

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penyakit Tidak Menular

Penyakit tidak menular (PTM), dikenal juga sebagai penyakit kronis, tidak ditularkan dari orang ke orang. Perkembangan penyakit tidak menular umumnya lambat dan membutuhkan durasi yang panjang. Berdasarkan profil WHO mengenai penyakit tidak menular di Asia Tenggara, ada lima penyakit tidak menular dengan angka kesakitan dan kematian yang tinggi, yaitu penyakit kardiovaskuler, kanker, penyakit pernapasan kronis, diabetes mellitus, dan cedera. Empat terbanyak dari penyakit tidak menular yaitu penyakit kardiovaskuler, kanker, penyakit pernapasan kronis, dan diabetes mellitus. Proporsi penyebab kematian PTM pada orang-orang berusia kurang dari 70 tahun, penyebab kematian terbesar adalah penyakit kardiovaskuler (39%), diikuti kanker (27%), sedangkan penyakit pernapasan kronis, penyakit pencernaan dan PTM lain bersama-sama menyebabkan sekitar 30% kematian serta 4% disebabkan oleh diabetes mellitus.

1. Penyakit Kardiovaskuler

Secara global, penyakit kardiovaskuler merupakan penyebab kematian nomor satu dan diproyeksikan akan tetap demikian. Penyakit kardiovaskuler mencakup penyakit jantung koroner, penyakit serebrovaskuler, peningkatan tekanan darah, penyakit arteri perifer, penyakit jantung rematik, penyakit jantung bawaan, dan gagal jantung. Penyebab utama penyakit kardiovaskuler adalah merokok, aktivitas fisik yang kurang, dan diet yang tidak sehat (WHO, 2015).

2. Kanker

Kanker menyumbang kematian kedua setelah penyakit kardiovaskuler. Jenis utama kanker adalah kanker paru, kanker perut, kanker kolorektal, kanker hati, dan kanker payudara. Lebih dari 70% semua kematian akibat kanker terjadi di negara berpenghasilan rendah sampai menengah. Dan diproyeksikan akan terus meningkat dengan perkiraan 11.5 juta kematian pada 2030. Faktor risiko utama kanker adalah merokok,

konsumsi alkohol, faktor makanan (termasuk konsumsi sayur dan buah yang kurang), aktivitas fisik yang kurang, infeksi kronis dari *Helicobacter pylori*, virus hepatitis B, virus hepatitis C, dan beberapa jenis Human Papilloma Virus (HPV), serta lingkungan dan risiko kerja yang berhubungan dengan pengion dan radiasi (WHO, 2015).

3. Penyakit Pernapasan Kronis

Penyakit pernapasan kronis adalah penyakit pada saluran udara dan struktur paru lainnya seperti asma dan alergi pernapasan, penyakit paru obstruktif kronis, penyakit paru kerja (kerusakan paru akibat debu, uap, atau gas berbahaya yang terhirup pekerja di tempat kerja), sleep apnea syndrome, dan hipertensi pulmonal. Prevalensi penyakit ini meningkat dimana-mana, khususnya di kalangan anak-anak dan orang tua serta meningkat di daerah dengan penghasilan rendah sampai menengah. Faktor risiko dari penyakit pernapasan kronis adalah merokok (baik aktif maupun pasif), terpapar polusi udara, paparan allergen, infeksi saluran pernapasan berulang pada anak, serta debu kerja dan bahan kimia (WHO, 2015).

4. Diabetes Mellitus

Diabetes adalah penyakit kronis yang terjadi ketika pankreas tidak menghasilkan cukup insulin atau ketika tubuh tidak dapat secara efektif menggunakan insulin yang dihasilkan. Risiko kematian orang yang menderita diabetes mellitus adalah dua kali lipat dibandingkan orang tanpa diabetes mellitus. Ada dua tipe diabetes, yaitu diabetes mellitus tipe 1 dan diabetes mellitus tipe 2. Diabetes mellitus tipe 1 ditandai dengan kurangnya produksi insulin; tanpa pemberian insulin harian, diabetes mellitus tipe 1 akan berakibat fatal. Diabetes mellitus tipe 2 disebabkan karena penggunaan insulin yang tidak efektif; diabetes mellitus tipe 2 merupakan 90% tipe dari penderita diabetes di seluruh dunia, hal ini merupakan dampak dari kelebihan berat badan dan kurangnya aktivitas fisik. Peningkatan kadar gula darah adalah efek dari diabetes yang tidak terkontrol sehingga perlahan dapat merusak jantung, pembuluh darah, mata, ginjal, dan saraf sehingga memiliki implikasi yang buruk terhadap kesehatan dan kualitas hidup (Fatimah, 2015).

B. Faktor Resiko Penyakit Tidak Menular

Penyakit tidak menular muncul dari kombinasi faktor risiko yang tidak dapat dimodifikasi dan faktor risiko yang dapat dimodifikasi. Faktor risiko yang tidak dapat dimodifikasi oleh individu adalah usia, jenis kelamin, dan genetika. Sedangkan faktor risiko yang dapat dimodifikasi adalah faktor yang dapat diubah melalui keadaran individu itu sendiri dan intervensi sosial. Faktor-faktor yang dapat dimodifikasi tersebut adalah:

1. Kebiasaan Merokok

Efek berbahaya dari merokok terhadap kematian yang disebabkan oleh kanker, penyakit kardiovaskuler, dan penyakit pernapasan kronis telah lama diketahui. Selain itu, paparan asap rokok pada perokok pasif seperti ibu hamil, anak-anak, dan orang dewasa yang tidak hamil di rumah maupun di tempat-tempat umum menyebabkan hasil kelahiran yang merugikan, penyakit pernapasan pada masa kanak-kanak, dan penyakit lainnya seperti yang diderita oleh perokok aktif. Setiap tahunnya, tembakau menyumbang sekitar 6 juta kematian (termasuk perokok pasif) dan diproyeksikan akan meningkat menjadi 8 juta pada tahun 2030 (Ezzati, 2013).

2. Konsumsi Alkohol

Alkohol merupakan zat psikoaktif dengan memproduksi substansi yang membuat ketergantungan pengkonsumsinya. Dampak alkohol ditentukan oleh volume alkohol yang dikonsumsi, pola minum, dan kualitas alkohol yang dikonsumsi. Pada tahun 2012, sekitar 3.3 juta kematian, atau sekitar 5.9% dari seluruh kematian global disebabkan oleh konsumsi alkohol. Konsumsi Alkohol sangat umum di seluruh dunia meskipun membawa risiko yang merugikan bagi kesehatan dan konsekuensi sosial terkait efek memabukkan, sifat beracun, dan ketergantungan. Konsumsi alkohol merupakan faktor risiko utama untuk beban penyakit di negara berkembang berkaitan dengan berbagai penyakit dan cedera, termasuk kecelakaan lalu lintas, kekerasan, dan bunuh diri (WHO, 2015).

3. Pola Makan Yang Tidak Sehat

Perubahan sosial ekonomi dan selera makan akan mengakibatkan perubahan pola makan masyarakat yang cenderung menjauhkan konsep makanan seimbang, sehingga berdampak negatif terhadap kesehatan dan gizi.

Pola makan tinggi lemak jenuh dan gula, rendah serat dan rendah zat gizi mikro akan menyebabkan masalah kegemukan, gizi lebih, serta meningkatkan radikal bebas yang akhirnya mengakibatkan perubahan pola penyakit, dari infeksi ke penyakit kronis non infeksi atau memicu munculnya penyakit degeneratif (Suiraoaka, I. 2016).

4. Kurangnya Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik adalah pergerakan anggota tubuh yang menyebabkan pengeluaran tenaga yang sangat penting bagi pemeliharaan kesehatan fisik dan mental, serta mempertahankan kualitas hidup agar tetap sehat dan bugar sepanjang hari. Kemajuan teknologi saat ini juga mempunyai pengaruh langsung dan tidak langsung terhadap kurangnya aktivitas fisik. Tidak hanya tersedianya alat-alat yang mengurangi aktivitas fisik tetapi juga beragam bentuk jasa yang ditawarkan untuk memberi kemudahan bagi orang yang membutuhkan (Suiraoaka, I. 2016).

5. Meningkatnya Stressor dan Paparan Radikal Bebas

Stress merupakan tekanan yang menimbulkan reaksi fisik dan emosional. Banyak hal yang berpotensi dapat menyebabkan stress atau yang dikenal dengan istilah stressor. Dampak stress terhadap kesehatan lebih berpengaruh secara nyata, karena kecenderungan yang dialami oleh orang yang mengalami stress untuk berperilaku tidak sehat seperti minum minuman beralkohol secara berlebihan, merokok, mengkonsumsi narkoba dan sebagainya (Suiraoaka, I. 2016).

Radikal bebas sendiri adalah molekul, atom atau gugus yang memiliki 1 atau lebih elektron yang tidak berpasangan pada kulit terluarnya sehingga sangat reaktif. Radikal bebas di dalam tubuh merupakan hasil samping dari proses oksidasi dan pembakaran sel yang berlangsung pada waktu bernafas, metabolisme sel, olahraga yang berlebihan, peradangan, dan terpapar polusi (asap kendaraan, asap rokok, makanan, logam berat, dan radiasi matahari).

Radikal bebas akan bereaksi dengan molekul sel di sekitarnya untuk memperoleh pasangan elektron sehingga menjadi lebih stabil, tetapi molekul sel tubuh yang diambil elektronnya akan berubah menjadi radikal bebas. Reaksi ini akan berlangsung terus menerus dalam tubuh dan bila tidak dihentikan akan menimbulkan stress oksidatif yang menyebabkan suatu

peradangan, kerusakan DNA atau sel dan berbagai penyakit seperti kanker, jantung, katarak, penuaan dini, serta penyakit degeneratif lainnya.

Sumber radikal bebas ada dua yaitu sumber eksogen dan sumber endogen. Sumber eksogen biasanya berasal dari luar tubuh seperti polutan udara, radiasi, zat-zat kimia karsinogenik, asap rokok, bakteri, virus dan efek obat (obat anastesi dan pestisida). Sumber endogen yaitu radikal bebas yang merupakan hasil metabolik normal dalam tubuh manusia seperti proses oksidasi makanan, proses oksidasi xantin dan olah raga yang berlebihan (Murray, 2009).

C. Upaya Preventif Penyakit Tidak Menular

1. Kepatuhan Minum Obat

Kepatuhan adalah bentuk aplikasi seseorang terhadap pengobatan yang harus dijalani dalam kehidupannya. Indikator kepatuhan penderita adalah datang atau tidaknya penderita setelah mendapat anjuran kembali untuk kontrol. Seorang penderita dikatakan patuh menjalani pengobatan apabila minum obat sesuai aturan paket obat dan ketepatan waktu mengambil obat sampai selesai masa pengobatan. Penderita yang patuh minum obat adalah yang menyelesaikan pengobatannya secara teratur dan lengkap tanpa terputus selama minimal 6 bulan sampai dengan 8 bulan (Fandinata et al., 2020).

2. Merubah Gaya Hidup

Perubahan gaya hidup merupakan kunci utama keberhasilan pencegahan penyakit tidak menular. Istilah perubahan gaya hidup atau perubahan kebiasaan (behavior) mencakup tiga hal penting yaitu : diet, aktivitas fisik, dan perubahan kebiasaan (Suirakoa, I. 2016).

3. Aktivitas Fisik dan Olahraga

Olahraga meliputi segala macam pelatihan sedangkan aktivitas fisik mencakup semua olah raga, semua gerakan tubuh, semua pekerjaan, rekreasi, kegiatan sehari-hari, sampai pada kegiatan waktu berlibur atau waktu senggang. Aktivitas fisik perlu dilakukan secara teratur paling sedikit 30 menit dalam sehari sehingga menyehatkan jantung, paru-paru serta alat tubuh lainnya (Suirakoa, I. 2016).

4. Pola Makan Sehat

Pola makan adalah suatu cara atau usaha dalam pengaturan jumlah dan jenis makanan dengan informasi gambaran dengan meliputi mempertahankan kesehatan, status gizi, mencegah atau membantu kesembuhan penyakit. Sulisty memiliki 3 (tiga) komponen yang terdiri dari : jenis makanan, frekuensi makan dan jumlah makan (Milne et al., 2009).

5. Penilaian Resiko Penyakit Tidak Menular

Penilaian risiko terhadap penyakit degeneratif mempunyai manfaat yang baik karena dapat mendeteksi lebih awal dan mencegahnya menjadi sebuah penyakit kronik. Upaya pencegahan dan promosi kesehatan dapat memberikan penanggulangan terbaik untuk setiap pasien sehingga meminimalkan kemungkinan berkembangnya penyakit kronis.

Upaya pencegahan ini selain dibutuhkan interaksi antara dokter dan pasien sebaiknya lebih baik lagi terdapat tim pelayanan kesehatan yang nantinya bekerja memantau kemajuan dari rencana kesehatan pasien dan meningkatkan dokter terhadap kejadian yang buruk dari pasien tersebut. Yang terpenting adalah dibutuhkannya pengembangan alat penilaian risiko yang lebih akurat dan sesuai.

D. Antioksidan

Jenis makanan yang baik untuk pencegahan penyakit degeneratif adalah makanan tinggi antioksidan terutama bahan pangan lokal. Antioksidan merupakan suatu senyawa yang dapat menyerap atau menetralkan radikal bebas sehingga mampu mencegah penyakit-penyakit degeneratif seperti kardiovaskuler, karsinogenesis, dan penyakit lainnya. Senyawa antioksidan merupakan substansi yang diperlukan tubuh untuk menetralkan radikal bebas dan mencegah kerusakan yang ditimbulkan oleh radikal bebas terhadap sel normal, protein, dan lemak. Senyawa ini memiliki struktur molekul yang dapat memberikan elektronnya kepada molekul radikal bebas tanpa terganggu sama sekali fungsinya dan dapat memutus reaksi berantai dari radikal bebas (Murray, 2009).

Untuk melawan bahaya radikal bebas baik radikal bebas eksogen maupun endogen, tubuh manusia telah mempersiapkan penangkal berupa sistem antioksidan yang terdiri dari 3 golongan yaitu :

1. Antioksidan Primer yaitu antioksidan yang berfungsi mencegah pembentukan radikal bebas selanjutnya (propagasi), antioksidan tersebut adalah transferin, feritin, albumin.
2. Antioksidan Sekunder yaitu antioksidan yang berfungsi menangkap radikal bebas dan menghentikan pembentukan radikal bebas, antioksidan tersebut adalah *Superoxide Dismutase* (SOD), *Glutathion Peroxidase* (GPx) dan katalase.
3. Antioksidan Tersier atau *repair enzyme* yaitu antioksidan yang berfungsi memperbaiki jaringan tubuh yang rusak oleh radikal bebas, antioksidan tersebut adalah Metionin sulfosida reduktase, Metionin sulfosida reduktase, DNA *repair enzymes*, protease, transferase dan lipase

Antioksidan berdasarkan sumbernya dikelompokkan menjadi tiga yaitu :

1. Antioksidan yang sudah diproduksi di dalam tubuh manusia yang dikenal dengan antioksidan endogen atau enzim antioksidan (enzim Superoksida Dismutase (SOD), Glutathion Peroksidase (GPx), dan Katalase (CAT).
2. Antioksidan sintetis yang banyak digunakan pada produk pangan seperti Butil Hidroksi Anisol (BHA), Butil Hidroksi Toluena (BHT), propil galat dan Tert-Butil Hidroksi Quinon (TBHQ).
3. Antioksidan alami yang diperoleh dari bagian-bagian tanaman seperti kayu, kulit kayu, akar, daun, buah, bunga, biji dan serbuk sari seperti vitamin A, vitamin C, vitamin E dan senyawa fenolik (flavonoid).

Senyawa antioksidan alami pada umumnya berupa vitamin C, vitamin E, karotenoid, senyawa fenolik, dan polifenolik yang dapat berupa golongan flavonoid, turunan asam sinamat, kuomarin, tokoferol dan asam-asam organik polifungsional. Golongan flavonoid yang memiliki aktivitas antioksidan meliputi flavon, flavonol, isoflavon, katekin, flavonol, dan kalkon. Turunan asam sinamat meliputi asam kafeat, asam ferulat, asam klorogenat, dan lain-lain. Mikronutrien yang terkandung dalam tumbuhan seperti vitamin A, C, E, asam folat, karotenoid, antosianin, dan polifenol memiliki kemampuan menangkap radikal bebas sehingga dapat dijadikan pengganti konsumsi antioksidan sintetis (Gill dkk. 2002).

Wrasiati (2011) menyatakan bahwa ekstrak bunga kamboja cendana dapat meningkatkan aktivitas enzim SOD, GPx dan Katalase. Zheng dan

Wang (2009) menyatakan bahwa lebih dari 40 herbal tanaman obat di Cina mempunyai aktivitas antioksidan yang cukup tinggi dan dari 40 herbal tersebut mengandung senyawa fenol yang tinggi termasuk diantaranya kandungan flavonoidnya yang tinggi.

Senyawa-senyawa metabolit sekunder polifenol seperti flavonoid, poliena dan senyawa yang banyak mengandung gugus -OH ini adalah multifungsional dan dapat beraksi dengan radikal bebas sebagai (a) pereduksi, (b) penangkap radikal bebas, (c) pengkelat logam, dan (d) peredam terbentuknya singlet oksigen (Akhlaghi, 2009). Senyawa antioksidan yang terdapat dalam ekstrak suatu tanaman diduga fungsinya dapat menghambat dan menetralkan terjadinya reaksi oksidasi yang melibatkan radikal-radikal bebas, baik yang eksogen maupun endogen.

Banyak jenis antioksidan alami terdapat di berbagai bahan pangan, antara lain kelompok karotenoid dan flavonoid (Marsono, 2007). Ada beberapamacam karotenoid, terdapat pada bahan pangan misalnya wortel, labu kuning, ketela rambat (beta karoten), kedelai, jeruk, telur, jagung (lutein, zeaxantine), serta tomat, semangka dan anggur (lycopene). Antioksidan kelompok karotenoid telah diklaim memiliki efek menyehatkan antara lain (i) dapat menetralkan radikal bebas yaitu suatu senyawa yang dapat merusak sel dan mengakibatkan timbulnya penyakit kanker, (ii) meningkatkan pertahanan oksidasi, (iii) membantu menyehatkan mata, (iv) membantu meningkatkan kesehatan prostat, serta membantu mencegah timbulnya penyakit jantung (Marsono, 2007).

Antioksidan kelompok flavonoids antara lain berupa senyawa-senyawa antosianin, flavanols, flavonones, flavonols serta proanthocyanidin. Jenis antioksidan ini banyak terdapat pada buah-buahan (beri, ceri, anggur dan apel), teh, coklat, bawang merah, brokoli dan kacang tanah. Efek kesehatan yang bisa ditimbulkan menurut Marsono (2007) antara lain : (i) meningkatkan pertahanan antioksidan tubuh, (ii) memperbaiki fungsi otak, (iii) menjaga kesehatan jantung, (iv) menetralkan radikal bebas. Isoflavon (daidzein, genistein) banyak terdapat di dalam kedelai dapat membantu mempertahankan kesehatan tulang dan otak serta meningkatkan kekebalan.

Vitamin C dan vitamin E merupakan dua jenis vitamin antioksidan yang terdapat banyak pada buah-buahan dan biji-bijian sangat bagus untuk

menetralkan radikal bebas, meningkatkan kesehatan tulang dan jantung serta meningkatkan kekebalan tubuh. Vitamin E memiliki fungsi antioksidan yang signifikan pada membran sel dan lipoprotein.

Menurut Marsono (2007) salah satu jenis mineral yang bersifat antioksidan yaitu selenium (Se) yang terdapat pada bahan pangan seperti ikan, daging merah, biji-bijian, bawang putih, hati dan telur berfungsi untuk menetralkan radikal bebas yang dapat merusak sel, dan meningkatkan kekebalan tubuh. Epigallocatechin gallate (EGCG) adalah komponen bioaktif paling dominan dalam teh yang bermanfaat bagi kesehatan (Khomsan, 2006). Sebagai antioksidan yang kuat, EGCG mempunyai kemampuan mengusir radikal bebas dan juga berfungsi untuk antiatherogenic, antithrombotic dan antimicrobial.

E. Flavonoid

Flavonoid merupakan kelompok metabolit sekunder termasuk ke dalam senyawa polifenol tanaman yang tersebar luas dalam berbagai bahan makanan dalam berbagai konsentrasi. Kandungan senyawa flavonoid dalam tanaman tergolong rendah hanya sekitar 0,25% (Syder & Kwon, 1987). Senyawa flavonoid banyak ditemukan dalam sayur-sayuran dan buah-buahan (Evans, 1995). Flavonoid memiliki bobot molekul rendah dengan struktur kimia C₆-C₃-C₆ terdiri atas dua buah cincin benzena yang dihubungkan dengan tiga karbon (Redha, 2010). Flavonoid memerankan berbagai aktivitas biologis pada tumbuhan, hewan, dan bakteri.

Pada tumbuhan, flavonoid telah lama diketahui yang menyebabkan adanya warna dan aroma bunga, flavonoid telah dinggap memiliki efek positif pada kesehatan manusia salah satunya sebagai terapi pencegahan penyakit kanker atau chemoprevention (Panche, dkk., 2016). Flavonoid juga dapat mencegah penyakit kardiovaskuler dengan cara menurunkan laju oksidasi lemak karena peranannya sebagai antioksidan (Nurjanah, 2011). Flavonoid dapat dibagi lagi menjadi subkelompok yang berbeda diantaranya flavon, flavonol, flavanon, isoflavon, khalkon, dan antosianin (Panche, dkk., 2016).

1. Flavon

Flavon merupakan salah satu subkelompok penting dari flavonoid. Flavon banyak terkandung pada daun, bunga, dan buah-buahan sebagai

glukosida, flavon banyak terkandung pada tanaman seperti seledri, parsley, paprika merah, dan mint. Adapun subkelas dari flavon diantaranya luteolin, apegenin, dan tangeritin (Panche, dkk., 2016).

2. Flavonol

Flavonol merupakan kelompok flavonoid yang memiliki gugus keton, flavonol banyak terkandung pada buah dan sayuran seperti bawang, kangkung, selada, tomat, apel, anggur. Adapun subkelas dari flavonol diantaranya kaempferol, kuersetin, dan mirisetin. Flavonol termasuk subkelompok terbesar dari flavonoid karena mengandung kuersetin yang ada banyak terkandung dalam makanan nabati (Panche, dkk., 2016).

3. Flavanon

Flavanon merupakan subkelompok dari flavonoid yang biasanya ada pada buah jeruk, lemon, dan anggur. Flavanon memiliki subkelas seperti hesperitin, naringenin, dan eriodictyol, flavanon adalah senyawa yang bertanggung jawab menimbulkan rasa pahit pada kulit buah jeruk. Flavanon dapat memberikan manfaat bagi kesehatan karena potensinya sebagai pembasmi radikal bebas serta memiliki efek farmakologis seperti antioksidan, antiinflamasi hingga penurunan kolesterol (Panche, dkk., 2016).

4. Isoflavon

Isoflavon merupakan subkelompok flavonoid yang diduga memiliki potensi sebagai fitoestrogen karena memiliki kemampuan berinteraksi dengan reseptor estrogen pada sel. Senyawa ini banyak terdapat pada kedelai dan kacang-kacangan lainnya (Arifin & Ibrahim, 2018). Isoflavon juga memiliki potensi membantu mengurangi resiko penyakit kanker, penyakit prostat, dan penyakit jantung koroner (Winarti, 2010). Isoflavon memiliki beberapa subkelas diantaranya genistin, deidzein, dan glycitein (Panche, dkk., 2016).

5. Khalkon

Khalkon merupakan flavonoid yang unik dengan tidak adanya cincin aromatik C yang merupakan basis rangka dari flavonoid itu sendiri, subkelas dari senyawa khalkon diantaranya phloridzin, arbutin, phloretin, dan chlarconaringenin (Panche, dkk., 2016). Aktivitas farmakologi yang telah diteliti oleh Hatti, dkk. (2009) menunjukkan potensi sebagai steroid-genesis

modulator. Umumnya khalkon ditemukan pada tumbuhan seperti tomat, strowberry, pear, beri-berian, dan gandum (Phance, dkk., 2016).

6. Antosianin

Antosianin merupakan senyawa subkelompok dari flavonoid yang bertanggung jawab terhadap warna tumbuhan. Antosianin banyak ditemukan pada bagian lapisan sel luar dari buah-buahan seperti cranberry, blackcurant, anggur merah, rasberry, strowberry, blueberry, dan blackberry (Panche, dkk., 2016). Senyawa subkelas antosianin yang paling banyak ditemukan adalah sianidin, pelargonidin, delphinidin.

Flavonoid terkandung pada semua bagian tanaman termasuk daun, akar kayu, kulit batang, kulit tepung sari, nektar, bunga, buah, dan biji. Hanya sedikit penelitian yang melaporkan adanya flavonoid pada hewan, misalnya dalam kelenjar baru dari berang-berang, sekresi lebah (propolis), dan dalam sayap kupu-kupu, kandungan flavonoid tersebut diduga berasal dari tumbuhan yang menjadi makanan bagi hewan tersebut dan tidak dibiosintesis di dalam tubuh mereka sendiri (Neldawati, 2013).

Analisis yang dapat dilakukan untuk pengujian menentukan ada tidaknya golongan flavonoid dapat dilakukan uji kualitatif, dengan menggunakan pereaksi yang sudah ditentukan. Sedangkan untuk analisis kadar flavonoid total dengan menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis, yaitu dinamakan dengan uji kuantitatif untuk menentukan jumlah flavonoid yang terkandung di dalam ekstrak dengan cara mengukur nilai absorbansinya. Hukum yang digunakan pada analisis kuantitatif yaitu hukum lambert-Beer, dengan menilai kadar absorbansi yang memiliki hubungan yang linier, yakni semakin tinggi nilai absorbansinya maka kadar flavonoid juga akan semakin tinggi (Neldawati, 2013).

F. Smoothies

Smoothies adalah minuman berbahan baku buah-buahan, sayuran, sirup gula/ gula pasir, susu tawar cair dan es batu. Selain penambahan susu sebagai ciri khas smoothie, yoghurt, coklat dan susu kental manis juga seringkali ditambahkan ke dalam smoothie. Tekstur *smoothie* lebih pekat dibandingkan jus (Budi, 2010).

Smoothie adalah bubur buah/sayur, artinya semua bahan dimasukkan ke dalam blender kemudian proses hingga halus. *Smoothie* memiliki ciri-ciri tekstur kental, creamy dan membuat perut kenyang (Naja, 2014).

Smoothie adalah minuman dari olahan buah segar, susu, yogurt, dan es batu. *Smoothie* sangat beranekaragam, dapat di campur dengan madu, sirup, coklat, selai kacang, dll. Sekarang *Smoothie* menjadi minuman yang populer dan keren masa kini terutama di daratan Eropa. Namun di Indonesia *Smoothie* juga sedang menjadi tren (Andriani, 2012).

Smoothie secara harfiah berarti “halusan” atau “yang dihaluskan”. *Smoothie* adalah buah atau sayur yang dihaluskan dengan blender. Jus dan *smoothie* samasama mengandung nutrisi. Pada jus tidak ada serat, sedangkan pada *smoothie* ada serat (Olvista, 2012).

Smoothie adalah minuman berbahan baku buah-buahan, sayuran, sirup gula/ gula pasir, susu tawar cair dan es batu. Sebagian orang membuat *smoothie* dengan mencampur beberapa jenis buah atau mengkombinasikan buah dan sayuran sehingga tercipta rasa yang lebih kaya. Untuk mempercantik penampilan *smoothie* dan memperkaya cita rasa, di atas *smoothie* bisa ditaburkan bubuk coklat, potongan buah-buahan, meses coklat atau potongan agar-agar. Proses pembuatan *smoothie* sangat mudah; tinggal mencampur potongan buah, sayuran, susu, sirup gula, es batu, dan yoghurt ke dalam tabung blender. Proses hingga lembut. Untuk komposisi resep dan jenis buah yang digunakan bisa dipilih sesuai selera (Sutomo, 2016).

Smoothie menggunakan blender untuk memproses buah, sehingga semua serat terbawa. *Smoothie* memiliki tekstur yang lebih kental dari jus, bahkan *smoothie* kadang terlihat seperti bubur buah. Minuman buah ini cocok untuk mereka yang memiliki masalah pada pencernaan seperti sembelit, karena kadar seratnya yang lebih banyak dari jus. Di Indonesia, ada salah kaprah yang cukup jelas antara jus dan *smoothie*. istilah jus lebih sering digunakan untuk menyebut *smoothie*. Namun karena istilah ini kurang populer, maka *smoothie* pun dapat disebut dengan istilah jus.

Secara rinci, syarat mutu minuman sari buah berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 3719-2014 dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Standar Nasional Indonesia (SNI 3719-2014) Minuman Sari Buah

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan - Aroma - Rasa	- -	Normal Normal
2	Padatan Terlarut	%	Min. 13,5
3	Bahan Tambahan Makanan - Pemanis buatan - Pewarna tambahan - Pengawet	- - -	Tidak boleh ada Sesuai SNI 01-0222 Sesuai SNI 01-0222
4	Cemaran Logam - Timbal (Pb) - Tembaga (Cu) - Seng (Zn) - Timah (Sn) - Raksa (Hg) - Arsen (Ar)	Mg/Kg	Maks. 0,3 Maks. 5,0 Maks. 5,0 Maks. 40,0 Maks. 0,03 Maks. 0,2
5	Cemaran Mikroba - Angka lempeng total - Koliform - <i>E. Coli</i> - <i>Salmonella</i> - <i>S. aureus</i> - <i>Vibro sp.</i> - Kapang - Khamir	Koloni/ml APM/ml APM/ml - Koloni/ml Koloni/ml Koloni/ml Koloni/ml	Maks. 2×10^2 Maks. 20 Maks. 3 Negatif 0 Negatif Maks. 50 Maks. 50

Sumber : SNI Minuman Sari Buah (SNI 3719-2014), 2014.

G. Proses Pembuatan *Red smoothies*

Smoothies merupakan minuman berbahan baku buah-buahan, sayuran, sirup gula atau gula pasir serta es batu. Smoothies biasa menggunakan bahan tambahan lain seperti susu cair, santan dan susu kental manis. Sedangkan jus merupakan minuman dari bahan buah dan sayur yang diolah menggunakan juicer atau diblender yang kemudian disaring ampasnya.

Smoothies dapat dibuat menggunakan berbagai bahan seperti buah dan sayuran. Untuk mendapatkan produk smoothies yang dapat mencegah penyakit tidak menular dapat digunakan buah-buahan dan sayuran yang memiliki kandungan antioksidan yang mampu menurunkan efek radikal bebas yaitu:

1. Bahan Pengolahan

a) Buah Pisang Ambon

Pisang merupakan komoditas hasil pertanian yang disukai oleh masyarakat Indonesia. Pisang ambon (*Musa paradisiaca S.*) merupakan salah

satu jenis buah pisang yang mudah rusak dan pemanfaatannya terbatas karena pada umumnya hanya digunakan sebagai buah meja. Pemanfaatan yang masih terbatas disertai dengan produksi yang tinggi berdampak pada penurunan harga di pasar (Desnilasari & Lestari, 2014).

Kedudukan tanaman pisang dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan adalah sebagai berikut :

Kingdom : *Plantarum*

Unranked : *Angiosperm*

Unranked : *Monocots*

Unranked : *Commelinids*

Ordo : *Zingibralles*

Family : *Musaceae*

Genus : *Musa*

Spesies : *Musa accuminata colla*

Pisang terbagi dalam dua jenis yaitu pisang meja dan pisang olahan. Jenis pisang yang termasuk dalam tipe pisang meja (banana) antara lain Ambon, pisang Mas, pisang Raja, pisang Susu, pisang Badak, pisang Seribu, dan pisang Angling. Jenis pisang meja adalah jenis pisang yang mengandung banyak gula sehingga pada umumnya rasanya lebih manis. Jenis pisang yang tergolong dalam pisang olahan (plantain) antara lain pisang Siam, pisang Nangka, pisang Kapas, pisang Kepok, pisang Gembor, pisang Menggala, dan pisang Tanduk (Desnilasari & Lestari, 2014).

Tanaman pisang termasuk dalam golongan monokotil tahunan berbentuk pohon yang tersusun atas batang semu. Batang semu ini merupakan tumpukan pelepah daun yang tersusun secara rata teratur. Tanaman pisang dapat dikatakan sebagai tanaman serbaguna, mulai dari kar, batang (bongkol), batang semu (pelepah), daun, bunga, buah sampai kulitnya pun dapat di manfaatkan. (Kasrina & Q, 2013).

Kandungan gizi pisang ambon yaitu protein, lemak, serat dan karbohidrat. Pisang ambon mengandung vitamin dan mineral seperti vitamin C, B kompleks, B6, kalium, magnesium, fosfor, besi, dan kalsium (Asih, 2018).

Tabel 2. Kandungan Zat Gizi dalam 100 g Pisang Ambon

Kandungan gizi	Jumlah
Energi (kkal)	108
Protein (g)	1,0
Lemak (g)	0,8
Karbohidrat (g)	24,3
Serat (g)	1,9
Natrium (mg)	10
Zat besi (mg)	0,2
Magnesium (mg)	24
Vit C (mg)	9

Sumber : TKPI, 2019.

Penelitian yang dilakukan oleh Desira dkk, menunjukkan bahwa adanya penurunan tekanan darah penderita hipertensi setelah diberikan pisang ambon sebanyak 100 gram dengan waktu 7 hari terjadi penurunan tekanan darah sebesar 17,8 mmHg (sistolik) dan 8, 2 mmHg (diastolik) (Desira et al., 2019).

b) Buah Naga Merah

Buah naga termasuk ke dalam kelompok tanaman kaktus atau family *Cactaceae* dan subfamili *Hylocereanea*. Dalam subfamili ini terdapat beberapa genus, sedangkan buah naga termasuk dalam genus *Hylocereus*. Genus ini pun terdiri atas sekitar 16 spesies. Salah satu spesies buah naga yaitu *Hylocereus polyrhizus* (daging merah). Adapun klasifikasi buah naga tersebut sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*

Subkingdom : *Tracheobionta*

Super Divisi : *Spermatophyta*

Divisi : *Magnoliophyta*

Kelas : *Magnoliopsida*

Sub kelas : *Hamamelidae*

Ordo : *Caryophyllales*

Famili : *Cactaceae*

Genus : *Hylocereus*

Spesies : *Hylocereus polyrhizus*

Nama Daerah : Buah naga merah, *red pitaya*

Buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) mengandung antioksidan fenolik, betalains, asam organik, protein dan mineral lainnya seperti kalium, magnesium, kalsium, dan vitamin C. Kandungan utama pada buah nagamerah

adalah polifenol yang berfungsi sebagai antioksidan yang baik. Warna merah dari buah naga merah menunjukkan adanya senyawa fenolik yang lebih tinggi dan betalains. Betalains terdiri dari betacyanin yang berwarna merah-ungu dan betaxanthins yang berwarna kuning-oranye yang merupakan pigmen yang larut dalam air. Aktivitas antioksidan dalam menghambat oksidasi asam linoleic lebih tinggi pada daging buah naga merah dibandingkan kulit buah naga merah (Mohd dkk, 2012).

Tabel 3. Kandungan Gizi dalam 100 g Buah Naga Merah

Kandungan gizi	Jumlah
Energi (kkal)	71
Protein (g)	1,7
Lemak (g)	3,1
Karbohidrat (g)	9,1
Serat (g)	3,2
Zat besi (mg)	0,4
Vit B2 (mg)	0,3
Vit B1 (mg)	0,5
Vit C (mg)	1,0

Sumber : TKPI, 2019.

Buah naga merah juga mengandung fitokimia yang baik bagi tubuh, diantaranya flavonoid. Kandungan flavonoid pada buah naga merah sebanyak $7,21 \pm 0,02$ mg CE/100 gram (Wu et al,2006). Flavonoid yang terkandung dalam buah naga meliputi quercetin, kaempferol, dan isorhamnetin (Cai, et al, 2006). Buah naga merah unggul dalam aktivitasnya sebagai radical scavenger jika di bandingkan dengan buah naga putih (Choo, 2011).

Tabel 4. Kandungan Antioksidan Buah Naga Merah dan Buah Naga Putih

Jenis	TSP (μ g GA/g puree)	TAA (mg/100g puree)	ORAC (μ M TE/g puree)	DPPH (μ g GA/g puree)
Buah naga merah	1075.8 ± 71.7	55.8 ± 2.0	7.6 ± 0.1	134.1 ± 30.1
Buah naga putih	523.4 ± 33.6	13.0 ± 1.5	3.0 ± 0.2	34.7 ± 7.3

Sumber : Mahattanatawee et al, 2006.

Keterangan :

TSP : *Total Soluble Phenolic*

TAA : *Total Ascorbic Acid*

RAC : *Oxygen Radical Absorbance Capacity*

DPPH : *1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*

Menurut penelitian buah naga merah memiliki kandungan fenolat dan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan buah naga putih dan buah pepaya (Mohd, 2012). Kandungan polifenol pada buah naga merah juga lebih tinggi dibandingkan dengan pisang, nanas, tomat, ceri dan blueberry. Kandungan polifenol berfungsi sebagai free radical scavenging dengan menyumbangkan atom hidrogen. Selain itu kandungan polifenol juga berfungsi untuk menghambat pertumbuhan sel melanoma (Mohd, 2012). Selain fenolik, kandungan buah naga merah yang lain yaitu betanin yang telah terbukti dapat menghambat pembentukan peroksida lipid dan dekomposisi heme (Cai, 2003).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ike Ulantari (2019), menunjukkan bahwa pemberian jus buah naga merah dengan dosis 5,72 g/kgBB setiap hari selama 14 hari dapat menurunkan kadar kolesterol total wanita diabetes melitus tipe 2.

c) Susu Kedelai

Kedelai atau "*soybean*" merupakan salah satu komoditas pertanian yang sangat dibutuhkan baik sebagai bahan pangan manusia, pakan ternak dan sebagai bahan baku industri. Bagian yang paling penting dari tanaman kedelai adalah bijinya. Biji kedelai inilah yang merupakan bahan baku utama industri pengolahan pangan seperti tahu, tempe, tauco, kecap, mentega, minyak goreng, dan susu sari (Purwitasari, 2009). Salah satu komponen penting/senyawa bioaktif yang terdapat dalam kedelai dan bertindak sebagai antioksidan adalah isoflavon (Saija et al., 1995).

Flavonoid dan isoflavonoid (isoflavon) adalah salah satu golongan senyawa metabolit sekunder yang banyak terdapat pada tumbuh-tumbuhan, khususnya dari golongan Leguminoceae (tanaman berbunga kupu-kupu) atau kacang-kacangan. Kandungan senyawa flavonoida sendiri dalam tanaman sangat rendah, yaitu sekitar 0,25%. Senyawa-senyawa tersebut pada umumnya dalam keadaan terikat/konjugasi dengan senyawa gula (Snyder dan Kwon, 1987).

Flavon/isoflavon terdiri atas struktur dasar C6-C3-C6, secara alami disintesa oleh tumbuh-tumbuhan dan senyawa asam amino aromatik fenil alanin atau tirosin. Biosintesa ini berlangsung secara bertahap dan melalui sederetan senyawa antara, yaitu asam sinamat, asam kumarat, calkon, dan flavon serta isoflavon. Di antara tanaman Leguminoceae, kandungan isoflavon

yang lebih tinggi terdapat pada tanaman kedelai. Kandungan isoflavon yang lebih tinggi terdapat pada biji kedelai, khususnya pada bagian hipokotil (germ) yang akan tumbuh menjadi tanaman. Sebagian lagi terdapat pada kotiledon yang akan menjadi daun pertama dari tanaman). Dilaporkan oleh Mazur (1998), dari beberapa bahan pangan yang telah dianalisis, diketahui kedelai menempati urutan pertama, mengandung daidzein 10,5 - 85 mg/100 g dan genistein 26,8 - 120,5 mg/100 g berat kering, sedangkan urutan kedua biji semanggi (clover), hanya mengandung daidzein 0,178 dan genistein 0,323 mg/100 g berat kering.

Kandungan isoflavon pada kedelai berkisar 2-4 mg/g kedelai. Senyawa isoflavon ini pada umumnya berupa senyawa kompleks atau konjugasi dengan senyawa gula melalui ikatan glukosida. Jenis senyawa isoflavon ini terutama adalah genistin, daidzin, dan glisitin. Bentuk senyawa demikian ini mempunyai aktivitas fisiologis kecil. Selama proses pengolahan, baik melalui proses fermentasi maupun proses non-fermentasi, senyawa isoflavon dapat mengalami transformasi, terutama melalui proses hidrolisa sehingga dapat diperoleh senyawa isoflavon bebas yang disebut aglikon yang lebih tinggi aktivitasnya. Senyawa aglikon tersebut adalah genistein, glisitein, dan daidzein.

Kandungan isoflavon pada beberapa kacang-kacangan dan tempe per 100 gram menurut USDA (2002) adalah 43,52 mg pada tempe, 2,42 mg pada kacang kapri, 0,26 mg pada kacang tanah, 0,20 mg pada navy bean, 0,10 mg pada chickpea dan lentil, sedangkan pada kedelai sebesar mg/g kedelai.

Nakajima dkk (2005) melaporkan kandungan isoflavon dari tempe kedelai kuning sebesar 102,7 mg/100 g dan pada tempe kedelai hitam sebesar 103,2 mg/100g. Selanjutnya Nakajima dkk (2005) membuat tempe kaya isoflavon dari kombinasi kecambah dan kotiledon kedelai kuning tanpa lemak (defatted-yellow soybean germ dan defatted-yellow soybean cotyledon) dengan perbandingan 20:80 (%) dan ternyata kandungan isoflavon meningkat tiga kali lipat daripada tempe konvensional, yaitu menjadi 276,7 mg/100 g, sedangkan tempe dari kecambah kedelai kuning tanpa lemak (defatted-yellow soybean germ) mengandung 877,1 mg total isoflavon tiap 100 g tempe. Tempe kaya isoflavon ini lebih mudah diabsorpsi karena isoflavon berada dalam bentuk aglikon sehingga dapat menjadi makanan fungsional, khususnya untuk

mencegah penyakit degeneratif. Kandungan isoflavon pada kedelai dan produk olahannya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kandungan Isoflavon pada Kedelai dan Berbagai Produk Olahannya

Produk kedelai	Protein (g/100 g)	Genistein ($\mu\text{g/g}$ protein)	Total isoflavon ($\mu\text{g/g}$ protein)	Isoflavon ($\mu\text{g/g}$ protein)
Kacang kedelai (mentah)	37,0	1106	1891	5,1
Kacang kedelai panggang	35,2	1214	1942	5,5
Tepung kedelai	37,8	1185	2084	5,5
Susu kedelai	4,4	30	56	2,0
Tempe, mentah	17,0	277	531	3,1
Tahu, mentah	15,8	209	336	2,1

Sumber : (Anderson, 1997 dalam Suyanto Pawiroharsono, 1998)

Penelitian kandungan isoflavon yang berasal dari produk olahan kacang-kacangan selain kacang kedelai juga telah dilakukan. Priatni dan Budiwati (2002) telah meneliti pengaruh inokulum terhadap kandungan senyawa isoflavon pada tempe koro bengkok dengan hasil senyawa isoflavon aglikon tertinggi sebesar 700,8 μg daidzein dan 702,9 μg genistein dalam 100 g tepung tempe bebas lemak.

Nani Ratnaningsih dkk (2009) melaporkan bahwa kandungan isoflavon pada tempe kacang tolo dengan variasi jenis kacang tolo, proses pembuatan tempe, dan jenis jamur, yaitu daidzin sebesar 11,84 - 63,36 μg , genistin sebesar 16,00 - 42,82 μg , daidzein sebesar 60,44 - 109,77 μg , dan genistein sebesar 80,08 - 130,48 μg tiap gram tepung tempe bebas lemak (berat kering). Kandungan senyawa isoflavon aglikon tertinggi terdapat pada tempe kacang tolo tempe kacang tolo lokal dengan proses giling basah menggunakan jamur usar daun.

Kedelai (*Glycine max*) sebagai bahan dasar pembuatan susu kedelai adalah bahan pangan fungsional yang memiliki kandungan protein yang tinggi (35-38%) dan juga kandungan lemak yang cukup tinggi (\pm 20%). Selain kandungan proteinyang tinggi, kedelai memiliki kandungan serat (dierary fiber), vitamin, dan mineral (Khamidah dan Istiqomah, 2012).

Susu kedelai merupakan minuman ekstrak kedelai yang dibuat dengan cara menghaluskan kedelai yang telah di giling kemudian menambahkan air

dengan perbandingan tertentu sehingga diperoleh cairan berwarna putih susu dengan aroma yang khas. Penggunaan susu kedelai sebagai bahan dasar pembuatan yogurt semakin meningkat pada beberapa tahun terakhir. Hal ini didasarkan pada beberapa keunggulan yang dimiliki oleh kedelai. Susu kedelai mempunyai potensi gizi yang sangat tinggi dan hampir sama dengan susu hewani. Salah satunya adalah susu kedelai memiliki kadar protein yang hampir sama dengan susu sapi dan komposisi asam amino lisin yang lebih tinggi dibandingkan susu sapi. Keunggulan lain dari susu kedelai dibandingkan susu sapi adalah susu kedelai tidak mengandung kolestrol.

Komposisi gizi di dalam susu kedelai dan susu sapi dapat dilihat pada Tabel 6. Dapat dilihat bahwa kandungan protein dalam susu kedelai hampir sama dengan kandungan protein dalam susu sapi.

Tabel 6. Komposisi Susu Kedelai dan Susu Sapi per 100 ml

Komponen	Susu kedelai	Susu sapi
Kalori (kkal)	41	61
Protein (g)	3,5	3,2
Lemak (g)	2,5	3,5
Karbohidrat (g)	5	4,3
Kalsium (mg)	50	143
Fosfor (g)	45	60
Besi (g)	0,7	1,7
Vitamin A (SI)	200	130
Vitamin B1 (tiamin) (g)	0,08	0,03
Vitamin C (mg)	2	1

Sumber : Aman dan Hardjo, (1973)

Susu nabati yang kerap digunakan sebagai pengganti bahan dasar pembuatan yogurt berasal dari kedelai. Dilingkungan sekitar kita sudah banyak dijumpai susu kedelai yang dijual dimasyarakat, namun pada susu kedelai terdapat kandungan off-flavour atau sering disebut dengan “langu” sehingga kurang begitu disukai. Timbulnya rasa langu disebabkan oleh kerja enzim lipoksigenase yang terdapat dalam biji kedelai, enzim tersebut bereaksi dengan lemak saat dinding sel pecah oleh penggilingan, terutama jika penggilingan dilakukan secara basah dengan suhu dingin. Hasil reaksi tersebut menghasilkan paling sedikit delapan senyawa volatile (mudah menguap), dimana senyawa yang paling banyak menghasilkan rasa langu adalah etil-fenil-ke-ton. Namun enzim lipoksigenase mudah rusak oleh panas sehingga enzim lipogenase dapat diinaktifkan dengan beberapa cara seperti penggilingan

dengan air panas, blanching dan pengolahan lebih lanjut menjadi susu fermentasi.

Konsumsi susu di Indonesia masih sedemikian rendah dengan berbagai alasan. Salah satu alasan orang tidak mengkonsumsi adalah karena intoleransi laktosa (tidak tahan terhadap gula susu atau laktosa) dimana lambung tidak bisa mencerna susu. Keadaan ini disebabkan oleh tidak adanya atau kurangnya enzim laktase dalam sistem pencernaan (Muaris, 2006).

Oleh karena itu, susu kedelai merupakan salah satu alternatif sebagai pengganti susu sapi. Banyak kesamaan antara susu kedelai dan susu sapi. Susu kedelai juga dikenal sebagai minuman kesehatan, karena tidak mengandung kolesterol melainkan kandungan fitokimia, yaitu suatu senyawa dalam bahan pangan yang mempunyai khasiat menyehatkan (Muaris, 2006).

Kelebihan susu kedelai adalah ketiadaan laktosa, sehingga susu ini cocok untuk dikonsumsi penderita Lactose intolerance, yaitu seseorang yang tidak mempunyai enzim laktase dalam tubuhnya. Orang tanpa enzim laktase tidak dapat mengonsumsi makanan yang berlemak (Muaris, 2006).

Susu kedelai non kolesterol dan mencegah penyakit jantung. Biji kedelai dalam hal ini susu kedelai mengandung zat isoflavon yang dilaporkan dapat menurunkan resiko penyakit jantung dengan membantu menurunkan kadar kolesterol darah. Studi epidemiologi juga membuktikan bahwa masyarakat yang secara teratur mengonsumsi makanan dari kedelai, memiliki kasus kanker payudara, kolon dan prostat yang lebih rendah (Muaris, 2006).

Susu kedelai bagus untuk dikonsumsi penderita autisme. Seperti diketahui autisme merupakan penyakit gangguan pencernaan, penyerapan dan metabolisme zat gizi yang berdampak pada perkembangan perilaku berupa kemampuan komunikasi, bicara, emosi dan keterampilan motorik. Untuk itu bagi penderita autisme perlu dijaga agar tidak mengonsumsi bahan makanan yang bisa menyebabkan penyakitnya bertambah parah. Salah satu sumber makanan yang sangat baik dikonsumsi penderita autisme adalah kedelai karena anak autisme memang harus menghindari kasein yang terdapat pada susu sapi (Muaris, 2006).

1) Pengolahan susu kedelai

Untuk memperoleh susu kedelai yang baik dan layak konsumsi, diperlukan syarat bebas dari bau dan rasa langu kedelai, bebas antitripsin, dan mempunyai kestabilan yang mantap (tidak mengendap atau menggumpal). Langu memang bau dan rasa khas kedelai dan kacang-kacangan mentah lainnya, dan tidak disukai konsumen. Rasa dan bau itu ditimbulkan oleh kerja enzim lipoksigenase yang ada dalam biji kedelai. Enzim itu akan bereaksi dengan lemak pada waktu penggilingan kedelai, terutama jika digunakan air dingin. Hasil reaksinya paling sedikit berupa delapan senyawa volatil (mudah menguap) terutama etil-fenil-keton (Koswara, 2006).

Bau dan rasa langu dapat dihilangkan dengan cara mematikan enzim lipoksigenase dengan panas. Cara yang dapat dilakukan antara lain : (1) menggunakan air panas (suhu 80-100°C) pada penggilingan kedelai, atau (2) merendam kedelai dalam air panas selama 10-15 menit sebelum digiling. Agar bebas antitripsin, kedelai direndam dalam air atau larutan NaHCO₃ 0,5% selama semalam (8-12 jam) yang diikuti dengan perendaman dalam air mendidih selama 30 menit (Koswara, 2006).

d) Soyghurt

Soyghurt merupakan salah satu bentuk yoghurt yang terbuat dari susu kedelai yang diasamkan melalui proses fermentasi dengan menggunakan campuran bakteri pembentuk asam yaitu *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* (Irkin dan Eren, 2008). Kedelai memiliki kemampuan antioksidan yang lebih besar dalam mencegah oksidasi lemak bila dibandingkan dengan kasein susu. Fermentasi pada pembuatan susu kedelai dapat meningkatkan nilai gizi pada susu kedelai.

Kedelai sebagian besar dikonsumsi dalam bentuk olahan dan hanya sebagian kecil yang dikonsumsi secara langsung. Hasil fermentasi susu kedelai tidak mengandung laktosa maupun kolesterol sehingga sangat baik untuk kesehatan. Selain itu, pada fermentasi susu kedelai terdapat senyawa antikolesterolemia yang lebih tinggi dibandingkan dengan susu non-fermentasi (Akalin, 1997).

Soyghurt juga bermanfaat bagi keseimbangan ekosistem pada saluran intestinal dengan meningkatkan populasi probiotik dan menurunkan populasi bakteri patogen (Chang et al., 2005). Salah satu kandungan kedelai yang

memiliki banyak manfaat adalah isoflavon yang berperan dalam perbaikan profil lipid serum, perlindungan LDL (Low Density Lipoprotein) terhadap oksidasi dan meningkatkan aktivitas beberapa enzim antioksidan pada hati (Wei et al., 2012). Komponen lainnya seperti saponin dan soy protein juga memiliki efek sebagai antioksidan. Soyghurt dapat menurunkan kolesterol total dan akumulasi trigliserida hati pada proses stress oksidatif.

Penelitian Cavallini, et al (2009) juga menunjukkan bahwa pemberian soyghurt pada hewan percobaan dapat meningkatkan kadar HDL (High Density Lipoprotein) serta mencegah peningkatan autoantibodi terhadap LDL (Low Density Lipoprotein). Nilai gizi susu kedelai hampir sama dengan susu sapi, oleh karena itu dapat difermentasi menjadi yoghurt kedelai atau soyghurt dan sangat baik digunakan sebagai pengganti susu sapi bagi anak-anak yang menderita intoleransi laktosa (Chang et al., 2005).

Prinsip pembuatan yoghurt adalah fermentasi susu dengan menggunakan bakteri *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*. Kedua macam bakteri ini akan menguraikan laktosa (gula susu) menjadi asam laktat dan berbagai komponen aroma dan cita rasa. *Lactobacillus bulgaricus* lebih berperan pada pembentukan aroma sedangkan *Streptococcus thermophilus* lebih berperan pada pembentukan cita rasa. Menurut Wahyudi (2006), yoghurt mempunyai nilai gizi yang tinggi dari pada susu segar sebagai bahan dasar dalam pembuatan yoghurt, 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. Yoghurt memiliki kandungan asam laktat yang tinggi, sedikit atau bahkan tidak mengandung alkohol sama sekali, mempunyai tekstur semi padat (smooth), serta memiliki cita rasa asam yang menyegarkan (Tamime dan Robinson, 1989). Kandungan gizi soyghurt per takaran saji (175 ml) menurut hasil penelitian Labiba, dkk. (2020) dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Kandungan Gizi dan Sifat Fisik Soyghurt

Komponen	Jumlah	Satuan
Energi	227	kkal
Protein	10	g
Lemak	20	g
Karbohidrat	0,6	g
Isoflavon bebas	741	µg
Genistein	250,46	µg/g
Daidzein	173,02	µg/g
Total BAL	$3,7 \times 10^7$	koloni/ml
Viskositas	7111,4	cPoise
pH	4,63	-

Sumber : Labiba, dkk (2020)

Bakteri asam laktat sebagai bibit yoghurt yang ditumbuhkan dalam susu akan menyebabkan terbentuknya beberapa senyawa yang memberi aroma dan rasa pada yoghurt seperti: asam-asam non-volatil (laktat, piruvat, oksalat), asam-asam mudah menguap (format, asetat, propionat), senyawa karbonil (asetaldehida, aseton, asetoin) dan senyawa lain seperti asam glukoronat, propionat, folat dan laktat dapat berperan dalam penurunan kolesterol. Keasaman yoghurt pada dasarnya disusun dari gabungan apparent acidity (natural acidity) dan real acidity, apparent acidity adalah suasana asam pada susu segar yang disebabkan adanya kasein, albumin, sitrat dan karbondioksida yang terlarut.

Keasaman yang disebabkan pemecahan lactosa bakteri asam laktat disebut real acidity (Atherton dan New Lender, 1982). Beberapa hal yang menyebabkan susu segar memiliki keasaman adalah adanya kasein, albumin, fosfat, sitrat serta karbondioksida yang terbentuk (Judkins dan Kecner, 1986). Suasana asam pada yoghurt disebabkan oleh proses fermentasi, yaitu perubahan laktosa menjadi asam laktat oleh aktivitas enzim yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat (Eckles, 1980).

Secara rinci, syarat mutu yoghurt berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 2981:2009 dapat dilihat pada Tabel 8 berikut.

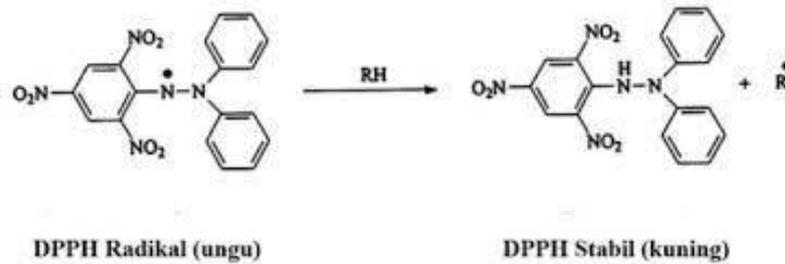
Tabel 8. Standar Nasional Indonesia (SNI 2891-2009) Yoghurt

Kriteria	Uji Persyaratan
Keadaan	
a. Konsentrasi	Kental/semi padat
b. Abu	Normal/khas
c. Rasa	Khas/asam
d. Larutan	Homogen
Lemak (% b/b)	Maksimal 3,8
Berat kering tanpa lemak (BKTL) (% b/b)	Maksimal 8,2
Protein (% b/b)	Maksimal 3,5
Abu (% b/b)	Maksimal 1,0
Jumlah asam (hitung sebagai laktat) (% b/b)	0,5 - 2,0
Cemaran logam (mg/kg)	
a. Timbal (mg/kg)	Maksimal 0,3
b. Tembaga (mg/kg)	Maksimal 20
c. Timah (mg/kg)	Maksimal 40
d. Raksa (mg/kg)	Maksimal 0,03
e. Arsen (mg/kg)	Maksimal 0,1
Cemaran mikroba	
a. Bakteri <i>Coliform</i> (APM/g)	Maksimal 10
b. <i>E. Coli</i> (APM/g)	Kurang dari 3
c. <i>Salmonella</i>	Negatif 100g

Sumber : SNI Yogurt (SNI 2891-2009), 2009.

H. Uji Aktivitas Antioksidan

Berbagai metode yang digunakan untuk mengukur aktivitas antioksidan pada bahan makanan dapat memberikan hasil yang berbeda-beda tergantung pada jenis radikal bebas yang digunakan sebagai reagen (Prakash, 2001). Metode yang cepat, mudah dan tidak mahal untuk mengukur aktivitas antioksidan pada makanan dan bahan makanan menggunakan senyawa radikal bebas DPPH. DPPH secara luas digunakan untuk menguji kemampuan senyawa-senyawa penyerang radikal bebas atau donor hidrogen dan untuk menilai besarnya aktivitas antioksidan pada makanan. Metode DPPH dapat digunakan untuk sampel padat ataupun cair dan tidak spesifik untuk senyawa antioksidan tertentu tetapi pada keseluruhan senyawa antioksidan yang ada dalam sampel. Uji aktivitas antioksidan secara keseluruhan membantu dalam memahami fungsi zat-zat yang terkandung dalam makanan (Prakash, 2001).



Gambar 1. Reaksi DPPH dan antioksidan, Molyneux (2004)

Dapat dilihat pada Gambar 1. DPPH yang berbentuk radikal bebas bereaksi dengan senyawa antioksidan (AH), kemudian senyawa antioksidan memberikan atom hidrogennya untuk membuat DPPH bentuk tereduksi (DPPH₂) dan senyawa antioksidan akan membentuk senyawa radikal (A^{*}) (Molyneux, 2004).

DPPH (difenil pikril hidrazil hidrat) menghasilkan radikal bebas aktif bila dilarutkan dalam alkohol. Radikal bebas tersebut stabil dengan absorpsi maksimum pada panjang gelombang 517 nm dan dapat direduksi oleh senyawa antioksidan (Prakash, 2001). Dalam metode ini larutan sampel ditambah larutan 0,2 mM DPPH (sebagai kontrol) dalam metanol, dibiarkan selama 30 menit pada suhu kamar dalam keadaan gelap dan diukur absorbansinya pada spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm. Aktivitas antiradikal dapat diperlihatkan pada sistem yang warnanya berubah dari ungu menjadi kekuningan. Oleh karena itu semakin pudar warna ungu hasil reaksi menunjukkan semakin besar aktivitas antioksidan isoflavon.

Perubahan warna larutan menunjukkan aktivitas penangkapan radikal bebas DPPH dan dapat diukur dengan perbedaan absorbansi yang dihasilkan pada sampel dibandingkan dengan kontrol. Aktivitas antiradikal dinyatakan dalam bentuk persen penangkapan radikal DPPH dan dihitung dengan persamaan (Ariani dan Hastuti, 2009).

$$\% \text{ aktivitas antioksidan} = \left(1 - \frac{\text{absorbansi sampel}}{\text{absorbansi kontrol}} \right) \times 100\%$$

Besarnya tingkat aktivitas penangkapan radikal bebas oleh antioksidan dinyatakan dengan IC₅₀ yaitu besarnya konsentrasi larutan uji yang mampu menurunkan 50% absorbansi larutan DPPH (Molyneux, 2004). Sifat antioksidan berdasarkan nilai IC₅₀ dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 9. Sifat antioksidan berdasarkan nilai IC₅₀

Nilai IC ₅₀	Sifat antioksidan
0,05 mg/ml <	Sangat kuat
0,05 mg/ml - 0,1 mg/ml	Kuat
0,1 mg/ml - 0,15 mg/ml	Sedang
0,15 mg/ml - 0,2 mg/ml	Lemah

Sumber : Molyneux (2004)

I. Mutu Organoleptik

Organoleptik merupakan pengujian berdasarkan pada proses pengindraan. Penilaian organoleptik juga disebut penilaian subjektif, karena hasil penilaian ditentukan oleh pelaku yang melakukan penilaian (Agusman, 2013). Penilaian organoleptik digunakan untuk menilai mutu suatu makanan atau minuman meliputi warna, aroma, rasa dan tekstur/kekentalan. Produk smoothies memiliki warna cerah sesuai dengan buah yang digunakan dengan aroma manis dan rasa manis asam. Smoothies umumnya memiliki tekstur lembut sedikit kental. Penilaian organoleptik memerlukan panelis, baik perorangan atau kelompok, untuk menilai mutu maupun sifat makanan dari sudut pandang subjektif. Orang yang menjadi anggota panel dinamakan panelis.

1. Warna

Penentuan mutu bahan makanan pada umumnya sangat bergantung pada beberapa faktor di antaranya cita rasa, warna, tekstur dan nilai gizinya. Secara visual faktor warna atau tampilan dapat dikatakan sangat menentukan. Meskipun warna paling cepat dan mudah memberikan kesan, tetapi paling sulit dideskripsikan serta sulit dinyatakan dalam ukiuran. Jadi penilaian subjektif dengan penglihatan masih sangat menentukan dalam penilaian komoditi (Winarno 2004).

2. Aroma

Aroma adalah senyawa yang dikeluarkan oleh bahan makanan yang dapat dikenali dengan indra penciuman. Aroma makanan banyak menentukan lezatnya bahan makanan tersebut. Aroma yang terdapat dalam suatu makanan dapat menjadi daya tarik kuat untuk dapat membangkitkan selera konsumen agar mau mengonsumsi suatu produk. Pada umumnya bau yang

diterima oleh hidung dan otak lebih banyak merupakan berbagai ramuan atau campuran empat bau utama yaitu harum, asam, tengik dan hangus (Winarno, 2004).

3. Kekentalan

Tekstur merupakan sifat struktural, mekanik dan permukaan makanan yang terdeteksi melalui indra penglihatan, pendengaran, sentuhan dan kinestetis. Tekstur akan mempengaruhi cita rasa yang ditimbulkan oleh bahan tersebut. Perubahan tekstur bahan dapat merubah rasa dan bau yang timbul karena dapat mempengaruhi kecepatan timbulnya rangsangan terhadap sel reseptor olfaktori dan kelenjar air liur (Winarno, 2004).

4. Rasa

Menurut Chandra (2010) rasa merupakan faktor yang menentukan tingkat kesukaan konsumen pada produk pangan. Atribut rasa meliputi asin, asam, manis, pahit, dan umami. Rasa makanan sangat ditentukan oleh formulasi produk tersebut. Rasa dinilai dengan adanya tanggapan rangsangan kimiawi oleh lidah. Smoothies memiliki cita rasa yang manis. Rasa manis pada smoothies dihasilkan dari buah-buahan yang digunakan.