

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

1. Anak Sekolah

a. Definisi Anak Sekolah

Menurut *World Health Organization* (2021) anak sekolah dan remaja dikategorikan pada kelompok dengan rentang usia 5-19 tahun. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 25 Tahun 2014 Tentang Upaya Kesehatan Anak, anak sekolah dikategorikan pada kelompok usia lebih dari 6 tahun sampai sebelum berusia 18 tahun. Namun pada umumnya, di Indonesia anak sekolah dikategorikan pada kelompok dengan rentang usia 7-12 tahun (Pritasari *et al.*, 2017).

Masa sekolah merupakan masa pengembangan kualitas sumber daya manusia yang dapat berdampak pada kualitas masyarakat di masa mendatang. Anak sekolah peka terhadap stimulan yang diberikan dan mudah menerima arahan (Aprianto *et al.*, 2023). Selain itu, pada masa ini anak mulai memasuki periode pubertas, perkembangan otak dan kognitif, mineralisasi tulang, perubahan komposisi tubuh tinggi badan dan berat badan yang tentunya memerlukan dukungan gizi yang seimbang (Saavedra dan Prentice, 2023).

b. Kebutuhan Gizi Anak Sekolah

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 28 Tahun 2019 Tentang Angka Kecukupan Gizi yang dianjurkan untuk

masyarakat Indonesia, angka kecukupan gizi bagi anak sekolah dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1
Angka Kecukupan Gizi Anak Sekolah

Kelompok Umur (tahun)	Energi (kkal)	Protein (g)	Lemak (g)	Karbohidrat (g)	Serat (g)
Anak 7-9	1650	40	55	250	23
Laki-laki 10-12	2000	50	65	300	28
Perempuan 10-12	1900	55	65	280	27

Sumber : Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2019)

Anak melakukan banyak aktivitas fisik seperti bermain, berolahraga, dan belajar saat masa sekolah (Pritasari *et al.*, 2017). Anak juga mulai berinteraksi dengan teman sebaya menyebabkan pengawasan akan jenis makanan atau jajanan yang dikonsumsi di sekolah ataupun lingkungan sulit dilakukan. Konsumsi zat gizi yang seimbang dapat meningkatkan kesehatan tubuh anak sehingga memiliki sistem pertahanan tubuh yang baik (Saavedra dan Prentice, 2023).

Kebutuhan energi anak sekolah usia 7-9 tahun dengan berat badan 27 kg sebanyak 1650 kkal, untuk laki-laki usia 10-12 tahun dengan berat badan 36 kg sebanyak 2000 kkal, dan untuk perempuan usia 10-12 tahun dengan berat badan 38 kg sebanyak sebanyak 1900 kkal (Tabel 2.1). Kebutuhan energi ini diperoleh berdasarkan akumulasi dari karbohidrat, lemak, dan protein (Bender, 2014). Kebutuhan karbohidrat anak sekolah usia 7-9 tahun dengan berat badan 27 kg sebanyak 250 g,

untuk laki-laki usia 10-12 tahun dengan berat badan 36 kg sebanyak 300 g, dan untuk perempuan usia 10-12 tahun dengan berat badan 38 kg sebanyak sebanyak 280 g (Tabel 2.1). Karbohidrat sering disebut sebagai zat tenaga berfungsi sebagai sumber energi utama, pertumbuhan dan aktivitas, serta membentuk jaringan bersama protein.

Kebutuhan lemak anak sekolah usia 7-9 tahun dengan berat badan 27 kg sebanyak 55 g, untuk laki-laki usia 10-12 tahun dengan berat badan 36 kg sebanyak 65 g, dan untuk perempuan usia 10-12 tahun dengan berat badan 38 kg sebanyak sebanyak 65 (Tabel 2.1). Lemak merupakan cadangan energi yang berasal dari sumber energi yang disimpan dalam tubuh. Konsumsi lemak pada anak sekolah dianjurkan berasal dari sumber lemak esensial seperti omega-3, omega-6, dan omega-9 yang berfungsi dalam pertumbuhan dan perkembangan anak (Pritasari *et al.*, 2017).

Kebutuhan protein anak sekolah usia 7-9 tahun dengan berat badan 27 kg sebanyak 40 g, untuk laki-laki usia 10-12 tahun dengan berat badan 36 kg sebanyak 50 g, dan untuk perempuan usia 10-12 tahun dengan berat badan 38 kg sebanyak sebanyak 55 g (Tabel 2.1). Protein memiliki peran sebagai zat pembangun yang memelihara dan mengganti sel-sel rusak serta sebagai pengatur fungsi fisiologis tubuh. Protein yang diberikan harus mengandung semua unsur asam amino esensial, mudah dicerna, dan diserap tubuh. Asam amino esensial ini berperan dalam tumbuh kembang anak (Saavedra dan Prentice, 2023).

Masa anak sekolah merupakan masa yang penting karena pada usia ini anak mengalami pertumbuhan dan perkembangan sehingga diperlukan asupan gizi yang cukup dan seimbang (Pritasari *et al.*, 2017). Anak mulai mengalami pubertas serta perubahan komposisi pada tubuh. Selain itu, terjadi mineralisasi tulang serta perkembangan otak dan kognisi. Gizi yang tidak adekuat dapat memperlambat perkembangan fisik dan neurokognitif yang berdampak jangka panjang dengan menghambat potensi di masa mendatang (Saavedra dan Prentice, 2023).

2. Sarapan

Sarapan merupakan salah satu dari sepuluh pesan dalam Pedoman Gizi Seimbang Indonesia. Sarapan menjadi asupan pertama yang masuk setelah 8-10 jam puasa saat tidur di malam hari (Suraya *et al.*, 2019). Antara makan malam menuju sarapan terdapat rentang waktu yang lebih lama dibandingkan dengan rentang waktu antara makan yang lain misalnya antara sarapan menuju makan siang. Metabolisme tubuh dapat terganggu akibat rentang waktu yang lama tersebut dan berakibat pada terganggunya fungsi kognitif (Harahap *et al.*, 2019).

Sarapan menjadi penunjang energi untuk melakukan aktivitas sepanjang hari. Menurut Yulia (2024), sekitar 41,2-54,5% anak usia sekolah di Indonesia tidak sarapan. Kondisi ini menyebabkan terjadinya penurunan fokus dan prestasi akademik di kelas. Ketika anak tidak sarapan akan terjadi penurunan konsentrasi akibat penurunan suplai glukosa yang menyebabkan otak kekurangan energi yang selanjutnya untuk mempertahankan glukosa

tubuh memecah simpanan glikogen. Apabila cadangan energi habis, maka tubuh mengalami kekurangan energi ke otak yang dapat menyebabkan tubuh menjadi gemetar, mudah lelah, dan menyebabkan semangat belajar menjadi menurun (Anggoro, 2021).

Anak yang tidak sarapan biasanya mengalami obesitas karena menimbulkan perilaku konsumtif untuk jajanan menjadi lebih tinggi. Hal ini terjadi akibat kurang terpenuhi energi anak dan adanya hormon ghrelin yang berperan dalam respon hedonistik makanan dan merangsang perilaku makan (Bender, 2014). Konsumsi jajanan yang sering dengan jumlah besar dapat menyebabkan terjadinya penumpukan energi yang berlebih (Swantrisa *et al.*, 2023). Penumpukan energi akibat konsumsi jajanan dapat menyebabkan peningkatan berat badan berlebih atau obesitas serta aktivitas fisik yang berkurang (Idris *et al.*, 2023). Beberapa faktor yang menyebabkan anak melewati sarapan yaitu makanan yang tidak menarik, tidak tersedianya makanan untuk disantap, jenis makanan yang monoton dan membosankan, serta tidak ada waktu yang cukup untuk sarapan karena harus berangkat pagi (Gusti *et al.*, 2020). Penelitian yang dilakukan oleh Ramadhiasari dan Sulandjari (2024) mendapatkan bahwa terdapat hubungan antara pengetahuan sarapan dengan kebiasaan sarapan. Pengetahuan gizi dapat menambah pengetahuan dan mengubah perilaku serta lebih terbiasa sarapan setiap hari.

Kuantitas sarapan dibedakan menjadi tiga berdasarkan asupan energi dari sarapan yang dibandingkan dengan AKG (Harahap *et al.*, 2019) yaitu:

1. Sangat tidak cukup, <15% AKG
2. Tidak cukup, 15-25% AKG
3. Cukup, $\geq 25\%$ AKG

Sarapan dapat memenuhi 15-30% dari total kebutuhan gizi harian (Hanim *et al.*, 2022). Kuantitas sarapan dikatakan cukup ketika memenuhi sekitar $\geq 25\%$ dari AKG (Tabel 2.2). Penelitian yang dilakukan oleh Harahap *et al.* (2019) mengenai kualitas dan kuantitas sarapan pada anak kelompok usia 9 hingga 12,9 tahun didapatkan sebanyak 17,3% responden mendapatkan kuantitas sarapan yang cukup, 42,7% responden mendapatkan kuantitas sarapan yang tidak cukup, dan 40% responden mendapatkan kuantitas sarapan yang sangat tidak cukup.

Tabel 2. 2
Syarat Konsumsi Sarapan Anak Sekolah

Kelompok Umur (tahun)	Energi (kkal)	Protein (g)	Lemak (g)	Karbohidrat (g)	Serat (g)
Anak					
7-9	$\geq 412,5$	≥ 10	$\geq 13,75$	$\geq 62,5$	$\geq 5,75$
Laki-laki					
10-12	≥ 500	$\geq 12,5$	$\geq 16,25$	≥ 75	≥ 7
Perempuan					
10-12	≥ 475	$\geq 13,75$	$\geq 16,25$	≥ 70	$\geq 6,75$

Sumber : Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2019)

3. Energi

Zat gizi karbohidrat, lemak, dan protein menjadi sumber energi dimana pemenuhannya diperoleh dari 55% karbohidrat, 30% lemak dan 15% protein. Dalam 1 g karbohidrat menyediakan 4 kkal energi (Bender, 2014). Karbohidrat dapat cepat digunakan oleh sel tubuh dengan

menghasilkan glukosa sebagai energi utama (Fitri dan Fitriana, 2020). Karbohidrat tidak seperti lemak dan protein yang tidak dapat digunakan sewaktu-waktu sebagai energi bagi tubuh. Karbohidrat sebagai sumber energi utama dapat menghasilkan superkompensasi cadangan glikogen untuk menghasilkan ATP (Yunianto *et al.*, 2021). Lemak menyediakan energi 9 kkal atau 2,5 kali lebih besar dibandingkan karbohidrat. Namun, energi yang didapatkan dari lemak harus mengalami konversi menjadi glukosa. Energi yang dihasilkan lebih besar karena dalam proses metabolismenya memerlukan oksigen lebih banyak (Fukron *et al.*, 2016). Protein dapat menjadi sumber energi ketika tubuh mengalami kekurangan energi dari karbohidrat dan lemak melalui proses glukoneogenesis (Bender, 2014). Namun, fungsi utama protein dalam tubuh yaitu sebagai zat pembangun. Kekurangan energi yang berasal dari karbohidrat dan lemak akan menyebabkan pemecahan protein berlebih sehingga dapat mengganggu fungsi protein sebagai zat pembangun (Fitri dan Fitriana, 2020).

Penggunaan energi oleh tubuh sebanyak 50% untuk metabolisme basal (Pritasari *et al.*, 2017). Metabolisme basal merupakan pengeluaran energi tubuh ketika istirahat atau kondisi netralitas termal yang terkendali sekitar 12 jam setelah makan terakhir untuk proses metabolik, tonus saraf dan otot, sirkulasi, serta pernapasan (Bender, 2014). Sebanyak 5-10% energi digunakan untuk untuk *Specific Dynamic Action* (SDA) (Pritasari *et al.*, 2017). *Specific Dynamic Action* merupakan penggunaan energi untuk proses

fisiologis tubuh terkait dengan konsumsi makanan, penyerapan, pencernaan, serta asimilasi makanan (Mashuri, 2022). Sebanyak 12% energi digunakan untuk pertumbuhan, 25-35% digunakan untuk aktivitas fisik, dan 10% terbuang melalui feses (Pritasari *et al.*, 2017).

Energi menjadi sangat penting pada anak sekolah karena terdapat peningkatan kebutuhan energi sebanyak 4% pada masa kanak-kanak pertengahan menuju remaja awal. Ketidakseimbangan antara asupan dan pengeluaran energi dapat mengakibatkan penurunan lemak, memperlambat pertumbuhan, dan kelebihan lemak tubuh (Saavedra dan Prentice, 2023). Penelitian yang dilakukan oleh Swantrisa *et al.* (2023) membuktikan terdapat hubungan antara kebiasaan sarapan dengan status gizi pada anak usia 10-12 tahun di Sekolah Dasar Karang Tengah 04, Bogor. Sebanyak 56% anak dengan status gizi malnutrisi memiliki kebiasaan sarapan yang tidak baik.

Faktor yang memengaruhi kebutuhan energi anak sekolah yaitu pertumbuhan, komposisi tubuh (bergantung jenis kelamin), dan aktivitas fisik. Aktivitas fisik menjadi salah satu faktor penting dalam keseimbangan energi pada usia 5-15 tahun. Selain itu, energi penting untuk aktivitas otak yaitu saat beraktivitas saraf mendorong konsumsi energi yang dapat mencapai 30% (Saavedra dan Prentice, 2023). Kebiasaan sarapan pada anak sekolah dasar berhubungan dengan kemampuan fokus belajar. Anak sekolah yang melewatkan sarapan menjadi salah satu penyebab rendahnya konsentrasi belajar pelajar di Indonesia (Yulia, 2024).

4. Protein

Protein merupakan komponen fungsional dan struktural utama setiap sel dalam tubuh (Saavedra dan Prentice, 2023). Kualitas dan jumlah protein yang diberikan perlu diperhatikan yaitu mengandung semua unsur asam amino esensial, mudah dicerna, dan diserap tubuh. Protein menjadi sumber asam amino yang berfungsi sebagai zat pembangun, pertumbuhan dan pemeliharaan jaringan, serum, antibodi, hemoglobin, mengganti sel-sel yang terpakai atau rusak, menjaga keseimbangan asam basa cairan tubuh, serta sebagai protein struktural. Selain itu, protein memiliki peran dalam sistem pertahanan tubuh melawan zat toksin dan mikroba dari luar tubuh. Protein berperan sebagai pengatur proses metabolisme dalam bentuk hormon dan enzim. Proses metabolik yang terjadi diatur oleh enzim dan aktivitas enzim tersebut diatur oleh hormon. Protein juga dapat berfungsi sebagai sumber energi bersama dengan karbohidrat dan lemak. Tubuh dapat mensintesis glukosa dari prekursor non-karbohidrat yaitu asam amino melalui proses glukoneogenesis (Bender, 2014).

Protein terbagi menjadi protein hewani dan protein nabati (Saavedra dan Prentice, 2023). Protein hewani memiliki asam amino esensial yang lebih lengkap dan bioavailabilitas yang lebih baik dibandingkan dengan protein nabati (Haryani *et al.*, 2023). Asam amino esensial tidak dapat diproduksi tubuh sehingga perlu asupan tambahan dari luar melalui makanan, sedangkan asam amino non-esensial dapat diproduksi dalam tubuh (Umar, 2021). Asam amino esensial memiliki peran menyintesis

hormon pertumbuhan seperti hormon tiroid dan *Human Growth Hormon* (HGH) (Haryani *et al.*, 2023). Penelitian yang dilakukan oleh Wahyudi *et al.* (2024) menemukan bahwa terdapat hubungan antara asupan asam amino esensial dengan kejadian *stunting* pada balita di Kabupaten Lombok Utara. Terdapat sembilan asam amino esensial yang tidak diproduksi tubuh sehingga perlu asupan dari makanan yaitu isoleusin, histidin, lisin, leusin, fenilalanin, metionin, treonin, valin, dan triptofan. Asupan asam amino esensial yang kurang dapat mengganggu metabolisme dan memengaruhi pertumbuhan anak.

5. Pangan

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2012 Tentang Pangan Pasal 1 menerangkan bahwa pangan merupakan segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati produk pertanian, perkebunan, perikanan, peternakan, perairan, kehutanan, dan air baik yang diolah maupun tidak diolah sebagai makanan atau minuman bagi konsumsi manusia, termasuk bahan tambahan pangan, bahan baku pangan, dan bahan lainnya yang digunakan dalam proses penyiapan, pengolahan, dan/atau pembuatan makanan atau minuman. Pangan menjadi sumber energi yang mengandung tiga makronutrien penting yaitu karbohidrat, lemak, dan protein untuk pemenuhan kecukupan gizi. Konsumsi pangan yang rendah dan tidak bergizi seimbang dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan organ dan jaringan tubuh, lemahnya daya tahan tubuh terhadap serangan

penyakit, serta perkembangan mental dan spiritual menjadi terganggu (Pritasari *et al.*, 2017).

Pangan lokal merupakan makanan yang dikonsumsi oleh masyarakat setempat sesuai dengan potensi dan kearifan lokal (Rizki *et al.*, 2023). Sumber daya alam terutama bahan pangan lokal menjadi potensi yang dapat dikembangkan dan dimanfaatkan menjadi pangan yang memiliki sifat fungsional (Khoerunisa, 2020).

6. Tepung Komposit

Tepung komposit merupakan campuran tepung yang terbuat dari dua bahan pangan atau lebih (Rahmah, 2018). Tujuan pembuatan tepung komposit untuk mendapatkan karakteristik bahan yang sesuai dengan produk olahan yang diinginkan atau memiliki sifat fungsional tertentu terhadap kesehatan manusia. Tepung komposit memiliki kelebihan yaitu kandungan gizi lebih tinggi dibandingkan dengan satu jenis tepung, kualitas fisik, dan mutu organoleptik dari produk yang dihasilkan (Fenia *et al.*, 2019).

Penelitian yang dilakukan oleh Tangariya *et al.* (2018) menunjukkan tepung komposit dari terigu, legum, millet, dan barli mengandung serat tidak larut 11,55% dan energi 354 kkal/100 g. Sementara itu, tepung terigu mengandung serat tidak larut 9,2% dan energi 344 kkal. Penelitian lain yang dilakukan oleh Prasetyo dan Sinaga (2020) terhadap pembuatan roti menggunakan tepung komposit (terigu 50% dan fermentasi ubi jalar oranye 50%) menghasilkan roti yang tidak berbeda nyata dengan

roti tanpa tepung komposit berdasarkan uji kesukaan (uji hedonik). Substitusi terigu dengan beberapa jenis tepung komposit memberikan perubahan struktur roti terutama tingkat elastisitasnya. Persentase penambahan tepung komposit pada titik tertentu dapat menurunkan elastisitas roti, namun persentase yang sedikit tidak memberikan perubahan yang signifikan bahkan dapat meningkatkan elastisitas roti (Putri *et al.*, 2022).

7. Tepung Mocaf

Manihot esculenta crantz atau biasa dikenal sebagai singkong merupakan salah satu pangan sumber karbohidrat yang banyak dibudidayakan. Indonesia berada di urutan keempat sebagai negara penghasil singkong terbanyak keempat di dunia setelah Nigeria, Thailand, dan Brazil dengan rata-rata laju pertumbuhannya menyentuh 2,39% (Ardyani *et al.*, 2022). Berdasarkan data Direktorat Jenderal Tanaman Pangan (2020), produksi singkong pada tahun 2020 sebanyak 18.487.582 ton. Saat ini telah dilakukan diversifikasi singkong menjadi produk yang memiliki nilai jual lebih tinggi. Salah satunya menjadi tepung mocaf. Tepung mocaf (*modified cassava flour*) merupakan tepung singkong yang dimodifikasi menggunakan metode fermentasi (Asmoro, 2021). Tepung singkong ini difermentasi dengan enzim organik yang berasal dari aktivitas bakteri asam laktat menjadi tepung bebas protein gluten (Sidqi dan Kumalasari, 2022).

Tepung mocaf per 100 g mengandung energi 350 kkal, karbohidrat 85 g, dan serat 6 g (Tabel 2.3). Kandungan energi, karbohidrat, dan serat tepung mocaf lebih tinggi dibandingkan tepung terigu yang mengandung energi 333 kkal, karbohidrat 77,2 g, dan serat 0,3 g (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2018). Keunggulan ini dapat menjadi peningkatan pemenuhan untuk kebutuhan gizi harian pada anak sekolah dengan aktivitas fisik tinggi dan tumbuh kembang pesat. Selain itu, kandungan serat yang tinggi dapat meningkatkan frekuensi konsumsi serat yang jarang pada anak sekolah. Serat ini berperan dalam pengosongan lambung, memperlancar pencernaan, dan memberikan rasa kenyang lebih lama sehingga anak tidak mengalami asupan energi berlebih yang berisiko terjadi obesitas (Pritasari *et al.*, 2017; Wintariasih *et al.*, 2020).

Tabel 2. 3
Kandungan Gizi Tepung Mocaf per 100 g

Komposisi Kimia	Kandungan Gizi
Energi (kkal)	350
Protein (g)	1,2
Lemak (g)	0,6
Karbohidrat (g)	85
Serat (g)	6,0
Abu (g)	1,3
Kalsium (mg)	60
Fosfor (mg)	64
Besi (mg)	15,8
Natrium (mg)	8
Kalium (mg)	403
Tembaga (mg)	0,10
Seng (mg)	0,6

Sumber : Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2018)

Tepung mocaf memiliki karakteristik yang mendekati tepung terigu (Rahmah, 2018). Proses fermentasi mengakibatkan granula pati terhidrolisis

menjadi monosakarida yang menjadi bahan pembentukan asam organik. Asam organik ini menghasilkan aroma dan rasa yang khas yang dapat menutupi aroma dan rasa singkong yang kurang disukai. Proses fermentasi dapat menghilangkan pigmen warna pada singkong yang menyebabkan reaksi *Maillard* saat dipanaskan sehingga tepung mocaf memiliki warna putih (Sidqi dan Kumalasari, 2022).

Tepung mocaf tidak mengandung gluten. Gluten merupakan protein yang terdapat pada tepung terigu (Asmoro, 2021). Sebagian orang tidak dapat mencerna dan mengonsumsi gluten karena memiliki *intolerant gluten*, *celiac disease*, dan *Autism Spectrum Disorder (ASD)* sehingga bermanfaat bagi seseorang yang memiliki alergi akan gluten (Sidqi dan Kumalasari, 2022). Selain itu, tepung mocaf dapat mencegah kejadian diabetes mellitus karena memiliki peran sebagai prebiotik. Pati resisten merupakan salah satu bahan prebiotik. Tepung mocaf berpotensi sebagai sumber pati resisten karena kandungan amilosanya. Beberapa penelitian menghubungkan mekanisme kerja pati resisten dengan sifatnya sebagai prebiotik. Granul-granul pati resisten membentuk ikatan khusus pada dinding usus halus menyebabkan pati resisten menjadi tempat perlekatan bakteri probiotik. Hasil fermentasi pati resisten oleh bakteri probiotik menghasilkan beberapa senyawa asam lemak rantai pendek atau *Short Chain Fatty Acid (SCFA)* yang berperan dalam tatalaksana terhadap pasien diabetes mellitus (Firdaus dan Sakinah, 2022).

Penelitian mengenai pemanfaatan tepung mocaf pada produk olahan telah banyak dilakukan, salah satunya pada produk roti. Tepung mocaf mengalami kenaikan nilai viskositas akibat proses fermentasi. Viskositas merupakan resistensi fluida fisikokimia yang berkaitan dengan efektivitas suatu perlakuan (Meutia *et al.*, 2021). Penelitian yang dilakukan oleh Kurniawan (2010) menunjukkan peningkatan nilai viskositas berbanding lurus dengan penambahan konsentrasi kalsium hidroksida Ca(OH)_2 saat fermentasi. Singkong mengandung amilopektin yang mampu berikatan dengan ion kalsium sehingga memperkuat struktur dinding sel. Proses fermentasi menyebabkan mikroba penghasil enzim pektinolitik dan enzim selulolitik menghancurkan dinding sel singkong sehingga terjadi liberasi granula pati.

Pada proses pembuatan roti menggunakan tepung mocaf, penambahan air saat proses pencampuran adonan mengakibatkan granula pati menyerap air dan menjadi mengembang. Granula pati dapat mengembang karena terjadi pemutusan ikatan hidrogen mengakibatkan air masuk dan tertahan sehingga meningkatkan kadar air (Jayanti *et al.*, 2023). Saat dilakukan proses pemanasan, pati membentuk kerangka kokoh akibat proses dehidrasi yang mengakibatkan teksturnya menjadi keras (Fadilah dan Sukainah, 2020).

8. Ikan Lele

Ikan lele merupakan salah satu ikan yang banyak dibudidayakan di Indonesia (Mahera dan Agustina, 2021). Berdasarkan data Kementerian

Kelautan dan Perikanan (KKP) (2020), produksi perikanan budidaya menurut komoditas utama tahun 2015-2020 ikan lele pada tahun 2020 sebanyak 993.768 ton dengan kenaikan rata-rata sepanjang tahun 2015-2020 mencapai 8,46%.

Ikan lele tinggi protein (Tabel 2.4) dan asam amino yang baik untuk anak sekolah yang dalam masa pertumbuhan. Ikan lele mengandung lisin 5,1%, fenilalanin 5,0%, arginin 4,3%, leusin 3,5%, valin 3,0% isoleusin 2,6%, metionin 2,3%, treonin 2,0%, histidin 1,5%, dan triptofan 0,5% (Wardani *et al.*, 2023). Ikan lele memiliki manfaat meningkatkan efektivitas fungsi kekebalan tubuh, berfungsi dalam proses pertumbuhan, dan pengganti sel jaringan yang rusak (Dipuja *et al.*, 2021). Selain itu, ikan lele dapat membantu tumbuh kembang tulang anak, menjaga keseimbangan nitrogen, membantu penyerapan kalsium, dan memelihara massa tubuh anak tidak terlalu berlemak (Miranti *et al.*, 2022).

Tabel 2. 4
Kandungan Gizi Ikan Lele per 100 g

Komposisi Kimia	Kandungan Gizi
Protein (g)	18,7
Lemak (g)	1,1
Kadar air (g)	78,5
Kalsium (g)	15
Fosfor (g)	260
Zat besi (g)	2
Natrium (g)	2
Vitamin B3 (Niasin) (g)	2
Vitamin B1 (Tiamin) (g)	0,10
Vitamin B2 (Riboflavin) (g)	0,05
Asam lemak omega-3 (g)	13,6
Asam lemak omega-6 (g)	22,2
Asam lemak omega-9 (g)	19,5

Sumber : Aryani *et al.* (2023); Nurasmı *et al.* (2018)

Ikan lele mengandung 75% asam lemak tak jenuh (Pandiangan *et al.*, 2020) (Tabel 2.5). Asam lemak tak jenuh merupakan salah satu komponen susunan sel saraf yang paling banyak di otak anak. Sekitar 60% otak manusia terdapat asam lemak yang beragam yaitu omega-3 (asam eikosapentanoat (EPA) dan asam dokosaheksaenoat (DHA)), omega-6, asam amino, dan omega-9. Asam lemak tak jenuh omega-3 memiliki peran dalam perkembangan biokimia, morfologis, molekuler otak (DHA) dan organ lainnya, serta sebagai anti inflamasi (EPA) pada anak. Asam lemak tak jenuh omega-6 sebagai salah satu sumber energi dan imunitas tubuh yang baik untuk anak (Nurasmi *et al.*, 2018).

Perlu dilakukan diversifikasi produk ikan lele untuk memanfaatkan kandungan gizi dan meningkatkan konsumsi ikan lele, salah satunya mengolah ikan lele menjadi abon. Abon adalah makanan yang terbuat dari daging sapi, ayam, atau ikan (Yulianto *et al.*, 2018). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sipahutar *et al.* (2023), abon ikan lele mengandung kadar air 9,46% dan kadar protein 35,74%. Tahapan pengolahan abon ikan lele yaitu proses penyiangan, pencucian, pengukusan, pencabikan, pencampuran bumbu, penggorengan, pengepresan dengan *spinner*, penirisan, pengemasan, dan penyimpanan. Proses pengolahan dengan suhu tinggi dapat menurunkan kandungan protein dan mempercepat proses denaturasi protein (Ahmad *et al.*, 2022). Pengolahan abon ikan lele melalui proses pengukusan pada rata-rata suhu 63,16°C dan proses penggorengan pada suhu 126,16°C. Suhu penggorengan ini lebih rendah dari pada suhu

normal yaitu 145-196°C karena dapat menyebabkan degradasi minyak dan penurunan titik asap (Sipahutar *et al.*, 2023). Syarat mutu abon ikan yang digunakan merupakan syarat mutu di Indonesia berdasarkan Standardisasi Nasional Indonesia (SNI 7690-2019) (Tabel 2.5).

Tabel 2. 5
Syarat Mutu Abon Ikan

Parameter Uji	Satuan	Persyaratan			
a. Sensori	angka	Min. 7*			
b. Kimia					
- Kadar protein	%	Min. 30			
- Kadar air	%	Maks. 15			
c. Cemaran mikroba		N	c	m	M
- ALT	koloni	5	2	10 ³	10 ⁴
- <i>Escherichia coli</i> ***	APM/g	5	1	<3	3,6
- <i>Salmonella</i> ***	per 25	5	0	Negatif	Td
- <i>Staphylococcus aureus</i>	koloni	5	1	10 ²	10 ³
d. Cemaran logam***					
- Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks. 0,5			
- Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,2			
- Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,1			
e. Cemaran fisik					
- <i>Filth</i>	Potongan	0			
f. Histamin**/**	mg/kg	Maks. 100			
Keterangan:					
*	Untuk setiap parameter sensori				
**	Untuk bahan baku yang berasal dari jenis <i>scombridae</i>				
***	Apabila diperlukan				
n	Jumlah sampel yang diambil dan dianalisis				
c	Jumlah maksimum sampel yang boleh terlampaui batas mikroba				
m,M	Batas mikroba				

Sumber : Badan Standardisasi Nasional (2019)

9. Pewarna Makanan

Pewarna makanan terbagi menjadi dua, yaitu pewarna makanan buatan dan pewarna makanan alami. Badan Pengawas Obat dan Makanan

Republik Indonesia (BPOM) (2019), menyatakan penggunaan pewarna makanan buatan jenis eritrosin CI. No. 45430 biasanya digunakan sebagai pewarna merah dan merah muda dibatasi sekitar 0-0,1 mg/kg berat badan dengan batas maksimal sebanyak 20 mg/kg untuk kategori produk roti. Selain itu, pewarna makanan buatan memiliki kandungan gizi yang rendah.

Pewarna makanan alami merupakan pewarna yang dihasilkan dari bahan tumbuhan yang mengandung zat pewarna. Pewarna alami dapat berasal dari buah, daun, bunga, kulit kayu, biji, dan polong (Saparani *et al.*, 2024). Pewarna alami memiliki kandungan zat gizi yang lebih tinggi dan memiliki toksisitas yang lebih rendah dibandingkan dengan pewarna buatan (Junaidi dan Syahrizal, 2020).

Salah satu buah yang dapat digunakan sebagai pewarna alami yaitu buah naga. Buah naga mengandung pigmen antosianin dan betasianin. Antosianin berperan memberikan pigmen warna merah dan ungu, sedangkan kandungan betasianin berperan memberikan pigmen warna merah pada buah naga (Rifqi *et al.*, 2023). Penggunaan pewarna makanan alami antosianin sebagai pewarna merah muda dibatasi sekitar 0-2,5 mg/kg berat badan dengan batas maksimal sebanyak 200 mg/kg untuk kategori produk roti (Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia, 2019). Manfaat penggunaan antosianin dan betasianin sebagai pewarna alami pada buah naga karena memiliki sifat antioksidan. Dalam 100 g buah naga, mengandung 3,75-19,72 mg fenolik (Jalgaonkar *et al.*, 2022). Zat fenolik efektif sebagai antioksidan secara *in vitro* dibandingkan vitamin C

dan vitamin E. Antioksidan mencegah kerusakan sel yang dapat menyebabkan kanker (Anitha *et al.*, 2023). Penelitian yang dilakukan oleh Maleta dan Kusnadi (2018) pada produk *yoghurt* yang diberikan penambahan sari buah naga dengan konsentrasi 10% menghasilkan *yoghurt* dengan aktivitas antioksidan 25,68%, konsentrasi betasianin 1,10 mg/100 g; nilai kecerahan (L*) 64,33; nilai kemerahan (a*) 34,80; dan nilai kekuningan (b*) -8,67.

Proses pengolahan sari buah naga menjadi pewarna makanan dimulai dari sortasi agar didapatkan buah naga dengan karakteristik yang seragam. Buah naga kemudian melalui proses *trimming* untuk menghilangkan bagian yang tidak digunakan. Selanjutnya buah naga diperas menggunakan saringan melalui proses pengepresan guna memisahkan antara daging dan biji buah naga. Buah naga yang telah diperas kemudian melewati proses penimbangan. Setelah itu, dilakukan proses penghancuran menggunakan blender dengan perbandingan 2:1 antara buah naga dan air. Proses selanjutnya yaitu penyaringan untuk menghasilkan sari buah naga (Munthe, (2020); Suliasih *et al.*, (2016)).

10. Roti

Roti merupakan pangan olahan dengan bahan utama tepung terigu dan ragi roti kemudian dipanggang (Arwini, 2021). Roti menjadi makanan sumber karbohidrat praktis. Dalam proses pembuatan roti terdapat tiga jenis metode yang biasa digunakan yaitu metode *straight dough*, *sponge dough*, dan *no time dough*. Metode *straight dough* dilakukan dengan cara

menggabungkan semua bahan secara bersamaan. Metode *sponge and dough* dilakukan dengan dua tahap yaitu *sponge* atau biang dan *dough*. Metode *no time dough* dilakukan dengan menggabungkan semua bahan secara bersamaan dengan waktu fermentasi singkat atau tidak dilakukan proses fermentasi (Ikram *et al.*, 2022).

Bahan baku yang digunakan dalam pengolahan roti dibedakan menjadi tiga yaitu bahan utama, bahan penambah rasa, dan bahan tambahan. Bahan utama antara lain tepung terigu, ragi, dan air. Bahan penambah rasa antara lain garam, gula, lemak, telur, dan susu. Bahan tambahan antara lain *mineral yeast food* (MYF), *malt*, dan *emulsifier* yang dapat meningkatkan mutu adonan (Arwini, 2021).

Bahan utama tepung terigu dalam roti berfungsi sebagai penghasil gluten yang dapat mengikat gas ketika dicampur dengan air sebagai pengontrol suhu (Priyati *et al.*, 2016). Adonan menjadi kokoh, tidak mengempis kembali karena gluten memiliki sifat menahan gas (Arwini, 2021).

Berdasarkan kandungan protein dan gluten, tepung terigu dibedakan menjadi tiga yaitu tepung protein rendah, tepung protein sedang, dan tepung protein tinggi. Tepung protein rendah (protein 5-9%) memiliki kadar gluten 21-27% biasa digunakan untuk membuat adonan seperti kue kering atau biskuit. Tepung protein sedang (protein 9,5-11%) dengan kadar gluten 27-33% atau biasa disebut sebagai tepung serbaguna biasa digunakan untuk membuat adonan yang lembut dan mengembang seperti kue basah. Tepung

protein tinggi (protein 11,4-14%) dengan kadar gluten 33-39% biasa digunakan untuk adonan dengan tekstur kenyal dan elastis seperti roti (Arwini, (2021); Kusnandar *et al.*, (2022)).

Bahan lain untuk pembuatan roti yaitu ragi dari mikroorganisme jenis *Saccharomyces cerevisiae*. Ragi dibedakan menjadi tiga yaitu ragi basah (*fresh yeast*), ragi aktif kering (*active dry yeast*), dan ragi instan (*instant yeast*) (Sanggramasari, 2018). Ragi dalam roti berfungsi untuk proses aerasi adonan (*dough*) dengan cara ragi yang dibantu dengan air mengubah gula menjadi karbondioksida (CO₂), asam, gliserin, dan alkohol melalui proses fermentasi. Selain itu, kandungan enzim yang dihasilkan oleh ragi akan memecah protein sehingga memberikan ekstensibilitas (kemampuan merenggang) gluten menjadi lebih lembut. Fermentasi juga memberikan aroma dan rasa khas roti (Arifin *et al.*, 2023).

Gula pada pengolahan roti berfungsi sebagai sumber energi untuk ragi dalam proses fermentasi, penambah rasa, warna kecokelatan, dan tekstur pada roti (Ridhani *et al.*, 2021). Susu dalam proses pengolahan roti berfungsi untuk meningkatkan kandungan gizi, kelembutan roti, dan memberikan aroma harum saat proses pemanggangan. Garam dalam proses pengolahan roti memiliki fungsi sebagai penstabil rasa, pengontrol saat proses fermentasi ragi, dan pengawet alami. Telur dalam proses pengolahan roti berfungsi untuk meningkatkan kelembutan dan kandungan gizi roti. Lemak dalam proses pengolahan roti memiliki fungsi sebagai pelembut, pelumas adonan (*dough*) sehingga mudah dibentuk, dan meningkatkan

kandungan gizi (Arwini, 2021). Syarat mutu roti yang digunakan merupakan syarat mutu roti manis di Indonesia berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 8372-2018) (Tabel 2.6).

Tabel 2. 6
Syarat Mutu Roti Manis

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan		
1	Keadaan				
1.1	Bau	-	Normal		
1.2	Rasa	-	Normal		
1.3	Warna	-	Normal		
1.4	Tekstur	-	Normal		
2	Kadar air	Fraksi massa, %	Maks. 40		
3	Abu tidak larut asam	Fraksi massa, %	Maks. 0,1		
4	Jumlah gula dihitung (sebagai sakarosa)	Fraksi massa, %	>5		
5	Cemaran logam				
5.1	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,50		
5.2	Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,20		
5.3	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40		
5.4	Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks. 0,05		
6	Cemaran arsen (As)	mg/kg	Maks 0,50		
7	Cemaran mikroba	N	C	m	M
	- Angka lempeng total	5	2	10 ⁴ koloni/g	10 ⁵ koloni/g
	- Enterobacteriaceae	5	2	10 koloni/g	10 ² koloni/g
	- Salmonella	5	0	Negatif/25 g	NA
	- <i>Staphylococcus aureus</i>	5	2	10 ² koloni/g	10 ⁴ koloni/g
	- Kapang dan khamir	5	2	5x10 ² koloni/g	10 ⁴ koloni/g
8	Deoksinivalenol	μ/kg	Maks. 500		
Keterangan:					
n	Jumlah sampel yang diambil dan dianalisis				
c	Jumlah maksimum sampel yang boleh terlampaui batas mikroba				
m,M	Batas mikroba				

NA	<i>Not applicable</i>
----	-----------------------

Sumber : Badan Standardisasi Nasional (2018)

11. Uji Hedonik

Uji organoleptik atau uji sensori atau uji indera merupakan pengujian menggunakan indera manusia sebagai alat utama untuk menilai mutu suatu produk, meliputi spesifikasi mutu kenampakan, bau, rasa, dan konsistensi/tekstur serta beberapa faktor lain untuk menilai mutu suatu produk. Pada prinsipnya, terdapat tiga jenis uji organoleptik yaitu uji pembedaan, uji deskriptif, dan uji afektif (Ismanto, 2023). Uji organoleptik dilakukan berdasarkan pengamatan menggunakan indera manusia sebagai alat pengukuran daya penerimaan suatu produk berdasarkan tekstur, aroma, rasa, dan warna. Indera yang digunakan yaitu indera penglihatan, penciuman, peraba, dan pengecap. Kemampuan indera dalam mendeteksi, membedakan, mengenali, dan membandingkan ini menjadi penilaian suatu produk berdasarkan sensor atau rangsangan yang diterima oleh indera (Gusnadi *et al.*, 2021). Berikut merupakan salah satu penilaian sensori untuk produk abon ikan telah menurut Badan Standardisasi Nasional (SNI 7690-2019) (Tabel 2.7).

Tabel 2.7
Penilaian Sensori Abon Ikan

Spesifikasi	Nilai	Kode Contoh				
		1	2	3	4	5
1. Kenampakan						
- Warna coklat spesifik produk, serbuk/serat homogen, cemerlang	9					

Spesifikasi	Nilai	Kode Contoh				
		1	2	3	4	5
- Warna coklat spesifik produk, serbuk/serat kurang homogen, agak kusam	7					
- Warna coklat tidak spesifik, serbuk/serat tidak homogen, kusam	5					
2. Bau						
- Spesifik produk sangat kuat	9					
- Spesifik produk kuat	7					
- Spesifik produk apek, tengik atau bau asing lainnya	5					
3. Rasa						
- Spesifik produk	9					
- Netral, spesifik produk kurang	7					
- Mulai tengik atau rasa asing lainnya	5					
4. Tekstur						
- Renyah, tidak menggumpal	9					
- Renyah, menggumpal	7					
- Tidak renyah, menggumpal	5					
5. Kapang						
- Tidak ada	9					
- Ada	5					

Sumber : Badan Standardisasi Nasional (2019)

Daya terima merupakan penerimaan terhadap makanan yang disajikan atau tolak ukur keberhasilan penyelenggaraan makanan (Sunarya dan Puspita, 2018). Uji hedonik merupakan salah satu metode dalam uji afektif. Uji hedonik atau uji kesukaan mengukur setiap subjektif konsumen terhadap produk berdasarkan sifat-sifat sensori. Hasil pengukurannya adalah penerimaan (diterima atau ditolak), kesukaan (tingkat suka atau tidak

suka) dan pilihan (pilih satu dari yang lain) terhadap produk (Ismanto, 2023).

a. Tekstur

Tekstur pada makanan melibatkan indera peraba, baik jari maupun mulut. Tekstur merupakan salah satu komponen yang menentukan cita rasa makanan karena konsistensi suatu makanan memengaruhi sensitivitas indera rasa (Mahmud, 2019).

b. Aroma

Aroma merupakan bau yang berasal dari suatu makanan. Aroma tercium oleh saraf olfaktori melalui rangsangan kimia dalam rongga hidung (Negara *et al.*, 2016). Aroma pada makanan menjadi daya tarik yang merangsang indera penciuman dan membangkitkan selera. Aroma terbentuk akibat senyawa yang mudah menguap sebagai reaksi pekerjaan enzim atau terbentuk tanpa bantuan reaksi enzim (Mahmud, 2019).

c. Rasa

Rasa merupakan mutu hedonik yang penting dalam pengujian (Batubara dan Arum, 2018). Parameter rasa melibatkan indera pengecap. Rasa dipengaruhi beberapa faktor antara lain suhu, senyawa kimia, konsentrasi dan interaksi dengan komponen rasa yang lain (Mahmud, 2019).

d. Warna

Sensori pertama yang dapat langsung dilihat panelis adalah warna. Penentuan mutu suatu bahan makanan pada umumnya bergantung

warna yang dimilikinya. Warna pada makanan akan memberi kesan penilaian tersendiri dari panelis (Negara *et al.*, 2016).

Pengujian hedonik membutuhkan panelis. Panelis merupakan orang-orang yang terlibat dalam serangkaian pengujian produk sebagai instrumen uji untuk mendapatkan data sensori (Adera *et al.*, 2022). Panelis berfungsi menilai mutu produk serta menganalisis sifat-sifat dan atribut sensori produk yang diuji (Arziyah *et al.*, 2022).

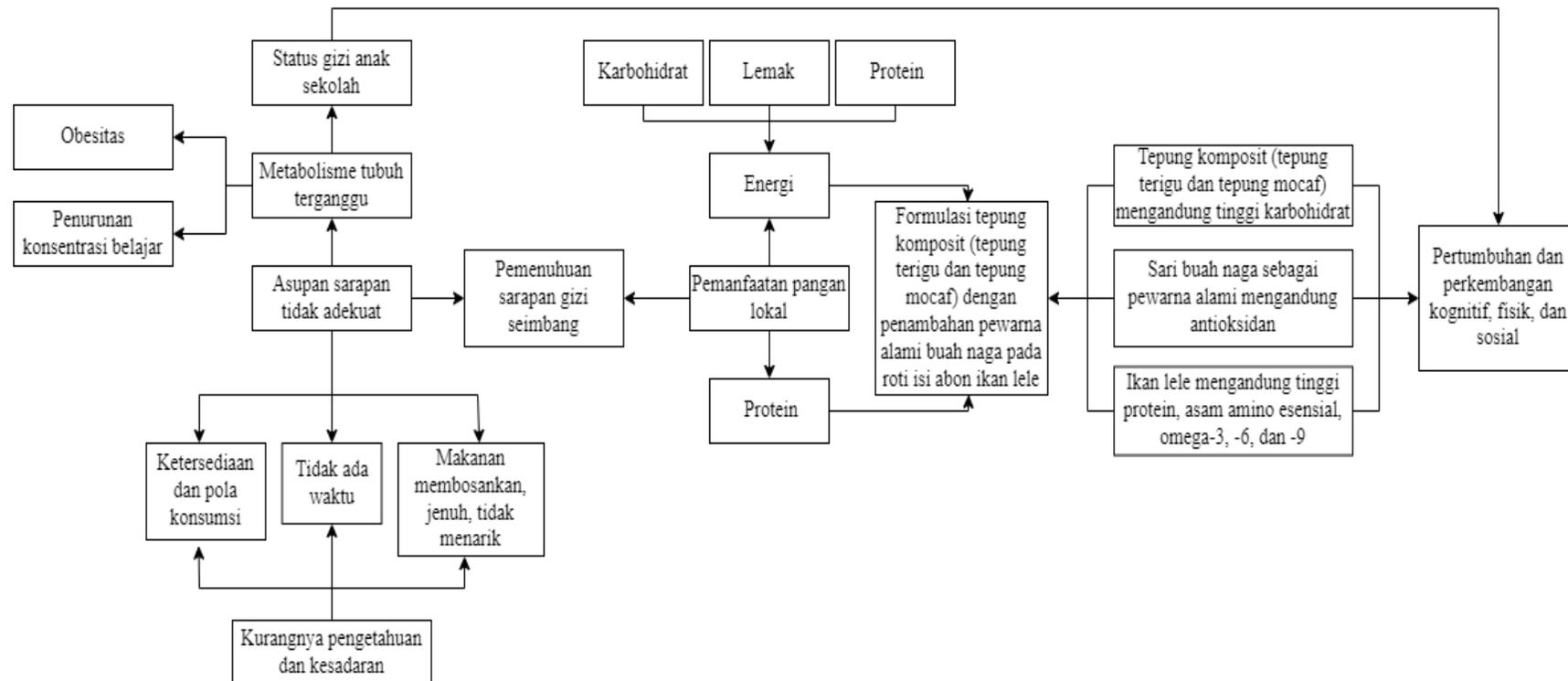
Skala yang digunakan biasanya disebut sebagai skala hedonik (Suryono *et al.*, 2018). Skala ini dapat direntangkan atau dikerucutkan menurut rentangan skala yang dikehendaki. Saat analisis data dilakukan, skala hedonik ditransformasikan menjadi skala numerik atau skoring menurut tingkat kesukaan tiga, lima, tujuh, atau sembilan tingkat kesukaan. Skala didasarkan pada skor tertinggi yang diberikan panelis yang menunjukkan rentang penilaian terhadap suatu produk. Skala ini dapat memengaruhi ukuran variabilitas data. Skala hedonik dapat menentukan sensitivitas dari pengukuran tingkat kesukaan. Skala hedonik dengan rentang pengukuran yang lebih banyak memiliki sensitivitas lebih besar namun, memiliki risiko data tidak terdistribusi normal jika panelis bukan panelis terlatih. Sebaliknya, skala hedonik dengan rentang pengukuran lebih sedikit memiliki sensitivitas yang kurang namun, data lebih mudah dianalisis secara statistik (Triandini dan Wangiyana, 2022). Skala hedonik yang digunakan dalam pengujian hedonik dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8
Skala Hedonik

Skala 3	Skala 5	Skala 7	Skala 9
Suka (3)	Sangat suka (5)	Sangat suka (7)	Sangat suka sekali (9)
Netral (2)	Suka (4)	Suka (6)	Sangat suka (8)
Tidak suka (1)	Cukup suka (3)	Agak suka (5)	Suka (7)
	Tidak suka (2)	Netral (4)	Sedikit suka (6)
	Sangat tidak suka (3)	Sedikit tidak suka (3)	Netral (5)
		Tidak suka (2)	Sedikit tidak suka (4)
		Sangat tidak suka (1)	Agak tidak suka (3)
			Sangat tidak suka (2)
			Sangat tidak suka sekali (1)

Sumber : Triandini dan Wangiyana (2022)

B. Kerangka Teori



Gambar 2. 1 Kerangka Teori

Sumber : Modifikasi Gusti *et al.* (2020), Bender (2014), dan Ramadhianasari dan Sulandjari (2024)