

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Anemia

Anemia adalah suatu kondisi tubuh dimana kadar hemoglobin dalam darah lebih rendah dari normal (WHO, 2019). Anemia adalah suatu keadaan dimana jumlah sel darah merah atau kadar hemoglobin di dalam darah lebih rendah daripada nilai normal menurut kelompok umur dan jenis kelamin. Warna darah yang merah mengandung haemoglobin yaitu sel darah merah yang berfungsi untuk membawa oksigen serta zat gizi lain seperti vitamin dan mineral ke otak dan ke jaringan tubuh. Terdapat perbedaan kadar Hb normal pada laki-laki dan perempuan. Kadar Hb untuk pria anemia yaitu kurang dari 13,5 g/dL, sedangkan kadar Hb pada wanita kurang dari 12 g/dL (Muhayati, 2019). Klasifikasi anemia menurut kelompok umur disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Anemia menurut Kelompok Umur

Kelompok Umur	Non Anemia (g/dL)	Anemia (g/dL)		
		Ringan	Sedang	Berat
Anak 6 - 59 bulan	11	10.0 – 10.9	7.0 – 9.9	< 7.0
Anak 5 – 11 tahun	11.5	11.0 – 11.4	8.0 – 10.9	< 8.0
Anak 12 – 14 tahun	12	11.0 – 11.9	8.0 – 10.9	< 8.0
Perempuan tidak hamil (≥ 15 tahun)	12	11.0 – 11.9	8.0 – 10.9	< 8.0
Ibu Hamil	11	10.0 – 10.9	7.0 – 9.9	< 7.0
Laki-laki ≥ 15 tahun	13	11.0 – 12.9	8.0 – 10.9	< 8.0

Sumber : WHO, 2011

Tabel 1 menyajikan klasifikasi anemia menurut kelompok umur. WHO mengklasifikasikan anemia menjadi 3 kelompok, yaitu anemia tingkat rendah, anemia tingkat sedang, dan anemia tingkat berat. Data *World Health Organization* (WHO) (2019) melaporkan prevalensi anemia pada wanita usia 15 - 49 tahun secara global sebesar 29,9%. Pada tahun 2022, prevalensi anemia berdasarkan data WHO mengalami peningkatan yaitu sebesar 31,2%. Riskesdas tahun 2013 melaporkan prevalensi anemia di Indonesia pada remaja putri sebesar 23%. Sedangkan, pada tahun 2018 mengalami peningkatan yang cukup tinggi yaitu sebesar 32% (Riskesdas, 2018). Anemia pada remaja putri dan wanita subur dapat menyebabkan berbagai dampak buruk seperti menurunnya ketangkasan

berpikir serta dapat menurunkan prestasi belajar dan produktivitas kerja. Anemia pada remaja putri dan wanita subur juga akan berlanjut hingga menjadi ibu hamil anemia yang dapat menyebabkan peningkatan risiko pertumbuhan janin terhambat (PJT), prematur, berat bayi lahir rendah (BBLR), dan gangguan kembang anak diantaranya stunting (Kemenkes, 2018).

Faktor yang menyebabkan anemia pada remaja putri adalah kurangnya asupan gizi, kurangnya pengetahuan tentang anemia, sikap yang tidak mendukung, pendidikan ibu maupun tingkat sosial ekonomi (Nurbaiti, 2019). Faktor kebiasaan seperti kurang mengonsumsi bahan makanan sumber protein hewani, kebiasaan diet untuk mengurangi berat badan, pantangan makan, serta kemiskinan juga termasuk penyebab tidak terpenuhinya konsumsi makanan zat gizi, sehingga menyebabkan anemia (Nanik, 2017). Anemia juga disebabkan oleh beberapa faktor seperti defisiensi besi, dan defisiensi protein. Secara langsung, anemia disebabkan karena produksi atau kualitas sel darah merah yang kurang dan kehilangan darah baik secara akut atau menahun. Penyebab anemia antara lain :

1. Perdarahan (*loss of blood volume*)

Perdarahan karena kecacingan dan trauma atau luka yang mengakibatkan kadar Hb menurun. Perdarahan karena menstruasi yang lama dan berlebihan.

2. Hemolitik

Perdarahan pada penderita malaria kronis perlu diwaspadai karena terjadi hemolitik yang mengakibatkan penumpukan zat besi (*hemosiderosis*) di organ tubuh, seperti hati dan limpa. Pada penderita Thalasemia, kelainan darah terjadi secara genetik yang menyebabkan anemia karena sel darah merah atau eritrosit cepat pecah, sehingga mengakibatkan akumulasi zat besi dalam tubuh.

3. Tingkat Konsumsi Energi dan zat gizi remaja putri yang rendah

Kebiasaan makan dan pola konsumsi remaja dapat memengaruhi asupan zat gizi. Kebiasaan makan remaja dapat berpengaruh terhadap kesehatannya dimasa yang akan datang. Kebutuhan energi remaja putri usia 16 - 18 tahun berdasarkan angka kebutuhan gizi (2019) sebesar 2100 Kkal setiap harinya. Energi merupakan sumber pembentukan eritrosit, sedangkan Hb adalah bagian dari eritrosit sehingga apabila asupan energi kurang akan menyebabkan berkurangnya pembentukan eritrosit dan mengakibatkan kadar Hb menurun (Suryani, 2015). Rata-rata asupan protein, vitamin C, Fe dan asam folat lebih

tinggi pada kelompok yang tidak mengalami anemia jika dibandingkan dengan kelompok yang mengalami anemia. Remaja puteri dengan tingkat asupan protein yang kurang, dapat beresiko 30,33 kali lebih besar terkena anemia dibanding mereka yang tingkat asupan protein cukup. Remaja yang tingkat konsumsi zat besi dan asam folat nya juga kurang, akan beresiko anemia 8 – 9 kali lipat lebih tinggi (Sholihah, 2019).

B. Defisiensi Zat Besi (Fe)

Rendahnya tingkat konsumsi remaja puteri menyebabkan defisiensi zat gizi. Rendahnya asupan zat gizi baik hewani maupun nabati yang merupakan pangan sumber zat besi yang berperan penting untuk produksi hemoglobin sebagai komponen dari sel darah merah atau eritrosit. Zat gizi lain yang berperan penting dalam pembentukan hemoglobin antara lain asam folat dan vitamin B12. Pada penderita penyakit infeksi kronis seperti TBC, HIV/AIDS, dan keganasan seringkali disertai anemia, karena kekurangan asupan zat gizi atau akibat dari infeksi itu sendiri (Kemenkes, 2018). Kekurangan zat besi dapat mempengaruhi produktivitas kerja, penampilan kognitif, dan sistem kekebalan tubuh seseorang (Almatsier, 2009).

C. Pemberian Makanan Sumber Protein, Zat Besi (Fe), dan Vitamin C

Pemberian makanan tinggi protein, zat besi, dan vitamin C perlu dilakukan sebagai upaya pencegahan anemia pada remaja puteri. Penelitian Renny Setyandari (2017) menyatakan asupan gizi (energi, protein, zat besi, dan vitamin C) berpengaruh terhadap kadar hemoglobin. Zat besi merupakan bahan utama dalam pembentukan hemoglobin pada tubuh. Proses metabolisme zat besi dimulai dari lambung, dimana zat besi dibebaskan dari ikatan organik seperti protein. Pada proses absorpsi di lambung, vitamin C berperan penting dalam proses penyerapan zat besi yaitu mereduksi zat besi dalam bentuk *feri* menjadi *fero*. Setelah proses tersebut, absorpsi terjadi di bagian atas usus halus (*duodenum*) dengan bantuan protein di dalam mukosa usus halus yaitu *transferrin* dan *ferritin*. Sehingga jika tubuh kurang konsumsi protein, *transferrin* tidak dapat menyalurkan zat besi ke sumsum tulang belakang dan ke jaringan tubuh sehingga produksi hemoglobin berkurang (Almatsier, 2009).

D. Pengembangan Hati Ayam Broiler dan Brokoli sebagai Formulasi *Nugget* Tempe

Nugget merupakan jenis *frozen food* yang populer di Indonesia dan umumnya di gemari oleh kalangan remaja maupun anak-anak. *Nugget* merupakan salah satu produk daging yang direstruksasi dan diberi bumbu, dicampur dengan bahan pengikat, kemudian dicetak, dikukus, dipotong, lalu dilumuri perekat tepung (*battering*) dan diselimuti dengan tepung roti (*breadcrumbing*). *Nugget* kemudian digoreng hingga setengah matang dan dibekukan untuk mempertahankan mutunya (Astawan, 2008). *Nugget* yang umum dikenal di masyarakat berupa *nugget* ayam (Mardiyah, 2019). Syarat mutu *nugget* ayam yang berlaku di Indonesia berdasarkan standar SNI (6683:2014), sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Syarat Mutu *Nugget* Ayam SNI 6683:2014

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan	
			Naget Daging Ayam	Naget Daging Ayam Kombinasi
1	Keadaan			
1.1	Bau	-	normal	normal
1.2	Rasa	-	normal	normal
1.3	Tekstur	-	normal	normal
2	Benda asing	-	tidak boleh ada	tidak boleh ada
3	Kadar air	% (b/b)	maks. 50	maks. 60
4	Protein (N x 6,25)	% (b/b)	min.12	min. 9
5	Lemak	% (b/b)	maks. 20	maks. 20
6	Karbohidrat	% (b/b)	maks. 20	maks. 25
7	Kalsium (Ca)	mg/100 g	maks. 30/50*	maks. 50
8	Cemaran logam			
8.1	Cadmium (Cd)	mg/kg	maks. 0,1	maks 0,1
8.2	Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 1,0	maks. 1,0
8.3	Timah (Sn)	mg/kg	maks. 40	maks. 40
8.4	Merkuri (Hg)	mg/kg	maks. 0,03	maks. 0,03
8.5	Cemaran arsen (As)	mg/kg	maks. 0,5	maks. 0,5
9	Cemaran mikroba			
9.1	Angka lempeng total	koloni/g	maks. 1 x 10 ⁵	maks. 1 x 10 ⁵
9.2	Koliform	APM/g	maks. 10	maks. 10
9.3	<i>Escherichia coli</i>	APM/g	< 3	< 3
9.4	<i>Salmonella sp.</i>	-	negatif/ 25 g	negatif/ 25 g
9.5	<i>Staphylococcus aureus</i>	koloni/g	maks. 1 x 10 ²	maks. 1 x 10 ²
9.6	<i>Clostridium perfringens</i>	koloni/g	maks. 1 x 10 ²	maks. 1 x 10 ²
CATATAN *Berlaku untuk <i>nugget</i> ayam dengan penambahan keju atau susu.				

Sumber : Badan Standarisasi Nasional (2014)

Definisi naget ayam berdasarkan (BSN, 2014) adalah produk olahan ayam yang dibuat dari campuran daging ayam dengan atau tanpa penambahan bahan pangan lain, dengan atau tanpa penambahan bahan tambahan pangan yang diizinkan, dicetak (kukus cetak atau beku cetak), diberi bahan pelapis dengan atau tanpa digoreng dan dibekukan. *Nugget* merupakan produk olahan yang menggunakan teknologi restrukturisasi yang dimana pengolahannya di perlukan bahan pengikat serta bumbu-bumbu. Bahan pengikat berfungsi sebagai penstabil emulsi, meningkatkan daya ikat air, memperkecil penyusutan, menambah berat produk dan menekan biaya. Umumnya bahan pengikat yang digunakan pada pengolahan *nugget* adalah tepung. Tepung digunakan sebagai pengikat karena kadar pati di dalamnya yang jika terkena air panas akan membentuk fraksi amilosa. Fraksi amilosa berperan penting dalam stabilitas gel, karena sifat hidrasi amilosa dalam pati yang dapat mengikat molekul air dan dapat membentuk massa yang elastis. Namun, stabilitas gel amilosa akan hilang jika penambahan air berlebihan (Sukesi, 2013).

Bahan dasar *nugget* yang pada umumnya daging ayam, dapat di modifikasi dengan bahan lain seperti tempe. *Nugget* tempe adalah salah satu modifikasi nugget dengan bahan baku yang murah dan mudah untuk didapatkan. Tempe merupakan bahan pangan nabati yang sering dikonsumsi sehari-hari oleh masyarakat Indonesia. Penelitian Novi Heridiansyah (2014) menyebutkan *nugget* tempe dengan bahan dasar kedelai dan bahan pengikat tepung terigu menjadi perlakuan yang paling disukai pada segi tekstur dibandingkan dengan tempe berbahan dasar yang lain. Bahan pangan lain yang dapat dikembangkan menjadi *nugget* untuk mencegah anemia remaja putri yaitu hati ayam broiler dan brokoli. Berikut ini adalah bahan utama yang digunakan dalam penelitian.

1. Hati Ayam Broiler

Hati ayam broiler merupakan bahan makanan yang termasuk kedalam kelompok jeroan. Hati ayam broiler merupakan bahan makanan yang sering diolah oleh masyarakat Indonesia. Rata-rata konsumsi perkapita seminggu menurut kelompok daging, hati, tetelan, dan jeroan di kota Malang dari tahun 2019 hingga 2021 mengalami peningkatan. Pada tahun 2019 terdapat 0,008 kg/kapita/minggu. Pada tahun 2020 di kota Malang terdapat 0,010 kg/kapita/minggu, sedangkan pada tahun 2021 di kota Malang terdapat 0,012 kg/kapita/minggu (Statistik, 2021b).

Hati ayam ini dapat diolah menjadi berbagai jenis sajian yang lezat dengan memasaknya sampai matang untuk mencegah keracunan makanan yang berasal dari bakteri. Hati ayam memiliki kadar zat gizi seperti protein tinggi dan kaya akan folat, vitamin A, zat besi dan beberapa vitamin B (Ramadhani, 2020). Hati ayam broiler mengandung kadar zat besi lebih tinggi dibandingkan dengan hati dari ternak lainnya seperti hati sapi. Nilai gizi yang terkandung dalam hati ayam dan hati sapi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Gizi 100 gram Hati Ayam dan Hati Sapi

Nilai Gizi	Hati Ayam	Hati Sapi
Energi (Kkal)	261	274
Protein (gram)	27.4	16
Lemak (gram)	16.1	22
KH (gram)	1.6	3
Zat besi (Fe) (mg)	15.8	4
Vitamin C (mg)	0	0

Sumber : (TKPI, 2019)

Tabel 3 menunjukkan kadar zat gizi hati ayam dan hati sapi yang menunjukkan bahwa kadar zat besi pada hati ayam lebih tinggi dibandingkan dengan hati sapi. Berdasarkan tabel komposisi pangan Indonesia, kadar zat besi 100 gram hati ayam yaitu 15,8 mg, sedangkan kadar zat besi 100 gram hati sapi yaitu 4 mg. Zat besi yang terdapat pada sumber protein hewani termasuk jenis besi *heme*. Zat besi dalam sumber pangan hewani (besi *heme*) yang dapat diserap tubuh antara 20-30% (Kemenkes, 2018). Nilai gizi zat besi yang terdapat dalam 100 gram produk *nugget* ayam dengan penambahan hati ayam sebesar 3,38 mg. Penelitian tersebut merupakan pengembangan pangan sumber zat besi bagi kebutuhan anak usia sekolah (7 - 12 tahun) (Ramadhani, 2020). Daya terima terbaik pada *nugget* dengan formulasi hati ayam dan tempe terdapat pada taraf perlakuan dengan proporsi hati ayam 30% pada *nugget*, tetapi kadar zat besi dalam *nugget* masih belum memenuhi standar kebutuhan (Asti Fauziah, 2019).

Hati ayam adalah salah satu sumber besi *heme* yang murah dan mudah diperoleh. Bioavailabilitas hati ayam lebih tinggi dibandingkan dengan sumber zat besi lainnya seperti sayuran hijau dan kacang-kacangan (Lutfiah, 2021). Penelitian Paurina (2022) menyatakan terdapat efektifitas pemberian bayam dan hati ayam terhadap peningkatan kadar hemoglobin pada remaja puteri di SMAN I

Binuang Serang. Hati ayam dapat meningkatkan kadar hemoglobin pada ibu hamil yang signifikan sehingga konsumsi hati ayam dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan zat besi (Purwandari *et al.*, 2022).

2. Brokoli

Brokoli (*Brassica oleracea var. italica*) merupakan salah satu family dari *Brassicaceae* yang mengandung fitokimia yang baik seperti glukosinolat, senyawa fenolik, serat dan senyawa antioksidan seperti vitamin C dan E serta mineral (Ca, Mg, Se, dan K) (Moreno, 2006). Produksi brokoli di Indonesia pada tahun 2019 sebanyak 1.413.060 ton. Pada tahun 2020 mengalami penurunan dari tahun sebelumnya, yaitu sebanyak 1.406.985 ton. Pada tahun 2021 mengalami peningkatan sebanyak 1.434.670 ton (Statistik, 2021). Vitamin C yang terkandung dalam brokoli dapat menjadi salah satu cara yang dilakukan untuk pencegahan anemia. Vitamin C dapat membantu proses penyerapan zat besi dalam tubuh. Untuk meningkatkan penyerapan zat besi secara maksimal, maka diperlukan tambahan konsumsi vitamin C (Safitri, 2019). Nilai gizi yang terkandung dalam brokoli dan kembang kol disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Gizi 100 gram Brokoli dan Kembang Kol

Zat Gizi	Nilai Gizi Brokoli	Nilai Gizi Kembang Kol
Energi (Kkal)	34	25
Protein (gram)	2.8	2.4
Lemak (gram)	0.4	0.2
KH (gram)	6.6	4.9
Zat besi (Fe) (mg)	0.7	1.1
Vitamin C (mg)	89	69

Sumber : (TKPI, 2019)

Tabel 4 menunjukkan kadar zat gizi brokoli dan kembang kol. Pada tabel 4 disajikan bahwa kadar vitamin C pada brokoli lebih tinggi dibandingkan dengan kembang kol. Berdasarkan data tabel komposisi pangan Indonesia (2019) kadar vitamin C 100 gram brokoli yaitu 89 mg, sedangkan kadar vitamin C 100 gram kembang kol yaitu 69 mg. Penambahan brokoli dan wortel dengan persentase 50% pada nugget daging ayam menghasilkan nilai yang terbaik dari mutu warna, mutu aroma, mutu rasa, hedonik warna dan hedonik kenampakan (Utami, 2018). Vitamin C pada *nugget* ayam dengan penambahan Brokoli dan kubis ungu mengalami peningkatan dari 1,4 mg/100 gram *nugget* menjadi 9,8 mg/100 gram *nugget* (Aina, 2020). *Nugget* dengan bahan dasar tempe kedelai dan brokoli

mendapatkan tingkat penerimaan terhadap warna, aroma, rasa, dan tekstur pada kategori suka (Emeline, 2020).

E. Kadar Zat Gizi

1. Kadar Air

Kadar air adalah banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen. Kadar air juga salah satu karakteristik yang sangat penting pada bahan pangan, karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, dan citarasa pada bahan pangan. Kadar air dalam bahan pangan ikut menentukan kesegaran dan daya awet bahan pangan tersebut. Kadar air yang tinggi mengakibatkan mudahnya bakteri, kapang, dan khamir untuk berkembang biak, sehingga akan terjadi perubahan pada bahan pangan (Sandjaja S, 2010).

Kadar air maksimum *nugget* sesuai dengan SNI 6683:2014 yaitu sebesar 60%. Kadar air merupakan parameter yang harus diperhatikan dalam proses pengolahan suatu produk makanan. Kadar air dalam bahan makanan dapat mempengaruhi daya tahan makanan terhadap kontaminasi mikroba karena mikroorganisme menggunakan air sebagai media tumbuh. Semakin sedikit kadar air yang terdapat dalam bahan makanan maka umur simpan makanan akan menjadi lebih panjang dibandingkan dengan bahan makanan yang mengandung kadar air lebih banyak (Winarno, 2008). Kadar air pada brokoli termasuk tinggi yaitu 89,3% karena brokoli dalam kelompok sayur-sayuran dimana hampir semua tanaman yang masuk dalam sayur-sayuran mengandung kadar air yang tinggi (TKPI,2019). Berdasarkan penelitian Balia (2022) menunjukkan bahwa proporsi brokoli hijau tertinggi 30% kadar air pada *nugget* tertinggi sebesar 35,27%. Lebih lanjut penelitian Hendri (2018) menunjukkan bahwa proporsi brokoli hijau tertinggi 60% menghasilkan kadar air pada bakso ikan jelawat tertinggi sebesar 68,12%.

2. Kadar Abu

Abu merupakan zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu bahan organik. Kadar abu berhubungan dengan macam bahan dan cara pengabuan yang digunakan. Kadar abu dari suatu bahan akan menunjukkan kadar mineral dalam bahan tersebut (Sandjaja S, 2010). Proses pembakaran bahan-bahan organik akan terbakar, sedangkan zat anorganik tidak terbakar sehingga disebut dengan abu (Winarno, 2008).

Kadar abu maksimum *nugget* tidak terdapat angka standar pada SNI 6683:2014. Menurut penelitian Dedes (2021) kadar abu pada nugget hati ayam kukus sebesar 2,50%. Hal ini terjadi karena hati ayam mengandung banyak mineral seperti zat besi dan lain-lain. Menurut Simbolon (2012) hati ayam merupakan tempat penyimpanan besi sehingga mengandung zat besi dengan kadar tinggi yang dibutuhkan untuk mencegah anemia. Zat besi merupakan salah satu mineral yang terkandung dalam hati ayam. Sehingga semakin tinggi zat besi, maka semakin tinggi kadar abu yang dihasilkan.

3. Nilai Energi

Energi merupakan kebutuhan dasar manusia, jika tidak terpenuhi maka kebutuhan zat gizi lain seperti protein, lemak, dan karbohidrat menjadi tidak terpenuhi. Nilai energi ditentukan oleh kadar karbohidrat, lemak, dan protein suatu bahan makanan. Tidak semua energi yang tersedia di dalam makanan itu digunakan oleh tubuh. Nilai energi kasar makanan perlu dikoreksi dengan nilai energi makanan yang tidak dimanfaatkan tubuh. Metode yang digunakan untuk menetapkan nilai energi adalah faktor *Atwater* ($4 - 9 - 4$), nilai energi makanan dapat ditetapkan melalui perhitungan menurut karbohidrat, lemak, protein, serta nilai energi faali makanan tersebut (Almatsier, 2009).

Menurut penelitian Asti (2019) energi pada *nugget* dengan kombinasi hati ayam 70% berdasarkan takaran saji menghasilkan energi sebesar 180,96 Kkal. Kandungan energi pada hati ayam broiler cukup besar yaitu 261 Kkal dalam 100 gram bahan (TKPI,2019). Peningkatan nilai energi dapat disebabkan oleh peningkatan kadar protein dan lemak pada *nugget*. Protein dapat menyumbangkan energi sebesar 4 Kkal/gram dan lemak menyumbangkan energi sebesar 9 Kkal/gram pada perhitungan nilai energi, sehingga nilai energi mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan kadar protein dan lemak (Almatsier, 2009).

4. Protein

Protein adalah molekul makro yang mempunyai berat molekul antara lima ribu hingga beberapa juta. Protein terdiri atas rantai-rantai panjang asam amino, yang terikat satu sama lain dalam ikatan peptida (Almatsier, 2009). Protein di dalam tubuh berfungsi sebagai zat pembangun bagi pertumbuhan dan pemeliharaan jaringan tubuh, pengatur kelangsungan proses di dalam tubuh, pemberi tenaga dalam keadaan energi kurang tercukupi oleh karbohidrat dan

lemak (Kartasapoetra, 2005). Protein memegang peranan esensial dalam mengangkut zat-zat gizi dari saluran cerna melalui dinding saluran cerna ke dalam darah, dari darah ke jaringan-jaringan dan melalui membran sel ke dalam sel-sel. Salah satunya yaitu protein dalam bentuk transferin dan feritin yang membantu mengangkut zat besi dari duodenum hingga ke sumsum tulang belakang untuk pembentukan hemoglobin (Almatsier, 2009).

Penelitian Farinendya (2019) menyatakan jika asupan protein kurang maka penyerapan Fe terhambat dan menimbulkan anemia, hal ini terjadi karena protein berperan dalam transportasi Fe untuk pembentukan Hb dalam pencegahan anemia. Zat besi yang terdapat pada hati ayam lebih tinggi daripada hati sapi. Zat besi berperan dalam pembentukan hemoglobin, membantu proses metabolisme dengan membantu berbagai macam enzim dengan cara mengikat oksigen (Sholihah, 2019). Terdapat hubungan tingkat kecukupan protein dengan kejadian anemia pada remaja putri. Protein dapat membantu transportasi zat besi (Fe) untuk membentuk hemoglobin sehingga tidak terjadi kekurangan zat besi (Fe) yang akan menyebabkan anemia remaja putri (Widyasmara *et al.*, 2021).

Bahan makanan yang mengandung protein dari produk *nugget* tempe yaitu tempe, hati ayam, tepung terigu, dan telur ayam. Penelitian Novi (2014) menyatakan kadar protein *nugget* tempe dengan *nugget* daging ayam hampir mendekati, sehingga dapat dikatakan bahwa *nugget* tempe dapat dijadikan sebagai makanan alternative pengganti *nugget* daging yang harganya lebih terjangkau oleh daya beli masyarakat. Penelitian Asti Fauziah (2019) menyatakan kadar protein *nugget* tempe dengan kombinasi hati ayam mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya proporsi hati ayam yang digunakan. Metode, suhu, dan lama pengolahan makanan harus dipertimbangkan untuk meminimalisir kehilangan protein. Dalam pemanasan daging, jika terdapat kontak dengan bahan nabati, protein dapat mengalami reaksi *Maillard*. Reaksi *Maillard* dapat mempengaruhi reaksi pencoklatan oleh non enzim sehingga dapat mempengaruhi warna, aroma, dan rasa produk yang dihasilkan (If 'all dkk, 2018).

5. Karbohidrat

Karbohidrat adalah sumber utama energi dalam makanan maupun di dalam tubuh. Karbohidrat yang terasa manis, biasa disebut gula (sakar). Terdapat beberapa bentuk karbohidrat, molekul dasar dari karbohidrat adalah monosakarida atau monosa. Karbohidrat juga terdapat dalam bentuk disakarida

atau diosa, trisakarida atau triosa, dan polysakarida atau poliosa. Polisakarida yang mengandung jumlah monosakarida yang tidak begitu banyak disebut oligosakarida laktosa merupakan salah satu bentuk karbohidrat yang dalam saluran gastrointestinal dipecah oleh enzim laktase menjadi glukosa dan galaktosa (Almatsier, 2009).

Dengan tercukupinya karbohidrat dalam tubuh, ketersediaan energi berikut cadangannya akan siap digunakan dan dalam keadaan konstan, terutama dalam bentuk glukosa (Kartasapoetra, 2005). Bahan pangan sumber karbohidrat pada *nugget* yaitu tepung terigu, dan tepung panir yang diarpakan dapat membantu meningkatkan kadar karbohidrat pada produk *nugget*. Kadar karbohidrat juga dapat dipengaruhi oleh proporsi brokoli yang digunakan. Penelitian Utami (2018) menyatakan kadar karbohidrat *nugget* semakin meningkat seiring dengan peningkatan persentase wortel dan brokoli pada nugget.

6. Lemak

Lemak sebagai bagian atau sumber pembentuk energi di dalam tubuh, bobot yang dihasilkan tiap gram lebih besar dari yang dihasilkan tiap gram karbohidrat dan protein, tiap gram lemak menghasilkan 9 kalori, 1 gram karbohidrat dan protein menghasilkan 4 kalori (Kartasapoetra, 2005). Lemak mengandung vitamin larut lemak tertentu. Lemak membantu transportasi dan absorpsi vitamin lemak yaitu A, D, E, K. Lemak juga berfungsi memberi rasa kenyang dan kelezatan. Lemak memperlambat sekresi asam lambung dan memperlambat pengosongan lambung, sehingga lemak memberi rasa kenyang lebih lama. Lapisan lemak di bawah kulit mengisolasi tubuh dan mencegah kehilangan panas tubuh secara cepat, dengan demikian lemak juga berfungsi dalam memelihara suhu tubuh. Lapisan lemak yang menyelubungi organ-organ tubuh, seperti jantung, hati, dan ginjal membantu menahan organ-organ tersebut tetap di tempatnya dan melindungannya terhadap benturan dan bahaya lain (Almatsier, 2009).

Bahan pangan sumber lemak pada *nugget* yaitu hati ayam dan telur yang diharapkan mampu menyumbang kadar lemak pada produk *nugget*. Kadar lemak sebesar 5% pada *nugget* disumbangkan dari minyak goreng yang terserap pada proses penggorengan. Menurut Sundari (2015) kadar lemak meningkat pada bahan pangan yang digoreng disebabkan karena minyak goreng yang terserap oleh bahan pangan yang mengakibatkan kadar lemak bertambah, dimana proses

penggorengan berbeda dengan pengolahan pangan lainnya, selain berfungsi sebagai media penghantar panas, minyak juga akan diserap oleh bahan pangan. Kadar lemak dalam suatu bahan pangan juga dapat mempengaruhi tekstur, aroma, dan rasa produk. Selain itu, lemak juga dapat memberikan rasa gurih terhadap suatu produk pangan (Ardiansyah, 2014).

Suhu dan lama waktu pengolahan dapat berpengaruh terhadap kadar lemak dalam bahan pangan. Setelah proses pengolahan bahan pangan, akan terjadi kerusakan lemak yang terkandung di dalamnya. Tingkat kerusakan sangat tergantung oleh suhu serta lama waktu proses pengolahan semakin tinggi suhu yang digunakan, kerusakan lemak akan semakin meningkat. Proses oksidasi lemak dapat menyebabkan inaktivasi fungsi biologisnya dan bahkan dapat bersifat toksik (Palupi, 2007). Penurunan kadar lemak dipengaruhi oleh proses pengolahan yaitu hati ayam mengalami pemanasan sebanyak dua kali. Pertama hati ayam sebelum dilakukan formulasi dikukus terlebih dahulu untuk menghilangkan toksik yang ada pada hati ayam tersebut. Kedua pengukusan dilakukan setelah terbentuk adonan. Proses pengukusan dapat menyebabkan berkurangnya kadar lemak *nugget* (Yuliana, 2013).

7. Zat besi (Fe)

Zat besi merupakan mineral mikro yang paling banyak terdapat dalam tubuh manusia dan hewan, yaitu sebanyak 3 – 5 gram di dalam tubuh manusia biasa (Almatsier, 2009). Zat besi sendiri berperan dalam pembentukan hemoglobin, membantu proses metabolisme dengan membantu berbagai macam enzim dengan cara mengikat oksigen (Sholihah, 2019). Zat besi dalam makanan dibagi menjadi 2, yaitu zat besi *heme* dan zat besi *non heme*. Zat besi *heme* berasal dari bahan pangan hewani seperti hati, daging, unggas, dan ikan, sedangkan zat besi *non heme* berasal dari bahan pangan nabati seperti sayuran berwarna hijau dan kelompok kacang-kacangan. Zat besi *heme* dapat diserap oleh tubuh antara 20 – 30%, sedangkan zat besi *non heme* dapat diserap oleh tubuh adalah 10% (Kemenkes, 2018).

Bahan pangan sumber zat besi pada *nugget* yaitu hati ayam yang diharapkan mampu meningkatkan kadar zat besi di dalam *nugget*. Penelitian Paurina (2022) menyatakan terdapat efektifitas pemberian bayam dan hati ayam terhadap peningkatan kadar hemoglobin pada remaja putri di SMAN I Binuang Serang. Penelitian Asti (2019) menyatakan daya terima terbaik pada *nugget*

dengan kombinasi hati ayam 30% mengandung kadar zat besi sebesar 0,112 mg/takaran saji. Hasil penelitian tersebut masih kurang dari standar yang ditetapkan, sehingga diperlukan penambahan presentase hati ayam. Zat besi dapat mengalami penurunan. Secara umum garam-garam mineral tidak terlalu berpengaruh secara signifikan terhadap perlakuan kimia dan fisik selama pengolahan makanan. Namun, pada perlakuan panas, zat besi kemungkinan akan mengalami oksidasi dan mempengaruhi nilai biologis yang menyebabkan zat besi tidak mudah diserap oleh tubuh (Palupi, 2007). Penurunan mineral seperti zat besi yang terjadi pada proses penggorengan dapat berkisar antara 5-40% (Sundari, 2015). Penurunan zat besi dapat dipengaruhi oleh lama dan suhu pemanasan sehingga kadar zat besi akan turun sekitar 5,1 - 19% (Siti, 2020).

8. Vitamin C

Kadar vitamin C dalam makanan dapat hilang karena proses pemanasan, pencucian sayur, pemotongan sayur, serta terdapat alkali atau suasana basa selama pengolahan (Rahmawati, 2017). Pada perlakuan awal blanching dapat menurunkan kadar vitamin C dalam bahan pangan sekitar 23,9% hingga 94% (Susana, 2019). Kehilangan vitamin C dapat dicegah dengan melakukan penyimpanan pada suhu rendah, hal ini akan mengurangi proses respirasi dan metabolisme, memperlambat proses penuaan, mencegah kehilangan air, dan mencegah kelayuan pada sayuran.

Bahan pangan yang mengandung vitamin C pada *nugget* yaitu brokoli yang diharapkan mampu meningkatkan kadar vitamin C di dalam *nugget*. Vitamin C pada *nugget* ayam dengan penambahan Brokoli tertinggi 30% dan kubis ungu mengalami peningkatan dari 1,4 mg/100 gram *nugget* menjadi 9,8 mg/100 gram *nugget* (Aina, 2020). Vitamin C dapat membantu proses penyerapan zat besi untuk pencegahan anemia (Sholihah, 2019). Vitamin C merupakan unsur esensial yang sangat dibutuhkan oleh tubuh untuk pembentukan hemoglobin. Dalam proses absorpsi di lambung, vitamin C berperan penting dalam proses penyerapan zat besi yaitu mereduksi zat besi dalam bentuk *ferric* menjadi *ferrous*. Setelah proses tersebut, absorpsi terjadi di bagian atas usus halus (duodenum) dengan bantuan protein di dalam mukosa usus halus yaitu transferrin dan ferritin. Sehingga jika tubuh kurang konsumsi protein, transferrin tidak dapat menyalurkan zat besi ke sumsum tulang belakang dan ke jaringan tubuh sehingga produksi hemoglobin berkurang (Almatsier, 2009).

F. Mutu Organoleptik

1. Warna

Warna makanan menjadi peran utama dalam penampilan makanan, meskipun makanan tersebut lezat, tetapi apabila penampilan luar dari makanan tidak menarik waktu penyajian akan mengakibatkan selera panelis yang akan mengkonsumsi makanan menjadi hilang. Penentuan mutu suatu bahan pangan tergantung dari beberapa faktor, tetapi sebelum faktor lain diperhatikan secara visual faktor warna tampil lebih dulu untuk menentukan mutu bahan pangan (Winarno, 2008).

Warna pada hati ayam yang di formulasi pada *nugget* tempe tidak terlalu mencolok, karena sama-sama memiliki warna coklat. Warna coklat terdiri dari banyak jenis, dikutip dari website *The Graphics Fairy* oleh Rebecca E. Parsons, warna coklat disajikan pada Gambar 1.

Brown	Cream	Mocha	A Few of the Many Hues of Brown
Peanut	Latte	Pecan	Tan
Ginger	Tortilla	Syrup	Almond
Chocolate	Caramel	Gingerbread	Carob
Old Penny	Tawny	Cinnamon	Cedar
Umber	Walnut	Sepia	Hickory

(Sumber : *The Graphics Fairy* <https://thegraphicsfairy.com/how-to-make-the-color-brown/>)

Gambar 1. Palet Warna Coklat

Pada penambahan proporsi hati ayam broiler dapat mempengaruhi warna bagian dalam *nugget* tempe. Penelitian Asti Fauziah (2019) menyatakan penambahan bahan hati ayam pada *nugget* dapat mempengaruhi mutu warna. Tingkat kesukaan terhadap warna paling tinggi terdapat pada *nugget* dengan persentase hati ayam yang paling rendah. Hal tersebut disebabkan karena adanya peningkatan persentase hati ayam sehingga menimbulkan warna *nugget* menjadi lebih gelap. Penelitian Aina (2020) menyatakan tidak ada pengaruh

penambahan brokoli terhadap mutu warna pada *nugget*. Proses pengukusan dan pemanasan pada pengolahan *nugget* dapat mengurangi kadar klorofil pada *nugget*. Hal ini disebabkan oleh proses pemanasan dapat mengakibatkan denaturasi protein sehingga klorofil menjadi tidak terlindung. Sehingga warna hijau dari brokoli tidak menyebabkan perbedaan yang signifikan. Penampakan luar warna *nugget* lebih dipengaruhi oleh lapisan dari tepung panir, ketika dilakukan pengorengan dengan minyak menyebabkan perubahan warna *nugget* menjadi kuning kecoklatan.

2. Aroma

Aroma adalah bau yang ditimbulkan oleh rangsangan kimia yang tercium oleh syaraf-syaraf olfaktori yang berada dalam rongga hidung ketika makanan masuk ke dalam mulut (Winarno, 2008). Penelitian Asti Fauziah (2019) menyatakan bahwa panelis lebih menyukai aroma *nugget* dengan persentase hati ayam sebanyak 30%. Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu yang menyatakan penambahan hati ayam paling sedikit lebih disukai dari mutu aroma karena tidak menghasilkan aroma yang amis. Untuk mengurangi aroma amis, dilakukan perendaman hati ayam kedalam perasan air jeruk nipis selama 10 menit, dan pengukusan selama 7 menit. Penelitian Aina (2020) menyatakan terdapat pengaruh penambahan brokoli pada mutu aroma *nugget*. Semakin banyak perbandingan brokoli yang ditambahkan maka aroma langu pada brokoli akan semakin kuat dan membuat penilaian panelis terhadap aroma semakin menurun. Brokoli mengandung senyawa glukosinolat yang dapat menimbulkan aroma langu. Untuk mengurangi aroma langu pada brokoli dilakukan penambahan bumbu seperti bawang putih dan ketumbar bubuk yang dapat menambah aroma pada *nugget*, serta mengukus atau *blanching* brokoli juga dapat mengurangi aroma langu.

3. Rasa

Rasa merupakan perpaduan antara aroma dan rasa pada produk pangan. Terdapat lima jenis rasa dasar yang dikenali yaitu asin, manis, asam, pahit, dan gurih (Winarno, 2008). Beberapa komponen yang berperan dalam penentuan rasa makanan adalah aroma makanan, bumbu masakan dan bahan makanan, keempukan atau kekenyalan makanan, kerenyahan makanan, tingkat kematangan dan temperature makanan (J. K. Negara *et al.*, 2016).

Penelitian Penelitian Asti Fauziah (2019) menyatakan bahwa panelis lebih menyukai rasa *nugget* yang menggunakan persentase hati ayam sebanyak 50%. Semakin banyak komposisi hati ayam dalam suatu produk pangan, maka akan menimbulkan rasa pahit dari hati ayam yang lebih dominan sehingga akan menyebabkan panelis kurang menyukai. Untuk mengurangi rasa pahit pada hati ayam broiler dilakukan penambahan bumbu seperti bawang putih, bawang merah dan ketumbar bubuk yang dapat menambah rasa pada *nugget*. Penelitian Aina (2020) menyatakan terdapat pengaruh penambahan brokoli pada mutu rasa *nugget*. Senyawa glukosinolat dapat menimbulkan rasa langu dan cenderung pahit saat dimakan. Semakin banyak perbandingan brokoli yang ditambahkan, maka rasa brokoli semakin kuat, sehingga penilaian panelis dapat semakin menurun.

4. Tekstur

Tekstur suatu produk makanan didefinisikan sebagai semua atribut reologi dan struktural (geometris dan permukaan) dari produk yang dapat dilihat dengan cara mekanis, sentuhan (raba), serta reseptor visual dan suara. Tekstur berarti hal yang berbeda untuk orang yang berbeda, dan atribut tekstur yang diharapkan dari makanan yang berbeda bervariasi (Gunasekaran, 2002). Penelitian Asti Fauziah (2019) menyatakan bahwa panelis lebih menyukai tekstur *nugget* yang menggunakan persentase hati ayam sebanyak 30%. Panelis lebih menyukai tekstur *nugget* yang kasar. Penelitian Aina (2020) menyatakan tidak terdapat pengaruh penambahan brokoli pada mutu tekstur *nugget*. Pada penelitian tersebut tidak adanya pengaruh penambahan brokoli pada mutu tekstur dikarenakan rentang penambahan brokoli antar jenis perlakuan tidak terlalu banyak. Menurut Muchtadi (2010) tekstur *nugget* dipengaruhi dengan bahan pengisi, bahan pengikat, dan bahan pelapis. Bahan pengisi yang digunakan yaitu tepung terigu. Bahan pengikat yang digunakan yaitu telur, karena telur berfungsi membentuk struktur dan kekokohan *nugget*. Bahan pelapis yaitu tepung terigu dan tepung panir. Penggorengan *nugget* pada suhu tinggi menyebabkan penguapan sebagian air dalam bahan pangan sehingga tepung panir pada bagian luar *nugget* akan membentuk tekstur renyah.

G. Perlakuan Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik ditentukan berdasarkan metode indeks efektivitas yang dilakukan berdasarkan variabel lalu diurutkan menurut prioritas dan kontribusi terhadap hasil. Ranking variabel ditentukan berdasarkan nilai rata-rata masing-masing variabel. Penelitian Asti Fauziah (2019) menyatakan bahwa perlakuan terbaik terdapat pada persentase hati ayam sebesar 30% yang memperoleh nilai rata-rata pada warna 3,76, nilai rata-rata aroma 4,28, nilai rata-rata tekstur 3,72, dan rata-rata tertinggi rasa 3,56. Berdasarkan kadar protein dan zat besi rata-rata tertinggi terdapat pada persentase hati ayam 60%. Penelitian Aina (2020) menyatakan bahwa perlakuan terbaik terdapat pada persentase brokoli sebesar 20% yang memperoleh rata-rata tertinggi pada aroma 2,57, dan rata-rata tertinggi rasa 2,32. Rata-rata kadar vitamin C terdapat pada persentase brokoli sebesar 20% yaitu 9,80 mg/100 gram nugget. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dapat dijadikan acuan dalam penentuan proporsi hati ayam dan brokoli dalam formulasi nugget tempe. Namun, apabila produk yang diberikan formulasi lebih dari acuan dan segi mutu organoleptik masih memungkinkan maka proporsi bahan formulasi dapat diberikan melebihi acuan.