

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Buah Apel (*Malus domestica*)

Apel merupakan salah satu jenis buah buahan subtropis yang sangat populer dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Apel Fuji (*Malus domestica*) merupakan salah satu varietas yang ditanam di Indonesia khususnya di daerah Malang, Jawa Timur. Apel Fuji adalah apel hibrid yang dikembangkan dari persilangan antara 2 varietas yaitu the *Red Delicious* dan *Old Virginia Ralls Genet* (Thipnate dan Sukhonthara, 2015). Buah apel fuji akan berwarna merah setelah matang, namun karena perbedaan kondisi agrolimat di Malang kulitnya berubah warna menjadi merah hijau kecoklatan. Kulit buahnya sedikit lembek, daging buahnya berwarna putih dan mengandung banyak air. Komponen utama pada buah apel adalah pektin, yaitu sekitar 24% (Subagyo dan Achmad, 2010). Selain senyawa pektin, dalam satu buah apel ukuran 100 gram juga terkandung banyak zat gizi (Dohitra *et al.*, 2015). Secara umum buah apel diketahui bermanfaat untuk kesehatan karena memiliki kadar zat gizi yang tinggi (Endrizzi *et al.*, 2015). Kandungan gizi yang terdapat dalam 100 gram buah apel adalah hidrat arang 14,9 gram, lemak 0,4 gram, protein 0,3 gram, kalsium 6 mg, fosfor 10 mg, besi 0,3 mg, vitamin A 90 SI, vitamin B1 0,04 mg, vitamin C 5 mg dan kandungan airnya 84% (Shah *et al.*, 2015).

Buah apel masuk ke dalam golongan buah klimaterik yang kegiatan metabolismenya masih berlanjut setelah dipanen (Anggarini *et al.*, 2016).

Metabolisme yang masih berlanjut ini menyebabkan kandungan nutrisi yang terdapat dalam buah apel akan berubah seiring dengan perkembangan fisiologisnya sehingga terjadi kerusakan dan menyebabkan umur simpannya pendek. Kerusakan-kerusakan tersebut dapat disebabkan oleh kerusakan mekanis, fisik, mikrobiologis, dan proses fisiologis. Salah satu akibat dari kerusakan-kerusakan tersebut adalah berubahnya warna buah yang disebabkan dari reaksi pencokelatan (Luo *et al.*, 2011). Hal ini disebabkan kandungan senyawa fenol yang berinteraksi dengan enzim polifenol oksidase (PPO) dengan bantuan oksigen akan mengalami pencoklatan (*browning*) (Holderbaum *et al.*, 2010). Pencoklatan enzimatik yang terjadi pada buah apel selain mengurangi penampilan juga mengurangi nutrisi pada buah (Hemachandran *et al.*, 2017).

2.2. Daun Zaitun

Zaitun (*Olea europaea L.*) merupakan tanaman yang banyak ditemukan di daerah Mediterania yang kaya akan manfaat. Namun hingga saat ini pemanfaatan tanaman zaitun hanya terbatas pada pengolahan buah menjadi minyak zaitun. Penggunaan daun zaitun masih sangat minim, padahal konsentrasi oleuropein, fenol dan asam askorbat cukup tinggi pada daunnya (Lee dan Lee, 2010). Daun zaitun berbentuk *lanceolate* dengan permukaan atas yang dilapisi kutin sehingga berwarna hijau mengkilap dan permukaan bawah yang dilapisi peltat sehingga berwarna hijau keabu-abuan yang memiliki panjang 20-90 mm x 7-15 mm (Romero-García *et al.*, 2016).

Pada daun zaitun (*Olea europaea L.*) mengandung senyawa terpenoid, alkaloid, fenolik, lipofil, dan flavonoid. Daun pohon zaitun terkenal efek menguntungkan pada metabolisme bila digunakan sebagai obat herbal tradisional (Amin *et al.*, 2013). Hal ini dikarenakan kandungan senyawa fenolik pada daun zaitun. Ada lima kelompok senyawa fenolik terutama terkandung dalam daun zaitun: *oleuropeosides (oleuropein dan verbascoside)*; *flavon (luteolin-7-glukosida, apigenin-7-glukosida, diosmetin-7-glukosida, luteolin, dan diosmetin)*; *flavonol (rutin)*; *flavan-3-ols (catechin)*, dan fenol tersubstitusi (*tirosol, hydroxytyrosol, vanillin, asam vanili, dan asam caffeic*) (Maghfiroh *et al.*, 2018). Dari semua senyawa itu, oleuropein memiliki konsentrasi lebih tinggi dari pada senyawa fenolik lainnya. Konsentrasi antioksidan oleuropein, fenol dan asam askorbat cukup tinggi pada daunnya (Hayes *et al.*, 2011). Kandungan oleuropein pada daun zaitun lebih banyak 14% dibanding pada buahnya yang hanya 0,12% sedangkan kandungan fenolnya 10 kali lebih banyak dibanding buahnya (Jemai *et al.*, 2009). Konsentrasi oleuropein pada daun terus meningkat hingga tahap akhir pematangan buah (Ghanbari *et al.*, 2012). Hasil analisis senyawa oleuropein pada daun zaitun menunjukkan bahwa konsentrasi senyawa oleuropein mencapai 2.44 g/ 100 g bobot kering daun (Jemai *et al.*, 2009).

Oleuropein merupakan secoiridoid utama pada daun zaitun (Difonzo *et al.*, 2018) yang memiliki senyawa utama dengan persentase lebih banyak pada daun zaitun (Talhoui *et al.*, 2016). Kandungan oleuropein dalam teh daun zaitun memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi dan mengikat oksigen bebas (Bulotta *et al.*, 2014). Penggunaan ekstrak zaitun yang kaya akan antioksidan dapat

menghambat dan menunda pencoklatan karena ikut berperan dalam mengikat oksigen (El dan Karakaya, 2009). Mekanisme penghambatan pencoklatan oleh agen antioksidan pada oleuropein dengan menggunakan kemampuan reduksi, kompetitif enzim PPO dan agen *chelating* (Chang, 2009).

2.3. Pencoklatan Enzimatis

Reaksi pencoklatan enzimatis yang biasanya terjadi pada komoditas buah-buahan akibat kontak fisik seperti benturan, pemotongan, atau pengupasan kulit yang menyebabkan reaksi degradasi oksidatif senyawa fenol yang dikatalisis dengan adanya enzim polifenol oksidase (PPO) berada di sitoplasma (Wardhani *et al.*, 2016). Pencoklatan merupakan masalah yang serius yang terjadi pada buah apel karena dapat mengurangi penerimaan konsumen (Mesquita dan Queiroz, 2013) serta mengurangi nilai gizi dan nutrisi dari buah apel (Hemachandran *et al.*, 2017).

Perubahan warna menjadi coklat disebabkan adanya reaksi pencoklatan enzimatis akibat peristiwa oksidasi yang menyebabkan terbentuknya senyawa melanin (Caballero *et al.*, 2016) dengan dibantu oleh enzim polifenol oksidase (PPO) atau tirosinase yang mengkatalisis aktivitas monofenolase dan difenolase dengan produk akhir DOPA quinone (Jeong *et al.*, 2009). Quinon melalui oksidasi, dipolimerisasi secara spontan menghasilkan melanin yang dapat menurunkan kecerahan buah apel atau buah menjadi berwarna coklat (Hatoum *et al.*, 2014). Untuk menghindari fenomena ini, maka dilakukan berbagai upaya untuk menonaktifkan enzim PPO dengan menggunakan berbagai cara kimiawi

maupun fisik, seperti modifikasi suhu dan oksigen, penggunaan modifikasi atmosfer kemasan dan penerapan anti pencoklatan baik sintetis maupun alami (Ghidelli *et al.*, 2013).

2.4. Warna

Warna merupakan salah satu aspek yang memiliki peran utama dalam penilaian konsumen pada produk makanan (Wu *et al.*, 2012). Warna yang tidak sesuai dapat menunjukkan kerusakan pada produk buah sehingga menurunkan daya beli konsumen (Rajagukguk *et al.*, 2013). Bahkan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa warna mempengaruhi dan memiliki korelasi yang kuat terhadap aspek penting lain pada produk pangan seperti aspek fisik, aspek kimia, dan aspek sensoris konsumen (Tao *et al.*, 2019).

Nilai L^* , a^* , dan b^* menjadi parameter yang sangat penting sebagai indikator pada pencoklatan enzimatis (Wardhani *et al.*, 2016). Nilai L^* menunjukkan tingkat kecerahan, nilai a^* menunjukkan tingkat kehijauan-kemerahan, dan nilai b^* menunjukkan tingkat kebiruan-kekuningan (Nemš *et al.*, 2015). Semakin besar penurunan nilai L^* maka semakin banyak pula reaksi pencoklatan yang terjadi (Quevedo *et al.*, 2009).

2.5. Kekerasan

Tekstur merupakan segala sesuatu yang berhubungan dengan sifat-sifat mekanis, geometris dan bentuk permukaan yang tampak pada bahan pangan tersebut sifat-sifat mekanis yang mempengaruhi tekstur suatu bahan pangan yaitu meliputi *hardness*, *cohesiveness*, *adhesiveness* dan *springiness* (Chen dan Opara, 2013). Sedangkan menurut Charles *et al.*, (2018) tekstur merupakan alat suatu bahan pangan yang berhubungan dengan sifat fisik yang diterima indera sebelum dikonsumsi.

Salah satu faktor yang sangat digemari konsumen pada buah apel yaitu memiliki tekstur kekerasan yang tidak terlalu keras namun tidak terlalu kenyal yang dipengaruhi oleh kandungan pektin (Anggarini *et al.*, 2016). Kekerasan buah dipengaruhi oleh ketebalan dan kelenturan daging buah yang dapat menurun seiring masa penyimpanan (Antarlina, 2009). Kekerasan memiliki korelasi dengan kadar air dan substrat terlarut pada daging buah (Istianingsih, 2013). Namun apabila daging buah memiliki peningkatan nilai kekerasan selama masa penyimpanan dapat diakibatkan oleh peningkatan lignin diiringi penurunan senyawa *fenolic acid* (Ahmad *et al.*, 2014).

Alat yang digunakan untuk menganalisis nilai kekerasan adalah *texture analyzer* yang merupakan alat mengevaluasi struktur mekanik dan fisik dari produk jadi atau bahan baku terutama digunakan dalam industri makanan (Muawanah *et al.*, 2012). Prinsip *texture analyzer* terlibat dalam penentuan kekerasan didasarkan pada gaya maksimum untuk menekan pada sampel buah (Asgar, 2017).

2.6. Total Padatan Terlarut

Total padatan menjadi parameter yang sangat penting dalam menentukan masa simpan dari bahan pangan karena menunjukkan padatan-padatan yang terlarut dalam larutan yang mengindikasikan tingkat kematangan atau pembusukan buah (Dhyan *et al.*, 2014). Zat padatan terlarut terdiri dari zat organik, garam organik dan gas terlarut (Retnosari dan Shovitri, 2013). Komponen yang dimaksud adalah padatan larut air, seperti glukosa, fruktosa, sukrosa, dan protein yang larut air (pektin) (Farikha *et al.*, 2013). Total padatan terlarut juga berkaitan dengan tingkat kejernihan suatu larutan dan tingkat kemanisan karena penguraian substrat menjadi gula-gula sederhana terjadi selama proses pematangan menyebabkan rasa buah menjadi lebih manis (Sa'dah *et al.*, 2015). Selama penyimpanan substrat yang dihidrolisis semakin berkurang sehingga proses hidrolisis semakin menurun, dan akhirnya mengakibatkan penurunan total padatan terlarut (Julianti, 2011).

Komponen total padatan terlarut digunakan sebagai substrat dari respirasi, semakin tinggi laju respirasi maka semakin banyak senyawa komponen TPT yang digunakan (Sabarisman *et al.*, 2015). Nilai total padatan terlarut dapat diukur menggunakan alat TDS (*Total Dissolved Solids*) meter yang menggambarkan jumlah zat terlarut dalam satuan *Part Per Million* (PPM) atau miligram per Liter (m/L) (Agustira *et al.*, 2013). Metode mengukur TDS meter yakni konduktivitas listrik air yang berhubungan dengan konsentrasi padatan terlarut yang terionisasi dalam air.

2.7. Analisis Spektral (Spektrofotometer UV-Vis)

Absorbansi dapat menjadi indikator dari pencoklatan enzimatis pada buah, semakin tinggi nilai absorbansi maka semakin banyak reaksi pencoklatan yang terjadi. Analisis spektral menggunakan Spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk menentukan besarnya nilai absorbansi yang menunjukkan tingkat kepekatannya. Prinsip kerja spektrofotometer adalah penangkapan cahaya yang kemudian sebagian dari cahaya masuk akan dipantulkan, sebagian diserap dalam medium itu dan cahaya yang diteruskan dinyatakan dalam nilai absorbansi yang berkorelasi dengan konsentrasi sampel (Sinaga *et al.*, 2013). Konsentrasi dan absorbansi memiliki korelasi sebanding hal ini sesuai dengan hukum Lambert-Beer (Desai, 2011).

Optimasi panjang gelombang dilakukan untuk menentukan panjang gelombang maksimum yang akan digunakan. Pengukuran nilai absorbansi dilakukan dengan cara menentukan panjang gelombang maksimum yang akan digunakan dalam pengukuran (Tuzimski, 2014). Pengabsorbsian sinar ultraviolet dan sinar tampak yang panjang gelombangnya lebih besar terbatas pada sejumlah gugus fungsional pada panjang gelombang tertentu untuk melihat perbedaan pola spektrum serapan pada daerah UV-Vis (Refinel *et al.*, 2016).

Panjang gelombang spektrofotometer UV-Vis dimulai dari rentang 190-1100 nm. Analisis spektral pencoklatan enzimatis dengan karakteristik warna kuning memiliki di kisaran 380-430 nm dalam absorbansi spektrofotometer UV-Vis (Khan *et al.*, 2016).