

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

1. Diet *Gluten Free Casein Free*

Diet Gluten Free Casen Free adalah pola makan yang menghindari dua jenis protein, yaitu gluten serta kasein. Diet ini menunjukkan perkembangan yang signifikan termasuk juga di Indonesia. Meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya makanan sehat dan aman bagi kondisi khusus menjadikan minat produk *gluten free casein free* meningkat.

Gluten merupakan campuran protein yang terdapat pada gandum, malt dan jelai, sedangkan kasein yakni protein yang bersumber dari susu beserta produk turunannya seperti susu bubuk, susu skim, mentega, dan keju (Bagaskorowati *et al.*, 2022).

Gluten terdapat pada produk olahan tepung terigu, seperti makaroni, spageti, mie, ragi, kue, roti, sereal dan juga *snack cracker*. Gluten terbentuk pada proses hidrasi tepung yang tersusun dari protein gliadin dan glutenin. Proses hidrasi tersebut dihasilkan dari proses pencampuran (pengandukan, penarikan, dan peremasan) hingga menghasilkan jaringan gluten. Jaringan ini membuat adonan bersifat kohesif, elastis, dan viskoelastik (Damayanti, 2021).

Kasein adalah protein susu yang terdapat pada susu serta produk olahan turunan susu antara lain mentega, keju, yoghurt, coklat yang

diberi tambahan susu, dan es krim. Gluten dan kasein mengalami proses pencernaan melalui proteolisis oleh enzim protease, gluten hanya mengalami sedikit pemecahan karena enzim protease tidak efektif terhadap gluten.. Gluten dan Kasein dicerna secara perlahan oleh enzim protease di saluran pencernaan, pelepasan asam amino akan berlangsung secara bertahap dan protein disuplai secara stabil ke dalam darah. Pencernaan kasein yang terjadi secara lambat ini memberikan efek rasa kenyang yang lebih lama dan membantu menjaga metabolisme tubuh (Reissmann *et al.*, 2020). Terdapat beberapa kondisi yang membutuhkan terapi diet *gluten free casein free* yaitu:

a. Autis

Penderita autis sering mengalami sensitivitas atau intoleransi terhadap gluten dan kasein yang disebabkan kondisi *leaky gut syndrome*. Kondisi ini menyebabkan terganggunya proses pencernaan protein yang seharusnya tidak masuk ke aliran darah, bisa melewati dinding saluran cerna dan dibawa oleh darah hingga sampai ke otak. Efek morfin yang dihasilkan dari proses metabolisme gluten dan kasein yaitu gluteomorfin dan kaseomorfin yang akan berkaitan dengan reseptor morfin di otak sehingga akan menyebabkan gangguan perilaku (Septiana *et al.*, 2024).

b. *Celiac disease*

Pada kondisi *celiac disease*, metabolisme pencernaan mengalami gangguan yang menyebabkan kerusakan pada mukosa

usus halus, khususnya di bagian proksimal (duodenum dan jejunum) (Oktadiana *et al.*, 2017). Gluten terutama komponen gliadin tidak dapat dicerna sempurna oleh enzim pencernaan karena kandungan asam amino prolin dan glutamin yang tinggi. Peptida gliadin yang tahan pencernaan ini menembus epitel usus dan berinteraksi dengan enzim tissue transglutaminase 2 (tGT2) yang mengubah peptida tersebut menjadi bentuk yang lebih memicu respon antibodi (Oktadiana *et al.*, 2017).

c. Intoleransi Laktosa

Kondisi laktosa intoleran terjadi karena kurangnya atau tidak adanya enzim laktase di usus kecil yang berfungsi memecah laktosa (gula susu) menjadi gula sederhana, yaitu glukosa dan galaktosa, agar dapat diserap tubuh. Laktosa yang tidak tercerna akan masuk ke usus besar, yang menghasilkan gas seperti hidrogen, metana, dan karbon dioksida serta asam-asam organik seperti asam laktat dan asam lemak rantai pendek (asetat, butirrat, propinoit). Akumulasi gas ini menyebabkan gejala seperti perut kembung, nyeri perut, diare, mual, sering buang angin, dan feses yang berbau tidak sedap (Febyan *et al.*, 2016).

2. Penerapan Diet *Gluten Free Casein Free* (GFCF)

Tren diet *gluten free casein free* pada usia produktif di Indonesia terutama di kalangan remaja dan dewasa semakin berkembang. Perkembangan diet ini terjadi karena anak muda dan dewasa muda sudah

mulai sadar gaya hidup sehat dan pengelolaan alergi atau intoleransi makanan (Rivera, 2024). Sekitar 34,6% yang menerapkan diet GFCF adalah usia 17-25 tahun setelah usia antara 6-16 tahun (44,2%) (Azwar dan Yanti, 2020). Pengurangan konsumsi gluten dan kasein pada usia remaja dapat membantu mengurangi gejala gangguan pencernaan seperti kembung, diare, sembelit dan nyeri perut terutama bagi penderita *celiac* atau sensitif gluten dan kasein (Ferdina, 2015). Pengurangan konsumsi gluten juga meningkatkan penyerapan zat gizi yang membantu meningkatkan tingkat energi serta menjaga berat badan (Bagaskorowati *et al.*, 2022). Gluten dan kasein dapat memicu peningkatan permeabilitas usus (*leaky gut syndrome*) yang memungkinkan peptida yang sudah dicerna masuk ke dalam pankreas dan memicu respon imun serta peradangan sistemik (Medical Wellnes, 2025). Inflamasi adalah reaksi tubuh berupa peradangan pada pencernaan. Diet inflamasi menekankan penghindaran makanan pro-inflamasi seperti gluten dan produk susu. Penerapan camilan *gluten free casein free* juga menjadi salah satu pendekatan diet anti inflamasi yang efektif (Oktadiana *et al.*, 2017).

Kebiasaan anak muda hingga dewasa jaman sekarang membutuhkan camilan yang mampu memenuhi kebutuhan gaya hidup sehat mereka yaitu *gluten free casein free* dengan kandungan protein tinggi dan rendah lemak. Terdapat beberapa bahan lokal yang tidak mengandung gluten diantaranya tepung beras (beras putih, beras merah)

serta tepung kacang-kacangan (kacang hijau, kacang merah, kacang kedelai (Agustia *et al.*, 2016).

3. Kue Sagon

Kue sagon merupakan kue tradisional di beberapa daerah di Indonesia yang terbuat dari kelapa parut, tepung sagu, dan telur yang dicampur kemudian dipanggang (Gharjito, 2017). Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan kue sagon yaitu tepung sagu, kelapa parut, gula, dan telur yang kemudian dipanggang hingga matang (Laily *et al.*, 2021). Kue sagon dikenal sebagai kue kering dengan ciri khas teksturnya yang renyah (Mansurdin *et al.*, 2024). Kue ini memiliki rasa yang cenderung gurih serta tekstur yang kering dan lembut ketika di gigit (Rosida, 2019). Kue sagon berbahan dasar tepung sagu dan kelapa parut tergolong sebagai kue *gluten free casein free*. Kandungan gizi kue sagon dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2. 1
Kandungan Gizi 100 gram Kue Sagon

Kandungan Gizi	Jumlah
Energi (kkal)	452
Protein (g)	2,8
Lemak (g)	14,8
Karbohidrat (g)	76,8
Air (g)	4,3
Abu (g)	0,7
Serat (g)	1,1

Sumber: Kemenkes (2018)

a. Kelapa parut

Kelapa parut kering merupakan bahan makanan yang memiliki kadar air yang rendah sehingga memiliki daya simpan

yang lama. Kelapa parut banyak digunakan pada industri kue kering dan roti. Pada industri kue kering, kelapa parut diketahui bermanfaat untuk meningkatkan zat gizi yaitu lemak, protein, karbohidrat serta serat yang dibutuhkan tubuh (Siahaan *et al.*, 2023). Dalam 100 gram kelapa parut mengandung 4 gram protein, 15 gram lemak, 10 gram karbohidrat, 2,4 gram serat (Kemenkes, 2018).

b. Gula

Gula adalah suatu karbohidrat sederhana karena dapat larut dalam air dan langsung diserap tubuh untuk diubah menjadi energi. Secara umum, gula dibedakan menjadi dua, yaitu monosakarida dan disakarida. Monosakarida adalah gula yang terbentuk dari satu molekul, yang termasuk ke dalam monosakarida adalah glukosa, fruktosa, galaktosa. Disakarida yang berarti gula yang terbentuk dari dua molekul gula, yang termasuk dalam disakarida adalah sukrosa (gabungan glukosa dan fruktosa), laktosa (gabungan dari glukosa dan galaktosa) dan maltosa (gabungan dari dua glukosa) (Mulyakin, 2020)

Pada umumnya gula dihasilkan dari tebu. Terdapat juga bahan baku pembuatan gula yang lain, seperti air bunga kelapa, arena, palem, kelapa. lontar dan jagung. Gula mengandung sukrosa yang merupakan anggota dari disakarida (Mulyakin, 2020). Penggunaan gula dalam pembuatan kue sagon berfungsi sebagai pemanis. Komponen utama gula pasir yaitu sukrosa. Sukrosa

mempunyai sifat higroskopis dan mudah larut dalam air, jika dipanaskan sampai dengan 200°C gula akan terkaramelisasi (Damayanti *et al.*, 2022).

Stevia merupakan pemanis alami yang banyak digunakan sebagai alternatif pemanis alami pengganti gula tebu (Pramudhita, 2024). Pemanis ini sudah digunakan untuk diet GFCF, untuk menghindari gula tebu yang dapat memperburuk kondisi pencernaan dan saraf penderita autisme (Ferdina, 2015). Stevia memiliki rasa yang manis alami karena kandungan steviol glikosida yang memiliki kemanisan 250-300 kali lipat dari gula tebu murni. Penggunaan gula stevia diperlukan takaran yang tepat karena memiliki rasa yang cenderung agak pahit dan warna yang kurang menarik (Irawan, 2019).

c. Tepung sagu

Tepung sagu merupakan tepung yang berasal dari tanaman sagu yang tumbuh subur di banyak wilayah di Indonesia diantaranya yaitu Papua, Sulawesi, Maluku, Riau dan Kalimantan (Heryani dan Silitonga, 2016). Tepung sagu berpotensi digunakan di industri pangan sebagai bahan pangan alternatif. Masyarakat Indonesia memanfaatkan tepung sagu sebagai alternatif bahan pangan, pangan yang dapat dihasilkan dari tepung sagu ini diantaranya papeda, pempek, kue kering, sagu lempeng, sagu tutupala, sagu uha, sinoli, bagea (Heryani dan Silitonga, 2016).

Kandungan kalori sagu hampir sama dengan beras dan jagung yaitu dalam 100 gram sebanyak 362 kalori. Beras dan jagung masing-masing 357 kalori dan 366 kalori (Kemenkes, 2018). Kandungan kalori sagu lebih tinggi dibandingkan jenis umbi-umbian lainnya. Kandungan kalori ubi jalar dan ubi kayu masing-masing sebanyak 119 kalori dan 154 kalori (Kemenkes, 2018).

Tepung sagu (*Metroxylon sp.*) adalah salah satu jenis tepung yang dapat dijadikan sebagai alternatif pengganti tepung terigu pada pembuatan pangan bagi konsumen yang ingin menghindari gluten. Kandungan gizi yang terdapat pada tepung sagu yaitu karbohidrat, serat, kalsium, zat besi, dan protein yang bebas dari kandungan gluten (Tabel 2.2) (Rahmawati *et al.*, 2019).

Tabel 2. 2
Kandungan Gizi 100 gram Tepung Sagu

Kandungan Gizi	Jumlah
Energi (kkal)	362
Protein (g)	1,1
Lemak (g)	0,5
Karbohidrat (g)	80
Air (g)	9
Abu (g)	1
Serat (g)	0,9

Sumber: Kemenkes (2018)

d. Margarin

Margarin merupakan bahan yang biasanya digunakan pada berbagai jenis kue kering salah satunya kue sagon. Fungsi penggunaan margarin pada kue sagon adalah untuk menjadikan tekstur kue sagon lembut serta memberikan rasa pada kue sagon.

e. Telur

Telur berfungsi sebagai emulsifikasi, pelembut tekstur, daya pengikat dan sebagai penambah rasa dan warna. Penggunaan telur juga membuat kue menjadi mengembang sehingga menjadikan tekstur kue kering menjadi lebih stabil.

4. Tepung Kacang Merah

Tepung kacang merah (*Phaseolus vulgaris*) merupakan salah satu produk olahan kacang-kacangan yang semakin banyak dikembangkan sebagai bahan pangan fungsional. Tepung kacang merah sangat potensial digunakan sebagai bahan pangan lokal karena sumber protein, serat, vitamin dan mineral.

Tepung ini memiliki warna putih kemerahan dengan aroma khas kacang merah serta tekstur serbuk halus. Daya serap tepung ini cukup tinggi dibandingkan dengan tepung terigu dan tepung beras hal ini disebabkan karena tingginya kadar serat dan protein yang mampu mengikat air melalui gugus polar asam amino (Ainun *et al.*, 2020). Daya serap air ini penting karena mempengaruhi tekstur, proses pengolahan, dan kualitas akhir produk pangan (Ramadan *et al.*, 2023).

Tepung kacang merah memiliki potensi yang dapat digunakan sebagai bahan alternatif pembuatan produk bebas gluten dan kasein (Ayuningtyas dan Sofyan 2025). Tepung kacang merah kaya protein nabati sekitar 22-23%, mengandung serat pangan yang tinggi dibandingkan

dengan tepung sagu yaitu $\pm 1,1$ g/100 g (Tabel 2.3) (Sari *et al.*, 2020). Berikut komposisi kandungan gizi pada tepung kacang merah:

Tabel 2. 3
Kandungan Gizi 100 gram Tepung Kacang Merah

Kandungan Gizi	Jumlah
Energi (kkal)	313
Protein (g)	22
Lemak (g)	1
Karbohidrat (g)	56
Serat (g)	4
Air (g)	17,7
Abu (g)	2,9

Sumber: Kemenkes (2018)

Proses pembuatan tepung kacang merah melalui beberapa tahap yaitu sebagai berikut (Ruben *et al.*, 2016):

1) Perendaman

Perendaman kacang merah dilakukan selama dua hari bertujuan untuk menurunkan zat anti gizi terkandung pada kacang merah.

2) Pencucian

Pencucian kacang merah dilakukan secara berulang sampai tidak terdapat kotoran yang mengambang di atas permukaan air, lalu kacang ditiriskan.

3) Pengeringan

Pengeringan kacang merah dilakukan dengan menggunakan cabinet dengan suhu 60°C hingga kadar air mencapai 10-12%. Tujuan dari pengeringan ini selain itu kadar air juga diharapkan dapat menghambat perkembangan mikroba dan memperpanjang masa simpan kacang merah.

4) Pengupasan

Pengupasan kulit kacang merah bertujuan untuk mengurangi kandungan serat kasar serta meningkatkan kandungan protein serta daya cerna.

5) Penggilingan

Penggilingan kacang merah bertujuan untuk mendapatkan tepung kacang merah yang diinginkan.

6) Pengayakan

Pengayakan kacang merah dilakukan dengan menggunakan ayakan khusus yakni dengan ayakan 60-80 mesh yang bertujuan untuk memisahkan partikel kasar sehingga menghasilkan tekstur tepung yang seragam.

5. Uji Daya Terima

Daya terima makanan merupakan kemampuan individu atau kelompok dalam menerima dan menghabiskan satu jenis makanan (Yudianti *et al.*, 2024). Daya terima makanan menjadi indikator keberhasilan produk makanan diproduksi. Daya terima dapat dipengaruhi oleh faktor kondisi jasmani konsumen, psikologis konsumen dan umur konsumen (Yudianti *et al.*, 2024)

Metode pengukuran daya terima salah satunya uji organoleptik atau uji sensori yang meliputi uji hedonik. Uji hedonik ini panelis mengemukakan tanggapan pribadi suka atau tidak suka, disamping itu juga mengemukakan tingkat kesukaannya. Tingkat kesukaan disebut juga skala hedonic. Skala hedonik diubah ke dalam skala numerik dengan angka menaik menurut tingkat kesukaan. Data numerik tersebut dapat dilakukan

analisis statistik. Uji ini menggunakan Indera manusia (penglihatan, peraba, penciuman, pengecap) untuk menilai mutu makanan secara subjektif. Pengukuran Tingkat kesukaan panelis terhadap aspek warna, aroma, tekstur, dan rasa menggunakan skala tertentu, yakni 1-5 dengan nilai 1 menunjukkan sangat tidak suka, 2 menunjukkan tidak suka, 3 menunjukkan biasa/cukup suka, 4 menunjukkan suka dan 5 menunjukkan sangat suka.

Warna merupakan sensori pertama yang dilihat langsung oleh panelis. Warna suatu produk makanan menjadi penentu kualitas dari produk tersebut, karena warna yang tidak menyimpang dari warna seharusnya menjadi kesan penilaian tersendiri oleh panelis (Negara *et al.*, 2016). Warna yang menarik akan mengundang selera panelis atau konsumen untuk mencicipi suatu produk pangan. Paparan suhu yang tinggi saat proses pemasakan produk akan mempengaruhi warna yang dihasilkan dari produk tersebut.

Aroma dapat didefinisikan sebagai suatu yang dapat diamati dengan indera penciuman. Aroma merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi persepsi rasa enak dari suatu makanan (Makmur, 2018). Aroma berperan penting dalam menentukan tingkat penerimaan konsumen terhadap suatu produk, karena biasanya sebelum dikonsumsi panelis terlebih dahulu mencium aroma produk tersebut untuk menilai layak tidaknya produk tersebut dimakan (Lamusu, 2018).

Tekstur adalah sesuatu yang diamati dengan indera yang dihubungkan dengan sentuhan atau peraba. Aspek tekstur pada makanan biasanya diungkapkan seberapa lunak atau renyah (Lamusu, 2018). Tekstur makanan menandakan kemampuan produk makanan untuk mempertahankan suatu tekanan. Tekstur produk dipengaruhi dari karakteristik bahan dasar yang digunakan dan perlakuan yang diberikan selama proses pengolahan. Tekstur merupakan salah satu parameter yang penting dari kualitas atau mutu suatu produk (Tarigan *et al.*, 2024)

Rasa merupakan faktor yang sangat penting dalam penilaian sebuah produk makanan. Panelis atau konsumen biasanya menginginkan pangan dengan sensori tertentu terutama rasa sebagai faktor utama. Rasa adalah sesuatu yang dirasakan dengan Indera pengecap yakni lidah (Yusuf *et al.*, 2023). Rasa akan timbul dipengaruhi oleh penggunaan bahan-bahan pada sebuah produk makanan. Dalam penginderaan pengecap manusia dibagi menjadi empat rasa utama yaitu manis, pahit, asam dan asin serta ada tambahan respon bila dilakukan modifikasi (Lamusu, 2018)

6. Uji Proksimat

Uji proksimat adalah satu metode pengujian kimia untuk mengidentifikasi kandungan zat pada makanan dari suatu bahan pakan atau pangan. Uji proksimat meliputi: kadar air, kadar abu, protein, lemak, karbohidrat.

a. Kadar air

Kadar air adalah persentase kandungan air suatu bahan yang dapat dinyatakan berdasarkan berat basah atau berat kering. Kadar air juga salah satu karakteristik yang sangat penting pada bahan pangan, karena dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, dan cita rasa pada bahan pangan (Tarigan *et al.*, 2024). Kadar air dalam bahan pangan akan menentukan ketahanan dan daya simpan produk pangan tersebut. Kadar air yang tinggi mengakibatkan mudahnya bakteri, kapang, dan khamir untuk berkembang biak, sehingga akan terjadi perubahan pada produk pangan. Kadar air setiap produk pangan berbeda tergantung pada kelembaban suatu produk (Nasria *et al.*, 2024).

Penentuan kadar air menggunakan metode SNI 01-2891-1992 butir 5.1. Prinsip metode ini adalah mengukur kadar air dengan menghitung bobot sampel yang hilang pada suhu 150°C selama 6 jam dan menimbang sampel secara berulang hingga beratnya stabil (berat tetap). Rumus perhitungan kadar air:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{w - (w1 - w2)}{w1 - w2} \times 100\%$$

Keterangan:

w : bobot sampel sebelum dikeringkan (g)

w1 : bobot sampel dan cawan kering (g)

w2 : bobot cawan kosong (g)

b. Kadar abu

Abu merupakan campuran dari komponen anorganik atau mineral yang terdapat pada suatu bahan pangan (Nasria *et al.*, 2024). Abu adalah zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu produk organik. Kadar abu dan komposisinya tergantung pada bahan yang digunakan pada produk. Kadar abu ada hubungannya dengan kadar mineral. Mineral yang terdapat dalam suatu produk dapat berupa dua macam garam yaitu garam organik dan anorganik. Tinggi rendahnya kadar abu suatu produk pangan disebabkan oleh kandungan mineral yang berbeda pada sumber bahan baku dan juga dapat dipengaruhi oleh proses demineralisasi pada saat pembuatan (Fahmi, 2022).

Penentuan kadar abu di Laboratorium Saraswanti Indo Genetech menggunakan metode SNI 01-2891-1992 butir 6.1. prinsip metode ini adalah pengabuan sampel di tanur Listrik pada suhu maksimum 550°C sampai tersisa bahan anorganik (abu) setelah bahan organik habis dan bahan anorganik yang tersisa ditimbang hingga mendapat berat yang konstan (berat tetap). Rumus perhitungan kadar abu:

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{w - (w1 - w2)}{w1 - w2} \times 100\%$$

Keterangan:

w : bobot sampel sebelum dikeringkan (g)

w1 : bobot sampel dan cawan kering (g)

w2 : bobot cawan kosong (g)

c. Protein

Pengujian kadar protein dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara langsung menggunakan zat kimia yang spesifik terhadap protein dan dengan cara tidak langsung menghitung jumlah nitrogen yang terkandung di dalam produk (Fahmi, 2022). Metode analisis kandungan protein yang digunakan adalah Metode Kjeldahl (Rosaini *et al.*, 2015).

Penetapan kadar protein dengan metode Kjeldahl adalah metode tidak langsung yaitu melalui penetapan kadar nitrogen dalam bahan yang disebut protein kasar (Tarigan *et al.*, 2024) Prinsip metode ini adalah mengoksidasi nitrogen yang terkandung dan dikonversi menjadi ammonia dan bereaksi dengan asam pekat membentuk garam ammonium. Kemudian ditambahkan basa untuk menetralkan suasana reaksi dan kemudian didestilasi dengan asam dan dititrasi untuk mengetahui jumlah nitrogen yang terkonversi.

Keuntungan menggunakan metode Kjeldahl yakni dapat digunakan untuk analisis pada semua jenis bahan pangan, serta pengerjaannya relatif murah. Metode ini umumnya digunakan sebagai penentuan kandungan protein kasar serta dapat dimodifikasi sesuai kuantitas protein yang dianalisis (Tarigan *et al.*, 2024).

d. Lemak

Lemak merupakan komponen organik hidrofobik yang tersusun dari unsur Karbon (C), Hidrogen (H), Oksigen (O). Lemak memiliki beberapa peranan yang sangat penting dalam tubuh manusia yaitu sebagai pelindung tubuh dari suhu rendah, pelarut vitamin A, D, E, dan K, melindungi bagian vital tubuh, penghasil cadangan energi, mengontrol pencernaan, bahan penyusun membran sel, penyusun hormon dan vitamin sterol, penyusun empedu, asam kholat, dan hormon seksual, serta zat makanan esensial (Angelia, 2016).

Penentuan kadar lemak atau minyak suatu bahan dapat dilakukan dengan alat ekstraktor Soxhlet (Pargiyanti, 2019). Ekstraksi dengan alat Soxhlet merupakan cara ekstraksi yang efisien, karena pelarut yang digunakan dapat diperoleh kembali. Penentuan kadar lemak, bahan yang akan diujikan harus cukup kering, karena jika masih basah selain memperlambat proses ekstraksi, air dapat turun ke dalam labu dan akan mempengaruhi hasil perhitungan (Tarigan *et al.*, 2024).

e. Karbohidrat

Karbohidrat adalah salah satu komponen zat gizi yang penting bagi tubuh seperti protein dan lemak. Sekitar 80-90% kebutuhan energi berasal dari karbohidrat (Almatsier, 2009). Karbohidrat terdiri dari unit-unit gula seperti glukosa, fruktosa, sukrosa dan pati. Sumber utama karbohidrat termasuk sereal, biji-bijian, roti, pasta, buah-buahan dan sayuran. Fungsi utama karbohidrat adalah menyediakan energi untuk

tubuh. Penentuan kandungan karbohidrat pada produk makanan dapat menggunakan metode *by difference* (Lirizka, 2021). Metode *by difference* adalah salah satu metode penentuan kandungan karbohidrat dengan menghitung dari kandungan lemak, protein, kadar air, dan kadar abu dari produk makanan tersebut. Rumus *by difference* untuk menentukan karbohidrat (Syukri, 2021):

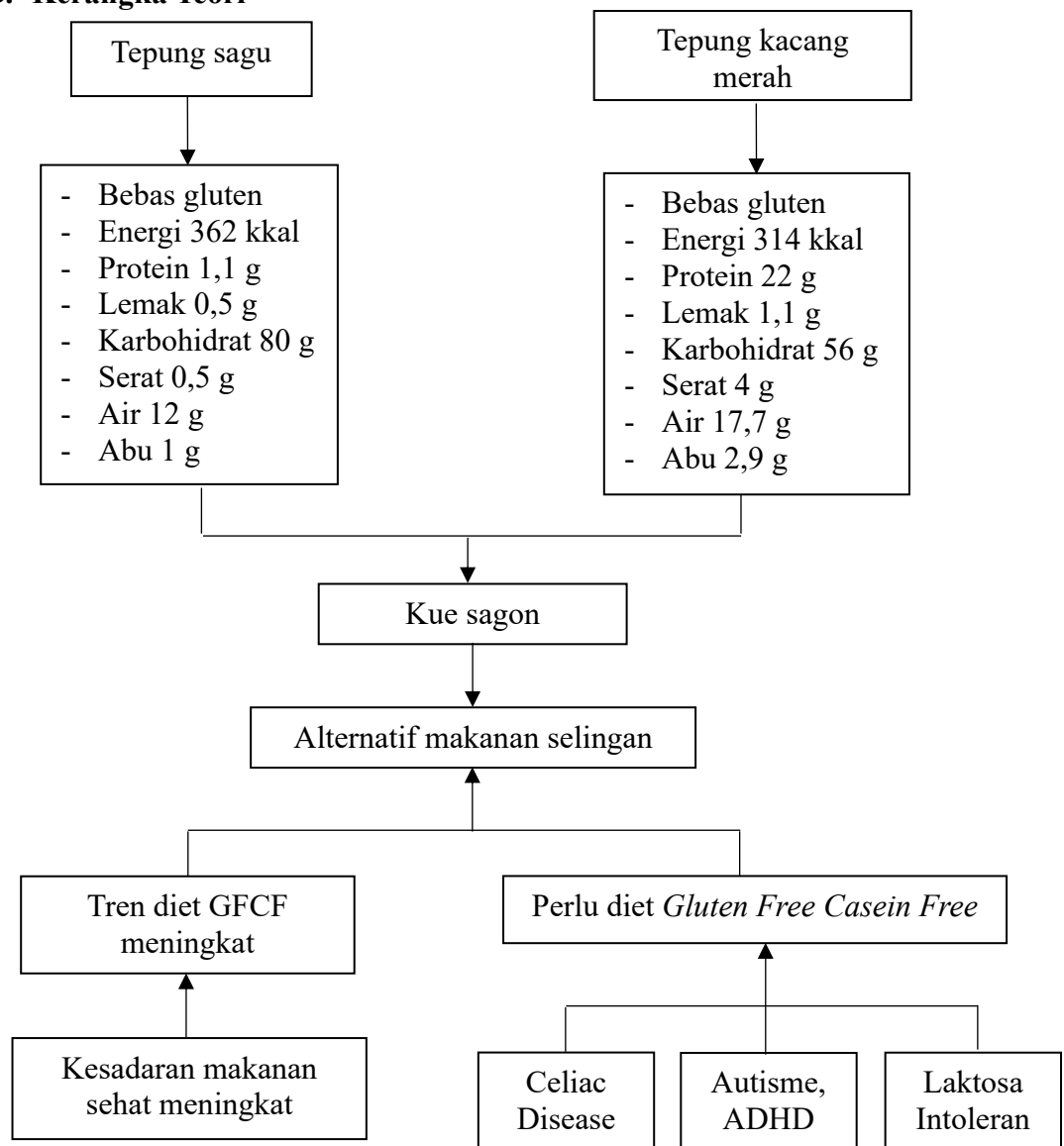
$$\text{Kadar Karbohidrat (\%)} = 100\% - (\% \text{ kadar lemak} + \% \text{ kadar protein} + \% \text{ kadar air} + \% \text{ kadar abu})$$

f. Energi

Analisis kandungan energi pada makanan dapat dilakukan dengan menggunakan 2 cara, yaitu menggunakan alat bom kalorimeter dan menghitung total nilai proksimat seperti karbohidrat, lemak, dan protein. Bom kalorimeter merupakan alat yang digunakan untuk menentukan kandungan energi pada suatu makanan dengan prinsip menghitung perbedaan suhu air sebelum dan setelah pembakaran dari makanan, panas yang dihasilkan dari pembakaran makanan tersebut dihitung dalam satuan kilokalori (Almatsier, 2009). Kandungan energi juga dapat ditentukan dengan menghitung total nilai proksimat seperti karbohidrat, lemak, dan protein dari makanan tersebut. Nilai proksimat dikalikan dengan faktor Atwater (nilai konversi yang digunakan untuk menghitung energi makanan berdasarkan kandungan gizinya) yaitu 4 kkal untuk karbohidrat dan protein serta 9 kkal untuk lemak (Almatsier, 2009). Rumus energi total:

$$\text{Energi Total} = (4 \times \text{protein}) + (9 \times \text{lemak}) + (4 \times \text{karbohidrat})$$

B. Kerangka Teori



Gambar 2. 1 Kerangka Teori

Sumber: Bagaskorowati, *et al* (2022); Ainun, *et al* (2020)