

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penyakit Tidak Menular

Penyakit Tidak Menular (PTM) secara global telah mendapat perhatian serius dengan masuknya PTM sebagai salah satu target dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs) 2030 khususnya pada goal 3: *Ensure healthy lives and well-being*. SDGs 2030 telah disepakati secara formal oleh 193 pemimpin negara pada UN Summit yang diselenggarakan di New York pada 25-27 September 2015. Hal ini didasari pada fakta yang terjadi di banyak negara bahwa meningkatnya usia harapan hidup dan perubahan gaya hidup juga diiringi dengan meningkatnya prevalensi obesitas, kanker, penyakit jantung, diabetes, dan penyakit kronis lainnya. (Kemenkes, 2017).

Penyakit tidak menular telah menjadi kelompok penyakit yang sulit untuk didefinisikan. Istilah penyakit tidak menular menjadi sebuah ironi karena beberapa penyakit yang termasuk seperti kanker leher rahim, perut, dan hati Sebagian disebabkan oleh infeksi organisme. Namun, empat perilaku seperti penggunaan tembakau, konsumsi alkohol, pola makan yang buruk, dan kurangnya aktivitas fisik merupakan perilaku yang menjadi faktor risiko dan berhubungan erat dengan empat penyakit tidak menular utama (penyakit kardiovaskuler, kanker, penyakit pernapasan kronis, dan diabetes) yang mencapai 80% menyebabkan kematian dari kelompok penyakit tidak menular (Kemenkes,2017).

Hingga saat ini penyebab kematian terbesar di dunia adalah penyakit Tidak Menular (PTM). Penyakit Tidak Menular (PTM) merupakan penyakit yang bukan disebabkan oleh proses infeksi. Kematian akibat Penyakit Tidak Menular (PTM) diperkirakan akan terus meningkat di seluruh dunia, peningkatan terbesar akan terjadi di negara-negara menengah dan miskin. Lebih dari dua pertiga (70%) dari populasi global akan meninggal akibat penyakit tidak menular seperti kanker, penyakit jantung, stroke dan diabetes. Dalam jumlah total, pada tahun 2030 diprediksi akan ada 52 juta jiwa kematian per tahun karena penyakit tidak menular. Menurut WHO Proporsi

penyebab penyakit tidak menular pada orang-orang berusia kurang dari 70 tahun, penyakit kardiovaskular merupakan penyebab terbesar (39%), diikuti kanker (27%), sedangkan penyakit pernafasan kronis, penyakit pencernaan dan PTM yang lain bersama-sama menyebabkan sekitar 30% kematian, serta 4% kematian disebabkan diabetes.

Dalam periode tiga dekade terakhir, telah terjadi perubahan beban penyakit dari penyakit menular ke Penyakit Tidak Menular (PTM). PTM menyebabkan kematian pada sekitar 41 juta orang setiap tahunnya, angka ini setara dengan 74% dari seluruh penyebab kematian di dunia. Sekitar 17 juta orang meninggal sebelum usia 70 tahun akibat PTM dan 86% kematian dini tersebut terjadi di negara dengan pendapatan rendah dan menengah (*low and middle-income countries*). Penyakit kardiovaskular merupakan penyakit tidak menular yang menyebabkan angka kematian tertinggi yakni sekitar 17,9 juta kematian setiap tahunnya, diikuti dengan kanker (9,3 juta kematian), penyakit pernapasan kronik (4,1 juta kematian) dan diabetes (2 juta kematian termasuk penyakit ginjal kronik akibat diabetes). Keempat penyakit tersebut menyebabkan sekitar 80% kematian dini akibat PTM (WHO, 2022).

B. Penyebab Penyakit Tidak Menular

1) Gaya Hidup tidak sehat

Pola hidup modern telah mengubah sikap dan perilaku manusia, termasuk pola makan, merokok, konsumsi alkohol serta obat-obatan sebagai gaya hidup sehingga penderita penyakit tidak menular atau degeneratif (penyakit karena penurunan fungsi organ tubuh) semakin meningkat dan mengancam kehidupan (Warganegara, 2016).

Pola makan yang tidak sehat dapat memicu timbulnya penyakit tidak menular. Sekitar 16 juta (1%) DALYs (ukuran potensial kehilangan kehidupan karena kematian dini dan tahun-tahun produktif yang hilang karena cacat) dan 1.7 juta (2.8%) dari kematian di seluruh dunia disebabkan oleh kurangnya konsumsi buah dan sayur. Konsumsi cukup buah dan sayur mengurangi risiko penyakit kardiovaskular, kanker perut, dan kanker kolorektal. Konsumsi makanan tinggi kalori seperti makanan olahan yang tinggi lemak dan gula cenderung menyebabkan obesitas

dibandingkan makanan rendah kalori seperti buah dan sayuran (WHO, 2015).

Makanan cepat saji, yang sering disebut *junk food*, sudah menjadi bagian dari gaya hidup manusia pada masa kini. Makanan cepat saji sangat digemari masyarakat karena dikemas dan diiklankan secara menarik. Selain itu, makanan ini juga mudah didapat, praktis, dan rasanya enak (Hemmingsson, 2018). *Junk food* banyak mengandung gula, garam, lemak jenuh, dan asam lemak trans sehingga kalorinya berlebihan, tetapi nutrisi dan serat makanannya sangat sedikit (Azemati dkk., 2018). Kandungan gizi yang tidak seimbang dalam *junk food* dapat mengakibatkan berbagai masalah kesehatan, yaitu munculnya penyakit yang tidak menular seperti obesitas, hipertensi, hiperlipidemia, asma, gangguan kesehatan mental, dan masih banyak lagi.

Sering mengonsumsi makanan junk food dapat memicu munculnya penyakit tidak menular. Hal ini dibuktikan pada penelitian Simpatik dkk (2023), terdapat hubungan antara kualitas tidur, frekuensi konsumsi junk food, serta kontribusi energi dan lemak dari junk food dengan gizi lebih pada remaja SMAI As-Syafi'iyah 02 Jatiwaringin tahun 2022. Frekuensi konsumsi junk food yang tinggi dapat menyebabkan adanya tumpukan lemak yang berlebih di dalam tubuh sehingga pada akhirnya akan berakibat pada peningkatan massa tubuh hingga status gizi. Selain itu, penelitian Sitorus dkk (2020) menyimpulkan bahwa, konsumsi *fast food* serta makanan dan minuman manis berhubungan dengan kadar gula darah mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi.

2) Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik merupakan segala sesuatu aktivitas yang menggerakkan fisik atau tubuh kita. Kurangnya aktivitas fisik dapat membuat orang yang cenderung mempunyai frekuensi denyut jantung yang lebih tinggi sehingga otot jantung harus bekerja lebih keras pada setiap kontraksi, makin besar dan sering otot jantung memompa maka makin besar tekanan yang dibebankan pada arteri sehingga tekanan darah akan meningkat (Dinas Kesehatan, 2017).

Aktivitas fisik yang teratur membantu meningkatkan efisiensi jantung secara keseluruhan. Mereka yang secara fisik aktif umumnya mempunyai

tekanan darah yang lebih rendah dan lebih jarang terkena hipertensi. Mereka yang secara fisik aktif cenderung untuk mempunyai fungsi otot dan sendi yang lebih baik, karena organ-organ demikian lebih kuat dan lebih lentur (Harahap, 2017).

Aktivitas fisik ringan secara independen mempengaruhi terjadinya hipertensi. Semakin ringan aktivitas fisik semakin meningkatkan risiko terjadinya hipertensi (Anggara dan Prayitno, 2013). Aktivitas fisik berupa olahraga merupakan bagian penting dalam pengobatan dan pencegahan diabetes mellitus (Arania dkk., 2021). Pengaruh aktivitas fisik seperti olahraga secara langsung berhubungan dengan peningkatan kecepatan pemulihan glukosa otot. Saat beraktivitas, otot menggunakan glukosa yang tersimpan dalam otot dan jika glukosa berkurang, otot mengisi kekosongan dengan mengambil glukosa dari darah. Hal ini akan mengakibatkan menurunnya glukosa darah sehingga memperbesar pengendalian glukosa darah (Barnes, 2011).

3) Genetik atau turunan

Genetik secara sederhana didefinisikan sebagai ilmu dasar dalam biologi yang mempelajari diturunkannya sifat suatu makhluk hidup dari generasi ke generasi berikutnya, (Thomy, 2015). Hipertensi cenderung merupakan penyakit keturunan, terutama hipertensi primer. Sebanyak 70–80% pasien dengan hipertensi primer memiliki riwayat keluarga hipertensi. Variasi genetik bertanggung jawab terhadap pembentukan monogenik pada hipertensi dan hipotensi yang memengaruhi tekanan darah, (Riyadina, 2019). Gen yang ada dalam tubuh dibentuk dari kombinasi gen orangtua (ayah dan ibu) gen yang paling dominan akan menentukan kondisi fisik dan psikologis sehingga dapat memberikan dampak sama pada kondisi gen sebelumnya. variasi genetik juga bertanggung jawab terhadap pembentukan monogenik pada hipertensi dan hipotensi yang mempengaruhi tekanan darah. Selain itu faktor keturunan juga dapat berkaitan dengan metabolisme pengaturan garam (NaCl) dan renin membran sel (Sari, 2017)

Faktor keluarga dan genetika mempunyai peranan bermakna penyebab penyakit tidak menular. Pada penelitian Azmi (2020) menyimpulkan bahwa, terdapat hubungan antara riwayat keluarga

dengan kejadian kanker payudara di RSUD Abdul Moeloek Tahun 2019. Responden dengan riwayat keluarga kanker payudara meningkatkan risiko kejadian kanker payudara sebesar 10 kali daripada responden tanpa riwayat keluarga kanker payudara. Penelitian Dismianto dkk. (2020) juga menyimpulkan bahwa, terdapat hubungan yang signifikan antara faktor keturunan dengan kejadian hipertensi dengan $p\text{-value}=0.023$. Didapatkan nilai $OR = 3.08$ yang menunjukkan bahwa faktor keturunan responden berisiko 3.08 kali untuk mengalami kejadian hipertensi.

4) Obesitas atau Kegemukan

Obesitas adalah kelebihan lemak dalam tubuh, yang umumnya ditimbun dalam jaringan subkutan (bawah kulit), sekitar organ tubuh dan kadang terjadi perluasan ke dalam jaringan organnya (Guyton, 2012). Obesitas merupakan keadaan patologis karena penimbunan lemak berlebihan daripada yang diperlukan untuk fungsi tubuh. Obesitas dari segi kesehatan merupakan salah satu bentuk malnutrisi, sebagai akibat konsumsi makanan yang jauh melebihi kebutuhannya. Obesitas merupakan salah satu penyebab terjadinya penyakit tidak menular seperti diabetes mellitus, penyakit jantung koroner, dan hipertensi (Lebowitz, 2012).

Berdasarkan hasil penelitian Handayani dkk. (2018) tentang hubungan Diabetes Mellitus dengan obesitas diperoleh hasil obesitas berisiko Diabetes Mellitus 0,529 kali lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak obesitas. Obesitas merupakan faktor predisposisi terhadap resistensi insulin yang menyebabkan peningkatan kadar gula darah sehingga dapat memicu diabetes mellitus tipe 2. asupan kalori yang melebihi kebutuhan meningkatkan mNADH dan ROS. ROS dapat dikurangi dengan mencegah penumpukan mNADH dengan menghambat rangsangan insulin dan mencegah masuknya substrat ke mitokondria sehingga resistensi insulin dapat dianggap sebagai mekanisme kompensasi yang melindungi sel - sel terhadap serapan asam lemak dan kerusakan oksidatif. Resistensi insulin ini belum menyebabkan diabetes klinis, dimana sel beta pankreas masih dapat mengkompensasi sehingga terjadi hiperinsulinemia dengan kadar glukosa darah masih normal atau sedikit meningkat. Apabila sel beta pankreas sudah

mengalami kelelahan maka akan timbul diabetes mellitus klinis yang ditandai dengan kadar glukosa darah yang meningkat (Ernawati, 2013)

Penelitian Anggraini dkk. (2018) membuktikan bahwa, terdapat hubungan yang signifikan antara obesitas dengan kejadian hipertensi di Puskesmas Rawasari Kota Jambi Tahun 2018 dengan nilai *p value* = 0,004. Pada prinsipnya, obesitas adalah ketidakseimbangan antara masukan energi dan energi yang dikeluarkan, dimana masukan energi lebih besar dibandingkan energi yang dikeluarkan (Hasdianah, 2014). Pada orang yang obesitas terjadi peningkatan kerja pada jantung untuk memompa darah. Berat badan berlebihan menyebabkan bertambahnya volume darah dan perluasan sistem sirkulasi. Makin besar massa tubuh, makin banyak pula suplai darah yang dibutuhkan untuk memasok oksigen dan nutrisi ke jaringan tubuh. Hal ini mengakibatkan volume darah yang beredar melalui pembuluh darah akan meningkat sehingga tekanan pada dinding arteri menjadi lebih besar (Oktaliani, 2017).

5) Radikal bebas

Radikal bebas adalah senyawa yang bereaksi dengan komponen-komponen sel yang penting untuk mempertahankan kehidupan sel, baik komponen - komponen struktural (misalnya molekul-molekul penyusun membran) maupun komponen-komponen fungsional (misalnya enzim-enzim DNA). Kerusakan oksidatif ini dipengaruhi oleh banyak faktor seperti: komposisi substrat (misalnya komposisi asam lemak); konsentrasi oksigen, prooksidan yang dapat berupa *Reactive Oxygen Species* (ROS); logam transisi, dan protein yang mengandung besi dan enzim (Purnomo, 2000 dan Sulistyowati, 2000).

Radikal bebas dibentuk oleh metabolisme Xenobiotic atau metabolisme sel aerob secara normal. *Reactive Oxygen Species* (ROS) adalah radikal bebas yang berperan penting pada beberapa proses fisiologis organ tubuh. Pembentukan ROS dapat menginduksi peroksidasi lipid yang bersifat sitotoksik akibat inisiasi suatu reaksi rantai ke dalam membran, diikuti reaksi propagasi sehingga secara keseluruhan mengakibatkan kerusakan sel (Sikka, 2004).

Kelebihan spesies oksigen reaktif (ROS) dalam tubuh dapat memicu reaksi inflamasi dengan merangsang pelepasan sitokin-sitokin dan

mengaktivasi enzim-enzim peradangan seperti *lipooxygenases* (Dzoyem & Eloff, 2014). Oleh karena itu kondisi stress oksidatif dianggap memberikan kontribusi signifikan terhadap berbagai penyakit tidak menular (PTM) seperti yang berkaitan dengan inflamasi seperti radang sendi, vaskulitis, glomerulonefritis, lupus eritematosa, sindrom pernapasan, kardiovaskuler, stroke, sindrom imunodefisiensi, emfisema, ulkus gaster, hipertensi, preeklamsia, juga gangguan neurologis seperti penyakit alzheimer dan penyakit parkinson (Lobo et al., 2010). Selain itu, kerusakan struktur dan fungsi sel yang disebabkan oleh penumpukan radikal bebas dalam tubuh diyakini berkaitan erat dengan peran stres oksidatif dalam proses penuaan dan karsinogenesis (Figueiredo-gonzález et al., 2017).

Faktor alam yang menyebabkan peningkatan radikal bebas adalah polusi, radiasi, faktor fisik adalah kehamilan, *overtraining*, gaya hidup yaitu merokok, minum alkohol, makanan buruk, kurang berolahraga, efek psikologis seperti stres, emosi, berbagai penyakit, faktor lain, seperti obat-obatan, terapi radiasi (lorio, 2007). Rokok merupakan faktor risiko penyakit yang memberikan kontribusi paling besar dibanding faktor risiko lainnya. Seorang perokok, mempunyai risiko 2 sampai 4 kali lipat untuk terserang penyakit jantung koroner dan memiliki risiko lebih tinggi untuk terserang penyakit kanker paru dan PTM lainnya (Kemenkes RI, 2019). Merokok adalah salah satu faktor yang dapat menurunkan kadar HDL dalam darah dan dapat meningkatkan kadar kolesterol LDL. Rokok juga mempunyai dose response effect artinya semakin muda usia merokok akan semakin besar pengaruhnya. Jika perilaku merokok dimulai dari usia remaja, hal tersebut akan berhubungan dengan tingkat aterosklerosis yang akan mempengaruhi kadar kolesterol seseorang. Seseorang yang merokok lebih dari 1 bungkus sehari menjadi 2 kali lebih rentan untuk terjadinya peningkatan kadar kolesterol dari pada yang tidak merokok.

Pada penelitian sebelumnya telah dibuktikan bahwa antioksidan dapat melindungi jaringan tubuh dari efek negatif radikal bebas (Handajani et al., 2009). Antioksidan dapat melindungi sel dari radikal bebas karena dapat bertindak sebagai donor elektron sehingga radikal

bebas menjadi stabil (Mine et al.,2010) sehingga pemutusan rantai hidrogen antar basa DNA dapat dicegah.

6) Pola makan tidak sehat

Seiring dengan perkembangan zaman pola makan masyarakat mengalami perubahan. Pola makan ini berubah dari pola makan tradisional yang cenderung bermanfaat untuk kesehatan berubah menjadi pola makan modern yang meningkatkan risiko bagi terjadinya berbagai macam penyakit. Pola makan tersebut dikenal dengan pola makan berisiko. Dalam riset kesehatan dasar yang termasuk pola makan berisiko adalah makanan manis, asin, berlemak, dibakar, daging olahan berpengawet, bumbu penyedap dan mie instant. Semua makanan tersebut diduga memicu terjadinya penyakit tidak menular (Azriful dkk., 2019).

Teknologi pangan turut meningkatkan perubahan pola makan masyarakat yang menimbulkan penyakit tidak menular. Perubahan konsumsi ini berupa peralihan makanan rebusan menjadi makanan gorengan. Makanan gorengan dibuat menggunakan minyak goreng. Sebagian besar rumah tangga menggunakan minyak jelantah yang dapat digunakan berulang kali. Penyakit degeneratif dapat timbul karena di dalam minyak goreng telah terjadi pemutusan rantai karbon. Pemutusan rantai karbon akibat dari suhu panas dan meningkatkan angka peroksida di dalam minyak goreng (Thadeus, 2021).

Pemicu timbulnya berbagai penyakit tidak menular adalah pola makan yang serba makanan siap saji. Di dalam makanan siap saji terdapat banyak bahan pengawet, pewarna makanan dan penyedap rasa. Bahan-bahan ini mengandung banyak lemak, protein, gula dan garam. Namun hanya sedikit mengandung serat. Pola makan serba makanan siap saji ini merupakan pola makan yang tidak sehat. Penyakit tidak menular ditimbulkan karenanya, seperti tekanan darah tinggi, diabetes melitus, penyakit jantung koroner, kelumpuhan, penyakit asam urat, kolesterol tinggi, kegemukan dan kanker (Sutomo, 2016).

Asupan rendah sayur dan buah juga dapat memicu terjadinya penyakit tidak menular. Kurangnya konsumsi buah dan sayur merupakan penyebab risiko ke- 10 tertinggi dari angka kematian di dunia (BMKG et

al., 2017). Sayur dan buah memiliki kandungan tinggi serat. Serat mempunyai peranan penting terhadap pencegahan penyakit tidak menular. Menurut Sinulingga (2020) menyimpulkan bahwa, serat pangan (*dietary fiber*) untuk kesehatan, meliputi menurunkan kadar kolesterol dalam darah, melancarkan pencernaan, mengurangi resiko penyakit kanker kolon, bekerja sebagai prebiotik dalam pencernaan, mengontrol kegemukan dan obesitas serta menurunkan kadar glukosa darah. Mengonsumsi serat minimal 28 g per hari dapat menurunkan kadar kolesterol sampai 15-19 persen (Supariasa, 2012). Penelitian Shafira dkk. (2020) menyatakan bahwa, terdapat hubungan antara asupan serat dengan kadar kolesterol total yang termasuk dalam kelompok hiperkolesterolemia. Hal ini dikarenakan serat memiliki sifat menurunkan kolesterol darah. Hal ini dikarenakan kadar kolesterol total dapat dikendalikan dengan beberapa cara, salah satunya dengan mengonsumsi makanan berserat. Serat pangan berpotensi menurunkan kadar kolesterol total dengan cara mengikat lemak di usus halus, mengikat asam empedu, dan meningkatkan ekskresinya ke feses. Organ hati akan meningkatkan uptake kolesterol plasma untuk disintesis kembali menjadi asam empedu sehingga akan menurunkan kadar kolesterol di dalam plasma darah (Fairudz dan Nisa, 2015).

Selain tinggi serat buah juga memiliki kandungan tinggi antioksidan, yang dimana antioksidan memiliki peranan penting dalam mencegah penyakit tidak menular. Buah-buahan yang berwarna merah secara umum berasal dari karotenoid dan flavonoid yang merupakan pigmen warna sekaligus sebagai antioksidan (Juliastuti dkk., 2021). Maka dari itu, penting untuk konsumsi buah dan sayuran dalam mencegah penyakit tidak menular.

C. Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa yang berperan sangat penting dalam mekanisme sistem pertahanan tubuh untuk melawan patologi yang terkait dengan serangan radikal bebas (Biochem et al., 2011). Antioksidan dapat menghambat atau mencegah kerusakan oksidatif senyawa molekuler biologis tubuh yang dapat mengarah kepada kondisi stress oksidatif.

Fenomena stres oksidatif terjadi saat ada ketidakseimbangan antara pembentukan spesies oksigen reaktif (*reactive oxygen species/ROS*) dengan jumlah molekul senyawa antioksidan di dalam tubuh. Hal tersebut dapat menyebabkan kerusakan makromolekul seluler dan ekstraseluler seperti lipid, protein, asam nukleat dan karbohidrat struktural (Figueiredo-gonzález et al., 2017). Radikal bebas dapat berasal dari luar tubuh seperti polusi, debu, alkohol, asap rokok maupun dari dalam tubuh yang diproduksi secara terus-menerus sebagai hasil dari metabolisme normal (Zuhra et al., 2008).

Antioksidan dapat menunda atau menghambat kerusakan sel karena senyawa molekulnya cukup stabil untuk menyumbangkan elektron ke radikal bebas yang reaktif dan menetralkannya, sehingga dapat mengurangi kapasitasnya untuk merusak (Lobo et al., 2010). Prinsip utama antioksidan dalam menangkal radikal bebas ada dua, yaitu dengan menghambat pembentukan radikal bebas, atau memutus rantai senyawa ROS sehingga menjadi tidak reaktif dan lebih stabil. Antioksidan bekerja melalui beberapa mekanisme di antaranya, mengurangi laju oksidasi lemak dan minyak yang berpotensi menghasilkan ROS dan mendeaktivasi senyawa ROS yang reaktif dengan mendonorkan elektron tunggal. Selain itu antioksidan juga bertanggung jawab dalam menstabilkan radikal bebas dengan menyumbangkan atom hidrogen yang membentuk kompleks senyawa yang lebih stabil (Yadav et al., 2016; Lobo et al., 2010).

Antioksidan pada makanan berfungsi untuk mengontrol oksidasi lipid dalam tubuh seperti senyawa *t-butyl hidroksi anisol* (BHA) dan *di-tbutil hidroksitoluen* (BHT) yang digunakan sebagai antioksidan pangan. Antioksidan diperlukan untuk mencegah stres oksidatif atau kondisi ketidakseimbangan antara jumlah radikal bebas yang ada dengan jumlah antioksidan di dalam tubuh. Oksidasi merupakan reaksi kimia yang menghasilkan radikal bebas sebagai pemicu reaksi berantai yang dapat merusak sel. Karakter utama senyawa antioksidan adalah kemampuannya untuk menangkap dan menstabilkan radikal bebas (Wahdaningsih et al., 2011).

Proses oksidasi radikal bebas dapat dihambat atau dinetralkan senyawa yang tergolong antioksidan. Antioksidan berperan dalam memelihara dan

menjaga kesehatan karena mampu menangkap molekul radikal bebas dan spesies oksigen reaktif sehingga menghambat reaksi oksidatif yang merupakan penyebab penyakit-penyakit degeneratif seperti penyakit jantung, kanker, katarak, disfungsi otak dan arthritis. Penyebab penyakit degeneratif akibat timbulnya radikal bebas (hidroksil) dalam mekanisme biokimia yang terjadi di dalam tubuh (Matheos et al., 2014).

Antioksidan berdasarkan mekanisme reaksinya dibagi menjadi tiga macam, yaitu antioksidan primer, antioksidan sekunder dan antioksidan tersier:

a. Antioksidan Primer

Antioksidan primer merupakan zat atau senyawa yang dapat menghentikan reaksi berantai pembentukan radikal bebas yang melepaskan hidrogen (Winarsi, 2007). Antioksidan primer dapat bereaksi dengan radikal lipid dan mengubahnya menjadi bentuk yang lebih stabil. Sebuah senyawa dapat disebut sebagai antioksidan primer apabila senyawa tersebut dapat mendonorkan atom hidrogennya dengan cepat ke radikal lipid dan radikal antioksidan yang dihasilkan lebih stabil dari radikal lipid atau dapat diubah menjadi produk lain yang lebih stabil (Gordon, 1990).

Reaksi antioksidan primer terjadi pemutusan rantai radikal bebas yang sangat reaktif, kemudian diubah menjadi senyawa stabil atau tidak reaktif. Antioksidan ini dapat berperan sebagai donor hidrogen atau CB-D (*Chain breaking donor*) dan dapat berperan sebagai akseptor elektron atau CB-A (*Chain breaking acceptor*) (Triyem, 2010). Antioksidan primer dapat berasal dari alam atau sintetis. Senyawa yang termasuk dalam kelompok antioksidan primer (*Chain-breaking antioxidant*) adalah transferrin, feritin, albumin, *Butylated hidroxytoluene* (BHT) (Winarsi, 2007).

b. Antioksidan Sekunder

Antioksidan sekunder disebut juga antioksidan eksogeneus atau non enzimatis. Antioksidan ini menghambat pembentukan senyawa oksigen reaktif dengan cara pengelatan metal, atau dirusak pembentukannya. Antioksidan sekunder berfungsi sebagai antioksidan pencegah yaitu menurunkan kecepatan inisiasi dengan berbagai mekanisme, seperti

melalui pengikatan ion-ion logam, penangkapan oksigen dan penguraian hidroperoksida menjadi produk-produk nonradikal (Gordon, 1990). Pada dasarnya tujuan antioksidan sekunder (*preventive antioxidant*) adalah mencegah terjadinya radikal yang paling berbahaya yaitu radikal hidroksil (Taher, 2003).

Prinsip kerja sistem antioksidan non enzimatis yaitu dengan cara memotong reaksi oksidasi berantai dari radikal bebas atau dengan menangkap radikal tersebut, sehingga radikal bebas tidak akan bereaksi dengan komponen seluler (Winarsi, 2007). Antioksidan sekunder di antaranya adalah vitamin E, vitamin C, beta karoten, flavonoid, asam lipoat, asam urat, bilirubin, melatonin dan sebagainya (Muchtadi, 2013).

c. Antioksidan Tersier

Antioksidan tersier merupakan senyawa yang akan memperbaiki sel dan jaringan yang rusak karena serangan radikal bebas. Kelompok antioksidan tersier meliputi sistem enzim DNA-Repair dan metionin sulfoksida reduktase. Enzim-enzim ini berperan dalam perbaikan biomolekuler yang rusak akibat reaktivitas radikal bebas. Kerusakan DNA yang terinduksi senyawa radikal bebas dicirikan oleh rusaknya Single dan Double strand baik gugus non-basa maupun basa (Winarsi, 2007). Contohnya enzim metionin sulfoksida reduktase yang memperbaiki DNA pada penderita kanker (Cahyani, 2017).

Berdasarkan sumbernya, antioksidan yang dapat dimanfaatkan oleh manusia dikelompokkan menjadi tiga bagian yaitu:

a. Antioksidan yang sudah diproduksi di dalam tubuh manusia

Antioksidan yang sudah diproduksi di dalam tubuh manusia dikenal dengan antioksidan endogen atau enzim antioksidan berupa enzim Superoksida Dismutase (SOD), Glutation Peroksidase (GPx), dan Katalase (CAT).

b. Antioksidan alami

Antioksidan alami selain dapat melindungi tubuh dari serangan radikal bebas juga mampu memperlambat terjadinya penyakit kronik yang disebabkan penurunan spesies oksigen reaktif (ROS) terutama radikal hidroksil dan radikal superoksida. Antioksidan alami juga berfungsi menghambat oksidasi lipid yang menyebabkan ketengikan dan

kerusakan pada organ tubuh. Penggunaan bahan alami seperti antioksidan dari tumbuhan lebih sehat dan lebih aman daripada antioksidan sintetis karena menggunakan zat kimia (Wahdaningsih et al., 2011).

Antioksidan alami yang pada umumnya berasal dari bagian-bagian tumbuhan seperti seperti kayu, kulit kayu, akar, daun, buah, bunga, biji dan serbuk sari. Senyawa yang terkandung didalamnya merupakan senyawa fenolik berupa golongan flavonoid, turunan asam siamat, kumarin, tokoferol, dan asam organik polifungsional (Isnindar dan Wahyuno, 2011).

c. Antioksidan sintetis

Antioksidan sintetis merupakan antioksidan yang diperoleh dari hasil sintesa reaksi kimia. Berbagai obat-obatan sintetis yang mengandung antioksidan antara lain N-Asetil Sistein (NAC) dan vitamin C. Saat ini penggunaan antioksidan sintetis mulai dibatasi karena dari hasil penelitian yang telah dilakukan, antioksidan sintetis seperti BHT (Butylated Hydroxy Toluena) dapat meracuni dan bersifat karsinogenik, penggunaan antioksidan dalam jumlah yang banyak dapat memberikan efek samping pada tubuh (Matheos et al., 2014).

Beberapa contoh antioksidan sintetis yang diizinkan penggunaannya secara luas diseluruh dunia untuk digunakan dalam makanan adalah Butylated Hidroxyanisol (BHA), Butylated Hidroxytoluene (BHT), Tert-Butylated Hidroxyquinon (TBHQ), dan propyl gallate (PG) dan tokoferol. Antioksidan tersebut merupakan antioksidan yang telah diproduksi secara sintetis untuk tujuan komersial. Antioksidan sintetis utama yang digunakan mempunyai batas penggunaan yaitu 0,02 % dari kandungan lemak atau minyak. Antioksidan yang paling cocok untuk minyak nabati adalah TBHQ, BHA dan BHT cukup stabil terhadap panas dan digunakan untuk stabilisasi lemak dalam proses pemanggangan dan penggorengan produk pada titik didih (Sayuti et al., 2015).

Penggunaan antioksidan adalah untuk mencegah atau meminimalkan fenomena oksidasi dalam makanan. Cara untuk menyelesaikannya adalah melalui donor elektron atau atom H untuk mengakhiri rantai radikal bebas. Terbentuknya kompleks antara

antioksidan dan rantai lemak menghasilkan efek penghambatan oleh antioksidan (Hui,1992). Antioksidan pangan merupakan suatu substansi yang berfungsi sebagai penghambat radikal bebas dengan cara menghambat pembentukan radikal yang berpotensi untuk autooksidasi (Giesen, 1999).

D. Buah Bit

Bit merah adalah umbinya berbentuk bulat seperti kentang dengan warna merah ungu gelap, tinggi hanya berkisar 1-3 meter, dan apabila dipotong buahnya akan terlihat garis putih-putih dengan warna merah muda (Nanda, 2014). Ciri khas dari bit merah adalah warna akar bit yang berwarna merah pekat, rasa yang manis seperti gula, serta aroma bit yang dikenal sebagai bau tanah (*earthy taste*) (Widyaningrum dan Suhartiningsih, 2014).



Sumber: Tribunjogja.com

Gambar 1. Bit Merah (*Beta vulgaris L.*)

Tanaman bit sendiri merupakan kelompok tanaman yang berpembuluh dan menghasilkan biji yang berkeping dua atau dikotil dan berbunga. Mempunyai daun yang tipis berbentuk lonjong bergelombang. Terdapat tulang dan urat daun yang berwarna merah. Tidak memiliki batang, semua tangkai daun berwarna merah mengumpul membentuk roset di permukaan tanah. Seluruh bagian dari tanaman yakni tangkai, daun maupun umbi dapat digunakan sebagai bahan makanan Namun bagian tanaman yang sering digunakan adalah bagian umbinya dengan kulit berwarna merah yang sama dengan bagian dalam umbi dan mengandung pektin yang cukup tinggi. (Ananingsih dkk., 2015)

Kandungan gizi utama bit merah adalah asam folat, serat dan gula, namun nilai kalori bit merah masih tergolong sedang. Sayuran ini juga mengandung senyawa nitrat yang berperan melindungi pembuluh darah dan jantung. Bit

merah juga mengandung banyak sekali vitamin, mineral serta antioksidan yang memiliki berbagai manfaat untuk tubuh. Umbi bit mengandung kalium sebanyak 14,8%, serat sebanyak 13,6%, vitamin C sebanyak 10,2%, magnesium sebanyak 9,8%, triptofan sebanyak 1,4%, zat besi sebanyak 7,4%, tembaga sebanyak 6,5%, fosfor sebanyak 6,5% dan kumarin (Straus dkk., 2012).

Tabel 1. Komposisi Gizi Bit per 100 gram

Zat gizi	Kandungan
Abu (g)	1,1
Air (g)	87,6
Besi (mg)	1,0
Energi (kal)	41
Fosfor (P) (mg)	43
Kalium (K) (mg)	404,9
Kalsium (Ca) (mg)	27
Karbohidrat (g)	9,6
Lemak (g)	0,1
Protein (g)	1,6
Seng (Zn) (mg)	0,7
Serat (g)	2,6
Vitamin C (mg)	10

Sumber: Tabel Komposisi Pangan Indonesia, 2019

Bit merah dikenal sebagai sayuran dengan kandungan antioksidan tertinggi, yaitu 1,98 mmol/100 g. Kandungan senyawa antioksidan dalam bit merah terdiri dari senyawa flavonoid (350-2760 mg/kg), betasianin (840-900 mg/kg), betanin (300-600 mg/kg), asam askorbat (50-868 mg/kg), dan karotenoid (0,44 mg/kg) (Ananda, 2008).

Umbi bit memiliki rasa kurang enak dan aroma tanah yang kuat saat dikonsumsi (Juniaty et al, 2015). Untuk mengurangi bau dan rasa yang kurang enak, maka dilakukan pengolahan berupa blansing. Blansir bahan nabati adalah perlakuan awal untuk menjaga kualitas makanan terutama melalui inaktivasi enzim, dan juga untuk mengurangi volume bahan dengan

mengeluarkan udara terperangkap intraseluler, mengurangi mikroba, dan menghilangkan bau dan rasa yang tidak diinginkan (Binsi, P.K, 2009). Blanching dapat dilakukan melalui 3 metode yaitu perebusan dengan air (water blanching), pengukusan atau blansing uap (steam blanching) serta blanching dengan biaya yang tinggi yaitu penggunaan gas panas (Estiasih, 2014). Steam blanching bila dibandingkan dengan water blanching memiliki kelebihan yaitu lebih sedikit mengalami kehilangan komponen larut air, lebih sedikit menghasilkan limbah dan biaya pengolahannya serta mudah dibersihkan maupun disterilkan (Fellows, 2017). Corcuera et.al (2004) juga menyatakan kelebihan lain dari steam blanching adalah lebih hemat energi dan kehilangan nutrien lebih sedikit dibandingkan dengan water blanching.

Bit merupakan umbi yang memiliki banyak manfaat terutama dalam pencegahan penyakit tidak menular. Berikut adalah manfaat-manfaat dari umbi:

a. Mencegah Kanker

Buah bit (*Beta vulgaris L*) merupakan sumber utama pewarna merah alami. Bit berwarna merah, warna ini disebabkan oleh gabungan pigmen ungu betasianin dan pigmen kuning betasantin. Kandungan pigmen pada bit diyakini sangat bermanfaat mencegah penyakit kanker, terutama kanker kolon. Sebuah penelitian yang pernah dilakukan membuktikan bahwa bit berpotensi sebagai penghambat mutasi sel pada penderita kanker (Astawan,2008).

b. Menurunkan Kadar Lemak dan Kadar Kolesterol

Umbi bit (*Beta vulgaris L.*) banyak mengandung serat pangan cukup yang berfungsi untuk menurunkan kadar lemak dan kolesterol dalam tubuh. Umbi Bit (*Beta vulgaris L.*) memiliki senyawa betalin, flavonoid, saponin dan tannin yang dapat mencegah oksidasi LDL dan bekerja sebagai inhibitor enzim HMG-KoA reduktase sehingga sintesis kolesterol menurun (Bounteko, 2015)

Bedasarkan penelitian Margata dkk. (2020), pemberian jus dan ekstrak buah bit (*Beta vulgaris L.*) secara oral mampu menurunkan kadar kolesterol total tikus putih, dengan pemberian jus buah bit (*Beta vulgaris*

L.) lebih efektif dalam menurunkan kadar kolesterol. Hasil penurunan yang didapatkan yaitu sebesar 103 mg/dl dan perlakuan yang tidak memberikan efek penurunan kadar kolesterol yaitu pada perlakuan CMC Na 1% dengan hasil 283 mg/dl.

c. Menurunkan Tekanan Darah bagi penderita Hipertensi

Tanaman bit (*Beta vulgaris* L.) telah mendapat sorotan sebagai senyawa ergogenik dan suplemen multitargeted dalam kelainan fungsi pembuluh darah, aterosklerosis, kelainan jantung paru, dan diabetes. Kandungan NO₃ inorganik bit yang tinggi juga membuatnya dikenal sebagai terapi pelengkap untuk hipertensi. Terdapat hipotesa bahwa suplementasi NO₃ inorganik dapat mengimbangi jalur NO-disrupted pada hipertensi dan meningkatkan bioavailabilitas NO, sebuah mediator fisiologis penting dalam pengaturan tekanan darah. Selain NO₃ inorganik, bit juga merupakan sumber yang kaya akan beberapa fitokimia biologis aktif seperti betalain (betacyanins dan betaxanthins), flavonoid dan polifenol.

Hal tersebut diperkuat oleh penelitian terkait pemberian jus buah bit dapat menurunkan tekanan darah untuk penderita hipertensi. Pada penelitian Dewi dan Astriana (2019), pemberian jus buah bit selama sehari dua kali dalam waktu satu minggu dapat menurunkan tekanan darah sistolik pada Isolated Systolic Hypertension dari 36,4% menjadi 22,7% dan menjadikan kadar diastolik sedang menjadi kadar diastolik normal. Penelitian lain juga menyebutkan bahwa pemberian jus bit dalam satu kali setiap hari selama 7 hari berturut-turut dapat menurunkan tekanan darah dengan rata-rata penurunan tekanan darah sistolik sebelum dan sesudah intervensi adalah 10,41 mmHg dan rata-rata penurunan tekanan darah diastolik sebelum dan sesudah intervensi adalah 8,94 mmHg (Nandani dan Sofyaningsih, 2019).

d. Meningkatkan Kadar Hemoglobin Darah pada Penderita Anemia

Buah bit merupakan sumber vitamin B9 (Asam Folat), potassium, magnesium, dan fosfor. Buah bit juga memiliki khasiat mencegah anemia karena buah ini mengandung vitamin B9 yang berperan penting dalam pembentukan sel darah merah (Putri, Putri and Rahmawati, 2021)

Buah bit juga bermanfaat untuk menstabilkan kadar hemoglobin dalam tubuh. Menurut penelitian Penggalih et al., 2021, pemberian jus bit terfortifikasi FeSO₄ dengan kandungan Fe 17 mg selama 14 hari (7 hari fase luteal dan 7 hari fase menstruasi) memiliki efektivitas yang sama dengan tablet Fe yang memiliki kandungan Fe 60 mg dalam menurunkan MDA dan mempertahankan kadar hemoglobin atlet remaja putri. Selain itu, buah bit juga dapat menaikkan kadar hemoglobin pada penderita anemia. Hal ini dinyatakan pada penelitian Ikawati dan Rokhana (2018), hasil intervensi pemberian jus buah bit sebanyak 250 ml/hari yang dilakukan selama 7 hari dapat meningkatkan kadar hemoglobin remaja putri dengan anemia, dari rata-rata kadar hemoglobin sebelum diberikan jus buah bit yaitu minimal 8.9 g/dl, maksimal 11.8 g/dl, dan rata-rata 10.6 g/dl. Setelah mengonsumsi buah bit kadar Hb: minimal 9.8 g/dl, maksimal 12.9 g/dl, dan rata-rata 11.9 g/dl. Sehingga terjadi kenaikan kadar hemoglobin rata-rata 1.3 g/dl.

e. Menurunkan Kadar Gula Darah

Bit mengandung kaya antioksidan yang dapat membantu menurunkan kadar gula darah. Kadar glukosa menurun karena adanya senyawa betasianin, β -karotin yang mempunyai sifat sebagai antioksidan yang berkaitan dengan aktivitas diabetes, melindungi sel-sel pankreas dari radikal bebas yang banyak terbentuk di dalam tubuh. Hal tersebut dapat meningkatkan senyawa protein untuk merangsang sensitivitas fungsi hati sel β pancreas dalam memproduksi insulin. Senyawa aktif β -karotin juga memiliki aktivitas hipoglekemia atau penurunan kadar glukosa darah dengan menghambat enzim-enzim penting yang berperan dalam pemecahan karbohidrat menjadi monosakarida yang dapat diserap oleh usus, yaitu enzim α amilase dan enzim α glukosidase. Penghambatan pada kedua enzim tersebut berakibat terganggunya proses pemecahan karbohidrat menjadi monosakarida sehingga tidak dapat diserap oleh usus. Dengan demikian, kadar glukosa darah tidak meningkat setelah mengonsumsi makanan atau minuman yang mengandung glukosa atau senyawa yang dapat dipecah menjadi glukosa. Efek ini yang dapat menurunkan kadar glukosa darah pada penderita diabetes mellitus (Arjadi&Susatyo, 2010).

Penelitian Qadriyah dan Gayatri (2020) menyatakan bahwa, pemberian perasa umbi bit dapat menurunkan kadar glukosa dengan data sebelum perlakuan didapat rata-rata kadar glukosa sebesar 137,5 mg/dl, sedangkan sesudah perlakuan didapatkan rata-rata kadar glukosa sebesar 112,16 mg/dl dan rata-rata selisih kadar glukosa pada kelompok kontrol sebesar 25,3 mg/dl.

E. Yoghurt

1. Pengertian

Yoghurt adalah susu terfermentasi yang dibuat dengan memanfaatkan *Strep. Thermophilus* dan *L. bulgaricus* sebagai kultur starter. Kedua spesies bakteri ini digunakan bersama-sama dengan perbandingan 1:1 (Jay, 1986). Kata *yoghurt* berasal dari bahasa Turki yaitu *jugurt* atau *yogurut* yang artinya susu asam. Secara definisi, *yoghurt* adalah produk yang diperoleh dari susu yang telah dipasteurisasi, kemudian difermentasi dengan bakteri tertentu sampai diperoleh keasaman, bau dan rasa yang khas, dengan atau tanpa penambahan bahan lain yang diizinkan (Purnamasari et al., 2016). Dibeberapa negara, *yoghurt* dikenal dengan nama lain seperti: *laban* di libanon, *iben* di maroko, *dahi* di India, dan *Zabadi* di Mesir.

Yoghurt merupakan produk fermentasi bakteri dengan menggunakan efek dari bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Bakteri asam laktat ini disebut sebagai “kultur yoghurt”. Kultur starter yoghurt yang berperan dalam pembuatan yoghurt, memfermentasi laktosa (gula susu) dan menghasilkan asam laktat dalam susu dan akibatnya susu menggumpal atau membentuk gel lunak. Senyawa rasa juga diproduksi selama fermentasi susu. Yoghurt dibuat dengan menggunakan kultur starter khusus di mana campuran simbiosis dua utama bakteri hadir dalam rasio 1:1 *S. thermophilus* dan *L. bulgaricus*. *S. thermophilus* menghasilkan asam sedangkan komponen aroma dibentuk oleh *L. bulgaricus* (Yadav et al, 2015).

Cita rasa dan aroma khas dari yoghurt dibentuk dari kombinasi asam laktat dan senyawa *karbonil* (*aldehid, aseton, asetonin, dan diasetil*) (Barraquio, 1994). Senyawa-senyawa lain yang ikut memberikan

kontribusi terhadap cita rasa dan aroma yoghurt asam-asam organik (asam piruvat, asam oksalat, asam suksinat, asam formiat, asam asetat, asam propionat) dan senyawa-senyawa hasil degradasi protein, lemak, atau laktosa (Margalith, 1981).

Tingkat keawetan yoghurt lebih tinggi bila dibandingkan dengan tingkat keawetan susu segar biasa, karena di dalam yoghurt terdapat asam laktat yang mampu memberikan keawetan pada yoghurt sehingga asam laktat tersebut dapat dikatakan sebagai pengawet alami yoghurt (Hendarto, Handayani, Esterelita, & Handoko, 2019).

2. Kandungan Gizi

Yoghurt kaya akan kalsium, serta mengandung mikronutrien lainnya, seperti kalium, seng, fosfor, magnesium, vitamin A, riboflavin, vitamin B5, vitamin B12, vitamin D, dan nutrisi lainnya. Yoghurt rendah lemak mengandung $\pm 25\%$ lebih banyak kalium, kalsium, serta magnesium per porsi 8 ons dibandingkan menggunakan satu porsi susu rendah lemak yang setara. Profil nutrisi yoghurt sangat unik karena merupakan deretan nutrisi orisinil susu dan juga proses fermentasi. Nutrisi lain pada yoghurt juga dapat ditambahkan sebelum atau sesudah fermentasi (contohnya vitamin tambahan, antioksidan, dan serat). *L. bulgaricus* menghasilkan rasa yang khas yaitu asetildehida, sedangkan *S. thermophilus* menghasilkan asam segar (Astuty, Yunita, dan Fadhilah, 2021).

Komposisi zat gizi yoghurt mirip dengan susu. Yoghurt mempunyai nilai gizi yang lebih tinggi daripada susu segar sebagai bahan dasar dalam pembuatan yoghurt, terutama karena meningkatnya total padatan sehingga kandungan zat-zat gizi lainnya juga meningkat (Wahyudi, 2006). Kandungan zat gizi pada yoghurt dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Gizi Yoghurt per 100 ml

Zat gizi	Kandungan (per 100 ml)
Energi (kkal)	52
Protein (g)	3,3
Karbohidrat (g)	4,0

Lemak (g)	2,5
Kalsium (mg)	120
Fosfor (mg)	90
Vitamin A (mcg)	22
Vitamin B1 (mcg)	0,04

Sumber: Tabel Komposisi Pangan Indonesia, 2019)

Salah satu komponen antioksidan yaitu acetogenin dapat mempengaruhi penurunan aktivitas antioksidan. Acetogenin merupakan salah satu senyawa yang digunakan untuk pengobatan kanker dengan mekanisme pengikatan pada sel tumor dan mencegah sel tersebut dalam mereproduksi tetapi senyawa ini tidak bereaksi terhadap sel yang sehat sehingga efek samping pengobatan menjadi lebih minimal.

Yoghurt yang baik memiliki tekstur yang lembut seperti bubur, tidak terlalu encer dan tidak pula terlalu padat (Legowo, 2002). Dalam proses pembuatan yogurt diperlukan acuan sebagai standar dalam proses pembuatan yogurt yaitu dengan syarat mutu. Syarat mutu yoghurt berdasarkan Standart Nasional (SNI) 2981:2009, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Syarat mutu yoghurt SNI 2981:2009

No.	Kriteria	Yoghurt Tanpa Perlakuan Panas Setelah Fermentasi		Yoghurt Dengan Perlakuan Panas Setelah Fermentasi	
		Yoghurt	Yoghurt Rendah Lemak	Yoghurt	Yoghurt Rendah Lemak
1	Keadaan				
1.1	Kenampakan	Cairan kental-padat		Cairan kental-padat	
1.2	Bau	Normal/ khas		Normal/ khas	
1.3	Rasa	Asam/khas		Asam/khas	
1.4	Kosistensi	Homogen		Homogen	
2	Kadar lemak (%b/b)	Min. 3,0	Min. 3,0	Min. 3,0	0,6-2,9
3	Total padatan susu bukan lemak (% b/b)	Min, 8,2		Min, 8,2	
4	Protein (N x 6,38) (% b/b)	Min. 2,7		Min. 2,7	
5	Kadar abu (% b/b)	Maks. 1,0		Maks. 1,0	
6	Keasaman (dihitung sebagai asam laktat) (%b/b)	0,5-0,2		0,5-0,2	
7	Cemaran logam				
7.1	Timbal (Pb) (mg/kg)	Maks 0,3		Maks 0,3	
7.2	Tembaga (Cu) (mg/kg)	Maks. 20,0		Maks. 20,0	
7.3	Timah (Sn) (mg/kg)	Maks 40,0		Maks 40,0	
8	Cemaran mikroba				
8.1	Bakteri coliform (APM/g atau koloni/g)	Maks. 10		Maks. 10	
8.2	Salmonella	Negatif/25 g		Negatif/25 g	
8.3	Listeria monocytogenes	Negatif 25/g		Negatif 25/g	
9	Jumlah bakteri starter* (koloni/g)	Min. 10 ⁷		-	

Sumber: Standarisasi Nasional Indonesia (SNI) 2981:2009, 2009

Yoghurt umumnya memiliki rasa asam. Menurut Astawan (2008) perubahan yang terjadi pada susu menjadi asam disebabkan oleh proses fermentasi dari bakteri asam laktat yaitu *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Dalam pembuatan yoghurt, kedua bakteri ini memiliki hubungan yang saling memanfaatkan hasil metabolisme untuk mempengaruhi produksi asam. Bakteri tersebut mengubah gula susu (laktosa) yang terdapat dalam susu menjadi asam laktat sehingga menyebabkan yoghurt berasa asam serta aman dan baik bagi penderita intoleransi laktosa atau orang yang tidak dapat meminum susu.

Tak hanya menghasilkan rasa asam, bakteri asam laktat pada yoghurt memiliki kandungan sebagai probiotik. Keberadaan Bakteri Asam Laktat (BAL) pada yoghurt yang mengandung *Lactobacillus bulgaris* dan *Streptococcus thermophilus* sebagai probiotik berpotensi dalam meningkatkan fungsi fisiologis usus, mikroflora usus yang berperan dalam mengoptimalkan kondisi kesehatan tubuh (Rahman et al., 2012). Penelitian Ari Yuniastuti (2004), menunjukkan bahwa salah satu keuntungan dalam penggunaan probiotik yaitu dapat menurunkan kolesterol total, kolesterol LDL dan trigliserida darah yang berlebihan sehingga berpotensi mengurangi resiko penyakit tidak menular. Berdasarkan penelitian Hardisari dan Putro (2018), pemberian yoghurt susu kambing selama 14 hari dapat menurunkan kadar kolesterol, Trigliserida, HDL dan LDL sebesar 53,65 %, 56,39 %, 65,70 %, dan 54,24 %.

3. Klasifikasi Yoghurt

a. Berdasarkan komposisi kimia produk

Menurut SNI 2981:2009 yoghurt dikategorikan menjadi 3 jenis yaitu:

- 1) Yoghurt yang merupakan produk olahan hasil fermentasi susu dan atau susu rekonstitusi dengan bantuan bakteri *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* dan atau bakteri asam laktat lainnya yang sesuai, dengan atau tanpa penambahan bahan pangan lain yang diizinkan. Memiliki kandungan lemak minimal 3,25% lemak susu
- 2) Yoghurt rendah lemak yang merupakan yoghurt yang dibuat dengan bahan baku susu rendah lemak atau susu rekonstitusi rendah lemak yang difermentasi. Dimana kandungan lemak mengandung 0,5 - 2,0% lemak susu
- 3) Yoghurt tanpa lemak yang merupakan yoghurt yang dibuat dengan bahan baku susu skim atau susu skim rekonstitusi yang difermentasi. Dimana kandungan lemak sebanyak kurang dari 0,5% lemak susu.

b. Berdasarkan sifat fisik produk

Sifat fisik yoghurt dapat diklasifikasikan menjadi padat, semi padat atau cair. Yoghurt yang sifatnya padat, diinkubasi dan didinginkan dalam kemasan akhir. Sedangkan yoghurt yang berbentuk semi padat dan bersifat cair (*stirred yogurt* dan *fluid* atau *drink yogurt*), diproduksi dengan cara mengerami campuran tersebut dalam sebuah tangki yang dilanjutkan dengan pemecahan dengan pengadukan sebelum didinginkan dan dikemas.

c. Berdasarkan jenisnya

Berdasarkan jenisnya yoghurt dibagi menjadi 5 jenis yaitu *set yoghurt*, *stirred yoghurt*, *drink yoghurt*, *frozen yoghurt*, dan *concentrad yoghurt*. (Kim, S.-H. and S. Oh, 2013).

- 1) *Set yoghurt*, yoghurt tipe ini dibuat dan diinkubasi langsung pada wadah individual yang juga berfungsi sebagai kemasan primer, tidak ada proses pengadukan dan berbentuk kental seperti jeli
- 2) *Stirred yoghurt*, Setelah proses inkubasi, yogurt tipe ini dilakukan sedikit pengadukan untuk memecah gumpalan protein atau koagulum sebelum dipindahkan ke dalam wadah atau kemasan kecil dan didinginkan. Yogurt tipe ini memiliki tekstur dan kekentalan yang lebih rendah dibanding dengan *set-type* yogurt, atau lebih mirip krim susu kental.
- 3) *Drink yoghurt*, Jika *stirred-type* yogurt hanya mengalami sedikit pengadukan, maka pengadukan pada yogurt tipe ini dilakukan secara intensif atau sangat intensif dengan mesin pengaduk kecepatan tinggi. Yogurt tipe ini tidak kental/encer, memiliki tekstur yang halus dan koagulum tidak terbentuk lagi selama proses penyimpanan.
- 4) *Frozen Yoghurt*, Yogurt tipe ini dibuat sebagaimana halnya *stirred-type yogurt*, kemudian didinginkan dengan cara memompanya melalui alat pendingin/pembeku seperti pada proses pembuatan es krim. Tekstur froyo ditentukan oleh alat pendingin dan ukuran kristal es yang terbentuk.
- 5) *Concentrated yogurt* atau *labneh* atau *Greek-style* yogurt, merupakan merupakan yogurt semi-padat seperti pasta dengan total padatan antara 22-40%. Cara menghasilkan produk dengan

total padatan tinggi salah satunya adalah dengan cara menggantung yoghurt dalam kain sehingga air atau whey menetes. Lama penggantungan biasanya antara 24 sampai dengan 48 jam (Sumarmono, 2016). *Yoghurt Greek* mempunyai nilai gizi yang tinggi dari pada susu segar sebagai bahan dasarnya, terutama karena meningkatnya total padatan sehingga kandungan zat-zat gizi lainnya meningkat, selain itu yoghurt sesuai bagi penderita Lactose Intolerance atau yang tidak toleran terhadap laktosa (Amelia,2016). Greek yoghurt dikenal sebagai jenis yoghurt yang paling sehat dibandingkan dengan jenis lainnya. Menurut penelitian dari Mooreetal (2011), Greek yoghurt diketahui memiliki kandungan nutrisi yang berbeda dengan jenis-jenis yoghurt lainnya. Yoghurt jenis ini memiliki kandungan protein sebesar 32.4%, lebih tinggi dibandingkan jenis yoghurt lainnya yang hanya sebesar 10-20%. Selain itu, Greek yoghurt juga memiliki kandungan karbohidrat sebesar 34%, jauh lebih rendah dibandingkan yoghurt lainnya, yaitu 48-60% (Andarwulan, 2012).

F. Jeruk Nipis

Jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) merupakan tanaman yang berasal dari Asia dan tumbuh subur pada daerah yang beriklim tropis. Jeruk nipis merupakan salah satu tanaman yang berasal dari famili Rutaceae dengan genus Citrus. Jeruk nipis memiliki tinggi sekitar 150-350 cm dan buah berkulit tipis serta bunga berwarna putih. Tanaman ini memiliki kandungan garam 10% dan dapat tumbuh subur pada tanah yang kemiringannya sekitar 30° (Prastiwi dan Ferdiansyah 2013).

Jeruk nipis merupakan salah satu tanaman perdu yang memiliki tinggi 3,5 meter. Tanaman ini memiliki akar tunggang, berbentuk bulat dan berwarna putih kekuningan. Tanaman ini memiliki batang berkayu, bulat, berduri, dan berwarna putih kehijauan. Tanaman ini memiliki daun yang majemuk, berbentuk bundar atau melonjong, pangkal membundar atau menumpul dengan ujung tumpul dan tepi beriringgit, dengan pertulangan daun menyirip. Bagian bunga majemuk atau tunggal, terletak di ketiak daun atau ujung batang. Buah jeruk nipis berbentuk bulat dengan diameter 3,5 –

5 cm. Pada saat masih muda jeruk nipis berwarna hijau muda dan akan berubah warna menjadi kuning saat buah sudah tua (Herbie, 2015).



Sumber: klikdokter.com

Gambar 2. Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle)

Jeruk nipis merupakan buah yang memiliki aroma khas untuk menetralkan beberapa aroma yang kurang enak. Menurut Astawan (2008), jeruk nipis mengandung asam sitrat yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk menghilangkan aroma menyengat pada makanan. Oleh karena itu, jeruk nipis akan digunakan untuk mengurangi bau kurang enak seperti contoh bau yang kurang enak pada buah bit. Menurut penelitian Sarwono (2008), jeruk nipis berperan dalam menghilangkan sedikit bau tanah pada sari umbi bit, karena jeruk nipis berfungsi sebagai penyegar dan pewangi, sehingga banyak digunakan sebagai bahan minuman. Konsentrasi asam sitrat yang tinggi dapat mencapai 8% dari bobot kering yang dapat ditemukan dalam jeruk nipis dan jeruk purut (Yusnita, 2020)

Jeruk nipis memiliki kandungan senyawa flavonoid dimana flavonoid merupakan golongan senyawa polifenol terbesar yang memiliki aktivitas sebagai antioksidan dan antibakteri. Flavonoid jeruk mempunyai kemampuan menangkap elektron, yang mencegah reaksi rantai yang terus menerus oleh oksigen radikal bebas (Kemenkes RI, 2008). Jeruk nipis juga mengandung senyawa saponin dan flavonoid yaitu hesperidin, tangeritin, naringin, eriocitrin. Hesperidin bermanfaat untuk antiinflamasi, antioksidan dan menghambat sintesis prostaglandin (Anna, 2012). Menurut Del Leo dan Del Bosco (2005 cit. Maya, 2013) menyatakan bahwa naringin dan hesperidin memiliki efek penghambatan proliferasi sel kanker, menunda tumorigenesis, dan agen kemopreventif karsinogenesis. Selain itu, hesperidin dapat menurunkan lipopolysaccharide yang dapat menginduksi

hepatotoksisitas pada hepar tikus. Hesperidin juga terbukti aktif sebagai antioksidan yang dideteksi menggunakan electron spin resonance spectrophotometer (Meiyanto, dkk., 2012).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, perasan jeruk nipis memiliki aktivitas antioksidan sebesar 49,589 µg/ml yang berarti sangat kuat. Hal ini dapat dikatakan bahwa perasan jeruk nipis merupakan konsentrasi yang dapat meredam aktivitas radikal bebas sebesar 50% (Permata, dkk. 2018), Kandungan dari jeruk nipis yang memberikan adanya aktivitas antioksidan adalah alkaloid, fenol, saponin, tanin, steroid, dan flavonoid (Reddy, 2012). Aktivitas antioksidan yang sangat kuat ini diduga dipengaruhi senyawa fenol, senyawaan triterpena pentasiklik, vitamin C, zat warna seperti klorofil, senyawaan sulfur, ataupun nitrogen yang dapat berperan sebagai zat antioksidan (Khamsah et al. 2006).

Senyawa flavonoid mampu berperan sebagai antioksidan karena dapat berperan sebagai *free radical scavengers* yang mampu melepaskan atom hydrogen dari gugus hidroksilnya, dimana atom hidroksil tersebut akan berikatan dengan radikal bebas sehingga menjadi netral kembali. Flavonoid yang kehilangan atom hydrogen akan mengalami resonansi dan radikal bebas yang telah stabil menjadi berhenti bereaksi sehingga tidak merusak lipid, protein atau DNA. (Pambudi, 2014).

Tabel 4. Kandungan Gizi Jeruk Nipis per 100 gram

Zat gizi	Kandungan
Energi (kal)	44
Protein (g)	0,5
Karbohidrat (g)	10,0
Lemak (g)	0,2
Kalsium (mg)	18
Fosfor (mg)	22
Serat (g)	0,4
Vitamin B1 (mcg)	0,01
Vitamin C (mg)	20

Sumber: Tabel Komposisi Pangan Indonesia, 2019

Sumber : Tabel Komposisi Pangan, 2019

Jeruk nipis mengandung vitamin C yang tinggi yang berguna untuk sumber antioksidan. Kandungan aktivitas antioksidan pada jeruk nipis sangat tinggi. Jeruk nipis memiliki beberapa kandungan senyawa biokimia sebagai berikut (Suarsana, Kumbara dan Satriawan, 2015):

- a. Jeruk nipis mengandung lemak, asam amino (triptofan, lisin), kalsium, fosfor, besi, belerang, dan vitamin B1.
- b. Buah jeruk nipis merupakan sumber yang kaya akan asam askorbat (vitamin C) dan senyawa bioaktif lainnya seperti coumarin, karotenoid, limonoid, dan flavonoid (khususnya *flavon polymethoxylated* dan flavanon).
- c. Jeruk nipis mengandung senyawa fitokimia diantaranya saponin, dammar, glikosida, asam sitrun, flavonoid (hesperidin, tangeretin, naringin, eriocitrin, eriocitroside).
- d. Selain itu, jeruk nipis juga mengandung minyak atsiri, (sitral, limonen, felandren, lemon kamfer, kadinen, gerani-lasetat, linali-lasetat, aktilaldehid, nonilaldehid).
- e. Jeruk nipis juga mengandung 7% minyak essensial (citral, limonen, fenchon, terpineol, bisabolene, dan terpenoid lainnya).

G. Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan adalah kemampuan suatu bahan yang mengandung antioksidan untuk dapat menangkal radikal bebas yang terdapat disekitarnya. Semakin tinggi daya atau aktivitas antioksidannya maka semakin tinggi pula kemampuan penghambatannya (Ananda, 2009). Besarnya aktivitas antioksidan ditandai dengan nilai IC_{50} , yaitu konsentrasi larutan sampel yang dibutuhkan untuk menghambat 50% radikal bebas DPPH (Andayani *et al.* 2008). Nilai IC_{50} menunjukkan konsentrasi efektif suatu senyawa yang dapat menghambat 50% oksidasi. Nilai IC_{50} berarti berbanding terbalik dengan kemampuan zat atau senyawa yang bersifat antioksidan. Semakin kecil nilai IC_{50} , semakin tinggi aktivitas antioksidan. Hal ini karena senyawa antioksidan yang memiliki nilai IC_{50} rendah dapat menghambat oksidasi lebih efektif, sehingga aktivitas antioksidannya semakin kuat (Hanani, dkk. 2005). Menurut Molyneux (2004), sifat antioksidan berdasarkan nilai IC_{50} adalah sebagai berikut.

Tabel 7. Sifat Antioksidan berdasarkan Nilai IC_{50}

Nilai IC_{50}	Sifat Antioksidan
0,05 mg/ml	Sangat kuat
0,05 – 0,1 mg/ml	Kuat
0,1 – 0,15 mg/ml	Sedang
0,15 – 0,2 mg/ml	Lemah

S

Sumber: Molyneux, 2004

Metode pengujian aktivitas antioksidan dikelompokkan menjadi 3 golongan. Golongan pertama adalah *Hydrogen Atom Methods* (HAT) misalnya *Oxygen Radical Absorbance Capacity Method* (ORAC) dan *Lipid Peroxidation Inhibition Capacity Assay* (LPIC). Golongan kedua adalah *Electron Transfer Method* (ET), misalnya *Ferric Reducing Antioxidant Power*

(FRAP) dan 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil (DPPH) Free radical Scavenging Assay. Golongan ketiga adalah metode lain seperti Total Antioxidant Scavenging Capacity (TOSC) dan Chemiluminescence.

Pengujian kapasitas antioksidan suatu senyawa dilakukan secara bertahap sebagai berikut:

1. Uji *in vitro* menggunakan reaksi kimia, misalnya metillinoleat dan DPPH
2. Uji *in vitro* menggunakan materi biologis, misalnya mengukur viabilitas sel (teknik kultur sel), pembentukan dien terkonjugasi dan kadar TBARS dari isolat LDL, dan lain-lain.
3. Uji *in vivo* pada model hewan percobaan, misalnya aktivitas enzim antioksidan dan kadar TBARS
4. Uji *in vivo* pada manusia

Menurut Fukumoto dan Mazza (2000) dalam Ridho (2013), aktivitas antioksidan akan meningkat apabila gugus hidroksil bertambah dan akan menurun apabila terdapat gugus glikosida. Pengujian aktivitas antioksidan menggunakan radikal DPPH adalah metode yang umum dan efektif untuk menilai kemampuan antioksidan dalam mendonorkan atom hidrogen. Perubahan warna DPPH dari ungu ke kuning yang diukur pada panjang gelombang 517 nm memberikan indikasi langsung dari aktivitas antioksidan sampel yang diuji. Penelitian oleh Salazar-Aranda et al. (2009) mempertegas mekanisme ini, di mana senyawa antioksidan menyebabkan peluruhan warna DPPH melalui donasi atom hidrogen.

Metode DPPH akan menggunakan larutan DPPH sebagai radikal bebas dan direaksikan dengan senyawa antioksidan sehingga akan berubah menjadi 1,1-diphenyl 2-picrylhydrazil yang bersifat non-radikal. Senyawa DPPH adalah radikal bebas yang bersifat stabil dan beraktivitas dengan cara mendelokalikasi elektron bebas pada suatu molekul sehingga molekul tersebut tidak reaktif sebagaimana radikal bebas yang lain. Proses delokalikasi ini ditunjukkan dengan adanya warna ungu (violet) pekat yang dapat dikarakterisasi pada pita absorbansi dalam pelarut metanol pada panjang gelombang 517 nm (Putri et al., 2014). Peningkatannya akan ditandai dengan perubahan warna ungu tua menjadi merah muda atau kuning dan selanjutnya akan diamati menggunakan spektrofotometer dan

dapat ditentukan aktivitas antioksidan tersebut dalam menangkal radikal bebas (Sayuti dan Yenrina, 2015).

Menurut Toripah et al., (2014), Prinsip metode penangkapan radikal ialah pengukuran penangkapan radikal bebas dalam pelarut organik polar seperti etanol atau metanol pada suhu kamar oleh suatu senyawa yang mempunyai aktivitas antioksidan. Aktivitas antioksidan dari suatu ekstrak tanaman dapat di uji dengan menggunakan metode DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil).

Penentuan pengujian antioksidan menurut Saputra et al (2013), yaitu menggunakan metode DPPH. DPPH merupakan metode pengukuran kemampuan suatu senyawa antioksidan dalam menangkap radikal bebas. Prinsip metode penangkapan radikal ialah pengukuran penangkapan radikal bebas dalam pelarut organik polar seperti etanol atau metanol. Penentuan aktivitas antioksidan yaitu ekstrak kasar daun kelor yang akan di uji terlebih dahulu dilarutkan dalam metanol untuk membuat larutan induk sampel dan kemudian diencerkan menjadi beberapa konsentrasi sampel antara lain 200, 100, 50, 25, 12,5 dan 0 ppm dalam wadah botol vial. Setelah itu larutan sampel dari masing-masing konsentrasi sampel diambil 0,1 ml dan ditambahkan 2 ml DPPH dengan konsentrasi 0,1 mM kedalam masing-masing botol vial. Sampel dihomogenkan dengan cara sedikit digoyang, lalu diinkubasi pada suhu ruang selama 30 menit. Absorbansi sampel dapat dibaca dengan panjang gelombang 517 nm dan dihitung presentase peredamannya menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Aktivitas penangkal radikal bebas (\%)} = \frac{\text{Absorbansi sample}}{\text{Absorbansi control}} \times 100\%$$

H. Mutu Organoleptik

Organoleptik merupakan pengujian terhadap bahan makanan berdasarkan kesukaan dan kemauan untuk mempegunakan suatu produk. Uji Organoleptik atau uji indera atau uji sensori sendiri merupakan cara pengujian dengan menggunakan indera manusia sebagai alat utama untuk

pengukuran daya penerimaan terhadap produk. Pengujian organoleptik mempunyai peranan penting dalam penerapan mutu. Pengujian organoleptik dapat memberikan indikasi kebusukan, kemunduran mutu dan kerusakan lainnya dari produk (Shfali Dhingra, Sudesh Jood. 2007).

Adapun syarat-syarat yang harus ada dalam uji organoleptik adalah adanya contoh (sampel), adanya panelis, dan pernyataan respon yang jujur. Dalam penilaian bahan pangan sifat yang menentukan diterima atau tidak suatu produk adalah sifat indrawinya. Penilaian indrawi ini ada enam tahap yaitu pertama menerima bahan, mengenali bahan, mengadakan klarifikasi sifat-sifat bahan, mengingat kembali bahan yang telah diamati, dan menguraikan kembali sifat indrawi produk tersebut (Rifky. 2013)

Penilaian indra dengan cara uji organoleptik meliputi: (Muntikah dan Razak, 2017).

1. Menilai tekstur suatu bahan adalah satu unsur kualitas bahan pangan yang dapat dirasa dengan rabaan ujung jari, lidah, mulut atau gigi
2. Faktor kenampakan yang meliputi warna dan kecerahan dapat dinilai melalui indra penglihatan
3. Flavor adalah suatu rangsangan yang dapat dirasakan oleh indra pembau dan perasa secara sama-sama
4. Suara merupakan hasil pengamatan dengan indra pendengaran yang akan membedakan antara kerenyahan (dengan cara mematahkan sampel), melempem, dan sebagainya.

Penilaian pada produk ini berdasarkan pada kondisi dari segi efek rangsangan pasca Indera yang dibentuk berdasarkan warna, aroma, rasa, dan tekstur (Soekarto, 1993). Penambahan yoghurt pada jus bit pada penggunaan mutu organoleptik uji hedonik, yakni:

a. Warna

Winarno (2004) menyatakan bahwa, suatu bahan makanan yang dinilai bergizi, enak, dan teksturnya baik tidak akan dimakan apabila memiliki warna yang tidak sedap dipandang atau memberi kesan telah menyimpang dari warna seharusnya. Oleh karena itu, warna merupakan faktor kualitas penting yang mempengaruhi penerimaan jus bit.

b. Aroma

Aroma yakni parameter mutu organoleptik dapat diukur secara subjektif yaitu bau yang terdapat dalam jus bit yang ditambahkan yoghurt dan jeruk nipis. Aroma diartikan pula rangsangan kimiawi dan tercium oleh saraf penciuman rongga hidung.

c. Rasa

Indikator parameter mutu organoleptik terlihat pada cara subjektif yakni dalam bentuk rasa jus bit (*Beta vulgaris L.*) dengan penambahan yoghurt sebagai minuman fungsional bagi penyakit tidak menular (PTM). Menurut Soekarto (1993), rasa merupakan faktor yang penting dalam memutuskan bagi konsumen untuk menerima atau menolak suatu makanan. Meskipun parameter yang lain tergolong baik, apabila rasa tidak enak atau tidak disukai maka sebuah produk dapat tertolak.

d. Tekstur

Sifat tekstural merupakan kombinasi sifat-sifat fisik yang diterima oleh indera peraba (termasuk indera peraba di dalam mulut), penglihatan, atau pendengaran. Tekstur yang diamati berupa viskositas pada jus bit. Viskositas adalah laju alir untuk setiap unit gaya yaitu encer atau kental pada produk.

