

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sorgum

1. Definisi Sorgum

Sorgum (*sorghum bicolor*) didefinisikan sebagai tanaman sereal terpenting kelima di dunia setelah jagung, gandum, beras, dan barley (Cowan et al., 2022). Sorgum merupakan sereal bebas gluten yang kaya akan protein, serat pangan, dan zat besi. Sorgum dapat digunakan sebagai bahan pangan alternatif karena rendah gluten dan memiliki kandungan gizi yang tinggi, sehingga menjadikannya sebagai bahan pangan fungsional yang menjanjikan (Nur Ashfiah, 2019).

Sorgum merupakan sumber mineral, vitamin, protein, antioksidan, dan energi yang penting untuk mengatasi ketahanan pangan, ketahanan gizi dengan biaya rendah, tahan terhadap perubahan iklim ekstrem, dan memiliki manfaat untuk kesehatan. Produksi sorgum dalam jumlah besar dan pengolahan yang tepat dapat menjadi alternatif yang baik untuk mengatasi kekeringan dan kualitas tanah yang buruk, meningkatkan status gizi penduduk, dan menghasilkan pendapatan bagi petani di seluruh dunia (Riset & Firmansyah, 2023).



Gambar 1. Tanaman Sorgum dan Biji Sorgum

Sorgum memiliki potensi tidak hanya untuk kebutuhan rumah tangga, namun juga bernilai penting untuk pengembangan industri baru. Budidaya sorgum telah mencapai 15 rb hektar yang tersebar di Jawa,

Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Nusa Tenggara Barat (NTB) dan Nusa Tenggara Timur (NTT) (Riset & Firmansyah, 2023).

Taksonomi tanaman sorgum diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Class : Monocotyledoneae
Ordo : Poales
Family : Poaceae
Sub family : Panicoideae
Genus : Sorghum
Species : *bicolor* (Iriany & Makkulawu, 2013).

2. Karakteristik Sorgum

Sorgum merupakan salah satu sumber karbohidrat potensial di Indonesia dan mudah beradaptasi dalam proses pertumbuhannya, karena cocok ditanam pada musim kemarau, dimana ketersediaan air hujan sudah berkurang, namun dengan perakarannya yang masih dapat memanjang, sorgum tetap dapat tumbuh dan berkembang biak dengan baik (Yusra & Putri, 2023). Tanaman sorgum juga lebih tahan terhadap hama dan penyakit sehingga risiko gagal panen cenderung kecil (Suarni, 2017). Sorgum memiliki tekstur agak kasar, kering, berpasir, dan crumb yang cepat mengeras sehingga daya cerna karbohidrat dan proteinnya kurang baik dibandingkan tepung lainnya (Yusra & Putri, 2023).

Biji sorgum umumnya berbentuk bulat atau gelendong dan berwarna merah atau putih. Lapisan terluar biji sorgum adalah perikarp, organ penyimpanan utama adalah endosperma, dan bagian terpenting adalah sumbu embrio dan skutelum. Sebagian besar protein dan karbohidrat disimpan dalam endosperma biji sorgum, sedangkan biji terdiri dari mineral dan minyak untuk mempertahankan perkembangan utama biji yang berkecambah (Riset & Firmansyah, 2023).

3. Kandungan Gizi Sorgum

Biji sorgum mengandung berbagai antioksidan, mineral seperti zat besi, serat, oligosakarida, dan β -glukan yang termasuk dalam karbohidrat. Kandungan energi yang tinggi dan potensi antioksidan yang tinggi dari

tanaman sorgum dapat menjamin peningkatan status gizi, dan dengan demikian membantu untuk memenuhi ketahanan pangan bersama dengan keamanan gizi. Namun, sebagian besar penggunaan makanan terbatas pada bagian tradisional, dan komersialisasi masih tinggi (Riset & Firmansyah, 2023). Berikut merupakan kandungan gizi sorgum per 100 gr.

4. Perbandingan Kandungan Gizi Sorgum dan Terigu

Tabel 1. Kandungan Gizi Sorgum

Kandungan Zat Gizi	Jumlah
Energi (kkal)	339,0
Protein (gr)	11,3
Karbohidrat (gr)	74,6
Lemak (gr)	3,3
Serat (gr)	2,7
Tiamin (mg)	0,237
Riboflavin (mg)	0,142
Niasin (mg)	2,972
Vitamin B6 (mg)	0,59
Folat (g)	0,02
Vitamin B12 (mg)	0,0
Vitamin A (IU)	1,6
Vitamin E (mg)	1,2
Vitamin C (mg)	2
Kalsium (mg)	28
Besi (mg)	4,4
Magnesium (mg)	0,19
Fosfat (mg)	287
Kalium (mg)	350
Natrium (mg)	6
Seng (mg)	1,54
Tembaga (mg)	1,08
Mangan (mg)	1,63
Indeks Glikemik	41

Sumber: (Chhikara et al., 2019)

Tabel 2. Kandungan Gizi Tepung Terigu

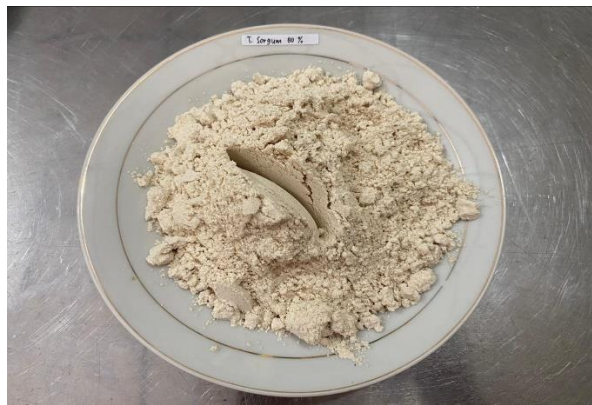
No	Komposisi	Satuan	Jumlah
1	Abu (Ash)	Gr	1,0
2	Air (Water)	Gr	11,8
3	Besi (Fe), Ferrum, Iron	Mg	6,3
4	β – Karoten (Carotenes)	Mg	-
5	Energi (Energy)	Gr	333
6	Fosfor (P), Phosphorus	Mg	150
7	Kalium (K), Potassium	Mg	-
8	Kalsium (Ca), Calcium	Mg	22
9	Karbohidrat (CHO)	Gr	77,2
10	Karoten total (Re)	Mg	-
11	Lemak (Fat)	Gr	1,0
12	Natrium (Na), Sodium	Mg	2
13	Niasin, C ₆ H ₅ NO ₂ , Niacin	Mg	1,0
14	Protein	Gr	9,0
15	Retinol (vit A), C ₂₀ H ₃₀ O	Mg	-
16	Riboflavin (vitamin B ₂)	Mg	0,47
17	Seng (Zn), Zinc	Mg	2,8
18	Serat (Fiber)	Mg	0,3
19	Tembaga (Cu), Copper	Mg	0,002
20	Tiamina (vitamin B ₁)	Mg	0,35
21	Vitamin C	Mg	-

Sumber : Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI) 2017

Sorgum memiliki kandungan lipid (3,3%), protein (11,3%), dan karbohidrat (74%) yang tinggi, sehingga memperpendek masa simpan tepung dan membuatnya menjadi tengik. Sorgum memiliki kesamaan nutrisi dengan biji-bijian utama lainnya, seperti jagung, beras, dan gandum, yang merupakan komponen utama makanan olahan (Riset & Firmansyah, 2023).

5. Tepung Sorgum

Tepung sorgum merupakan produk yang dihasilkan dari biji sorgum. Biji sorgum dapat digunakan untuk membuat tepung sorgum sebagai pengganti gandum. Sejauh ini, sorgum telah diubah menjadi produk tepung untuk digunakan dalam berbagai proses kuliner. Salah satu pendekatan untuk meningkatkan nilai ekonomi sorgum adalah mengubahnya menjadi tepung sorgum. Saat membuat roti, tepung sorgum dapat digunakan sebagai pengganti tepung terigu. Kadar protein tepung sorgum hampir sama dengan tepung terigu, dan bahkan mengandung lebih banyak pati daripada tepung jagung (Yusra & Putri, 2023).



Gambar 2. Tepung Sorgum

Tepung sorgum menawarkan sejumlah manfaat, seperti kemudahan penggunaan, masa simpan yang lebih lama, dan kapasitas untuk diolah menjadi berbagai makanan olahan, yang semuanya dapat meningkatkan nilai pasar biji-bijian (Riset & Firmansyah, 2023). Salah satu produk sereal yang diketahui mengandung senyawa fenolik adalah sorgum. Tanin, senyawa fenolik sorgum yang paling melimpah, memiliki efek antioksidan (Prabawa et al., 2023a).

6. Proses Pembuatan Tepung Sorgum

Proses pembuatan tepung sorgum yang dijadikan pedoman dan sudah di modifikasi dalam penelitian ini adalah dari (Yusra & Putri, 2023), sebagai berikut :

1. Biji sorgum disortir dahulu.
2. Kemudian diblender hingga halus.
3. Selanjutnya, setelah diblender kemudian di ayak dengan menggunakan ayakan 80 mesh.
4. Diperoleh tepung sorgum yang siap digunakan.

7. Manfaat Sorgum

- a. Sorgum tidak memiliki kandungan gluten, sehingga dapat dijadikan alternatif pangan untuk konsumen yang menjalankan diet gluten, salah satunya seperti penyandang autisme dan celiac disease. Celiac disease adalah jenis penyakit autoimun yang terjadi ketika sistem imun bereaksi tidak normal dan menyerang sistem pencernaan.
- b. Sorgum tersusun dari zat-zat kompleks seperti pati, serat, asam fenolat, dan antioksidan sehingga aman dikonsumsi penderita diabetes karena dapat mengontrol kadar gula darah agar tetap stabil.
- c. Sorgum memiliki kandungan serat yang tinggi sehingga dapat bermanfaat bagi yang sedang menjalani diet atau program menurunkan berat badan. Sorgum mengandung serat tidak larut air atau serat kasar dan serat pangan, masing-masing sebesar 6,5% - 7,9% dan 1,1% - 1,23 %. Serat ini berperan penting dalam menjaga kesehatan pencernaan dan membantu mengikis kolesterol berbahaya (LDL), sehingga dapat menjaga kesehatan jantung dan mencegah stroke.
- d. Kandungan magnesium yang terdapat di dalam sorgum berperan untuk meningkatkan kesehatan tulang.
- e. Kandungan antioksidan pada sorgum, seperti asam fenolat dan tanin dapat mencegah kanker.

B. Roti Tawar

1. Definisi Roti Tawar

Roti tawar adalah salah satu makanan olahan tepung terigu dan banyak dikonsumsi masyarakat. Karena harganya yang relatif murah dan terjangkau, menyebabkan roti tawar banyak digemari masyarakat (Pratama et al., 2021).



Gambar 3. Roti Tawar

Roti tawar merupakan sumber karbohidrat yang terbuat dari tepung terigu, air, dan ragi yang kemudian melalui proses pemanggangan. Roti tawar dinilai sangat praktis untuk dikonsumsi, lezat, dan mengenyangkan dalam kehidupan masa kini yang serba cepat dan instan. Selain rasanya yang lezat dan bervariasi, roti tawar juga bergizi sehingga kerap menjadi pilihan utama dalam menu konsumsi sehari-hari (Rahardjo & Sihombing, 2023).

2. Syarat Mutu Roti Tawar

Syarat mutu roti tawar menurut SNI 8371 : 2018 ditunjukkan seperti pada tabel berikut.

Tabel 3. Syarat Mutu Roti Tawar

Kriteria uji	Satuan	Persyaratan
Keadaan		
Bau	-	Normal
Rasa	-	Normal
Warna	-	Normal
Tekstur	-	Normal
Kadar air	Fraksi massa, %	Maks. 40
Abu tidak larut asam	Fraksi massa, %	Maks. 0,1
Jumlah gula (dihitung sebagai sakarosa)	Fraksi massa, %	Maks. 5,0
Cemaran logam		
Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,50
Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,20
Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40
Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks. 0,05
Cemaran arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,50
Cemaran mikroba		Lihat tabel 3
Deoksinivalenol	µg/kg	Maks. 500

Sumber : SNI 8371 : 2018

3. Roti Tawar Dari Tepung Sorgum

Masyarakat Indonesia saat ini banyak yang mengonsumsi roti sebagai makanan penghasil energi. Meningkatnya tingkat kesibukan terutama di kota besar menyebabkan kebutuhan akan roti semakin meningkat, karena roti merupakan makanan yang praktis, tidak memerlukan persiapan yang lama, dan mengandung zat gizi yang baik.

Umumnya roti dibuat dari tepung terigu dimana gandum sebagai penghasil tepung terigu tidak dapat tumbuh di Indonesia sehingga membutuhkan impor dari negara penghasil gandum (Haryani, 2017). Salah satu alternatif solusi dari permasalahan tersebut adalah dengan memanfaatkan bahan baku lokal seperti sorgum sebagai substitusi atau pengganti tepung terigu.

Proses pembuatan roti sorgum sama dengan proses pembuatan roti pada umumnya. Diversifikasi produk roti ini adalah pemanfaatan sorgum yang akan digunakan sebagai tepung pengganti gandum. Diversifikasi pemanfaatan sorgum sebagai tepung pengganti dipilih karena pengembangan berbagai jenis pangan berbahan dasar gandum dinilai potensial karena dapat diterima dengan mudah oleh masyarakat. Salah satu metode yang disarankan dalam proses produksinya adalah pembuatan tepung, yang merupakan salah satu bentuk produk setengah jadi yang memiliki keunggulan daya simpan lebih lama saat disimpan, kemudahan dalam pencampuran, serta kandungan gizi yang beragam (Riset & Firmansyah, 2023).

Formulasi tepung sorgum yang akan digunakan adalah 0% sebagai kontrol, 10%, 20%, 30%, dan 40% dari tepung terigu. Bahan yang digunakan dalam pembuatan roti ini adalah tepung terigu, tepung sorgum, garam, ragi/fermipan, minyak goreng, molases, kismis, dan air.

4. Bahan Dalam Pembuatan Roti Tawar Sorgum

Bahan – bahan dalam pembuatan roti tawar sorgum antara lain :

a. Tepung terigu

Tepung terigu yang mengandung gluten terbuat dari biji gandum. Gluten adalah protein yang tidak larut, yang jika dicampur dengan air dan mengalami tekanan fisik saat diaduk, akan membentuk adonan roti yang tipis, elastis, dan transparan yang dapat menahan gas selama fermentasi, sehingga adonan dapat mengembang. Dengan kata lain, kualitas protein dalam tepung terigu memengaruhi kualitas tepung terigu, yang selanjutnya menentukan kualitas roti yang dihasilkan (Wahyuningtias et al., 2014).

b. Ragi roti (fermipan)

Ragi adalah jamur ber sel tunggal yang tidak menghasilkan hifa. Kata Latin *saccharomyces* berarti "gula jamur." Banyak spesies dalam genus ini dianggap penting dalam pembuatan makanan. *Saccharomyces cerevisiae*, yang digunakan untuk membuat roti, bir, dan anggur, adalah salah satu contohnya. Ragi roti mudah diperoleh, stabil, tidak beracun, dan mudah dirawat. Karena ketidakmampuannya untuk mentoleransi konsentrasi alkohol yang tinggi, mikroorganisme tidak sering digunakan dalam produksi alkohol komersial. Genus ragi yang disebut *Saccharomyces* mampu mengubah glukosa menjadi CO₂ dan alkohol. *Saccharomyces* menawarkan beberapa manfaat dalam proses fermentasi, termasuk reproduksi cepat, ketahanan terhadap konsentrasi alkohol tinggi, ketahanan terhadap suhu tinggi, karakteristik stabil, dan adaptasi lingkungan yang cepat (Bahri et al., 2019).

Fungsi ragi dalam proses pembuatan roti yaitu :

1. Menghasilkan gas CO₂ selama proses fermentasi yang mengakibatkan adonan mengembang.
2. Mematangkan dan mengempukkan gluten, sehingga adonan dapat menangkap gas CO₂ yang dihasilkan.
3. Membantu terbentuknya aroma dan rasa selama proses fermentasi berlangsung.

c. Garam

Garam dapur (NaCl) sering kali dimanfaatkan dalam industri pangan. Bergantung pada berat tepung, jumlah garam yang digunakan dalam pembuatan roti bervariasi antara 1,75 hingga 3,5%. Karena garam memperkuat adonan, ia juga memperbaiki tekstur dan porositas roti. Secara tidak langsung, garam juga dapat berkontribusi pada warna akhir roti. Garam mengendalikan tingkat fermentasi dan meningkatkan aktivitas ragi roti dalam adonan yang difermentasi. Selain itu, garam mengendalikan pertumbuhan dan perkembangan bakteri yang tidak diinginkan dalam adonan yang difermentasi. Dalam pembuatan roti, garam harus bersih

(bebas dari komponen yang tidak larut), halus, tidak menggumpal, dan mudah larut saat diolah (Yulisa & Rosma, 2022).

d. Molases

Produk sampingan dari proses pembuatan gula adalah molases, yang sering dikenal sebagai tetesan tebu. Molases merupakan cairan kental yang diperoleh dari tahap pemisahan kristal gula. Molases mengandung sebagian besar gula, asam amino, dan mineral. Molases memiliki kandungan senyawa gula yang tinggi, berkisar antara 50 - 65%. Senyawa gula merupakan komponen dasar yang kemudian diubah oleh khamir menjadi etanol (Saputra et al., 2023).

e. Kismis

Kismis adalah buah anggur kering (*Vitis vinifera* L.) yang memiliki rasa dan aroma yang unik. Kismis dapat ditambahkan ke campuran cokelat, roti, kue, atau permen. Polifenol, yang berfungsi sebagai antioksidan dalam tubuh, ditemukan dalam kismis. Glikosida flavonol dan asam fenolik juga ditemukan dalam kismis (Margaret et al, 2017). Menggabungkan kacang-kacangan dan kismis dapat memberikan manfaat kesehatan tambahan, termasuk menurunkan insulinemia, faktor risiko kardiovaskular, dan kadar gula darah (Carughi et al., 2016).

f. Air

Komponen penting dari roti adalah air. Karena adonan hanya dapat terbentuk jika ada air. Air berfungsi sebagai bahan pengikat, yang memungkinkan adonan berfermentasi. Saat menyiapkan roti, air memiliki fungsi berikut:

1. Membantu terbentuknya gluten
2. Mengatur konsistensi adonan
3. Membantu mengatur suhu adonan dengan cara pengaturan suhu air yang digunakan
4. Membantu menjaga kualitas produk roti agar tetap empuk

5. Resep Roti Tawar

Formulasi proses pembuatan roti tawar berdasarkan resep yang telah dipelajari di Rumah Sakit Advent Medan.

Cara membuat roti tawar antara lain :

1. Bahan – bahan

Tepung sorgum 150 gr, tepung terigu 1000 gr, fermipan 40 gr, garam 10 gr, minyak 400 gr, molases 25 gr, air 830 ml, kismis 260 gr.

- 1) Bahan -bahan kering dimasukkan terlebih dahulu ke dalam wadah dan di mixer dengan kecepatan 1
- 2) Setelah tercampur rata, masukkan minyak dan aduk hingga tercampur rata
- 3) Tambahkan molases dan di mixer hingga rata
- 4) Tambahkan air, lanjutkan mengaduk hingga tercampur rata merata
- 5) Mixer adonan dengan kecepatan 2, hingga adonan kalis
- 6) Tambahkan kismis dan aduk kembali hingga adonan tercampur rata
- 7) Setelah adonan rata, uleni adonan dengan tangan
- 8) Olesi loyang dengan menggunakan margarin agar adonan nantinya tidak lengket
- 9) Bentuk adonan seperti bulatan dan letakkan di dalam loyang yang sudah diolesi margarin
- 10) Panggang dalam oven dengan suhu 140 derajat selama 30 menit
- 11) Adonan yang telah matang kemudian dikeluarkan dari oven, lalu didinginkan beberapa saat. Setelah didinginkan, roti bisa dipotong-potong dengan menggunakan bread slicer.

Pembuatan roti tawar dengan substitusi tepung sorgum :

Bahan :

1. Tepung terigu
2. Tepung sorgum
3. Molases
4. Kismis
5. Fermipan

6. Minyak goreng
7. Garam
8. Air

Prosedur :

- 1) Timbang bahan sesuai perlakuan
- 2) Campurkan bahan kering (tepung, fermipan, garam) dalam wadah dan mixer selama kira-kira 1 menit pada kecepatan 1
- 3) Lalu masukkan molases 5 gr dan minyak goreng 60 gr , dan tambahkan air 150 ml sedikit demi sedikit.
- 4) Kemudian mixer kira- kira 20 menit atau sampai terbentuk adonan homogen
- 5) Masukkan kismis 20 gr, lanjut mengaduk dengan mixer sampai adonan tercampur rata.
- 6) Kemudian uleni adonan hingga kalis.
- 7) Kemudian gulung adonan seperti berbentuk bulat dan masukkan ke dalam loyang yang sudah di olesi margarin.
- 8) Lalu adonan di tutup dengan kain bersih dan didiamkan di atas oven panas $\pm$ 20 menit.
- 9) Terakhir panggang adonan sampai matang pada suhu 140°C selama 30 menit.

C. Analisis Fisik

1. Definisi Analisis Fisik

Mutu fisik atau analisis fisik adalah pengujian yang dilakukan dengan menggunakan peralatan yang dapat menggambarkan kondisi fisik dari bahan yang diuji. Prinsip kerja peralatan pengujian fisik adalah membandingkan antara sifat fisik dari bahan yang diuji dengan standar ukuran yang terdapat pada peralatan. Analisis fisik pada roti tawar substitusi tepung sorgum adalah volume pengembangan dan keseragaman pori – pori (Antra Pusuma et al., 2018).

2. Parameter yang Diuji

a. Volume pengembangan Adonan roti

Volume seringkali dijadikan ukuran dalam pembuatan roti tawar. Dalam kaitannya dengan volume, pengembangan yang dikehendaki adalah pengembangan yang besar, makin besar pengembangan makin baik. Kenaikan volume adonan pada saat fermentasi disebabkan oleh adanya gas yang dihasilkan dari reaksi ragi dengan gula (Antra Pusuma et al., 2018).

Tujuan pengukuran volume pengembangan roti adalah untuk melihat perbedaan antar roti tersebut apakah ada kemungkinan perbedaan volume pada saat proses pemanggangan. Hal ini dikarenakan volume merupakan hal yang penting bagi konsumen, dimana makin besar volume roti makin lembut rotinya (kualitas roti lebih baik). Volume pengembangan dihitung sebagai berikut (Saputra dan Johan, 2016) :

Volume pengembangan = volume akhir – volume awal

b. Keseragaman pori – pori

Pori pori yang terdapat pada roti tawar terdiri dari beberapa macam karakteristik, yaitu pori-pori yang seragam, kurang seragam, dan tidak seragam. Penilaian keseragaman pori-pori pun memiliki parameter yang berbeda, terdapat pori-pori roti yang kecil, sedang dan besar (Lembong et al., 2017). Pori – pori roti yang baik adalah ukuran pori – pori yang kecil dan seragam di seluruh bagian roti. Pori – pori roti merupakan lapisan tipis yang terbentuk pada gluten yang berfungsi untuk memerangkap karbondioksida. Pori – pori terbentuk pada proses fermentasi, pada saat itu aktivitas ragi mulai meningkat, adonan mengembang, dan volume adonan bertambah akibat produksi gas karbondioksida oleh ragi (Antra Pusuma et al., 2018).

D. Analisis Kimia

1. Definisi Analisis Kimia

Mutu kimia merupakan suatu produk pangan ditentukan oleh komposisi bahan (pengukuran kadar air, lemak, protein, karbohidrat, vitamin, mineral, dan lain sebagainya) serta perubahannya selama proses pengolahan, termasuk untuk mengetahui kerusakan atau kehilangan zat

gizi tertentu yang diakibatkan oleh perlakuan selama proses pengolahan. Tujuan analisis kimia adalah untuk mengetahui apakah zat karbohidrat, lemak, protein yang terdapat dalam roti tawar sorgum sama dengan zat gizi yang terdapat dalam roti tawar biasa. Berdasarkan Direktorat Gizi Depkes kadar protein roti tawar gandum sebesar 9,7%, kadar lemak maksimum sebesar 4,2% dan kadar karbohidrat sebesar 45,2%. Apabila kadar karbohidrat, lemak, protein roti tawar sorgum mencapai sebesar yang telah di data oleh Direktorat Gizi Depkes, maka roti tawar tersebut telah memenuhi syarat mutu roti tawar pada umumnya (Antra Pusuma et al., 2018).

2. Parameter yang Diuji

a. Kadar protein

Protein merupakan zat kimia yang terdiri dari asam amino yang dihubungkan bersama oleh ikatan peptide. Karbon, oksigen, hidrogen, dan nitrogen adalah empat unsur atom penyusun yang dapat ditemukan dalam protein. Protein dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembangun serta sumber kalori untuk energi. Protein dimetabolisme untuk menyediakan kalori ketika karbohidrat dan lipid tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan kalori tubuh. Nilai mutu dari protein ditentukan oleh asam amino yang menyusun fraksi atau bagian terkecilnya. Asam amino dibedakan atas asam amino esensial dan asam amino non-esensial. Analisis protein metode Kjeldahl menjadi pilihan utama karena kemudahannya dengan gambaran sistem pencernaan dalam asam sulfat pekat, nitrogen organik total diubah menjadi amonium sulfat. Prinsipnya, amonia dibentuk dan disuling menjadi larutan asam borat dalam kondisi basa. Anion borat yang terbentuk dititrasi dengan asam klorida standar, yang dengannya dihitung kandungan nitrogen yang mewakili jumlah protein kasar dalam sampel. Sedangkan metode biuret dilakukan dalam kondisi basa, dimana ikatan peptida bereaksi dengan ion tembaga untuk menghasilkan warna ungu keunguan, yang intensitasnya pada 540 nm berkorelasi dengan kandungan protein sampel (Hasyim et al., 2020).

Pengukuran kadar protein menggunakan metode kjeldhal dengan 3 tahapan destruksi, destilasi, dan titrasi.

a. Tahap destruksi

Ditimbang 1 gram sampel yang telah diblender. 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.

b. Tahap destilasi

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 erlenmeyer 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.

c. Tahap titrasi

Titrasi dilakukan dengan menggunakan HCl sampai warna larutan pada erlenmeyer berubah warna menjadi merah muda. Volume titrasi dibaca dan dicatat. Kandungan nitrogen kemudian dikalikan dengan faktor untuk mendapatkan kadar protein makanan. Pendekatan ini didasarkan pada dua asumsi, bahwa karbohidrat dan lemak makanan tidak mengandung nitrogen, dan bahwa hampir semua nitrogen dalam makanan adalah asam amino dalam protein. Atas dasar penentuan awal, kandungan nitrogen (N) protein rata-rata ditemukan sekitar 16 persen, yang menyebabkan

penggunaan perhitungan $N \times 6,25$ ($1 / 0,16 = 6,25$) untuk mengubah kandungan nitrogen menjadi kandungan protein.

Prinsip dari analisis protein metode Kjeldhal adalah isolasi nitrogen sederhana atau campuran kompleks dengan asam pekat kemudian dapat ditentukan dengan teknik titrasi. Jumlah protein yang terdapat pada makanan dihitung berdasarkan konsentrasi nitrogen. Faktor konversi 6,25 (setara dengan 0,16 g nitrogen per gram protein) digunakan untuk banyak jenis makanan, namun angka ini hanya nilai rata-rata, tiap protein mempunyai faktor konversi yang berbeda tergantung komposisi asam aminonya.

$$\text{Kadar Nitrogen (\%)} = \frac{\text{Volume titrasi} \times N \text{ HCl} \times \text{Ar N} \times 100\%}{\text{Berat Sampel}}$$

$$\text{Kadar Protein (\%)} = \text{Kadar Nitrogen} \times \text{faktor konversi}$$

Keterangan:

Faktor konversi alat = 2.5

Faktor konversi = 6.25

b. Kadar lemak

asam lemak dan gliserol digunakan untuk membuat lemak, yang merupakan jenis lipid sederhana dari lemak. Unsur – unsur penyusun lemak terdiri dari karbon, hidrogen, dan oksigen membentuk molekul lemak. Lemak menurut asal atau sumbernya dibagi menjadi dua yakni, lemak yang berasal dari tumbuhan dan lemak yang berasal dari hewan.

Kadar lemak menggunakan metode soxlet Dalam mengetahui kadar lemak yang terdapat di bahan pangan dapat dilakukan dengan mengekstraksi lemak. Metode Soxhlet termasuk jenis ekstraksi menggunakan pelarut semikontinu. Ekstraksi dengan pelarut semikontinu memenuhi ruang ekstraksi selama 5 sampai dengan 10 menit dan secara menyeluruh memenuhi sampel kemudian kembali ke tabung pendidihan. Kandungan lemak diukur melalui berat yang hilang dari contoh atau berat

lemak yang dipindahkan. Metode ini menggunakan efek perendaman contoh dan tidak menyebabkan penyaluran. Presentase kadar lemak dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{kadar lemak} = \frac{\text{Berat lemak}}{\text{Berat contoh}} \times 100\%$$

c. Kadar karbohidrat

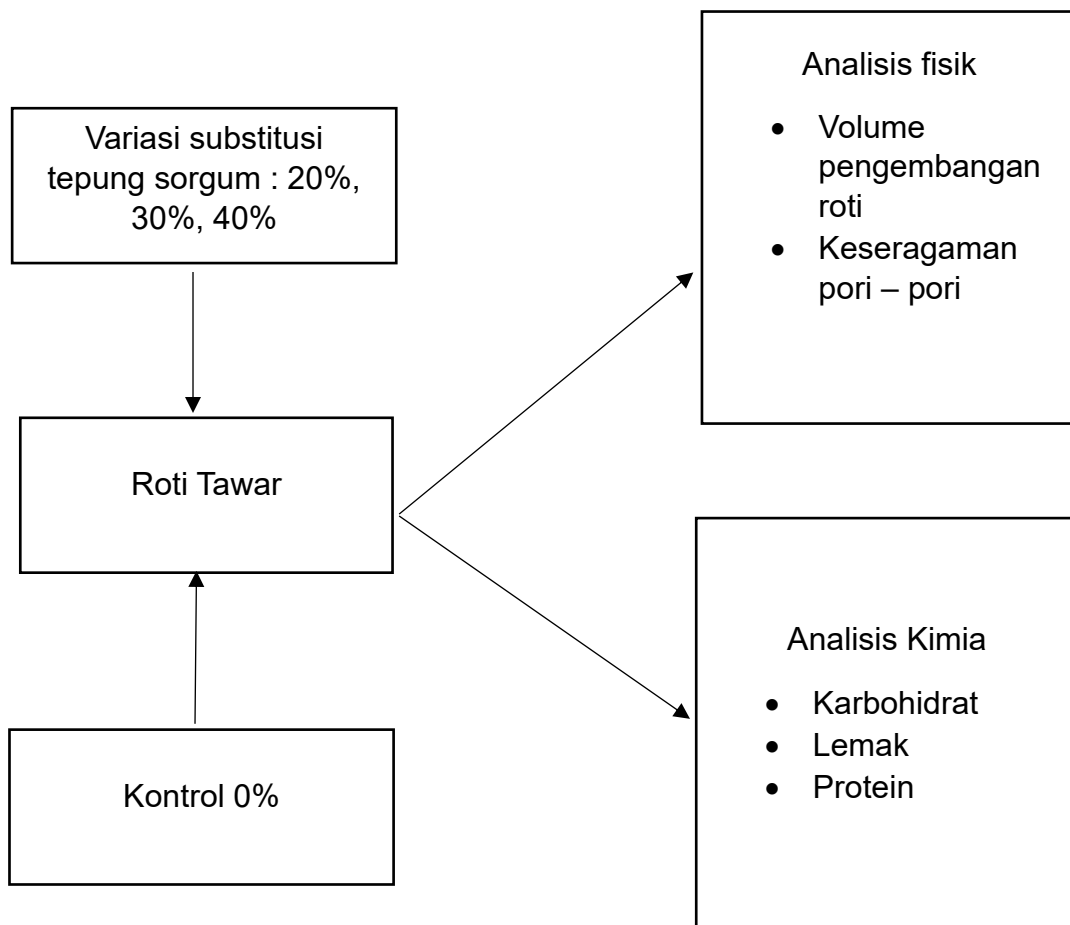
Karbohidrat merupakan salah satu zat gizi yang diperlukan oleh manusia yang berfungsi untuk menghasilkan energi bagi tubuh manusia. Karbohidrat sebagai zat gizi merupakan nama kelompok zat-zat organik yang mempunyai struktur molekul yang berbeda-beda, meski terdapat persamaan-persamaan dari sudut kimia dan fungsinya. Semua karbohidrat terdiri atas unsur Carbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O). Karbohidrat selain berfungsi untuk menghasilkan energi, juga mempunyai fungsi yang lain bagi tubuh. Fungsi lain karbohidrat yaitu pemberi rasa manis pada makanan, penghemat protein, pengatur metabolisme lemak, membantu pengeluaran feses (Siregar, 2014).

Penentuan kadar karbohidrat menggunakan metode by difference yaitu pengurangan 100% dengan jumlah dari hasil keempat komponen yaitu kadar air, kadar abu, kadar lemak dan kadar protein dan kadar lemak sehingga kadar karbohidrat tergantung pada faktor pengurangan. Hal ini karena karbohidrat sangat berpengaruh kepada zat gizi lainnya.

Kadar karbohidrat dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{ Karbohidrat} = 100\% - (\% \text{ abu} + \% \text{ air} + \% \text{ lemak} + \% \text{ protein})$$

E. Kerangka Konsep



F. Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi	Skala Pengukuran
1	Tepung Sorgum	Tepung yang diperoleh dari biji sorgum. Biji sorgum ini dapat diolah sehingga menghasilkan tepung sorgum dengan cara disortir terlebih dahulu, kemudian diblender hingga halus, selanjutnya diayak dengan ayakan 80 mesh.	
2	Roti Tawar	Makanan olahan tepung terigu yang disubstitusi dengan tepung sorgum dan bahan pendukung lainnya, seperti gula, garam, fermipan, kismis, molases, dan air dan dipanggang pada suhu 140 °C di oven, sehingga menghasilkan roti yang berwarna agak kecoklatan.	
3	Analisis fisik	Penilaian terhadap roti tawar substitusi tepung sorgum dengan parameter yang dinilai adalah : 1. Volume pengembangan roti. Dengan cara mengukur tinggi adonan roti tawar yang sudah difermentasi sebelum dioven dan kemudian dilanjutkan dengan mengukur tinggi roti setelah dioven dengan menggunakan penggaris (cm). 2. Keseragaman pori – pori. Dinilai dengan cara memotong roti menjadi	Ordinal

		beberapa bagian sama besar (1 cm) kemudian diamati. Pori-pori yang terdapat pada roti terdiri dari tiga macam karakteristik, yaitu pori-pori yang seragam, kurang seragam, dan tidak seragam. Penilaian keseragaman pori-pori pun memiliki parameter yang berbeda, yaitu pori-pori yang kecil dan besar. Pori-pori yang baik adalah ukuran pori-pori yang kecil dan seragam diseluruh bagian crumb.	
4	Analisis Kimia	Penilaian mutu roti tawar substitusi tepung sorgum yang ditentukan melalui uji kadar protein (metode kjedhal), kadar lemak (metode soxhlet), kadar karbohidrat (metode by difference) dan dilakukan di Laboratorium Saraswanti Indo Genetech (SIG) Bogor, dengan cara mempersiapkan sampel, kemudian dikemas, dan dikirim melalui jasa pengiriman.	Rasio

G. Hipotesis

Ha :

1. Ada pengaruh substitusi tepung sorgum terhadap analisis fisik roti tawar
2. Ada pengaruh substitusi tepung sorgum terhadap analisis kimia roti tawar