BAB IV
PEMBAHASAN

4.1. Ekstraksi Pigmen Pada Limbah Kulit Buah

Terdapat beberapa metode ekstraksi yang digunakan untuk pemanfaatan limbah kulit buah supaya tidak menimbulkan sampah yang menyebabkan kerusakan lingkungan. Metode ekstraksi yang sering digunakan yaitu metode MAE, UAE dan metode konvensional. Dengan menggunakan metode ekstraksi yang tepat, nilai tambah pada kulit buah akan semakin meningkat dan memiliki kegunaan baik dibidang pangan dan kesehatan. Selain itu, hal penting yang membuat analisis ekstraksi menjadi akurat yaitu dengan optimasi ekstraksi. Teknik statistik RSM dengan desain Box-Behnken banyak digunakan untuk mengoptimasi kondisi. Response surface methodology (RSM) banyak digunakan untuk mengoptimasi proses ekstraksi karena termasuk metode yang efektif. Metode ini juga digunakan untuk mengembangkan, meningkatkan dan mengoptimalkan proses ekstraksi, dan mengevaluasi efek dari variabel dan interaksinya (Sari et al., 2020). Hasil ekstraksi yang dihasilkan dapat menggantikan bahan-bahan buatan (sintetis) yang biasa digunakan untuk bahan pangan yang dapat berdampak buruk pada kesehatan.

4.1.1. Ekstraksi Pigmen Antosianin

Dari berbagai penelitian yang sudah dilakukan, pigmen antosianin berhasil di ekstraksi dari berbagai kulit buah. Berdasarkan Tabel 2, terdapat kandungan antosianin tertinggi pada kulit buah jaboticaba dengan menggunakan metode *Heat-assisted extraction* (HAE) yang diuji dan dioptimasi menggunakan RSM yaitu sebesar 81 ± 2 g/kg, hasil tersebut lebih tinggi dua kali lipat dibandingkan menggunakan UEA. Jabuticaba (Myrciaria jaboticaba (Vell.) Berg.) adalah berry asli Brasil dan buahnya memiliki kulit berwarna ungu gelap dengan jumlah antosianin yang tinggi. Hasil ekstrak HAE yang tinggi disebabkan oleh sistem pengadukan yang digunakan dalam setiap metode. Pada metode HAE

menggunakan sistem pengadukan magnetik kontinu, sedangkan di UEA sampel diaduk hanya dengan kekuatan probe ultrasonic. Oleh karena itu, kekuatan yang lebih rendah menyebabkan gerakan pencampuran yang lebih sedikit dan tidak optimal (Albuquerque et al., 2020).

Selain itu, metode konvensional (HAE) mudah diterapkan, investasi rendah, dibandingkan dengan metode non-konvensional (UEA). Waktu ekstraksi berpengaruh terhadap pemulihan antosianin. Dengan demikian, semakin lama waktu ekstraksi, semakin rendah *recovery* antosianin karena kerusakan struktur senyawa yang sensitif ketika mengalami waktu pemrosesan yang lebih lama. Kondisi HAE optimal dengan waktu ekstraksi yang singkat, suhu sedang dan dengan konsentrasi etanol yang lebih rendah. Etanol digunakan dalam ekstraksi karena toksisitas dan efisiensinya yang rendah dalam pemulihan senyawa fenolik, termasuk antosianin (Albuquerque et al., 2020). HAE adalah metode ekstraksi padat-cair konvensional yang sering digunakan untuk ekstraksi pigmen dan senyawa bioaktif lainnya. Tekniknya melibatkan pencampuran sampel padat dengan pelarut untuk jangka waktu tertentu dan pada suhu tertentu (Manzoor et al., 2021).

4.1.2. Ekstraksi Pigmen Betalain

Dari berbagai penelitian yang sudah dilakukan, pigmen betalain berhasil di ekstraksi dari berbagai kulit buah. Berdasarkan Tabel 3, terdapat kandungan betalain tertinggi pada kulit Pir Berduri (*Opuntia engelmannii*) menggunakan metode *Ultrasound Assisted Extraction* (UAE) yaitu sebesar 201,6 g/kg. Hasil yang tinggi dikarenakan UEA memiliki kemampuan untuk melakukan ekstraksi pada suhu yang lebih rendah dan konsumsi pelarut rendah dalam waktu ekstraksi yang lebih singkat dibandingkan dengan konvensional (Manzoor et al., 2021). Pelarut yang digunakan, waktu ekstraksi, suhu dan rasio solut/pelarut menyebabkan kondisi ekstraksi dapat berbeda (Sari et al., 2020). Ekstraksi UAE diklasifikasikan sebagai proses ekstraksi non-termal dan memiliki kemampuan untuk melakukan ekstraksi

pada suhu yang lebih rendah karena tidak adanya suhu panas yang masuk pada konsumsi pelarut rendah sehingga dapat digunakan untuk mengekstrak betalain yang sensitif terhadap panas (Ngamwonglumlert et al., 2017).

Rasio S/L yaitu 5 g/L (1:200) dan konsentrasi pelarut metanol yaitu 34,6% merupakan faktor yang penting, rasio yang lebih tinggi akan menghasilkan ekstraksi yang lebih tinggi. Rasio yang tinggi akan meningkatkan volume pelarut dan menghasilkan luas permukaan gelombang akustik untuk membentuk gelembung kavitasi, dengan demikian meningkatkan perpindahan massa antara pelarut dan sampel. Semakin banyak pelarut yang digunakan (rasio), maka tekanan dan luas permukaan yang diberikan akan semakin besar sehingga proses osmosis akan meningkat dan cairan sel atau senyawa bioaktif akan keluar lebih banyak (Haminiuk, Charles WI, et al., 2012). Sementara penggunaan konsentrasi metanol yang rendah karena pengaruh polaritas air pada ekstraksi betalain, pigmen yang larut dalam air biasanya diasingkan dalam vakuola sel maka setelah memecahkan dinding sel melalui gelombang ultrasonik, molekul-molekul tersebut lebih cenderung larut dalam pelarut yang lebih polar, seperti air (Melgar et al., 2019). Penggunaan pelarut metanol pada ekstraksi kulit pir berduri mampu mengekstrak senyawa lebih baik, karena perolehan senyawa didasari oleh kesamaan sifat kepolaran terhadap pelarut. Selain itu, metanol merupakan pelarut yang bersifat universal sehingga dapat menarik sebagian besar senyawa yang bersifat polar dan non polar pada bahan (Verdiana et al., 2018).

4.1.3. Ekstraksi Pigmen Karotenoid

Dari berbagai penelitian yang sudah dilakukan, pigmen karotenoid berhasil di ekstraksi dari berbagai kulit buah. Berdasarkan Tabel 4, terdapat kandungan karotenoid tertinggi pada kulit jeruk dengan menggunakan metode *Automatic solvent extraction* (ASE) yaitu sebesar 86,85 g/kg. Hasil yang tinggi diperoleh dengan pelarut heptana. Hasil tersebut disebabkan oleh polaritas zat terlarut dan pelarut. Semakin kecil polaritasnya, semakin baik ekstraksi β-karoten. Heptana

menunjukkan kinerja yang lebih baik daripada heksana. Hal tersebut disebabkan oleh kepadatannya, dimana densitas heptana lebih tinggi dari heksana. Selain itu, kinerja heptana lebih baik daripada heksana karena struktur heptana yang lebih hidrofobik menjadi lebih selektif terhadap kandungan karotenoid (Toprakçı et al., 2021).

ASE adalah metode yang ramah lingkungan untuk ekstraksi karotenoid dari kulit jeruk. ASE merupakan metode alternatif yang potensial dengan menggunakan berbagai pelarut. Proses ini mengurangi waktu ekstraksi dan penggunaan pelarut dibandingkan dengan proses ekstraksi pelarut konvensional lainnya (Manzoor et al., 2021). Selain itu, sistem otomatis, mudah digunakan dan membutuhkan solven yang lebih sedikit. Temuan penelitian saat ini telah menunjukkan metode ASE lebih baik dibandingkan dengan ekstraksi UAE dan metode konvensional. Hal tersebut karena beberapa alasan seperti metode persiapan sampel, ukuran partikel bahan baku, asal buah, kondisi iklim, dan waktu panen (Toprakçı et al., 2021). Ukuran partikel berpengaruh terhadap ekstraksi karena ukuran bahan yang sesuai akan menjadikan proses ekstraksi berlangsung dengan cepat. Semakin kecil ukuran bahan yang digunakan maka semakin luas bidang kontak antara bahan dengan pelarut (Antari et al., 2015).

4.2. Perbandingan Metode Ekstraksi

Pada Tabel 2 yaitu antosianin, bahan yang paling banyak digunakan adalah kulit buah naga yang di ekstraksi dengan menggunakan metode UAE, EAE dan maserasi. Dari 3 metode tersebut hasil ekstraksi tertinggi menggunakan metode maserasi sebesar 0,63 g/kg. Hal ini dikarenakan tingkat kepolaran yang dimiliki senyawa antosianin pada buah naga merah hampir sama dengan dengan air dan alkohol. Jenis dan rasio pelarut yaitu dengan menggunakan Aquades dan asam sitrat 10%. Penggunaan aquades karena dapat melarutkan pigmen antosianin dan merupakan larutan netral ditambah dengan penambahan asam sitrat yang mampu menurunkan pH larutan.

Pigmen antosianin memiliki sifat larut dalam air dan stabil pada kondisi asam sehingga dengan menggunakan pelarut air dan asam sitrat cocok untuk ekstraksi. Zat warna antosianin merupakan senyawa polar maka akan larut baik di dalam pelarut-pelarut yang bersifat polar. Selain itu, semakin banyak dinding sel vakuola yang pecah karena keadaan yang semakin asam sehingga pigmen antosianin semakin banyak yang terekstrak (Lidya Simanjuntak et al., 2014). Selanjutnya pada Tabel 3 yaitu betalain, bahan yang paling banyak digunakan yaitu kulit bit yang di ekstraksi dengan metode MAE, UAE, *Conventional solvent extraction* (CSE) dan maserasi. Dari 4 metode tersebut hasil ekstraksi tidak berbeda signifikan dengan hasil tertinggi menggunakan metode UAE sebesar 4,2 g/kg (betasianin) dan 2,80 g/kg (betaxanthin). Faktor yang berpengaruh terhadap senyawa betalain yang dihasilkan yaitu waktu ekstraksi. Waktu ekstraksi yang terlalu lama akan menyebabkan ekstrak terhidrolisis, sedangkan tidak semua senyawa aktif terekstrak dari bahan jika waktu ekstraksi yang terlalu singkat (Widyasanti et al., 2018). Selain itu, waktu ekstraksi yang lama mengakibatkan penurunan hasil betacyanin dan betaxanthins (Righi Pessoa da Silva et al., 2018).

Selain itu, air bersifat polar dan penggunaan pelarut etanol untuk mengurangi polaritas pelarut, dengan demikian meningkatkan efisiensi ekstraksi. Konsentrasi etanol yang lebih rendah dalam air memberikan kandungan betalain yang lebih tinggi. Hasil ekstraksi dengan UAE yang tinggi juga disebabkan oleh kavitasi akustik yang dihasilkan oleh ultrasound dapat memperlancar penetrasi pelarut di dinding seluler matriks vegetal, sehingga mempermudah pelepasan senyawa yang diinginkan ke dalam ekstraksi dengan lebih baik (Righi Pessoa da Silva et al., 2018).

Bahan yang paling banyak digunakan yaitu kulit buah GAC (*Momordica cochinchinensis* Spreng) menggunakan metode UAE dan MAE (Tabel 4). Diantara ke dua metode tersebut hasil ekstraksi tidak berbeda signifikan dengan hasil tertinggi menggunakan metode UAE yaitu sebesar 2,69 g/kg. Hasil karotenoid meningkat secara signifikan dengan waktu ekstraksi yang diperpanjang. Namun,

ketika suhu dan daya tinggi digunakan, peningkatan waktu ekstraksi tidak mengalami peningkatan yang signifikan, bahkan menyebabkan penurunan hasil karotenoid. Dengan demikian, ekstraksi kulit Gac pada suhu tinggi dan daya ultrasonik tinggi dapat menyebabkan degradasi karotenoid yang lebih besar dari jumlah yang dilepaskan ke dalam pelarut sehingga menghasilkan hasil ekstraksi karotenoid yang lebih rendah pada periode ekstraksi yang diperpanjang karena senyawa sensitif pada suhu yang lebih tinggi, (Chuyen et al., 2020).

Etil asetat juga ditemukan sebagai pelarut yang paling cocok untuk ekstraksi karotenoid dari kulit Gac dibandingkan dengan pelarut lain seperti heksana, aseton dan etanol. Banyak penelitian lain juga menunjukkan bahwa penerapan ultrasound dalam ekstraksi karotenoid dapat meningkatkan efisiensi ekstraksi, meningkatkan kapasitas antioksidan ekstrak dan mengurangi waktu ekstraksi dibandingkan dengan metode ekstraksi konvensional. Hasil yang lebih baik dikarenakan jumlah senyawa bioaktif lebih banyak yang terdifusi ke dalam pelarut selama periode yang lebih lama. Degradasi termal yang lebih rendah dari senyawa bioaktif disebabkan oleh UEA juga dapat berkontribusi pada efisiensi ekstraksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan MAE (Chuyen et al., 2018).

4.3. Valorisasi Limbah Kulit Buah

Buah-buahan merupakan makanan dasar yang disukai oleh kebanyakan orang. Menyadari bahwa buah-buahan memiliki peran penting dalam tubuh manusia maka perlu memanfaatkan limbah kulit yang terbuang. Kulit buah memiliki banyak sekali manfaat dan kegunaan, apabila di manfaatkan dengan cara yang tepat. Hampir semua kulit buah dapat di valorisasi karena adanya kandungan vitamin, serat dan senyawa lain yang terdapat pada kulit. Kulit buah juga mengandung pigmen alami yang memiliki banyak manfaat, salah satunya yaitu potensi *nutraceutical*. *Nutraceutical* yaitu makanan atau bagian dari makanan yang memberikan manfaat medis atau kesehatan termasuk pencegahan atau pengobatan suatu penyakit. Selain

itu, valorisasi dari limbah kulit buah harus memiliki penampilan yang menarik supaya semakin banyak produsen yang tertarik (Aberoumand, 2011).

4.3.1. Pewarna Makanan, *Nutraceutical* dan Bahan Pengawet pada Kulit Manggis

Kulit manggis merupakan limbah yang potensial dan memiliki banyak manfaat. Kulit manggis mengandung antosianin seperti cyanidin-3-sophoroside dan cyanidin-3-glucoside yang berperan penting dalam pewarnaan kulit buah (Basito, 2011). Kulit buah manggis mengandung 2 senyawa alkaloid, serta lateks kering manggis mengandung sejumlah pigmen yang berasal dari dua metabolit, yaitu mangostin dan β-mangostin yang jika diekstraksi dapat menghasilkan bahan pewarna alami yang menghasilkan warna merah, ungu dan biru. Selain itu, hasil ekstraksi kulit manggis mempunyai manfaat *nutraceutical* dan bahan pengawet karena pada kulit manggis terdapat antioksidan.

Antioksidan pada kulit manggis memiliki mekanisme kerja yaitu dengan menghambat oksidasi lemak yang diubah menjadi radikal bebas. Radikal bebas bertugas mencegah terjadinya kerusakan akibat virus, bakteri dan bahan asing lainnya yang menyerang sel tubuh. Namun jika terdapat dalam jumlah yang berlebihan, radikal bebas akan menyerang sel tubuh sehingga menimbulkan berbagai masalah kesehatan. Cara pengukuran aktivitas antioksidan dengan menggunakan metode DPPH. DPPH merupakan senyawa radikal bebas yang stabil sehingga apabila digunakan sebagai pereaksi dalam uji penangkapan radikal bebas cukup dilarutkan dan bila disimpan dalam keadaan kering dengan kondisi penyimpanan yang baik dan stabil selama bertahun-tahun. Nilai absorbansi DPPH berkisar antara 515-520 nm. Radikal bebas yang biasa digunakan sebagai model dalam mengukur daya penangkapan radikal bebas adalah 1,1- difenil-2-pikrihidazil. Metode peredaman radikal bebas DPPH didasarkan pada reduksi dari larutan methanol radikal bebas DPPH yang berwarna oleh penghambatan radikal bebas. Ketika larutan DPPH yang berwarna ungu bertemu dengan bahan pendonor

elektron maka DPPH akan tereduksi, menyebabkan warna ungu akan memudar dan digantikan warna kuning yang berasal dari gugus pikril (Tristantini et al., 2016).

Kulit buah manggis dimanfaatkan sebagai bahan anti mikroba atau bahan pengawet, karena adanya senyawa antosianin yang mempunyai sifat antioksidan untuk melawan atau memperlambat kerusakan akibat virus dan bakteri (Basito, 2011). Antosianin dapat melindungi makanan dari pembusukan mikroba karena adanya aktivitas antagonis terhadap bakteri, virus dan jamur tertentu (Aberoumand, 2011).

4.3.2. Pewarna Makanan, Obat-obatan dan Aditif Makanan pada Kulit Buah Naga

Kulit buah naga merupakan bahan yang yang belum banyak dimanfaatkan dibandingkan dengan buahnya. Kulit buah naga memiliki berat 30-35% dari berat buah yang hanya dibuang sebagai limbah. Kulit buah naga mengandung pigmen antosianin dan betalain yang memiliki banyak kegunaan. Hasil ekstraksi biasa digunakan untuk pewarna makanan, yang dipengaruhi oleh kandungan pigmen, hidroksil dan metoksilokasi. Ekstrak yang mengandung betanin dan phyllocactin sebagai senyawa bioaktif utama ditemukan aman untuk mutagenik dan adanya aktivitas antioksidan dalam bubuk pewarna (Thaiudom et al., 2021). Kondisi pengeringan yang optimum menghasilkan serbuk pewarna merah dengan sifat antioksidan yang dapat digunakan pada produk pangan (Pichayajittipong & Thaiudom, 2014).

Konsentrasi antosianin yang tinggi pada kulit buah naga akan menghasilkan warna merah, konsentrasi sedang akan menghasilkan warna jingga hingga ungu, dan konsentrasi rendah akan menghasilkan warna biru. Serat yang terkandung pada kulit buah naga yaitu sekitar 46,7% yang memiliki dampat baik untuk kesehatan sehingga bisa di manfaatkan untuk obat-obatan. Manfaat kesehatan pada serat pangan yaitu mengatasi diabetes, kanker usus besar (colon), mengontrol berat badan atau obesitas, menurunkan kadar kolesterol darah dan mencegah gangguan saluran cerna. Mekanisme serat pangan dalam mencegah kanker usus besar yaitu

konsumsi serat pangan tinggi maka akan mengurangi waktu transit makanan dalam usus lebih pendek, serat pangan mempengaruhi mikroflora usus sehingga senyawa karsinogen tidak terbentuk, serat pangan bersifat mengikat air sehingga konsentrasi senyawa karsinogen menjadi lebih rendah (Santoso, 2011).

Serat pangan dalam kulit buah naga juga mampu mengobati diabetes. Serat pangan mampu menyerap air dan mengikat glukosa, sehingga mengurangi ketersediaan glukosa. Keadaan tersebut mampu meredam kenaikan glukosa darah dan menjadikannya tetap terkontrol. Selain itu, serat pangan mampu mengontrol berat badan karena mempunyai kemampuan menahan air dan dapat membentuk cairan kental dalam saluran pencernaan. Sehingga makanan kaya akan serat, waktu dicerna lebih lama dalam lambung, kemudian serat akan menarik air dan memberi rasa kenyang lebih lama (Santoso, 2011). Kandungan seratnya sangat baik untuk menurunkan kadar kolesterol, serat akan mengikat asam empedu (produk akhir kolesterol) di saluran pencernaan yang kemudian dikeluarkan bersama feses. Artinya semakin tinggi konsumsi serat akan semakin banyak asam empedu dan lemak yang dikeluarkan oleh tubuh (Analianasari & Apriyani, 2018). Selain itu, memiliki efek antiproliferatif yang tinggi terhadap kanker, khususnya kanker murine leukemia. Ekstrak kulit buah naga memberikan efek antiproliferatif pada sel melanoma, dengan ekstrak kulit menghasilkan efek yang lebih tinggi daripada ekstrak daging karena kandungan flavonoid dan betalain yang lebih tinggi (Putthawan et al., 2021).

Pemanfaatan lain dari kulit buah naga yaitu untuk aditif makanan pada yoghurt dan susu kedelai. Pada yoghurt beku yaitu dengan menambahkan konsentrasi ekstrak kulit buah naga sehingga menghasilkan peningkatan waktu leleh. Waktu leleh meningkat karena penambahan ekstrak kulit buah naga menghasilkan padatan total yang lebih tinggi sehingga dapat menyerap air dan membuat yoghurt beku tahan leleh. Hasil penelitian menunjukkan kadar antioksidan berkisar antara 4,00-12,25%, kandungan serat kasar berkisar 1,037-1,625%, asam total berkisar antara 0,73-1,14%, menurunkan nilai pH 5,48 - 4,39 dan memiliki waktu leleh yoghurt

beku 17,20-22,88 menit (Analianasari & Apriyani, 2018). Selanjutnya pemanfaatan kulit buah naga untuk aditif pada susu kedelai dengan cara menambakhan ekstrak antosianin (kombinasi kulit buah naga dan daun jati) yang bertujuan untuk meningkatkan kandungan antosianin dan kualitas pada susu kedelai. Intensitas warna susu kedelai diukur dengan color reader, organoleptik (uji hedonik), pH (pH-meter), antosianin (pH diferensial dan spektrofotometer UV-Vis), dan aktivitas antioksidan (DPPH). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan antosianin 15% memberikan hasil terbaik dengan warna kemerahan (8,39), kekuningan (3,24), kecerahan (41,33), warna organoleptik (4,15), pH (6,54), antosianin (4,007 mg/L), dan antioksidan (69,13%). Kemudian dilakukan uji organoleptik oleh 10 panelis, skor organoleptik susu kedelai menurun (aroma, rasa, dan tekstur), sementara warna meningkat. Kedelai lokal memiliki aktivitas antioksidan sekitar 22,49%, setelah dijadikan susu kedelai aktivitas antioksidannya meningkat sekitar (63,89-69,31%) (Wahyuni et al., 2020).

4.3.3. Aditif Makanan, *Nutraceutical* dan Kosmetik pada Kulit Jaboticaba

Kulit jabuticaba kaya akan pigmen antosianat dan mengandung dua antosianin: sianidin 3-glukosida dan delphinidin 3-glukosida. Dapat digunakan untuk aditif makanan pada roti macaron dengan memasukkan ekstrak antosianin ke dalam macaron dan meningkatkan stabilitas warna produk selama masa simpan 6 hari pada suhu 5 °C. Macaron kemudian diproduksi menggunakan ekstrak antosianin yang dioptimalkan dan parameter warna serta nutrisinya dipantau selama masa simpan. Ekstrak alami ini memberi macaron warna yang lebih stabil daripada pewarna komersial E163 selama masa simpan 6 hari. Komposisi nutrisi pada macaron yg sudah ditambahkan ekstrak adalah karbohidrat (71 g/100 g dw), diikuti oleh lemak kasar (17 g/100 g dw) dan protein (10 g/100 g dw) (Albuquerque et al., 2020). Selain itu, kulit jaboticaba menunjukkan kandungan vitamin C yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk kosmetik karena adanya antioksidan kuat yang baik untuk semua jenis kulit. Vitamin C pada kosmetik dapat menghaluskan kulit, melindungi kulit dari radikal bebas serta radiasi UV dan mencerahkan bercak-

bercak gelap, karena kandungan vitamin c dapat menetralkan radikal bebas yang terbentuk ketika kulit terkena sinar matahari, polusi, asap rokok (Lima et al., 2011). Jabuticaba menunjukkan kapasitas antioksidan yang tinggi, dalam metode transfer elektron, serta dalam perlindungan terhadap oksidasi lipid, memiliki potensi untuk digunakan sebagai aditif dalam industri makanan, dengan kemungkinan manfaat bagi kesehatan konsumen.

4.3.4. Aditif Makanan pada Kulit Ceri

Ekstrak kulit buah ceri manis mengandung lima antosianin, yaitu: cyanidin 3-rutinoside, cyanidin 3-glucoside, peonidin 3-rutinoside, peonidin 3-glucoside dan pelargonidin 3-rutinoside. Cara pemanfaatan senyawa bioaktif dari kulit buah ceri manis, yaitu dengan ekstraksi dan mikroenkapsulasi. Antosianin dari kulit diekstraksi dan dienkapsulasi dalam kombinasi isolat protein whey dan kitosan dengan pengeringan beku. Bubuk tersebut digunakan sebagai bahan fungsional untuk mengembangkan dua produk makanan bernilai tambah, yaitu yoghurt dan marshmallow. Produk probiotik biasanya hanya memiliki masa simpan yamg singkat. Dengan penambahan bubuk tersebut kelangsungan hidup bakteri L. casei 431® dalam sampel yoghurt selama 21 hari pada suhu 4 ◦C. Untuk memberikan manfaat kesehatan, bakteri probiotik hidup di usus dalam jumlah yang cukup, yaitu 6-7 log CFU/g. Sampel yoghurt memiliki nilai tambah yang diperoleh dapat memiliki efek probiotik karena jumlah bakteri probiotik setelah 21 hari penyimpanan minimal 6 log CFU/g. Kemudian yoghurt dan marshmallow menunjukkan aktivitas fitokimia dan antioksidan selama penyimpanan (Milea et al., 2019).

4.3.5. Pewarna Makanan dan Obat-obatan pada Kulit Bit

Umbi bit merupakan salah satu family dari Beta vulgaris. Betalain adalah turunan dari tirosin dalam ordo Caryophyllales, famili Amaranthaceae serta memiliki sifat antioksidan, anti-inflamasi dan sifat antikarsinogenik sehingga bisa digunakan

untuk obat-obatan (Zin & Bánvölgyi, 2021). Warna merah pada bit disebabkan oleh pigmen betasianin.

Pewarna makanan dari pigmen betalain sudah disetujui oleh Uni Eropa dan diberi label sebagai E-162 (Ravichandran et al., 2013). Betalain sangat cocok untuk digunakan pewarna produk makanan. Zat warna yang terkandung pada betasianin akan memberikan warna merah dan berfungsi sebagai bahan pangan yang lebih aman bagi kesehatan dibandingkan dengan pewarna sintetik (Setiawan et al., 2015). Betasianin pada umbi bit merupakan senyawa antioksidan yang termasuk dalam golongan senyawa fenolik.

Selain sebagai pewarna, betasianin dimanfaatkan sebagai antioksidan dan *radical savenging* sebagai perlindungan terhadap gangguan akibat stres oksidatif dengan melengkapi kekurangan elektron yang memiliki radikal bebas. Timbulnya stress oksidatif dicegah dengan adanya antioksidan yang akan menghambat terjadinya reaksi berantai dari pembentukan radikal bebas (Setiawan et al., 2015). Betalain dan senyawa fenolik lainnya dalam bit merah mengurangi kerusakan oksidatif lipid dan meningkatkan status antioksidan pada manusia. Aktivitas antioksidan dalam bit merah dikaitkan dengan keterlibatan antioksidan dalam pemulungan radikal bebas dan bermanfaat dalam pencegahan penyakit seperti kanker, penyakit kardiovaskular. Pencegahan penyakit kanker karena adanya sifat anti kanker yaitu dengan menghambat proliferasi sel, menghentikan siklus sel, meningkatkan apoptosis serta menurunkan persentase sel (Lechner & Stoner, 2019). Aktivitas antioksidan juga dapat memperbanyak lipoprotein densitas rendah manusia yang dapat meningkatkan ketahanan terhadap oksidasi (Ravichandran et al., 2013).

4.3.6. Obat-obatan pada Kulit Buah GAC

Kulit Gac mengandung karotenoid yang tinggi termasuk β-karoten, likopen dan lutein yang memiliki kapasitas antioksidan yang tinggi. β-karoten dikenal sebagai prekursor vitamin A, sedangkan likopen dan lutein merupakan senyawa bioaktif

yang bermanfaat bagi kesehatan manusia karena aktivitas antioksidan, antikanker, dan pelindung macula (Chuyen et al., 2018). Likopen dari buah Gac dapat berkontribusi pada efek positif dalam pengobatan diabetes, kanker atau penyakit kardiovaskular. Penyakit kardiovaskular terjadi karena adanya proses aterosklerosis. Aterosklerosis merupakan kondisi terbentuknya plak pada lumen pembuluh darah arteri. Senyawa likopen berperan dalam mencegah terjadinya arterosklerosis melalui mekanismenya dalam mencegah terbentuknya plak dan bersifat antiplatelet terhadap pembentukan trombus pada arterosklerosis (Müller et al., 2016). Selain itu, likopen mampu mencegah kerusakan oksidatif pada DNA dan lipoprotein serta menghambat oksidasi kolesterol LDL sehingga dapat meringankan penyakit kronis seperti kanker dan penyakit jantung koroner (Kubola & Siriamornpun, 2011). Lutein dan β-karoten juga telah banyak digunakan untuk meningkatkan kemampuan visual dan mengobati penyakit mata karena aktivitas pelindung makulanya (Chuyen et al., 2020). Pemanfaatan hasil ektrak kulit GAC untuk kesehatan dikarenakan kapasitas antioksidan yang tinggi pada ekstrak (Chuyen et al., 2018).

4.3.7. Pewarna Makanan dan Aditif pada Kulit Jeruk

Dapat digunakan sebagai pewarna makanan karena mengandung pigmen karotenoid yang tinggi dan memiliki sifat yang diinginkan seperti alami, toksisitas nol dan kemampuan beradaptasi yang tinggi (Nadeem et al., 2018). Ekstrak karotenoid yang diperoleh pada kondisi optimal diaplikasikan pada minyak bunga matahari untuk meningkatkan stabilitasnya terhadap oksidasi sebagai aditif alami. Stabilitas oksidatif minyak ditingkatkan dengan menambahkan ekstrak kulit jeruk yang mengandung β-karoten. Ekstrak dilarutkan dalam minyak bunga matahari dengan homogenizer. Ketika ekstrak karotenoid (16 mg/L) ditambahkan ke minyak bunga matahari, stabilitas produk terhadap oksidasi meningkat sebesar 13%. Stabilitas oksidatif produk telah ditingkatkan lebih dari dua kali dengan penambahan ekstrak kulit jeruk yang kaya akan karotenoid. Minyak bunga matahari

dipilih karena merupakan produk yang paling banyak dikonsumsi, dengan masa simpan yang relatif singkat bagi produsen dan konsumen (Toprakçı et al., 2021).

Penggunaan metode ekstraksi yang tepat akan berpengaruh terhadap hasil ekstraksi yang optimal. Hasil penelitian dengan metode HAE menghasilkan waktu yang singkat, suhu sedang dan pelarut yang rendah sehingga ekstrasi pada antosianin menjadi lebih optimal (Albuquerque et al., 2020). Pada betalain hasil ekstraksi yang optimal disebabkan oleh kemampuan yang dimiliki metode UAE dapat melakukan ekstraksi dengan waktu yang lebih singkat, suhu lebih rendah dan konsumsi pelarut rendah (Manzoor et al., 2021). Kemudian pada karotenoid dengan metode ASE mampu mengurangi penggunaan penggunaan pelarut dan waktu ekstraksi sehingga ekstraksi menjadi optimal. Dari hasil ekstraksi yang sudah dilakukan akan dimanfaatkan untuk valorisasi sehingga memiliki nilai tambah untuk pewarna alami, aditif makanan, bahan pengawet, kosmetik dan *nutraceutical*. Valorisasi tersebut akan menghasilkan inovasi produk baru yang lebih aman dan menggantikan bahan-bahan buatan.