, Jenis kelamin, ukuran tubuh, aktifitas tubuh untuk mencapai derajat kesehatan yang optimal.

Kegunaan AKG diutamakan untuk:

1. Acuan dalam menilai kecukupan gizi
2. Acuan dalam menyusun makanan sehari-hari termasuk perencanaan makanan di institusi
3. Acuan perhitungan dalam perencanaan penyediaan pangan tingkat regional maupun nasional
4. Acuan pendidikan gizi
5. Acuan label pangan yang mencantumkan informasi nilai gizi.

(51)

Angka kecukupan gizi yang telah ditetapkan oleh Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) tahun 2007, nilai acuan gizi untuk kelompok konsumen umum produk makanan adalah kebutuhan energi sebesar 2000 Kal, lemak total 62 g, protein 60 g, karbohidrat 300 g, dan serat makanan sebesar 25 g.

Perhitungan Angka Kecukupan Gizi (AKG) mengacu pada label gizi produk pangan keputusan Kepala Badan Pengawasan Obat dan Makanan Republik Indonesia No. HK. 00. 05. 52. 6219.

Cara perhitungan :

1. Menentukan satu sajian.

Satu sajian merupakan rata-rata orang mengkonsumsi produk tersebut untuk satu kali konsumsi/ satu kali makan/ minum. Satuan satu sajian : ml atau g , Jika satuannya keping, maka harus diikuti dengan berat (g)

2. Menentukan berat atau isi tiap kemasan.

3. Menghitung energi total, yaitu total energi, protein, dan karbohidrat.

Energi total = (berat lemak x 9) + (berat protein x 4) + (berat karbohidrat x 4).

(1 g lemak = 9 Kal; 1 g protein atau karbohidrat = 4 Kal).

4. Menghitung energi dari lemak.

Energi lemak total = berat lemak x 9

5. Menghitung lemak total dan % AKG lemak total.

% AKG lemak total = $\frac{\text{berat lemak}}{\text{AKG lemak}} \times 100\%$

6. Menghitung protein dan % AKG protein.

% AKG protein total = $\frac{\text{berat protein}}{\text{AKG protein}} \times 100\%$

7. Menghitung karbohidrat total dan % AKG karbohidrat total.

% AKG karb. Total = $\frac{\text{berat karbohidrat}}{\text{AKG karbohidrat}} \times 100\%$

8. Menghitung kadar serat dan % AKG kadar serat.

% AKG serat = $\frac{\text{berat serat}}{\text{AKG serat}} \times 100\%$

9. Labelling gizi (informasi nilai gizi).

2.5 Pengujian Mikrobiologi Makanan

Pengujian mikrobiologi sampel makanan selalu mengacu kepada persyaratan makanan yang sudah ditetapkan. Salah satu parameter ujimikrobiologi pada makanan yang dipersyaratkan secara umum adalah Angka Lempeng Total (52).

Menurut SNI 7388 tahun 2009, yang dimaksud dengan ALT adalah jumlah mikroba aerob mesofilik yang ditemukan dalam per gram atau per milliliter contoh yang ditentukan melalui metode standar.7 Mikroba yang dimaksud termasuk bakteri, kapang, dan ragi.13 Metode standar yang disarankan merujuk pada metode berdasarkan FDA. ALT dapat dipergunakan sebagai indikator proses higine sanitasi produk, analisis mikroba lingkungan pada produk jadi, indikator proses pengawasan, dan digunakan sebagai dasar kecurigaan dapat atau tidak diterimanya suatu produk berdasarkan kualitas mikrobiologinya.

Nilai ALT bervariasi tergantung berbagai faktor diantaranya kualitas sumber air, jenis perlakuan, konsentrasi residu desinfektan, lokasi sampling, suhu air mentah, waktu pengujian, metode uji meliputi suhu dan waktu inkubasi (53). ALT menggunakan media padat dengan hasil akhir berupa koloni yang dapat diamati secara visual berupa angka dalam koloni (CFU) per ml/g atau koloni/100ml. Prinsip pengujian ALT yaitu pertumbuhan koloni bakteri aerob mesofil setelah cuplikan diinokulasikan pada media lempeng agar dengan metode pour plate dan diinkubasi pada suhu sesuai. ALT harus ditekan sekecil mungkin meskipun mikroba tersebut tidak membahayakan, karena bisa digunakan sebagai petunjuk keamanan suatu produk (52).

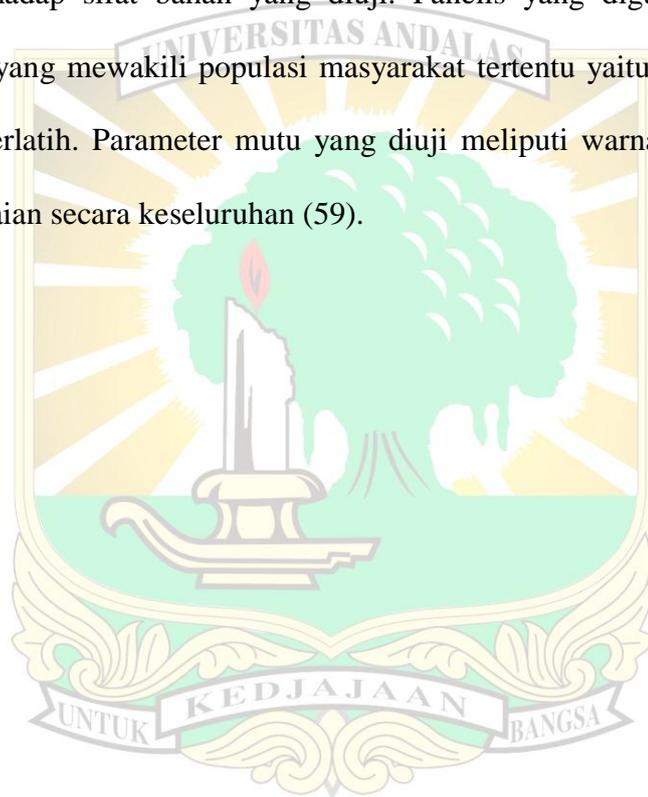
2.6 Penentuan Waktu Kadaluarsa

Menurut Institute of Food Science and Technology, umur simpan produk pangan adalah selang waktu antara saat produksi hingga konsumsi di mana produk berada dalam kondisi yang memuaskan berdasarkan karakteristik penampakan, rasa, aroma, tekstur, dan nilai gizi (54). Sementara itu, Floros dan Gnanasekharan, menyatakan bahwa umur simpan adalah waktu yang diperlukan oleh produk pangan dalam kondisi penyimpanan tertentu untuk dapat mencapai tingkatan degradasi mutu tertentu (55). Penggunaan indikator mutu dalam menentukan umur simpan produk siap masak atau siap saji bergantung pada kondisi saat percobaan penentuan umur simpan tersebut dilakukan (56).

Menurut Syarief, secara garis besar umur simpan dapat ditentukan dengan menggunakan metode konvensional (extended storage studies, ESS) dan metode akselerasi kondisi penyimpanan (ASS atau ASLT) (57). Pada penelitian ini digunakan metode konvensional Extended Storage Studies (ESS), dengan cara menyimpan satu seri produk pada kondisi normal sehari-hari sambil dilakukan pengamatan terhadap penurunan mutunya hingga mencapai tingkat mutu kadaluarsa. Metode ini akurat dan tepat, namun pada awal penemuan dan penggunaan metode ini dianggap memerlukan waktu yang panjang dan analisis parameter mutu yang relatif banyak serta mahal. Sekarang sering digunakan untuk produk yang mempunyai masa kadaluarsa kurang dari 3 bulan (58).

2.7 Uji Kesukaan

Uji kesukaan umumnya digunakan untuk menilai atau memperhitungkan reaksi konsumen terhadap sampel makanan yang diujikan. Pada uji ini, panelis menilai sampel berdasarkan kesukaan terhadap produk yang dihasilkan. Metode yang digunakan dalam uji kesukaan adalah hedonic test. Pada dasarnya uji hedonic merupakan pengujian yang panelisnya mengemukakan respon yang berupa suka atau tidak terhadap sifat bahan yang diuji. Panelis yang digunakan sebaiknya dalam jumlah yang mewakili populasi masyarakat tertentu yaitu berkisar 10 - 30 panelis agak terlatih. Parameter mutu yang diuji meliputi warna, aroma, tekstur, rasa, dan penilaian secara keseluruhan (59).



III. PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian

Penelitian telah dilakukan selama 10 bulan dari bulan Juni 2018 sampai Maret 2019 di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas MIPA dan Laboratorium Nutrisi Non Ruminansia Fakultas Peternakan.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat – alat yang digunakan adalah mesin pembuat tepung (*disk mill*®), kompor gas, kuili, spatula, piring, sendok, timbangan digital, mangkok, ayakan, dan alat-alat gelas (Pyrex®). Peralatan untuk analisis yang akan digunakan adalah timbangan analitik (Kern Abj®), tanur (Ney® VULCAN), cawan pengabuan lengkap dengan tutupnya, desikator, penjepit cawan, labu kjeldhal, buret, alat ekstraksi soxhlet, labu ekstraksi, kondensor, penangas air, alat destilasi, autoklaf, cawan petri, pipet tetes, pipet ukur dan alat hitung koloni.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam proses produksi kue sorgum adalah sorgum, santan kelapa, gula pasir putih, garam dan vanili. Bahan yang akan digunakan untuk analisis adalah aquadest (BRATACHEM), asam sulfat pekat (Merck®), kara (Merck®), asam klorida (Merck®), asam borat (Merck®), natrium hidroksida (Merck®), kalium sulfat (Merck®), kertas saring, metilen red, heksan, toluen,

selenium reagen mixture (Merck®), nutrient agar (Merck®) dan natrium klorida 0,9%.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Pengambilan dan Pembuatan Tepung Kue Sorgum

Sorgum diperoleh dalam bentuk biji sorgum yang sudah di sosoh dan dihilangkan taninnya sebanyak 1 kg untuk masing-masing sorgum dari produsen yang menjual biji sorgum. Pembuatan tepung sorgum dimulai dengan menghaluskan dengan mesin pembuat tepung masing-masing 1 kg dan diayak dengan ayakan ukuran 80 mesh sehingga menjadi tepung sorgum yang diinginkan.. Selanjutnya, disangrai dengan api kecil sambil terus diaduk-aduk selama 5 menit.

3.3.2 Perancangan Formula Kue Sorgum

Rancangan formula kue sorgum ini dilakukan dengan tujuan untuk menghasilkan produk kue sorgum sesuai dengan harapan yaitu bisa dikonsumsi oleh penderita diabetes.

Tabel IV. Formulasi Bahan Kue Sorgum

| No. | Bahan | Jenis Kue Sorgum | | | |
|-----|-------------------------|------------------|-----|-----|-----|
| | | S1 | S2 | S3 | S4 |
| 1 | Tepung Sorgum Merah (g) | 100 | 100 | - | - |
| 2 | Tepung Sorgum Numbu (g) | - | - | 100 | 100 |
| 3 | Gula pasir (g) | - | 50 | - | 50 |
| 4 | Santan Kelapa (ml) | 200 | 200 | 200 | 200 |

| | | | | | |
|---|--------------|---|---|---|---|
| 5 | Garam (sdt) | ½ | ½ | ½ | ½ |
| 6 | Vanili (sdt) | ½ | ½ | ½ | ½ |

3.3.3 Pembuatan Kue Sorgum

Proses pembuatan kue sorgum dimulai dengan persiapan alat dan bahan kemudian menimbang bahan-bahan setiap formula. Panaskan santan dengan bahan lainnya sampai mengental (\pm 15 menit). Diamkan hingga dingin. Selanjutnya tuangkan ketepung sorgum sambil terus diaduk dan diratakan sampai terbentuk massa yang padat dan merata. Kemudian ditimbang tiap 5 gram lalu dicetak dan dikemas.

3.3.4 Penentuan Kandungan Zat Gizi Kue Sorgum

A. Kadar Air

Penentuan kadar air dilakukan dengan metode Pengeringan (thermogravimetri). Prinsip metoda ini adalah menguapkan air yang ada didalam sampel dengan cara pemanasan menggunakan oven. Kemudian menimbang sampel sampai berat konstan berarti semua air sudah diuapkan (60).

Semua peralatan disiapkan. Kemudian timbang cawan penguap beserta sampel sebanyak 1 gram. Masukkan kedalam oven dengan suhu 105° C. Tunggu selama 1 hari. Setelah itu, keluarkan sampel yang sudah di oven tadi, dinginkan didalam desikator sebelum akhirnya ditimbang.

Penentuan kadar air:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{W1 - W2}{W} \times 100 \%$$

Keterangan :

W1 = Berat cawan penguap + sampel sebelum di oven

W2 = Berat cawan penguap + sampel setelah di oven

W = Berat sampel (g)

B. Kadar Abu

Pengabuan dilakukan pada alat pengabuan yaitu tanur dengan suhu 700°C.

Pengabuan dianggap selesai apabila diperoleh sisa pembakaran yang umumnya berwarna putih abu-abu dan beratnya konstan dengan selang waktu 30 menit.

Penimbangan terhadap bahan dilakukan dalam keadaan dingin, untuk itu krus yang berisi abu diambil dari dalam tanur harus lebih dahulu dimasukkan ke dalam oven bersuhu 105°C agar suhunya turun menyesuaikan dengan suhu di dalam oven, barulah dimasukkan ke dalam desikator sampai dingin, kemudian abunya dapat ditimbang hingga hasil timbangannya konstan.

Penentuan kadar abu:

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{W2 - W1}{W} \times 100 \%$$

Keterangan :

W = Berat sampel (g)

W1 = berat cawan kosong (g)

W2 = berat cawan + abu (g)

C. Kadar Protein

Penentuan kadar protein dilakukan dengan menggunakan metode Kjeldahl, metode Kjeldahl terdiri dari 3 tahap yaitu: tahap destruksi, tahap destilasi dan tahap titrasi.

1. Tahap Destruksi

Timbang 1 gram sampel yang telah dibhaluskan. Masukkan ke dalam labu Kjedahl 100 mL, kemudian pipet 10 mL asam sulfat pekat masukkan kedalam labu Kjedahl. Tambahkan katalisator (campuran selenium) untuk mempercepat destruksi. Kemudian labu Kjedahl tersebut di panaskan dimulai dengan api yang kecil setelah beberapa saat sedikit demi sedikit api dibesarkan sehingga suhu menjadi naik. Destruksi dapat dihentikan pada saat didapatkan larutan berwarna jernih kehijauan.

2. Tahap destilasi

Hasil destruksi yang didapatkan kemudian didinginkan, setelah itu diencerkan dengan aquadest sampai 100 mL. Setelah homogen dan dingin dipipet sebanyak 5 mL, masukkan ke dalam labu destilasi. Tambahkan 10 mL larutan natrium hidroksida 30% melalui dinding dalam labu destilasi hingga terbentuk lapisan dibawah larutan asam. Labu destilat dipasang dan dihubungkan dengan kondensor, lalu ujung kondensor dibenamkan dalam cairan penampung. Uap dari cairan yang mendidih akan mengalir melalui kondensor menuju erlemeyer penampung. Erlenmeyer penampung diisi dengan 10 mL larutan asam klorida 0,1 N yang telah ditetesi indikator metil merah. Cek hasil destilasi dengan kertas lakmus, jika hasil sudah tidak bersifat basa lagi maka penyulingan dihentikan.

3. Tahap titrasi

Setelah proses destilasi, tahap selanjutnya adalah titrasi. Hasil destilasi yang ditampung dalam erlemeyer berisi asam klorida 0,1 N ditetesi indikator metil merah sebanyak 5 tetes langsung dititrasi dengan menggunakan larutan natrium hidroksida 0,1 N. Titik akhir titrasi ditandai dengan warna merah muda menjadi kuning. Perlakuan ini dilakukan sebanyak 3 kali untuk tiap sampel.

Penentuan kadar protein:

$$\% \text{ Kadar Nitrogen} = \text{Kadar Amonium Klorida} \times \text{BE Nitrogen} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Protein} = \% \text{ Kadar Nitrogen} \times \text{Faktor Konversi (6,25)}$$

D. Kadar Lemak

Penetapan kadar lemak dilakukan dengan metode ekstraksi soxhlet. Labu lemak (thimble) yang ukurannya sesuai dengan ekstraksi soxhlet dikeringkan dalam oven. Kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang hingga bobot tetap. Timbang 1 g sampel lalu dibungkus dengan kertas saring, kemudian ditutup dengan kapas wool yang bebas lemak. , kemudian masukan ke dalam alat soxhlet yang telah dipasang alat kondensordiatasnya dan labu lemak di bawahnya. Ekstrak dengan heksana selama lebih kurang 6 jam. Sulingkan heksana dan keringkan. Ekstrak lemak dalam oven pengering pada suhu 105 derajat celcius. Selanjutnya didinginkan dalam desikator dan dilakukan penimbangan hingga diperoleh bobot tetap.

Rumus :

$$\text{Kadar Lemak (\%)} = \frac{W - W1}{W2} \times 100\%$$

Dimana:

W = Bobot contoh (g)

W1= Bobot lemak sebelum ekstraksi (g)

W2= Bobot labu lemak sesudah ekstraksi

E. Karbohidrat

Analisis yang dapat digunakan untuk memperkirakan kandungan karbohidrat adalah dengan cara perhitungan kasar (*proximate analysis*) atau juga

disebut *Carbohydrate by Difference*. Perhitungan *Carbohydrate by Difference* adalah penentuan karbohidrat dalam bahan makanan secara kasar, dan hasilnya ini biasanya dicantumkan dalam daftar komposisi bahan makanan (60).

Perhitungan *Carbohydrate by Difference* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\% \text{karbohidrat} = 100\% - \% \text{air} - \% \text{abu} - \% \text{lemak} - \% \text{protein}$$

F. Energi

Penentuan nilai energi menggunakan faktor Atwater, dimana nilai energi ditetapkan melalui perhitungan menurut komposisi karbohidrat, lemak, dan protein serta nilai energi faali makanan tersebut. Atwater memperoleh nilai faali zat-zat gizi yang dinamakan faktor Atwater, yaitu empat untuk karbohidrat dan protein, sembilan untuk lemak dan tujuh untuk alkohol (11).

G. Serat

Sampel sebanyak 3 g ditimbang dan masukkan kedalam Erlenmeyer 500ml, ditambahkan 50 ml H₂SO₄ 0,3 N dididihkan selama 30 menit. Selanjutnya ditambahkan 50 ml NaOH 0,3 N dan pemanasan dilanjutkan kembali selama 30 menit. Larutan disaring panas-panas dengan kertas Whatman yang telah diketahui beratnya. Wadah dicuci dengan 50 ml H₂SO₄ 0,3 N dan dituangkan ke kertas saring. Residu dicuci lagi dengan *aquadest* mendidih dan kemudian dengan 25 ml aseton. Kertas saring serta isinya dimasukkan dalam cawan penguap dan keringkan pada oven suhu 105°C sampai berat konstan (1 jam), lalu didinginkan dalam desikator untuk selanjutnya ditimbang sampai bobot konstan.

Penentuan serat kasar:

$$\text{Serat Kasar (\%)} = \frac{W_2 - W_1}{W} \times 100 \%$$

Keterangan:

W₂ = berat kertas saring+ serat (g)

W₁ = berat kertas saring (g)

W = berat sampel (g)

3.3.5 Pengujian Angka Lempeng Total

Sampel kue sorgum dihaluskan, lalu sampel ditimbang 10 gram, kemudian dilarutkan dengan 100 ml NaCl fisiologis sehingga didapat konsentrasi 10⁻¹. Dari pengenceran pertama dipipet 1 ml lalu diencerkan dengan NaCl fisiologis sebanyak 9 ml sehingga didapat pengenceran 10⁻² kemudian dibuat pengenceran selanjutnya hingga 10⁻⁵. Tiap-tiap pengenceran sampel dipipet 1 ml, dimasukkan kedalam cawan petri. Lalu ditambahkan media nutrient agar sebanyak 15-20 ml, kemudian dihomogenkan. Lalu dibiarkan memadat. Setelah itu diinkubasi pada suhu 35-37°C selama 24 jam dalam keadaan terbalik. Kontrol pelarut dibuat dari 1 ml NaCl fisiologis yang dimasukkan kedalam cawan petri yang telah berisi media nutrient agar dan kontrol media hanya menuangkan nutrient agar ke cawan petri. Setelah diinkubasi, diamati dan dihitung jumlah koloni masing-masing cawan menggunakan alat Digital Coloni Counter. Perhitungan ALT dilakukan dengan mengalikan banyaknya jumlah rata-rata koloni bakteri dengan kebalikan faktor pengenceran.

3.3.6 Perhitungan AKG

Perhitungan AKG dilakukan dalam beberapa langkah, antara lain adalah:

- a. Mencari acuan label gizi produk pangan Keputusan Kepala Badan POM RI no. HK.00.05.52.6291, dengan memperhatikan target konsumen.

Tabel IV. Nilai acuan label gizi untuk kelompok konsumen umum

| No | Gizi Nilai | Nilai Acuan Label Gizi | |
|----|-------------------|------------------------|--------|
| | | Nilai | Satuan |
| 1 | Energi | 2000 | Kal |
| 2 | Protein | 60 | g |
| 3 | Lemak | 62 | g |
| 4 | Karbohidrat total | 300 | g |
| 5 | Serat | 25 | g |

- b. Menentukan takaran satu sajian. Satu sajian merupakan rata-rata orang mengkonsumsi produk tersebut untuk satu kali konsumsi.
- c. Menentukan berat atau isi tiap kemasan.
- d. Menghitung kandungan gizi untuk tiap sajian. Kandungan gizi yang dihitung antara lain adalah :
- 1) Menghitung energi total, yaitu energi dari lemak, protein dan karbohidrat.
 - 2) Menghitung energi dari lemak.
 - 3) Menghitung lemak total dan prosentase AKG lemak total.
 - 4) Menghitung protein dan AKG protein.
 - 5) Menghitung karbohidrat total dan prosentase AKG karbohidrat total.
 - 6) Menghitung kadar serat kasar dan prosentase AKG serat kasar.

Perhitungan gizi dilanjutkan dengan perhitungan AKG (Angka Kecukupan Gizi) dengan target konsumen umum untuk mengetahui kesukaan konsumen terhadap produk “Kue Sorgum”. Setelah perhitungan selesai, maka disusunlah label gizi yang berisi informasi yang disajikan pada kemasan produk dengan mencantumkan:

- a. Takaran saji

- b. Jumlah takaran saji per kemasan
- c. Energi total
- d. Energi dari lemak
- e. Lemak total dan % AKG lemak total
- f. Protein dan % AKG protein
- g. Karbohidrat total dan % AKG karbohidrat total
- h. Serat kasar dan % AKG serat kasar
- i. Jumlah energi total dan target konsumen.

3.3.7 Penentuan Waktu Kadaluarsa

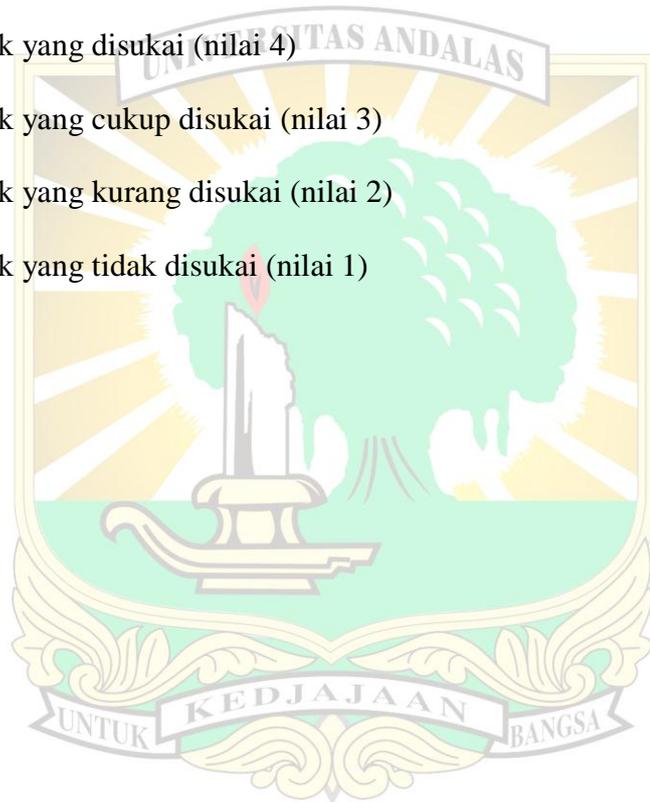
Penentuan waktu kadaluarsa dilakukan dengan metode konvensional (Extended Storage Studies) yaitu dengan cara menyimpan satu seri produk pada kondisi normal sehari-hari suhu (25-27°C) sambil dilakukan pengamatan terhadap penurunan mutunya hingga mencapai mutu kadaluarsa. Mutu makanan yang diamati adalah perubahan warna, rasa, tekstur dan aroma selama selang waktu tiap tiga hari (58).

3.3.8 Uji Kesukaan

Metode yang akan digunakan untuk uji kesukaan terhadap kue sorgum adalah metode *hedonic test*. Uji *hedonic test* adalah menilai atau menghitung reaksi panelis terhadap kue sorgum berdasarkan tingkat kesukaan pada warna, aroma, rasa, dan tekstur. Panelis yang digunakan berjumlah 20 orang yang terdiri dari mahasiswa/i Fakultas Farmasi Universitas Andalas.

Kepada panelis disajikan sejumlah sampel dan satu persatu kemudian panelis diminta untuk menilai sampel tersebut berdasarkan suka atau tidak menurut skala nilai yang sudah disediakan dan uji kesukaan dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan. Sebelum dan sesudah mencicipi kue sorgum panelis harus minum air putih terlebih dahulu. Adapun kriteria penilaian yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Untuk produk yang sangat disukai (nilai 5)
2. Untuk produk yang disukai (nilai 4)
3. Untuk produk yang cukup disukai (nilai 3)
4. Untuk produk yang kurang disukai (nilai 2)
5. Untuk produk yang tidak disukai (nilai 1)



IV.HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Hasil pemeriksaan kandungan zat gizi kue sorgum S1 adalah energi sebesar 196,14; lemak 15,76 %; protein 24,02%; karbohidrat 63,11%; kadar air 18,72%; kadar abu 0,41% dan serat kasar 0,87%. Kandungan zat gizi kue sorgum S2 dan S3 berturut-turut adalah energi sebesar 194,44; 161,93; kadar lemak 16,84%; 15,24 %, kadar protein 24,12 %; 25 %, karbohidrat 59,52% ; 41,92 %, kadar air 21,01 %; 16,88 %, kadar abu 1,43% ; 0,93 %, dan serat kasar 0,96 %; 0,89 %. Hasil pemeriksaan kandungan zat gizi kue sorgum S4 adalah energi sebesar 122,89; kadar lemak 12,39% ; kadar protein 24,09% ; karbohidrat 49,68% ; kadar air 13,17% ; kadar abu 0,66 % dan serat kasar 0,77 %.
2. Hasil perhitungan Angka Kecukupan Gizi (AKG) kue sorgum untuk satu sajian 8 bungkus (40g) yaitu untuk kue sorgum S1 adalah memenuhi 10,16 %AKG lemak; 16,01 %AKG protein; 8,41 %AKG karbohidrat; dan 1,39 %AKG serat. Kue sorgum S2 telah memenuhi 10,86 %AKG lemak; 16,08 %AKG protein; 7,93 %AKG karbohidrat; dan 1,53 %AKG serat. Kue sorgum S3 dan S4 berturut-turut telah memenuhi 9,83 %, 7,99 %AKG lemak; 16,66 %, 16,06 %AKG protein; 5,58 %, 6,62 %AKG karbohidrat; dan 1,42 %, 1,23 %AKG Serat
4. Hasil pemeriksaan Angka Lempeng Total (ALT) bakteri kue sorgum S1,S2,S3 dan S4 berturut-turut yaitu $2,08 \times 10^5$ CFU/g; $1,62 \times 10^5$ CFU/g; $1,78 \times 10^5$ CFU/g; dan $1,5 \times 10^5$ CFU/g.
5. Hasil penentuan waktu kadaluarsa kue sorgum, S1,S2,S3, dan S4 yang diperoleh adalah sekitar 7 hari.

6. Dari hasil perhitungan uji kesukaan dari 20 panelis diperoleh beras rendang S1,S2,S3, dan S4 disukai oleh panelis dengan persentase berturut-turut sebesar 70,75% ; 89 % ; 67,75% ; dan 82 %.

4.2 Pembahasan

Pada penelitian ini dibuat variasi kue sorgum yaitu S1,S2,S3, dan S4, dimana kue sorgum S1 dengan komposisi utamanya hanya menggunakan sorgum merah, S2 komposisi utamanya sorgum merah dan gula pasir, S3 hanya menggunakan sorgum numbu dan S4sorgum numbu dan gula pasir. Formula tiap jenis kue sorgum ini dibuat dalam 100 g bahan, sehingga didapatkan jumlah bahan sama untuk tiap jenis kue sorgum. Tujuannya adalah untuk melihat jenis kue sorgum yang memiliki kandungan gizi lebih baik yaitu 200 Kal energi, 5 g protein; 6,7 g lemak; 30 g karbohidrat dan 2,8 g serat per sajian dari keempat jenis kue sorgum sebagai makanan selingan penderita diabetes.

Pembuatan kue sorgum ini dibuat dalam 4 jenis dengan komposisi yang berbeda beda, antara lain menggunakan 2 jenis sorgum dengan variasi menggunakan gula pasir dan tidak menggunakan gula pasir. Hal ini dilakukan untuk melihat jenis kue sorgum yang mana yang tidak menyebabkan lonjakan kadar gula dalam darah yang signifikan dan aman bagi penderita diabetes. Syarat diet penderita diabetes melitus adalah asupan protein sekitar 10%, lemak 30%, dan karbohidrat 60% dari total kebutuhan energi sehari. Asupan serat dianjurkan 25 g/hari (61). Kandungan zat gizi/ Angka Kecukupan Gizi (AKG) per sajian makanan selingan umumnya sebesar 10% dari kebutuhan kalori sehari. Makanan selingan bagi penderita diabetes bisa dikonsumsi 2-3 porsi kecil sehari diperoleh hasil perhitungan kandungan zat gizinya yaitu 200 Kal energi, 5 g protein; 6,7 g lemak; 30 g karbohidrat dan 2,8 g serta per sajian. Dari perhitungan AKG tersebut ditetapkan persajian kue sorgum sebesar 40 g yang berisi 8 bungkus kue sorgum.

Kue sorgum S1, S2, S3, dan S4 tiap takaran saji 40 g (8 bungkus) mengandung energi 120-196 Kal berarti kurang lebih mencukupi kalori makanan selingan perhari penderita diabetes melitus yaitu 200 Kal. Sehingga dapat

diperkirakan penderita diabetes melitus dapat mengonsumsi maksimal 8 bungkus kue sorgum dalam sehari. Hasil perhitungan kandungan energi kue masing-masing kue sorgum memiliki perbedaan. Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh kadar protein, lemak, dan karbohidrat yang terkandung dalam tiap jenis kue sorgum. Energi dapat diperoleh dari karbohidrat, lemak, dan protein yang terkandung dalam bahan makanan yang disimpan dalam tubuh dan energi bagi manusia digunakan untuk tumbuh dan berkembang. (62).

Untuk kadar lemak tiap takaran sajian kue sorgum S1,S2,S3 dan S4 adalah 4,9-6,7 g yang memenuhi 7-10 % AKG lemak, sedangkan kecukupan lemak sebaiknya memenuhi 20-30 % total energi makanan selingan yang dibutuhkan yaitu sekitar 6,67 g. Sehingga bisa diperkirakan yang mendekati nilai yang dianjurkan adalah kue sorgum S2, sebanyak 8 bungkus untuk memenuhi kecukupan lemak yang dianjurkan sehari.

Penentuan kadar lemak beras rendang dilakukan dengan metode soxhletasi. Metode ini dilakukan dengan cara sampel diekstrak dengan pelarut organik. Pelarut organik yang mengikat lemak selanjutnya dipisahkan dengan penguapan sehingga hasil lemak tertinggal dilabu. Kadar lemak kue sorgum menunjukkan bahwa ada perbedaan antara kadar lemak kue sorgum S1, S2, S3 dan S4, dimana nilai lemak terendah pada kue sorgum S4 dan tertinggi pada S2. Perbedaan kadar lemak kue sorgum ini dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan, dimana sorgum merah memiliki kandungan lemak lebih besar daripada sorgum numbu (63). Dalam pembuatan kue sorgum ini, lemak memberikan rasa gurih dan tekstur yang lembut terhadap kue sorgum. Menurut Wulandari, lemak berfungsi memberikan pengaruh pada tekstur sehingga makanan yang dihasilkan menjadi lebih lembut dan juga lemak memperbaiki struktur fisik seperti pengembangan, kelembutan dan aroma (64).

Protein yang terdapat pada kue sorgum tiap takaran saji antara 9,6 – 10 g, telah mencukupi 16- 16,6 % AKG protein penderita diabetes melitus. Anjuran kebutuhan protein sebaiknya memenuhi 10-20 % dari kebutuhan energi total makanan selingan, yaitu 5 g. Sehingga bisa dilihat keempat jenis kue sorgum ini mencukupi kebutuhan protein sehari. Berdasarkan hasil percobaan penentuan

kadar protein, masing-masing kue sorgum memiliki kadar protein yang tidak jauh berbeda. Nilai tertinggi terdapat pada jenis kue sorgum S3 dan nilai terendah pada kue sorgum S1. Perbedaan nilai protein yang tidak jauh berbeda ini dipengaruhi oleh bahan dasar yang digunakan, dimana protein sorgum numbu lebih tinggi dibandingkan sorgum merah. Menurut Suprijadi, kadar protein sorgum merah 6,88 % dan sorgum numbu 8,12 % (63,65).

Penentuan protein dilakukan dengan metode Kjeldahl, dimana terdiri dari Penentuan protein dilakukan dengan metode Kjeldahl, dimana terdiri dari tahap destruksi, destilasi, dan titrasi. Pada tahap destruksi sampel didestruksi dengan pemanasan dan penambahan asam sulfat pekat dan selenium. Asam sulfat berfungsi sebagai zat pengurai sampel menjadi unsur-unsurnya, maksudnya mengubah nitrogen dalam makanan menjadi amonia. Selenium digunakan sebagai katalisator mempercepat terjadinya reaksi. Selanjutnya proses destilasi, dimana hasil destruksi ditambahkan dengan NaOH, supaya berada dalam kondisi basa yang dapat mengubah amonium sulfat menjadi gas amonia. Gas amonia yang terbentuk dilepaskan dari larutan dan berpindah ke labu penerima yang berisi asam borat, sehingga gas amonia menjadi ion amonium serta asam borat menjadi ion borat. Kemudian tahap titrasi, dimana kandungan nitrogen diestimasi dengan titrasi ion amonium borat dengan asam klorida. Kadar ion nitrogen yang dibutuhkan untuk mencapai titik akhir titrasi setara dengan kadar nitrogen dalam sampel makanan (44).

Karbohidrat dalam kue sorgum tiap takaran saji adalah 16,7-25,2 g yang telah mencukupi 5,5-8,4 % AKG sehari. Anjuran kebutuhan karbohidrat penderita diabetes melitus sebaiknya 60% dari kebutuhan energi total yaitu 30 g. Dapat diperkirakan kebutuhan karbohidrat tercukupi dengan konsumsi kue sorgum satu takaran saji (8 bungkus) sehari. Penentuan karbohidrat dalam penelitian ini dilakukan secara manual menggunakan metoda Carbohydrate By Difference. Carbohydrate By Difference adalah suatu analisis dimana kandungan karbohidrat termasuk serat kasar diketahui bukan melalui analisis tetapi melalui perhitungan dengan mengurangkan seratus persen dengan kadar lemak, kadar air, kadar abu dan kadar protein (39). Semakin tinggi kadar protein, abu, air dan

lemak produk, maka kadar karbohidrat produk menjadi menurun. Berdasarkan hasil analisis kadar karbohidrat masing-masing kue sorgum terdapat perbedaan namun tidak signifikan. Karbohidrat nilai terendah terdapat pada kue sorgum S3 dan tertinggi pada S1 dan S2. Kandungan karbohidrat kue sorgum dipengaruhi oleh bahan baku yaitu tepung sorgum merah memiliki kandungan karbohidrat yang lebih tinggi dibandingkan tepung sorgum numbu. (63,64). Karbohidrat mempunyai peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan, misalnya warna, rasa, tekstur, dan lain lain. Didalam tubuh karbohidrat berguna mencegah ketosis, pemecahan protein tubuh yang berlebihan, kehilangan mineral dan berguna untuk membantu metabolisme lemak dan protein (39).

Serat yang terdapat pada kue sorgum satu takaran saji berkisar 0,3-0,34 g yang telah mencukupi 1,2-1,5 % AKG serat. Konsumsi serat dianjurkan 28 g tiap 2000 kalori, maka anjuran serat makanan selingan adalah 2,8 g. Kandungan kue sorgum belum dapat memenuhi kebutuhan serat per hari, sehingga perlu mengkonsumsi makanan sumber serat lain seperti serelia, kacang-kacangan, sayuran, dan buah-buahan dalam jumlah yang cukup. Pengamatan terhadap serat kasar kue sorgum memperlihatkan nilai serat kasar masing-masing kue sorgum berbeda. Dimana S2 memiliki nilai serat paling tinggi dibandingkan yang lain. Hal ini sesuai karena nilai serat pada sorgum merah lebih tinggi dibandingkan dengan sorgum numbu (63,64). Serat kasar sangat penting dalam penilaian kualitas bahan makanan karena angka ini merupakan indeks dalam menentukan nilai gizi makanan tersebut.

Selanjutnya penentuan kadar air kue sorgum dilakukan dengan metode pengeringan (thermogravimetri). Prinsipnya menguapkan air yang ada dalam bahan dengan cara pemanasan menggunakan oven. Kemudian menimbang bahan sampai berat konstan berarti semua air sudah diuapkan. Kue sorgum S1 dan S2 memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan Kue sorgum S3 dan S4. Kadar air kue sorgum tertinggi terdapat pada S2 dan terendah pada S4. Menurut Deman (66), biasanya makanan yang mempunyai kestabilan tinggi pada penyimpanan rentang kandungan airnya sekitar 5-15 g/100 g. Hasil kadar air kue sorgum S1 dan S2 melebihi rentang tersebut yang berarti kestabilan rendah pada penyimpanan,

menandakan bahwa kue sorgum tidak bisa dikonsumsi dalam jangka waktu yang lama dan memungkinkan telah terjadi penyerapan uap air dari lingkungan serta pengaruh kondisi penyimpanan dan penanganan yang tidak sesuai selama penyimpanan dapat berpengaruh terhadap perubahan kadar air.

Penetapan kadar abu dalam penelitian ini menggunakan metode tanur pengabuan dengan prinsip abu dalam bahan pangan ditetapkan secara gravimetri dengan menimbang sisa mineral hasil pembakaran bahan organik pada suhu 700°C. Kadar abu penting diketahui, karena kadar abu menggambarkan mineral yang terkandung dalam makanan (39). Berdasarkan hasil pemeriksaan kadar abu, empat kue sorgum memiliki kadar abu yang berbeda-beda, dimana nilai kadar abu tertinggi adalah S2 dan terendah S1. Syarat kadar abu makanan pada umumnya maksimum sebesar 2% (11). Kadar abu keempat kue sorgum berada pada kisaran syarat tersebut yang menunjukkan tingkat kebersihan dan kemurnian suatu bahan dari mineral-mineral tertentu.

Uji mikrobiologi dilakukan terhadap kue sorgum dengan tujuan melihat keamanan, mutu dan gizi kue sorgum sesuai dengan Peraturan BPOM RI Tahun 2016 tentang kriteria mikrobiologi dalam pangan olahan (16). Dalam peraturan ini belum tercantum secara rinci syarat total mikroba dan jenis mikroba patogen produk kue sorgum, sehingga digunakan syarat keamanan untuk kategori pangan kue beras dengan pangan olahan produk selain dodol, dimana syarat jenis mikroba yaitu Angka Lempeng Total (ALT) maksimal 105 koloni/g, *Bacillus cereus* 104 koloni/g, *Salmonella* negatif, dan *Staphylococcus aureus* maksimal 103 koloni/g. Uji ALT merupakan suatu metode untuk menghitung angka cemaran bakteri aerob mesofil yang terdapat dalam makanan dengan cara tuang dan diinkubasi dalam posisi terbalik pada suhu 35-37°C selama 24-48 jam. Karena keterbatasan alat dan waktu yang dilakukan hanya pengujian ALT bakteri.

Hasil pengujian ALT kue sorgum yang diperoleh melebihi dari syarat ALT, artinya dari segi keamanan cemaran mikroba kue sorgum tidak memenuhi syarat keamanan makanan menurut peraturan BPOM. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya waktu penentuan ALT setelah produk dibuat, dimana dilakukan pada hari kedua setelah produk dibuat. Kemudian kondisi penyimpanan produk,

sebelum dilakukan pengujian ALT kue sorgum disimpan dalam suhu kamar, karena hal ini kemungkinan produk kue sorgumbereaksi dan terkontaminasi dengan udara dan lingkungan serta kandungan air kue sorgum yang cukup tinggi dapat mempengaruhi daya tahan bahan makanan terhadap serangan mikroba.

Produk kue sorgum ini tidak tahan terhadap serangan mikroba disebabkan oleh kadar air nya cukup tinggi. Potensi kerusakan terjadi terutama pada produk yang disimpan terlalu lama. Timbul bau tengik akibat oksidasi dari lemak dan juga menyebabkan produk menjadi lunak. Dalam keadaan demikian produk akan mudah ditumbuhi kapang karena oksidasi tersebut dapat memperpendek masa simpan(58). Oleh karena itu, perlu dilakukan penentuan waktu kadaluarsa kue sorgum. Pada hasil penentuan waktu kadaluarsa kue sorgum dapat diketahui bahwa kue sorgum S1,S2,S3, dan S4 memiliki umur simpan sekitar 7 hari pada suhu kamar. Hal ini ditentukan dengan metode konvensional, dimana menyimpan beberapa produk kue sorgum pada kondisi normal sehari-hari sambil dilakukan pengamatan penurunan mutu hingga mencapai tingkat mutu kadaluarsa (58). Penurunan mutu yang dilihat adalah mengalami penurunan karakteristik warna, rasa, aroma, dan tekstur. Waktu kadaluarsa yang pendek ini dikarenakan tepung sorgum yang digunakan tidak menggunakan bahan pengawet makanan dan juga dipengaruhi oleh kadar air dari kue sorgum tersebut. Menurut Winarno, bahan makanan yang mengandung kadar air sedikit mempunyai daya simpan lebih lama dibandingkan dengan bahan makanan yang mempunyai kandungan air lebih banyak (39). Hal ini karena kandungan air dalam bahan makanan mempengaruhi dayatahan makanan terhadap serangan mikroba. Kadar air yang tinggi dapat dijadikan media pertumbuhan mikroba sehingga produk mengalami perubahan mutu dan tidak layak dikonsumsi.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

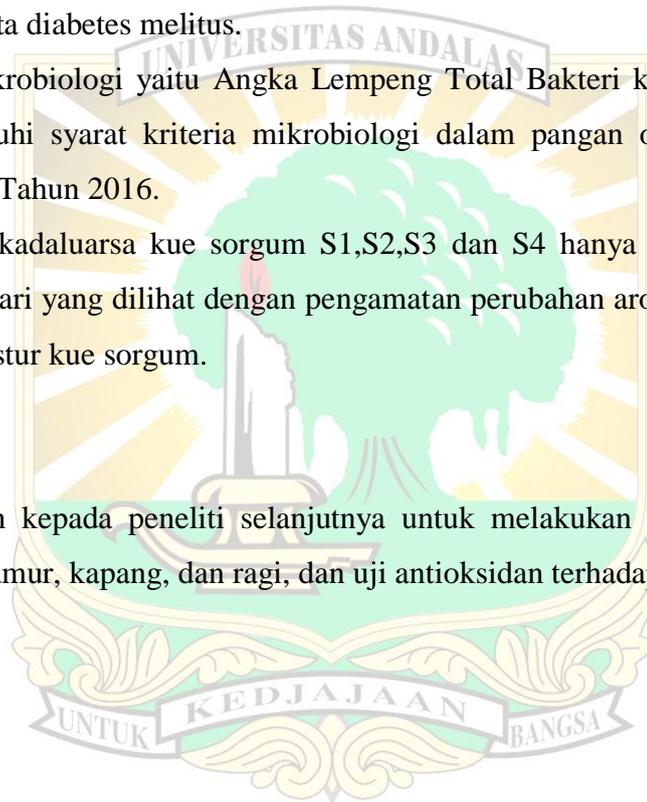
5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kandungan gizi kue sorgum S2 telah memenuhi Angka Kecukupan Gizi (AKG) lemak, protein dan karbohidrat tetapi tidak memenuhi AKG serat penderita diabetes melitus.
2. Uji Mikrobiologi yaitu Angka Lempeng Total Bakteri kue sorgum tidak memenuhi syarat kriteria mikrobiologi dalam pangan olahan Peraturan BPOM Tahun 2016.
3. Waktu kadaluarsa kue sorgum S1,S2,S3 dan S4 hanya bertahan kurang dari 7 hari yang dilihat dengan pengamatan perubahan aroma, rasa, warna, dan tekstur kue sorgum.

5.2 Saran

Disarankan kepada peneliti selanjutnya untuk melakukan uji mikrobiologi terhadap jamur, kapang, dan ragi, dan uji antioksidan terhadap kue sorgum.



DAFTAR PUSTAKA

1. Sidhartawan. *Mengenal Diabetes Melitus I*. Medical Update:1-2;2008
2. Balitbang Kemenkes RI. *Riset Kesehatan Dasar; RISKESDAS*. Jakarta: Salemba Medika. 2013.
3. Dinas Kesehatan Provinsi Sumatera Barat. Data Dinas Kesehatan Provinsi Sumatera Barat 2016. Dinas Kesehatan Provinsi Sumatera Barat: Padang; 2016.
4. World Health Organization. Definition and diagnosis of diabetes mellitus and Intermediate hyperglycemia. Geneva: WHO Press 2006
5. Serena B. Diabetes and nutrition: The role of carbohydrates and the glycemic index. *Diabetes Care News*. 2004;18;11-3.
6. Riccardi G. Role of glycemic index and glycemic load in the healthy state, in prediabetes, and in diabetes. *American Journal Clinical Nutrition*. 2008; 87; 269S.
7. Hajjil, Zahra Baiti. Analisis Kandungan Zat Gizi dan Uji Mikrobiologi Beras Rendang sebagai Makanan Selingan Penderita Diabetes Melitus. *Skripsi*. Fakultas Farmasi Universitas Andalas. 2017.
8. Schober, T.J., S.R. Bean, and D.L. Boyle. 2007. Gluten-free sorghum bread improved by sourdough fermentation: biochemical, rheological, and microstructural background. *J. Agric. Food*. 5146.–Chem. 55: 5137
9. Siller, A.D.P. In vitro starch digestibility and estimated glycemic index of sorghum products. *Food Science and Technology, Texas A & M University*. 2006.
10. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Direktorat Jenderal Pembinaan Kesehatan Masyarakat: *Daftar komposisi zat gizi pangan Indonesia*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI; 1995.

11. Almtsier S. *Prinsip dasar ilmu gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama; 2006.
12. Moerdokusumo, A. *Pengawasan kualitas dan teknologi pembuatan gula di Indonesia*. ITB: Bandung. 1993.
13. Paryanto, I., A. Fachruddin, dan W. Sumaryono. *Diversifikasi Sukrosa Menjadi Produk Lain*. P3GI. Pasuruan. 1999.
14. Sofro, Abdul Salam M. *Darah*. Pustaka Pelajar, Yogyakarta;2013
15. Brooks, G.F., Butel J.S & Morse S.A. 2004. Jawetz, Melnick & Adelberg's Medical Microbiology twenty second edition Lange Medical Books/McGraw-hill. *Medical publishing division*.
16. Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. *Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2016 Tentang kriteria mikrobiologi dalam pangan*. Jakarta: Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia; 2016.
17. WHO. Top 10 Causes of Death. Geneva: WHO Press 2011
18. Soegondo S., *Buku Ajar Penyakit Dalam: Insulin : Farmakoterapi pada Pengendalian Glikemia Diabetes Melitus Tipe 2, Jilid III, Edisi 4*, Jakarta: FK UI pp. 1884. 2009.
19. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes. *The Journal of Clinical and Applied Research and Education, Diabetes Care*.2015;38(1);S8-S16.
20. Soumya D, Srilantha B. Late Stage Complications of Diabetes and Insulin Resistance. *Jounal Diabetes Metabolisme*. 2011; 2(7); 2-9.
21. Suyono S. *Diabetes Melitus di Indonesia. Buku ajar Ilmu Penyakit Dalam. IV ed*. Jakarta: Pusat penerbitan Ilmu Penyakit dalam FK UI. 2006.
22. Beck ME. *Ilmu gizi dan diet hubungannya dengan penyakit-penyakit untuk Perawat & Dokter*. Yogyakarta: Yayasan Essentia Medica; 2011.

23. Food Security Department. Sorghum post-harvest operations. 2003.
24. Reddy, B.V.S., A.A. Kumar and W.D. Dar. Over view of sweet sorghum breeding at ICRISAT: Opportunities and constraints. Global Consultation on Pro-poor Sweet Sorghum Development for Bioethanol Production and Introduction to Tropical Sugar Beet Agenda 8-9 Nov 2007, Rome, Italy. *International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT) Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India*
25. Dicko, M.H., H. Gruppen, A.S. Traoré, W.J.H van Berkel, and A.G.J Voragen. 2006. Sorghum grain as human food in Africa: relevance of content of starch and amylase activities. *African Journal of Biotechnology* 5 (5): 384-395.
26. Suprpto., dan R. Mudjisihono. *Budidaya dan Pengolahan Sorgum*. Jakarta: Penebar Swadaya.1987.
27. USDA. *Classification for kingdom plantae down to species Sorghum bicolor (L.) Moench*. USDA;2008.
28. Hahn DH, Rooney LW. Effect of genotype on tanin and phenols in sorgum. *Cereal Chemistry* 63 (1):4-8. 1985.
29. Supriyanto. Pengembangan sorgum di lahan kering untuk memenuhi kebutuhan pangan, pakan, energi dan industri. *Jurnal Institut Pertanian Bogor*. 2010.
30. Tarmudji, W.M. Kajian resistensi biji sorgum dari lima varietas terhadap serangan Sitophilus zeamais Motsch. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor;2008.
31. Darwin P. *Menikmati gula tanpa rasa takut*. Yogyakarta: Sinar Ilmu. 2013.
32. Astawan M. *Panduan karbohidrat terlengkap*. Jakarta: Dian Rakyat; 2009.
33. Saparinto C, Hidayati D. *Bahan tambahan pangan*. Yogyakarta: Kanisius. 2006.

34. Ramdhoni, A. Nawansih, O. Nuraini, F. Pengaruh Pasteurisasi Dan Lama Simpan Terhadap Sifat Fisik, Kimia, Mikrobiologis Dan Organoleptik Santan Kental. *Skripsi*. 2009.
35. Prihatini, R.I. Analisa Kecukupan Panas Pada Proses Pasteurisasi Santan. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor. 2008.
36. Jirapeangtong, K., S. Siriwatanayothin, dan N. Chiewchan. Effects of Coconut Sugar and Stabilizing Agents on Stability and Apparent Viscosity of High-Fat Coconut Milk. *Journal of Food Engineering* 87 (2008) 422–427. 2008.
37. Tangsuphoom N, Coupland JN. Effect of heating and homogenization on the stability of coconut milk emulsions. *Journal of Food Science*. 2005;70(6);E466-E470.
38. Irawan, M.A., 2007. Glukosa dan Metabolisme Energi. *Sport Science Brief*. 1(6): 12-5.
39. Winarno FG. *Kimia pangan dan gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama. 1991.
40. Suwandi. *Memahami Penelitian Kualitatif*. Jakarta: Rineka Cipta;2008.
41. Beny A (2013). Perbedaan profil lipid pada pasien infark miokard akut dan penyakit jantung non infark miokard akut. Indonesia, Universitas Diponegoro. Skripsi.
42. Jim, E. L., 2013. Metabolisme Lipoprotein. *Jurnal Biomedik (JBM)*, 5(3), pp. 149- 156.
43. Astuti, N. Efikasi Diri Dan Manajemen Diri pada Pasien Diabetes Tipe 2. *Tesis*. Universitas Sumatera Utara. 2014.
44. Sudarmadji S, Haryono B, Suhardi. *Prosedur analisa untuk bahan makanan dan pertanian*. Yogyakarta: Liberty; 2007.
45. Budianto, A K. *Dasar-Dasar Ilmu Gizi*. Malang. UMM Pers. 2009.

46. Sudarmadji, S; B. Haryono dan Suhardi. . *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Penerbit Liberty. Yogyakarta;1989.
47. Muchtadi, Deddy. *Gizi Untuk Bayi : Asi, Susu Formula dan Makanan Tambahan*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan. 2001.
48. Kusnandar, Feri. *Kimia pangan*. Komponen Pangan. PT. Dian Rakyat. Jakarta. 2010.
49. Almatsier, Sunita. 2009. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
50. Auliana, Risqie. *Gizi dan Pengolahan Pangan*. Adicita : Yogyakarta. 2001.
51. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. *Pharmaceutical care untuk penyakit Diabetes melitus*. Direktorat bina farmasi komunitas dan klinik. Jakarta: Dirjen bina kefarmasian dan alat kesehatan; 2005.
52. Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. *Pengujian mikrobiologi Pangan*. Info POM. 2008; 9(2) ; 2-4.
53. Martoyo PY, Hariyadi RD, Rahayu WP. Kajian standar cemaran mikroba dalam pangan di Indonesia. *Jurnal Standardisasi Majalah Ilmiah*. 2014;16(2);118-119.
54. Institute of Food Science and Technology. Shelf life of food. *Journl Food Science* 39: 861–865. 1974.
55. Floros JD, Gnanasekharan. 1993. *Shelf life prediction of packaged foods: chemical,biological, physical, and nutritional aspects*. G. Chlaralambus (Ed). London: Elsevier
56. F. Kusnandar 2004. Contoh kasus pendugaan masa kadaluarsa produk-produk spesifik. Dalam: Modul V pelatihan pendugaan waktu kadaluarsa (self life) bahan dan produk pangan. IPB. Bogor, 1-2 Desember 2004: 14 hlm
57. Syarief et al. *Teknologi Penyimpanan Pangan*. Jakarta : Penerbit Arcan;1989.

58. Herawati H. Penentuan umur simpan pada produk pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*. 2008;27(4);124-127.
59. Setyaningsih D, Apriyantono A, Sari MP. *Analisis sensori untuk industry pangan dan agro*. Bogor: PT Penerbit IPB Press; 2010.
60. Winarno F.G. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama; 2004.
61. Steyn NP, Mann J, Bennet PH, Temple N, Zimmet P, Toumlehto J, Lindstrom J, Louheranta. Diet, nutrition and the prevention of type 2 diabetes. *Public Health Nutrition*. 2004;7(1A);147-165.
62. Lopulalan CG, Mailona M, Sangadji DR. Kajian formula penambahan tepung ampas tahu terhadap sifat organoleptis dan kimia cookies. *Agriteknologi*. 2013;1(1);130-138.
63. Suprijadi. Karakterisasi Sifat Fisik dan Kimia Tepung Sorgum (*Shorgum bicolor*) Rendah Tanin. *Skripsi*. Sekolah Pascasarjana IPB 2012.
64. Wulandari FZ, Setiani BE, Susanti S. Analisis kandungan gizi, nilai energi dan uji organoleptik cookies tepung beras dengan substitusi tepung sukun. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 2016;5(4);107-112.
65. Suarni dan I.U. Firmansyah. 2005. Potensi Sorgum Varietas Unggul Sebagai Bahan Pangan untuk Menunjang Agroindustri. *Prosiding Lokakarya Nasional BPTP Lampung, Universitas Lampung*. Bandar Lampung. p. 541-546.
66. Deman JM. *Kimia makanan*. Bandung: Penerbit ITB; 1997.

Lampiran 1. Data Hasil Penelitian

Tabel V. Hasil penentuan kadar lemak pada kue sorgum

| Kue sorgum | Berat Sampel (g) | Kadar Lemak (%) |
|------------|------------------|-----------------|
| S1 | 1,009 | 15,767 |
| S2 | 1,015 | 16,844 |
| S3 | 1,054 | 15,244 |
| S4 | 1,077 | 12,394 |

Tabel VI . Hasil penentuan kadar protein pada kue sorgum

| Kue Sorgum | Berat Sampel (g) | Volume Titrasi Total (ml) | Kadar Protein (%) |
|------------|------------------|---------------------------|-------------------|
| S1 | 0,5 | 11,86 | 24,023 |
| S2 | 0,526 | 11,80 | 24,128 |
| S3 | 0,545 | 10,92 | 25 |
| S4 | 0,552 | 11,82 | 24,093 |

Tabel VII . Hasil penentuan kadar air pada kue sorgum

| Kue Sorgum | Berat Sampel (g) | Kadar Air (%) |
|------------|------------------|---------------|
| S1 | 2,082 | 18,72 |
| S2 | 1,181 | 21,01 |
| S3 | 1,180 | 16,88 |
| S4 | 1,044 | 13,17 |

Tabel VIII . Hasil penentuan kadar abu pada kue sorgum

| Kue Sorgum | Berat Cawan (g) | Berat Sampel (g) | Berat Cawan+Abu (g) | Kadar Abu (%) |
|------------|-----------------|------------------|---------------------|---------------|
| S1 | 64,537 | 2,082 | 64,545 | 0,41 |
| S2 | 24,899 | 1,181 | 24,899 | 1,43 |
| S3 | 31,986 | 1,180 | 31,975 | 0,93 |
| S4 | 19,093 | 1,044 | 19,086 | 0,66 |

Lampiran 1. Lanjutan

Tabel IX. Hasil penentuan kadar karbohidrat dan energi pada kue sorgum

| Kue sorgum | Kadar Air (%) | Kadar Abu (%) | Kadar Lemak (%) | Kadar Protein (%) | Karbohidrat (%) | Energi (Kal) |
|------------|---------------|---------------|-----------------|-------------------|-----------------|--------------|
| S1 | 18,72 | 0,41 | 15,767 | 24,023 | 63,112 | 490,36 |
| S2 | 21,01 | 1,43 | 16,844 | 25,128 | 59,525 | 486,12 |
| S3 | 16,88 | 0,93 | 15,244 | 25 | 41,926 | 404,84 |
| S4 | 13,17 | 0,66 | 12,394 | 24,093 | 49,682 | 406,59 |

Tabel X . Hasil penentuan serat kasar pada kue sorgum

| Kue Sorgum | Berat Sampel (g) | Berat Kertas Saring (g) | Serat Kasar (%) |
|------------|------------------|-------------------------|-----------------|
| S1 | 1,1 | 0,465 | 0,87 |
| S2 | 1,049 | 0,456 | 0,96 |
| S3 | 1,026 | 0,462 | 0,89 |
| S4 | 1,084 | 0,462 | 0,77 |

Tabel XI. Hasil perhitungan ALT bakteri kue sorgum

| Kue Sorgum | Jumlah koloni | | ALT (CFU/g) |
|------------|---------------|-----------|--------------------|
| | 10^{-3} | 10^{-4} | |
| S1 | 40 | 20 | $2,08 \times 10^5$ |
| S2 | 32 | 17 | $1,62 \times 10^5$ |
| S3 | 34 | 18 | $1,78 \times 10^5$ |
| S4 | 31 | 22 | $1,5 \times 10^5$ |

Tabel XII. Kandungan gizi kue sorgum dalam satu takaran saji (40 g)

| Kue Sorgum | Lemak (g) | Protein (g) | Karbohidrat (g) | Serat (g) | Energi total (Kalori) | Energi dari lemak (Kalori) |
|------------|-----------|-------------|-----------------|-----------|-----------------------|----------------------------|
| S1 | 6,30 | 9,60 | 25,24 | 0,34 | 196,14 | 56,73 |
| S2 | 6,73 | 9,64 | 23,80 | 0,38 | 194,44 | 60,62 |
| S3 | 6,09 | 10 | 16,76 | 0,35 | 161,93 | 54,86 |
| S4 | 4,95 | 9,63 | 19,87 | 0,30 | 122,89 | 44,60 |

Lampiran 1.Lanjutan

Tabel XIII. % AKG kue sorgum tiap takaran saji

| Kue Sorgum | Lemak (g) | % AKG Lemak | Protein (g) | % AKG Protein | Karbohidrat (g) | % AKG Karbohidrat | Serat (g) | % AKG Serat |
|------------|-----------|-------------|-------------|---------------|-----------------|-------------------|-----------|-------------|
| S1 | 6,30 | 10,16 | 9,60 | 16,01 | 25,24 | 8,41 | 0,34 | 1,39 |
| S2 | 6,73 | 10,86 | 9,64 | 16,08 | 23,80 | 7,93 | 0,38 | 1,53 |
| S3 | 6,09 | 9,83 | 10 | 16,66 | 16,76 | 5,58 | 0,35 | 1,42 |
| S4 | 4,95 | 7,99 | 9,63 | 16,06 | 19,87 | 6,62 | 0,30 | 1,23 |

Tabel XIV. Hasil penentuan waktu kadaluarsa kue sorgum S1

| Hari ke | Perubahan | | | |
|---------|-------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------------------|
| | Warna | Rasa | Aroma | Tekstur |
| 1 | Abu-abu pekat | Asin sedikit pahit | Aroma khas kue pandan | Padat, lembut, sedikit berminyak |
| 4 | Abu-abu pekat | Asin sedikit pahit | Aroma khas kue pandan | Padat, sedikit keras |
| 7 | Abu-abu pekat, berjamur | Tidak layak konsumsi | Aroma tengik | Padat, Keras |

Tabel XV. Hasil penentuan waktu kadaluarsa kue sorgum S2

| Hari ke | Perubahan | | | |
|---------|-------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------------------|
| | Warna | Rasa | Aroma | Tekstur |
| 1 | Abu-abu pekat | Manis | Aroma khas kue pandan | Padat, lembut, sedikit berminyak |
| 4 | Abu-abu pekat | Manis | Aroma khas kue pandan | Padat, sedikit keras |
| 7 | Abu-abu pekat, berjamur | Tidak layak konsumsi | Aroma tengik | Padat, Keras |

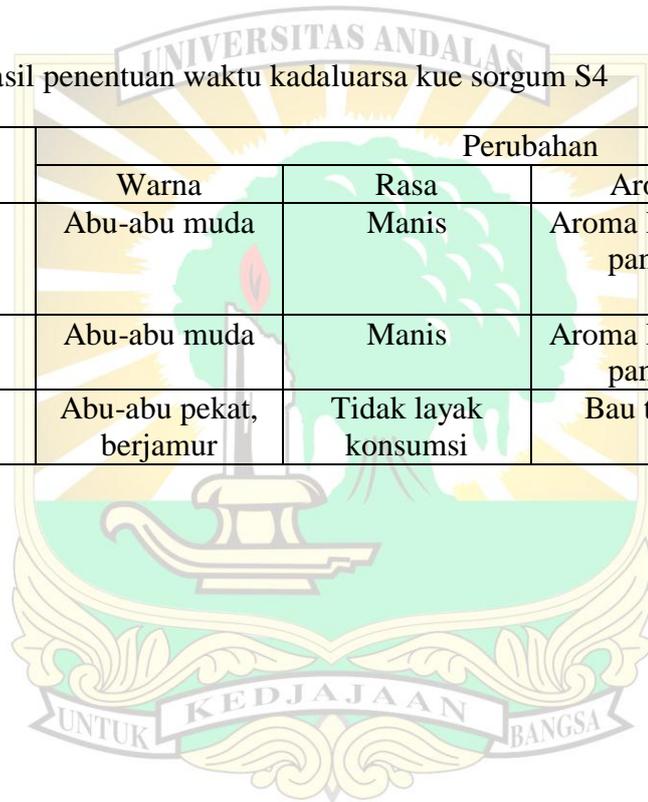
Lampiran 1. Lanjutan

Tabel XVI. Hasil penentuan waktu kadaluarsa kue sorgum S3

| Hari ke | Perubahan | | | |
|---------|-------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------------------|
| | Warna | Rasa | Aroma | Tekstur |
| 1 | Abu-abu muda | Asin sedikit pahit | Aroma khas kue pandan | Padat, lembut, sedikit berminyak |
| 4 | Abu-abu muda | Asin sedikit pahit | Aroma khas kue pandan | Padat, agak keras |
| 7 | Abu-abu pekat, berjamur | Tidak layak konsumsi | Bau tengik | Keras |

Tabel XVII. Hasil penentuan waktu kadaluarsa kue sorgum S4

| Hari ke | Perubahan | | | |
|---------|-------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------------------|
| | Warna | Rasa | Aroma | Tekstur |
| 1 | Abu-abu muda | Manis | Aroma khas kue pandan | Padat, lembut, sedikit berminyak |
| 4 | Abu-abu muda | Manis | Aroma khas kue pandan | Padat, agak keras |
| 7 | Abu-abu pekat, berjamur | Tidak layak konsumsi | Bau tengik | Keras |



Lampiran 1. Lanjutan

Tabel XVIII. Hasil perhitungan uji kesukaan kue sorgum oleh panelis indikator warna

| Panelis | S1 | S2 | S3 | S4 |
|----------------|-----|------|-----|------|
| 1 | 4 | 5 | 4 | 4 |
| 2 | 5 | 4 | 3 | 4 |
| 3 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 5 | 5 | 5 | 4 | 3 |
| 6 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| 7 | 4 | 5 | 5 | 4 |
| 8 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 9 | 5 | 5 | 4 | 3 |
| 10 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 11 | 5 | 4 | 5 | 3 |
| 12 | 4 | 5 | 4 | 4 |
| 13 | 5 | 4 | 3 | 5 |
| 14 | 4 | 5 | 4 | 4 |
| 15 | 5 | 4 | 5 | 5 |
| 16 | 4 | 5 | 4 | 5 |
| 17 | 5 | 4 | 5 | 4 |
| 18 | 4 | 5 | 3 | 3 |
| 19 | 5 | 4 | 5 | 4 |
| 20 | 4 | 5 | 4 | 5 |
| Jumlah | 90 | 91 | 82 | 81 |
| Rerata | 4,5 | 4,55 | 4,1 | 4,05 |
| Skor Maksimal | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Persentase (%) | 90 | 91 | 82 | 81 |
| Kriteria | SS | SS | S | S |

Lampiran 1. Lanjutan

Tabel XIX. Hasil perhitungan uji kesukaan kue sorgum oleh panelis indikator aroma

| Panelis | S1 | S2 | S3 | S4 |
|----------------|------|-----|-----|------|
| 1 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| 2 | 4 | 5 | 4 | 3 |
| 3 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 4 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 5 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 6 | 5 | 3 | 4 | 4 |
| 7 | 3 | 5 | 4 | 5 |
| 8 | 4 | 5 | 3 | 4 |
| 9 | 4 | 4 | 5 | 4 |
| 10 | 4 | 5 | 5 | 4 |
| 11 | 3 | 4 | 3 | 5 |
| 12 | 4 | 5 | 4 | 4 |
| 13 | 5 | 5 | 4 | 3 |
| 14 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| 15 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| 16 | 3 | 4 | 5 | 5 |
| 17 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| 18 | 4 | 5 | 4 | 3 |
| 19 | 5 | 3 | 3 | 3 |
| 20 | 5 | 4 | 3 | 4 |
| Jumlah | 81 | 88 | 80 | 81 |
| Rerata | 4,05 | 4,4 | 4 | 4,05 |
| Skor Maksimal | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Persentase (%) | 81 | 88 | 80 | 81 |
| Kriteria | S | SS | S | S |

Lampiran 1. Lanjutan

Tabel XX. Hasil perhitungan uji kesukaan kue sorgum oleh panelis indikator rasa manis

| Panelis | S1 | S2 | S3 | S4 |
|----------------|------|------|-----|-----|
| 1 | 1 | 5 | 2 | 4 |
| 2 | 2 | 4 | 1 | 5 |
| 3 | 2 | 4 | 1 | 4 |
| 4 | 3 | 5 | 1 | 4 |
| 5 | 2 | 5 | 2 | 3 |
| 6 | 1 | 4 | 1 | 4 |
| 7 | 1 | 4 | 1 | 5 |
| 8 | 2 | 5 | 2 | 4 |
| 9 | 1 | 5 | 2 | 4 |
| 10 | 1 | 4 | 1 | 5 |
| 11 | 2 | 4 | 1 | 4 |
| 12 | 2 | 5 | 2 | 4 |
| 13 | 2 | 4 | 2 | 5 |
| 14 | 1 | 4 | 2 | 4 |
| 15 | 1 | 5 | 1 | 4 |
| 16 | 1 | 5 | 2 | 4 |
| 17 | 1 | 5 | 1 | 5 |
| 18 | 1 | 4 | 1 | 4 |
| 19 | 1 | 4 | 1 | 4 |
| 20 | 1 | 4 | 1 | 4 |
| Jumlah | 29 | 89 | 28 | 84 |
| Rerata | 1,45 | 4,45 | 1,4 | 4,2 |
| Skor Maksimal | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Persentase (%) | 29 | 89 | 28 | 84 |
| Kriteria | TS | SS | TS | SS |

Lampiran 1. Lanjutan

Tabel XXI. Hasil perhitungan uji kesukaan kue sorgum oleh panelis indikator tekstur

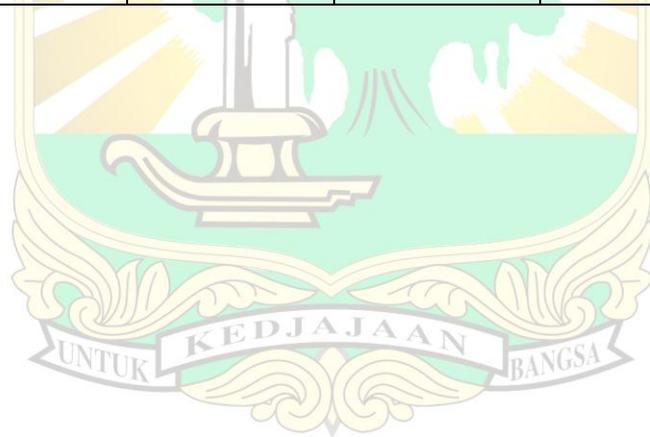
| Panelis | S1 | S2 | S3 | S4 |
|----------------|------|-----|------|-----|
| 1 | 4 | 5 | 4 | 4 |
| 2 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| 3 | 4 | 3 | 4 | 5 |
| 4 | 3 | 4 | 4 | 3 |
| 5 | 5 | 5 | 3 | 4 |
| 6 | 4 | 5 | 3 | 4 |
| 7 | 4 | 4 | 4 | 3 |
| 8 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 9 | 4 | 4 | 3 | 5 |
| 10 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| 11 | 3 | 4 | 4 | 3 |
| 12 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 13 | 5 | 4 | 4 | 4 |
| 14 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 15 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 16 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| 17 | 3 | 4 | 5 | 3 |
| 18 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 19 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| 20 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| Jumlah | 83 | 88 | 81 | 82 |
| Rerata | 4,15 | 4,4 | 4,05 | 4,1 |
| Skor Maksimal | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Persentase (%) | 83 | 88 | 81 | 82 |
| Kriteria | S | SS | S | S |

| Keterangan | Skor 5: Sangat Suka (SS) | Kriteria: Skor 84% -100% (SS) |
|------------|--------------------------|-------------------------------|
| | Skor 4: Suka (S) | Skor 68% - 83,99% (S) |
| | Skor 3: Cukup Suka (CS) | Skor 52% - 67,99% (CS) |
| | Skor 2: Kurang Suka(KS) | Skor 36% - 51,99% (KS) |
| | Skor 1: Tidak Suka (TS) | Skor 20% -35,99% (TS) |

Lampiran 1. Lanjutan

Tabel XXII. Hasil tingkat kesukaan panelis terhadap kue sorgum

| Kue Sorgum | Aspek Penilaian | Rerata | Persentase (%) | Kriteria | Kriteria Keseluruhan aspek |
|------------|-----------------|--------|----------------|----------|----------------------------|
| S1 | Warna | 4,5 | 90 | SS | 70,75 % Suka |
| | Aroma | 4,05 | 81 | S | |
| | Rasa Manis | 1,45 | 29 | TS | |
| | Tekstur | 4,15 | 83 | S | |
| S2 | Warna | 4,55 | 91 | SS | 89 % Sangat Suka |
| | Aroma | 4,4 | 88 | SS | |
| | Rasa Manis | 4,45 | 89 | SS | |
| | Tekstur | 4,4 | 88 | SS | |
| S3 | Warna | 4,1 | 82 | S | 67,75 % Cukup Suka |
| | Aroma | 4 | 80 | S | |
| | Rasa Manis | 1,4 | 28 | TS | |
| | Tekstur | 4,05 | 81 | S | |
| S4 | Warna | 4,05 | 81 | S | 82 % Suka |
| | Aroma | 4,05 | 81 | S | |
| | Rasa Manis | 4,2 | 84 | SS | |
| | Tekstur | 4,1 | 82 | S | |



Lampiran 2. Contoh-Contoh perhitungan

1. Perhitungan kadar air

$$\text{Kadar air} = \frac{v}{w} \times 100 \%$$

$$\text{Kadar air} = \frac{66,619 - 66,229}{2,0827} \times 100 \%$$

$$\text{Kadar air} = 18,72 \%$$

2. Perhitungan kadar abu

$$\text{Kadar abu} = \frac{W2 - W1}{w} \times 100 \%$$

$$\text{Kadar abu} = \frac{64,545 - 64,537}{2,082} \times 100 \%$$

$$\text{Kadar abu} = 0,41 \%$$

3. Perhitungan kadar protein

$$\text{Kadar protein} = \frac{(\text{ml blanko} - \text{ml HCl}) \times \text{NHCl} \times 0,014 \times \text{fp} \times 6,25}{\text{sampel (g)}} \times 100 \%$$

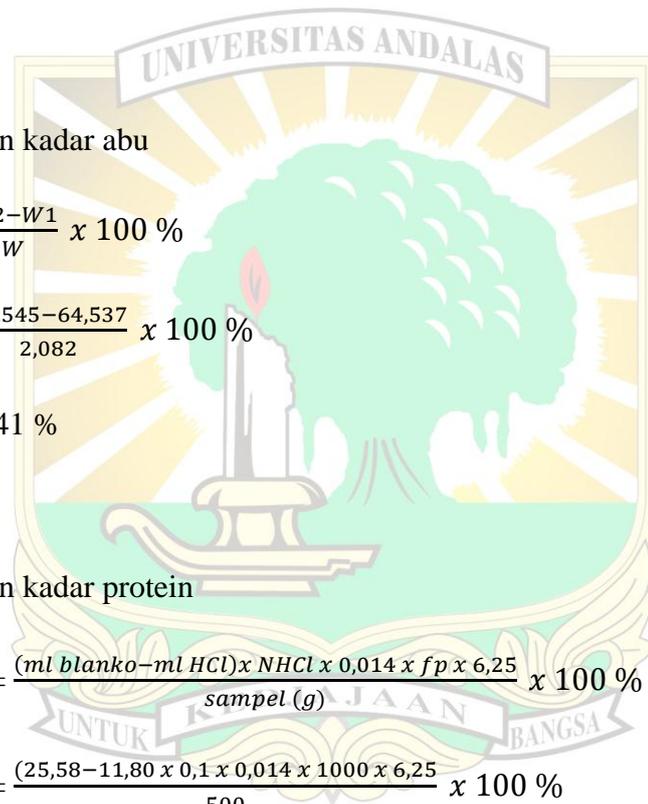
$$\text{Kadar protein} = \frac{(25,58 - 11,80) \times 0,1 \times 0,014 \times 1000 \times 6,25}{500} \times 100 \%$$

$$\text{Kadar protein} = 24,02 \%$$

4. Perhitungan kadar lemak

$$\text{Kadar lemak} = \frac{W3 - W2}{W1} \times 100 \%$$

$$\text{Kadar lemak} = \frac{(106,01) - 105,8509}{1,009} \times 100 \%$$



Kadar lemak = 15,76 %

5. Perhitungan karbohidrat

Karbohidrat = 100 % - (kadar protein + lemak + kadar abu + kadar air) %

Karbohidrat = 100 % - (24,02 + 15,76 + 0,41 + 18,72) %

Karbohidrat = 63,11 %

6. Perhitungan energi

Energi = (karbohidrat x 4) + (lemak x 9) + (protein x 4)

Energi = (63,11 x 4) + (15,76 x 9) + (24,02 x 4)

Energi = 490,36 Kal

7. Perhitungan serat kasar

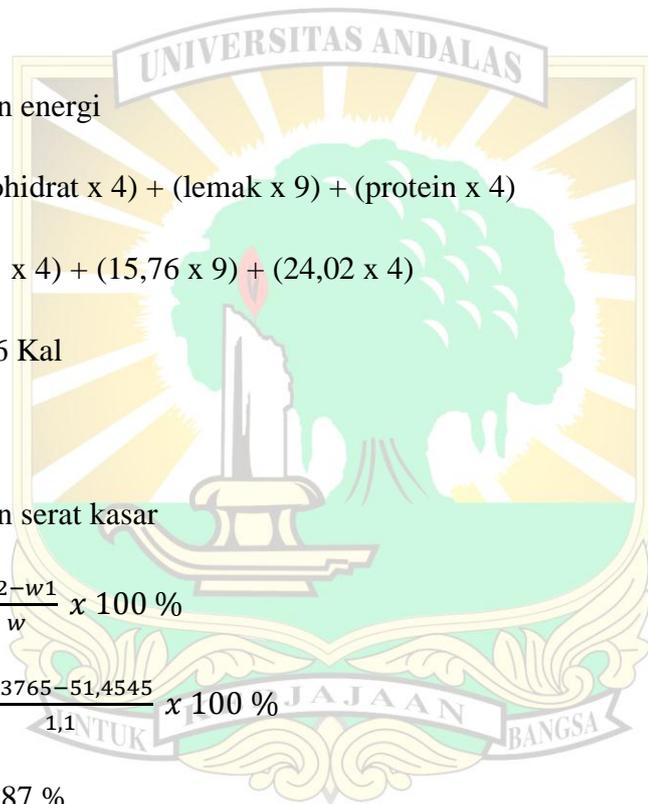
Serat kasar = $\frac{w_2 - w_1}{w} \times 100 \%$

Serat kasar = $\frac{52,3765 - 51,4545}{1,1} \times 100 \%$

Serat kasar = 0,87 %

8. Perhitungan Angka Kecukupan Gizi (AKG)

Mencari label gizi produk pangan (Lampiran ke[utusan Kepala Badan POM RI No. HK.0005526291). Perhitungan AKG berdasarkan pada target konsumen, yaitu masyarakat umum.



a. Target konsumen

Target konsumen : masyarakat umum/ mahasiswa termasuk dalam kategori umum

b. Menentukan berat atau isi tiap kemasan

Takaran saji : 8 bungkus (40 g)

Isi tiap kemasan : 2 takaran saji (80 g)

Basis perhitungan dibawah ini berlaku untuk tiap takaran saji 40 g. Sehingga dilakukan perhitungan sebagai berikut :

- Kadar lemak = 15,76 %
Berat lemak pertakaran saji = $15,76 \% \times 40 \text{ g} = 6,3 \text{ g}$
- Kadar protein = 24,02 %
Berat protein pertakaran saji = $24,02 \% \times 40 \text{ g} = 9,60 \text{ g}$
- Kadar karbohidrat = 63,11 %
Berat karbohidrat pertakaran saji = $63,11 \% \times 40 \text{ g} = 25,24 \text{ g}$
- Kadar serat kasar = 0,87 %
Berat serat kasar pertakaran saji = $0,87 \% \times 40 \text{ g} = 0,34 \text{ g}$

c. Perhitungan energi total dan energi dari lemak

- Perhitungan energi total
 $= (\text{Berat Lemak} \times 9) + (\text{Berat Protein} \times 4) + (\text{Berat Karbohidrat} \times 4)$
 $= (6,3 \times 9) + (9,6 \times 4) + (25,24 \times 4)$
 $= 196,06 \text{ Kal}$
- Energi dari lemak = berat lemak x 9
 $= 6,3 \times 9$
 $= 56,7 \text{ Kal}$

d. Perhitungan persentasi AKG

- $\% \text{ AKG lemak} = \frac{\text{berat lemak pertakaran saji}}{\text{nilai acuan label gizi}} \times 100 \%$

$$\% \text{ AKG lemak} = \frac{6,3}{62} \times 100 \%$$

$$\% \text{ AKG lemak} = 10,16 \%$$

- $\% \text{ AKG protein} = \frac{\text{berat protein}}{\text{nilai AKG protein}} \times 100 \%$

$$\% \text{ AKG Protein} = \frac{9,60}{60} \times 100 \%$$

$$\% \text{ AKG protein} = 16,01 \%$$

- $\% \text{ AKG karbohidrat total} = \frac{\text{Berat karbohidrat}}{\text{Nilai AKG karbohidrat}} \times 100 \%$

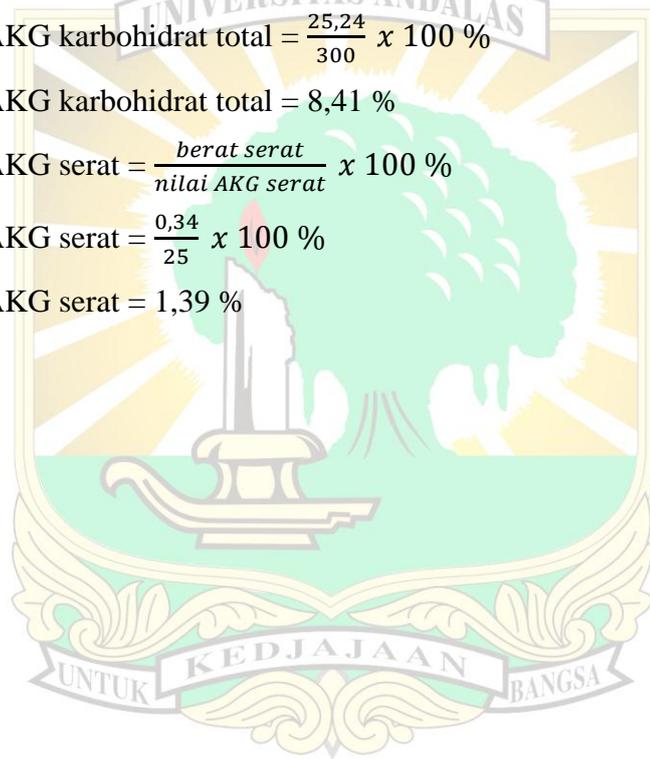
$$\% \text{ AKG karbohidrat total} = \frac{25,24}{300} \times 100 \%$$

$$\% \text{ AKG karbohidrat total} = 8,41 \%$$

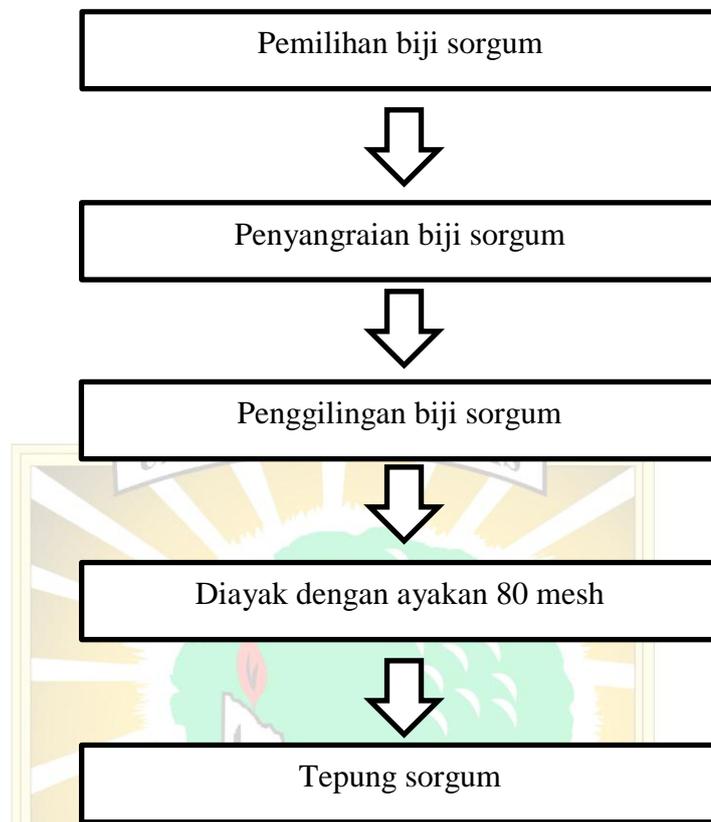
- $\% \text{ AKG serat} = \frac{\text{berat serat}}{\text{nilai AKG serat}} \times 100 \%$

$$\% \text{ AKG serat} = \frac{0,34}{25} \times 100 \%$$

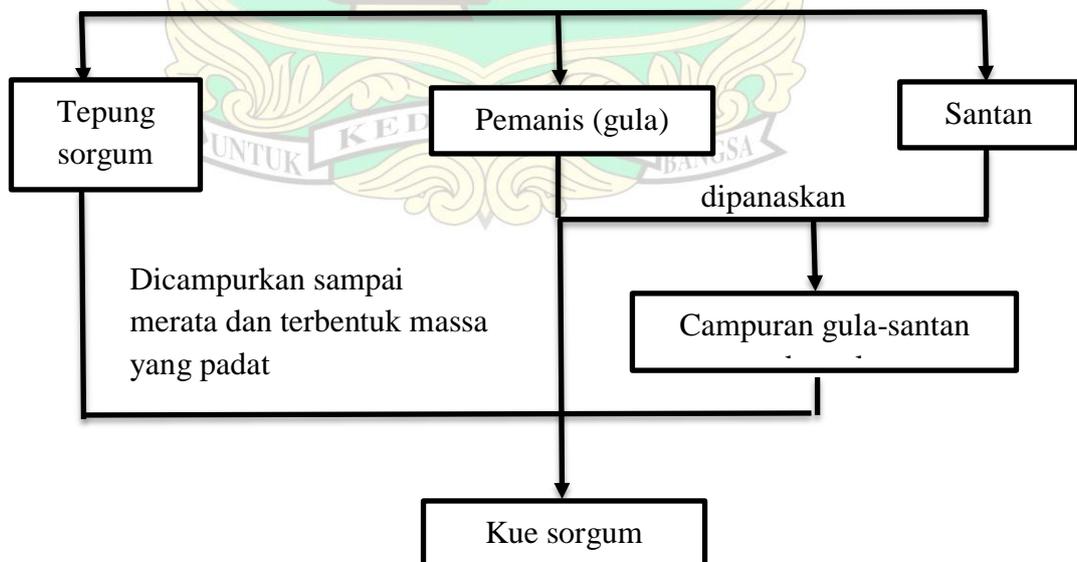
$$\% \text{ AKG serat} = 1,39 \%$$



Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian

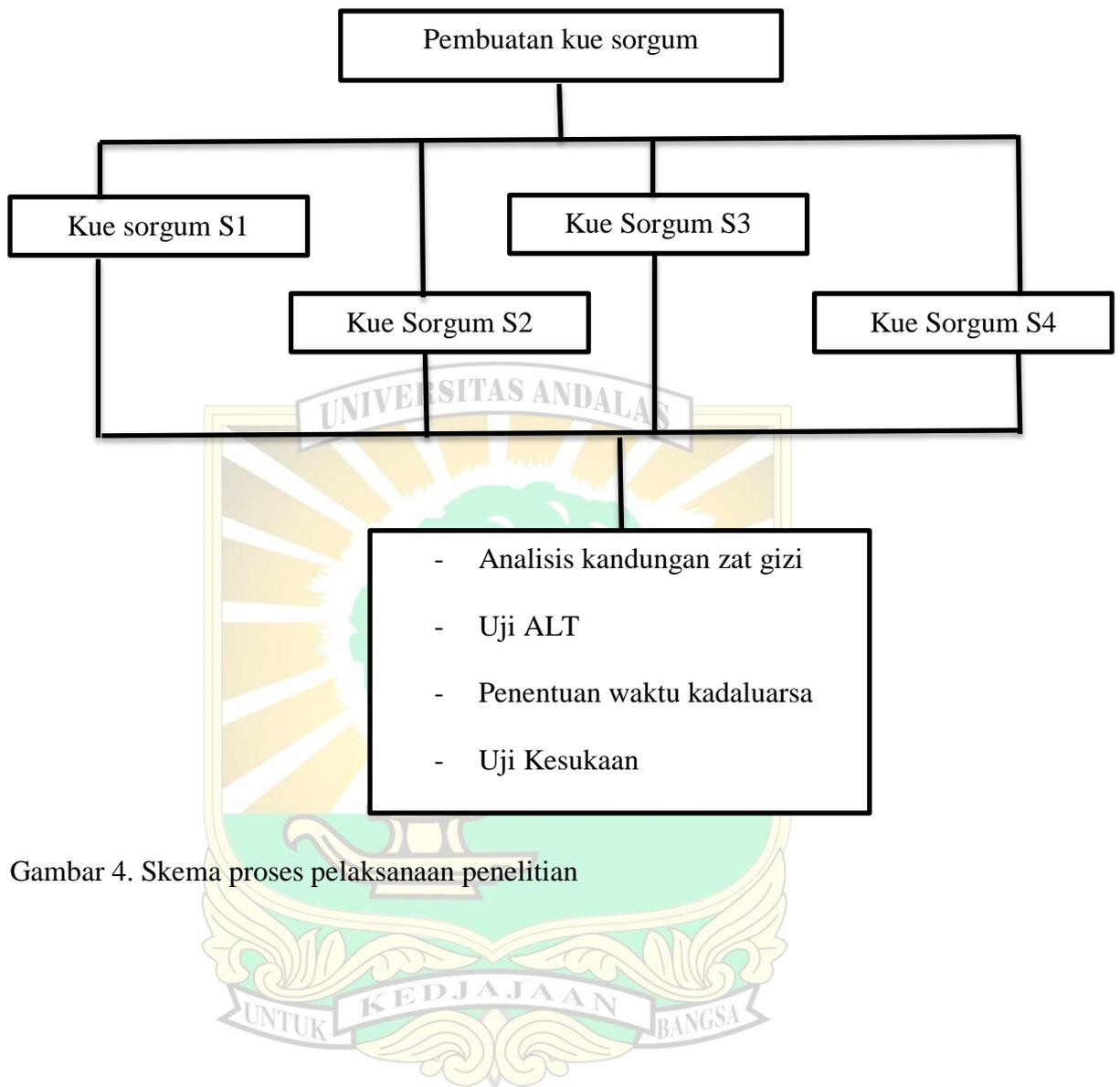


Gambar 2. Skema kerja pembuatan tepung sorgum



Gambar 3. Skema kerja pembuatan kue sorgum

Lampiran 3. Lanjutan



Gambar 4. Skema proses pelaksanaan penelitian

Lampiran 3. Lanjutan



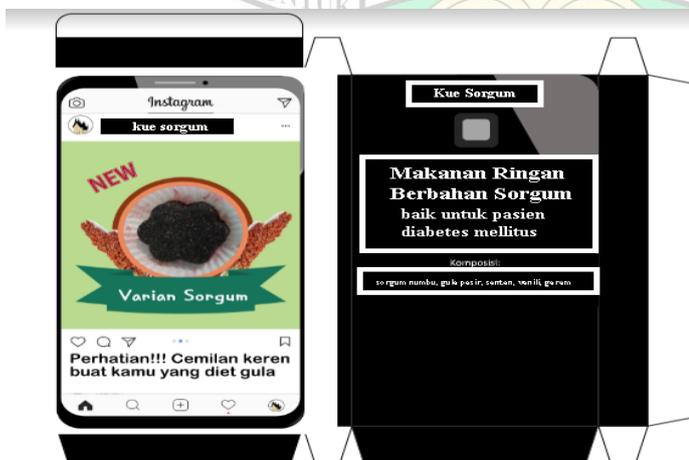
(a)

(b)

Gambar 5. (a) Tepung sorgum numbu (b) tepung sorgum merah



Gambar 6. Gula pasir



Gambar 7. Kemasan Kue Sorgum



(a)



(b)

Gambar 8. Kue Sorgum (a) S1 (b) S2

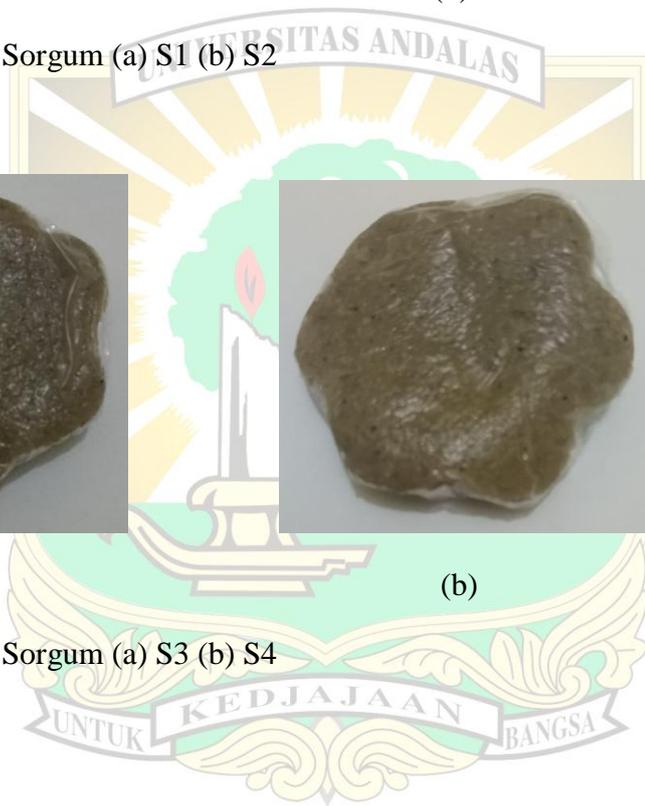


(a)

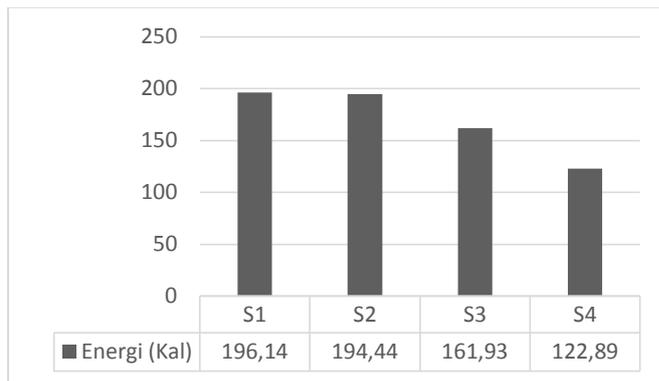


(b)

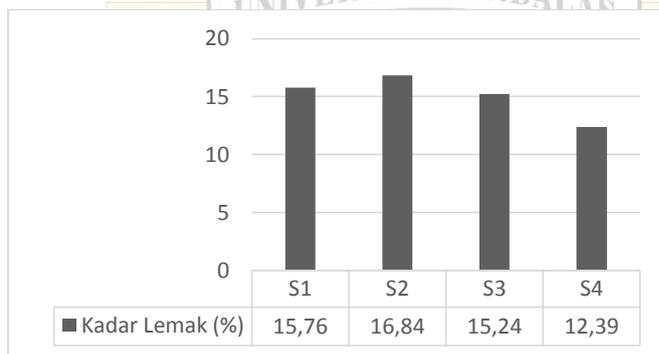
Gambar 9. Kue Sorgum (a) S3 (b) S4



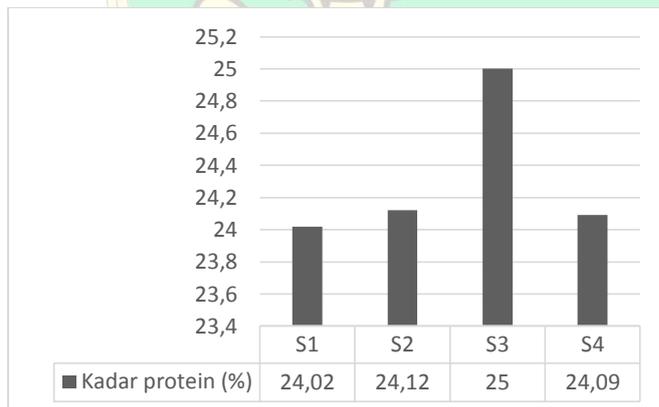
Lampiran 3. Lanjutan



Gambar 10. Diagram kandungan energi kue sorgum

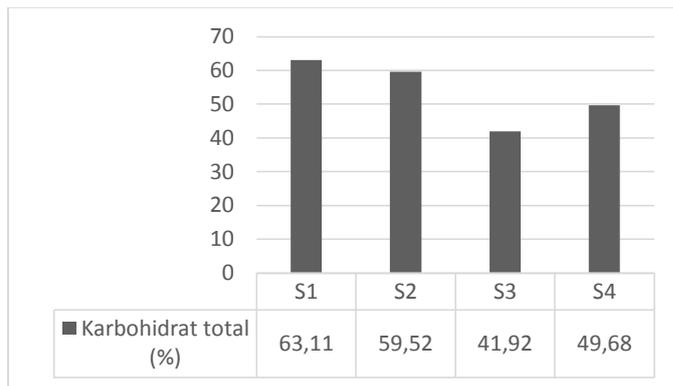


Gambar 11. Diagram kandungan lemak kue sorgum

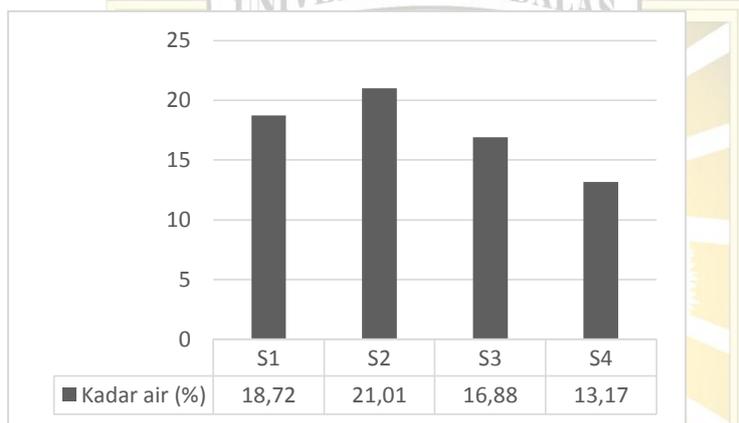


Gambar 12. Diagram kandungan protein kue sorgum

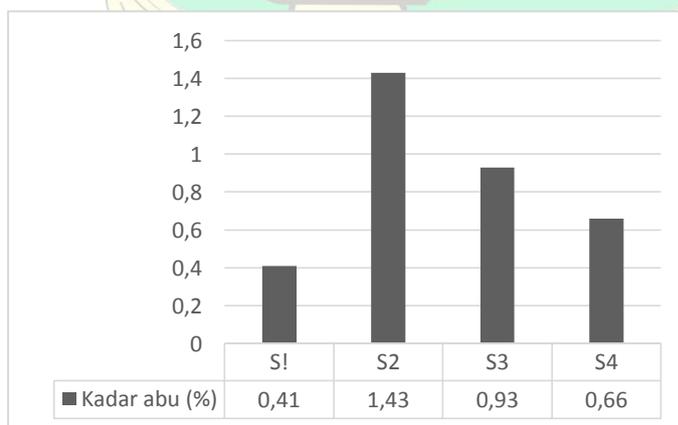
Lampiran 3. Lanjutan



Gambar 13. Diagram kandungan karbohidrat total kue sorgum

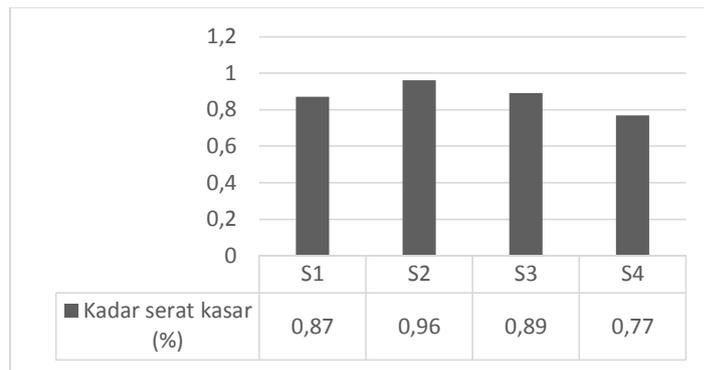


Gambar 14. Diagram kandungan air kue sorgum

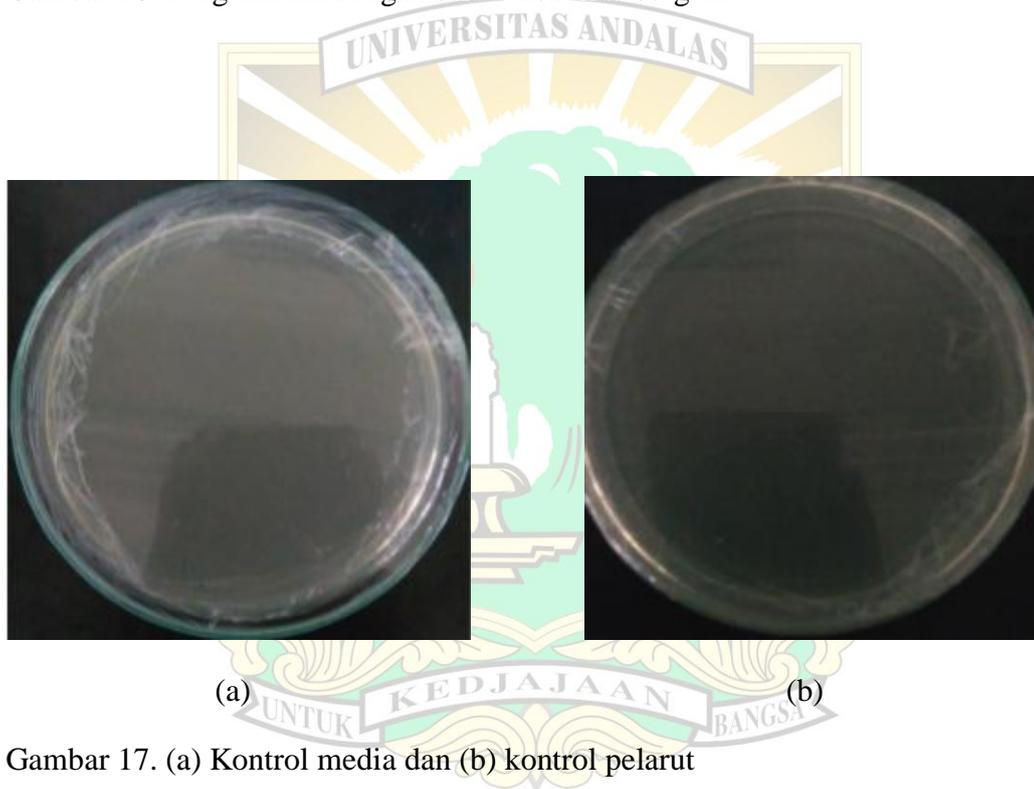


Gambar 15. Diagram kandungan kadar abu kue sorgum

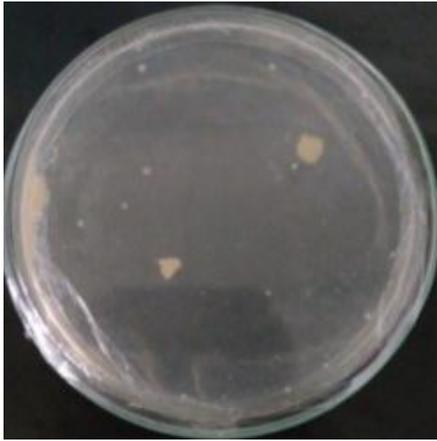
Lampiran 3. Lanjutan



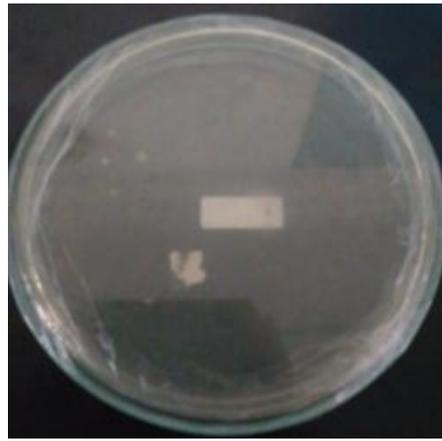
Gambar 16. Diagram kandungan serat kasar kue sorgum



Gambar 17. (a) Kontrol media dan (b) kontrol pelarut

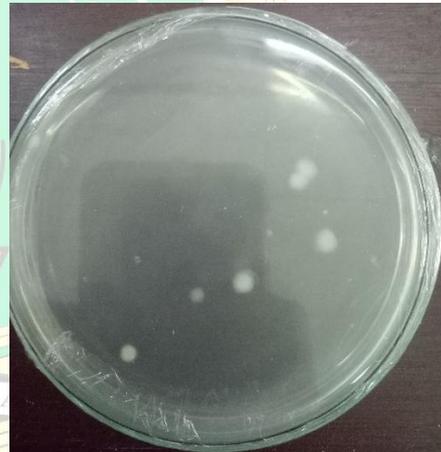
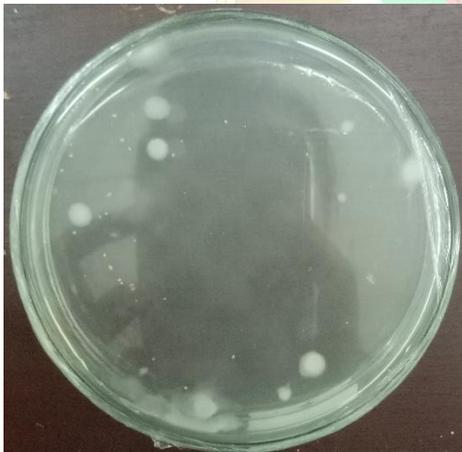


(a)

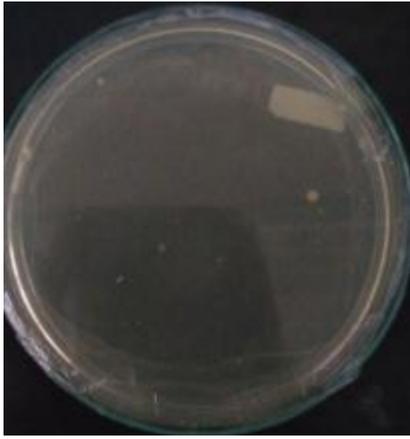


(b)

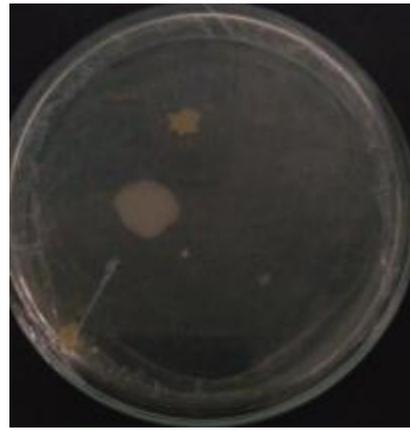
Gambar 18. Jumlah koloni bakteri kue sorgum S1 pada pengenceran (a) 10^{-3} dan (b) 10^{-4} inkubasi 24 jam



Gambar 19. Jumlah koloni bakteri kue sorgum S2 pada pengenceran (a) 10^{-3} dan (b) 10^{-4} inkubasi 24 jam

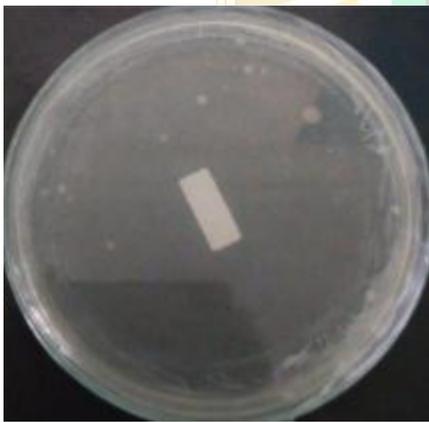


(a)

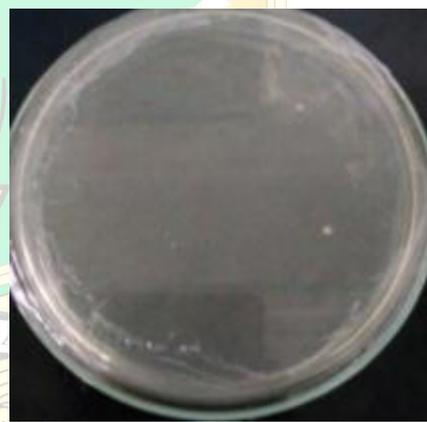


(b)

Gambar 20. Jumlah koloni bakteri kue sorgum S3 pada pengenceran (a) 10^{-3} dan (b) 10^{-4} inkubasi 24 jam



(a)



(b)

Gambar 21. Jumlah koloni bakteri kue sorgum S4 pada pengenceran (a) 10^{-3} dan (b) 10^{-4} inkubasi 24 jam

FORMULIR UJI KESUKAAN

Nama :

Jenis Kelamin : L / P (*Coret yang tidak perlu)

Usia :th

Tanggal penilaian :

Bahan/sampel : *Kue Sorgum*

Petunjuk :

Dihadapan saudara/i disajikan 1 sampel *Kue Sorgum*. Saudara/i diminta untuk memberikan penilaian pada kolom yang tersedia di lembar penilaian dengan cara memberi tanda *check* (✓) berdasarkan skor tingkat kesukaan saudara terhadap sampel *Kue Sorgum* tersebut sesuai dengan kriteria di bawah ini :

| Tingkat Kesukaan | Skor |
|------------------|------|
| Sangat Suka | 5 |
| Suka | 4 |
| Cukup Suka | 3 |
| Kurang Suka | 2 |
| Tidak Suka | 1 |

Sebelum dan sesudah mencicipi *Kue Sorgum*, saudara/i diminta untuk minum air putih terlebih dahulu.

Atas kerjasamanya, saya ucapkan terimakasih

Peneliti,

D.A.Ayu Ingriani M

Gambar 22. Formulir penilaian uji kesukaan



LEMBAR PENILAIAN

| No | Aspek Penilaian | Indikator Penilaian | Skor | Nilai |
|----|------------------------------|---------------------|------|-------|
| 1 | Warna | Sangat Suka | 5 | |
| | | Suka | 4 | |
| | | Cukup Suka | 3 | |
| | | Kurang Suka | 2 | |
| | | Tidak Suka | 1 | |
| 2 | Aroma khas <i>Kue Sorgum</i> | Sangat Suka | 5 | |
| | | Suka | 4 | |
| | | Cukup Suka | 3 | |
| | | Kurang Suka | 2 | |
| | | Tidak Suka | 1 | |
| 3 | Rasa Manis | Sangat Suka | 5 | |
| | | Suka | 4 | |
| | | Cukup Suka | 3 | |
| | | Kurang Suka | 2 | |
| | | Tidak Suka | 1 | |
| 4 | Tekstur | Sangat Suka | 5 | |
| | | Suka | 4 | |
| | | Cukup Suka | 3 | |
| | | Kurang Suka | 2 | |
| | | Tidak Suka | 1 | |
| 5 | Rasa Gurih | Sangat Suka | 5 | |
| | | Suka | 4 | |
| | | Cukup Suka | 3 | |
| | | Kurang Suka | 2 | |
| | | Tidak Suka | 1 | |

Gambar 23. Lembar penilaian uji kesukaan

| Kategori Pangan | Jenis Pangan Olahan | Jenis Mikroba | n | c | m | M | Metode Analisis | |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|
| | atau dibekukan) dalam bentuk kering (misal: mie instan) | | | | | | | |
| 06.5 | Makanan Pencuci Mulut Berbasis Sereal dan Pati (Misalnya Puding Nasi, Puding Tapioka) | ALT | 5 | 2 | 10 ⁴ koloni/g | 10 ⁴ koloni/g | ISO 4833-1:2013 | |
| | | <i>Bacillus cereus</i> | 5 | 1 | 10 ² koloni/g | 10 ⁴ koloni/g | SNI ISO 7932:2012 | |
| | | <i>Salmonella</i> | 5 | 0 | negatif/25 g | NA | ISO 6579:2002 | |
| | | <i>Staphylococcus aureus</i> | 5 | 2 | 10 ⁴ koloni/g | 10 ⁴ koloni/g | SNI ISO 6888-1:2012 | |
| 06.6 | Tepung Bumbu (Misalnya Untuk Melapisi Permukaan Ikan atau Daging Ayam) | ALT | 5 | 2 | 10 ⁴ koloni/g | 10 ⁴ koloni/g | ISO 4833-1:2013 | |
| | | Enterobacteriaceae | 5 | 2 | 10 ⁴ koloni/g | 10 ⁴ koloni/g | ISO 21528-2:2004 | |
| | | <i>Bacillus cereus</i> | 5 | 1 | 10 ⁴ koloni/g | 10 ⁴ koloni/g | SNI ISO 7932:2012 | |
| | | Kapang dan khamir | 5 | 2 | 10 ⁴ koloni/g | 10 ⁴ koloni/g | SNI ISO 21527-1:2012 | |
| 06.7 | Kue Beras | Dodol, jenang, gelamai | ALT | 5 | 2 | 10 ⁴ koloni/g | 10 ⁴ koloni/g | ISO 4833-1:2013 |
| | | | <i>Bacillus cereus</i> | 5 | 1 | 10 ² koloni/g | 10 ⁴ koloni/g | SNI ISO 7932:2012 |
| | | | <i>Salmonella</i> | 5 | 0 | negatif/25 g | NA | ISO 6579:2002 |
| | | | <i>Staphylococcus aureus</i> | 5 | 2 | 10 ⁴ koloni/g | 10 ⁴ koloni/g | SNI ISO 6888-1:2012 |
| | Produk selain dodol (wingko, yangko berbasis tepung beras ketan dan wajuk) | ALT | 5 | 2 | 10 ⁴ koloni/g | 10 ⁴ koloni/g | ISO 4833-1:2013 | |
| | | | <i>Bacillus cereus</i> | 5 | 1 | 10 ⁴ koloni/g | 10 ⁴ koloni/g | SNI ISO 7932:2012 |
| | | | <i>Salmonella</i> | 5 | 0 | negatif/25 g | NA | ISO 6579:2002 |

Gambar 24. Syarat kriteria mikrobiologi dalam pangan olahan Peraturan BPOM Tahun 2016

| INFORMASI NILAI GIZI | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------|
| Takaran saji : 8 bungkus (40 g) | | |
| Jumlah takaran saji per kemasan : 1 takaran saji | | |
| JUMLAH PERTAKARAN SAJI | | |
| Energi total | 196 Kal | Energi dari lemak 56,73 Kal |
| | | % AKG |
| Lemak total | 6,3 g | 10,16 % |
| Protein | 9,6 g | 16,01 % |
| Karbohidrat | 25,24 g | 8,41% |
| Serat kasar | 0,34 g | 1,39 % |
| <ul style="list-style-type: none"> • Persen AKG berdasarkan kebutuhan energi 2000 kalori. Kebutuhan energi Anda mungkin lebih tinggi atau rendah | | |

Gambar 25. Informasi nilai gizi kue sorgum S1

| INFORMASI NILAI GIZI | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------------|
| Takaran saji : 8 bungkus (40 g) | | |
| Jumlah takaran saji per kemasan : 1 takaran saji | | |
| JUMLAH PERTAKARAN SAJI | | |
| Energi total | 194,4 Kal | Energi dari lemak 60,62 Kal |
| | | % AKG |
| Lemak total | 6,73 g | 10,86 % |
| Protein | 9,64 g | 16,08 % |
| Karbohidrat | 23,80 g | 7,93% |
| Serat kasar | 0,38 g | 1,53 % |
| <ul style="list-style-type: none"> • Persen AKG berdasarkan kebutuhan energi 2000 kalori. Kebutuhan energi Anda mungkin lebih tinggi atau rendah | | |

Gambar 26. Informasi nilai gizi kue sorgum S2

| INFORMASI NILAI GIZI | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------|
| Takaran saji : 8 bungkus (40 g) | | |
| Jumlah takaran saji per kemasan : 1 takaran saji | | |
| JUMLAH PERTAKARAN SAJI | | |
| Energi total | 161,93 Kal | Energi dari lemak 54,86 Kal |
| | | % AKG |
| Lemak total | 6,09 g | 9,83 % |
| Protein | 10 g | 16,66 % |
| Karbohidrat | 16,76 g | 5,58% |
| Serat kasar | 0,35 g | 1,42 % |
| <ul style="list-style-type: none"> • Persen AKG berdasarkan kebutuhan energi 2000 kalori. Kebutuhan energi Anda mungkin lebih tinggi atau rendah | | |

Gambar 27. Informasi nilai gizi kue sorgum S3

| INFORMASI NILAI GIZI | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------|
| Takaran saji : 8 bungkus (40 g) | | |
| Jumlah takaran saji per kemasan : 1 takaran saji | | |
| JUMLAH PERTAKARAN SAJI | | |
| Energi total | 122,89 Kal | Energi dari lemak 44,60 Kal |
| | | % AKG |
| Lemak total | 4,95 g | 7,99 % |
| Protein | 9,63 g | 16,06 % |
| Karbohidrat | 19,87 g | 6,62% |
| Serat kasar | 0,3 g | 1,23 % |
| <ul style="list-style-type: none"> • Persen AKG berdasarkan kebutuhan energi 2000 kalori. Kebutuhan energi Anda mungkin lebih tinggi atau rendah | | |

Gambar 28. Informasi nilai gizi kue sorgum S4

