

4. PEMBAHASAN

4.1. Analisis Fisik

4.1.1. *Overrun*

Overrun merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui pengembangan volume es krim terhadap volume es krim mula-mula yang dikarenakan adanya udara yang terperangkap dalam es krim selama dilakukan proses agitasi (Hasanuddin *et al.*, 2011). Nilai *overrun* yang dihasilkan pada tiga jenis penstabil dengan variasi konsentrasi zat penstabil pada es krim kulit buah naga dan buah sirsak dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan uji beda nyata menunjukkan bahwa penambahan zat penstabil dan konsentrasinya dapat berpengaruh pada *overrun* es krim kulit buah naga dan sirsak. Menurut Hasanuddin *et al.* (2011), menyatakan bahwa es krim yang berkualitas memiliki persen *overrun* sekitar 70-80%, sedangkan es krim industri kecil sebesar 50-70% dan industri rumah tangga sebesar 35-50%. Es krim industri kecil cenderung memiliki tipe es krim *soft es krim* dimana memiliki tekstur yang lebih ringan dan tidak terlalu padat dibanding dengan es krim industri rumah tangga yang biasanya merupakan *hard ice cream*. Hal ini bergantung pada kandungan lemak, jenis zat penstabil, dan konsentrasi penstabil yang ditambahkan. Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa sampel kontrol es krim kulit buah naga dan buah sirsak termasuk ke dalam es krim industri kecil yaitu sebesar 61,83%, begitu pula dengan sampel es krim yang ditambahkan gum arab sebesar 0,1% yaitu 53,52%. Sampel es krim yang ditambahkan CMC pada konsentrasi 0,1%, 0,3%, dan 0,5% termasuk ke dalam industri rumah tangga dengan nilai sebesar 46,93%, 39,90%, dan 35,00%. Sampel es krim yang ditambahkan gum arab dengan konsentrasi 0,3% dan 0,5% juga termasuk ke dalam kategori industri rumah tangga yaitu sebesar 41,98% dan 37,15%. Sampel es krim dengan zat penstabil gelatin memiliki nilai *overrun* paling rendah dan tidak termasuk ke dalam parameter *overrun* es krim yang baik dimana nilainya dibawah 35%. *Overrun* sampel es krim yang ditambah gelatin baik pada konsentrasi 0,1%, 0,3%, dan 0,5%, tergolong rendah dimana es krim mengalami pengembangan volume yang tidak maksimal yaitu sebesar 30,35%, 22,46%, 18,55%.

Penambahan kulit buah naga dan buah sirsak berpengaruh pada *overrun* dimana keduanya mengandung serat yang cukup tinggi. Berdasarkan penelitian Waladi *et al.* (2015),

menyatakan bahwa serat pangan memiliki daya serap air yang tinggi karena memiliki gugus hidroksil sehingga dapat menyerap air dengan baik. Kandungan serat pada kulit buah naga dan buah sirsak dapat mengentalkan adonan es krim yang dapat menurunkan nilai *overrun* karena adonan sulit untuk mengembang dan udara sulit untuk menembus permukaan adonan (Wijayanti *et al.*, 2016). Hal ini yang membuat sampel es krim kontrol tanpa zat penstabil tidak memiliki kualitas *overrun* es krim yang baik karena dibawah 70% namun masih memenuhi standar *overrun* es krim industri kecil. *Overrun* yang tinggi menyebabkan es krim mudah meleleh dikarenakan viskositasnya rendah sehingga banyak udara yang dapat masuk ke dalam adonan selama proses agitasi yang menyebabkan es krim cepat mencair ketika sudah dibekukan (Susilawati *et al.*, 2014)

Pada sampel es krim yang ditambahkan gum arab sebanyak 0,1% memenuhi *overrun* standar industri kecil dimana adonan es krim berkembang sebesar 53,52% yang menandakan bahwa es krim memiliki tekstur yang ringan namun mudah meleleh pada suhu ruang dan masih memiliki kristal es yang berakibat es krim menjadi kurang lembut. Masih adanya kristal es pada es krim dikarenakan tidak maksimalnya penyerapan air bebas oleh zat penstabil. Menurut Jumansyah *et al.*, (2017), gum arab memiliki nilai viskositas rendah dibandingkan jenis penstabil lain dengan konsentrasi yang sama namun dapat meningkat seiring dengan penambahan konsentrasinya. Penambahan konsentrasi gum arab pada es krim juga berpengaruh pada *overrun* sehingga semakin tinggi konsentrasi yang ditambahkan maka nilai *overrun* menurun. Meskipun gum arab memiliki viskositas yang rendah namun viskositasnya akan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi sehingga pada konsentrasi 0,3% dan 0,5% nilai *overrun* tidak setinggi es krim yang ditambahkan gum arab sebesar 0,1% seperti yang dapat dilihat pada Gambar 11. (Jumansyah *et al.*, 2017)

Berdasarkan uji beda nyata, sampel es krim yang ditambahkan gelatin memiliki pengaruh yang signifikan pada *overrun*. Hal ini disebabkan karena sampel es krim yang ditambahkan gelatin tidak memenuhi standar *overrun* es krim yaitu dibawah 35%. Es krim yang dihasilkan memiliki viskositas tinggi baik pada konsentrasi 0,1%, 0,3%, maupun pada konsentrasi 0,5%. Viskositas yang tinggi menyebabkan es krim tidak dapat mengembang pada saat agitasi karena udara sulit untuk menembus permukaan adonan es

krim. Gelatin diperoleh melalui pengestrakan asam atau basa dari tulang hewan, jaringan kolagen kulit maupun ligamen hewan. Gelatin merupakan protein yang tersusun dari sebagian asam amino polar sehingga membuat afinitas gelatin tinggi terhadap air (Peranginangin *et al.*, 2005). Hal ini yang menyebabkan adonan es krim menjadi kental sehingga sulit terjadi pengembangan.

Pada sampel yang ditambahkan CMC sebanyak 0,1%, 0,3% dan 0,5% menghasilkan *overrun* yang memenuhi standar industri rumah tangga yang nilainya di antara 35%-50%. Partikel-partikel udara pada sampel es krim yang ditambahkan CMC tidak cukup banyak untuk meningkatkan *overrun* dari es krim saat dilakukan agitasi. Hal ini disebabkan karena CMC terdiri dari molekul selulosa yang setiap unit anhidroglukosanya memiliki tiga gugus OH dan beberapa atom hidrogen yang dapat menyerap air (Kamal, 2010). Oleh karena itu, viskositas adonan es krim meningkat sehingga menyulitkan udara untuk dapat menembus permukaan selama proses agitasi.

4.1.2. Melting Rate

Melting rate atau kecepatan meleleh merupakan jumlah volume es krim yang meleleh pada suhu ruang terhadap waktu (Marantha & Rustanti, 2014) Nilai hasil pengamatan *melting rate* pada es krim kulit buah naga dan buah sirsak dengan variasi jenis penstabil dan konsentrasi penstabil dapat dilihat pada Tabel 5. Berdasarkan uji beda nyata, control dan gum arab memiliki nilai *melting rate* yang tidak berbeda signifikan. Nilai *melting rate* tertinggi didapatkan oleh sampel es krim kontrol tanpa penambahan zat penstabil yaitu 0,85 gram/menit dan diikuti oleh sampel yang ditambahkan gum arab sebesar 0,87 g/menit - 0,81 g/menit. Hal ini disebabkan oleh banyaknya air bebas yang terdapat pada adonan es krim yang menyebabkan es krim menjadi cepat meleleh pada suhu ruang. Zat penstabil memiliki kemampuan untuk mengikat air bebas sehingga dengan ada hidrokoloid yang ditambahkan akan menyerap air hingga viskositasnya meningkat (Endrina and Pramono, 2018). Pada sampel kontrol tanpa penambahan bahan penstabil memiliki viskositas yang rendah dibanding sampel lainnya sehingga nilai *melting rate* menjadi tinggi dikarenakan viskositas dan kecepatan meleleh memiliki hubungan terbalik. Semakin tinggi viskositasnya maka *melting rate* atau kecepatan meleleh menjadi

rendah. Begitu sebaliknya, apabila viskositas es krim rendah maka kecepatan meleleh menjadi tinggi (Sudajana *et al.*, 2013).

Sampel yang ditambahkan gum arab juga menunjukkan nilai *melting rate* tinggi. Hasil *melting rate* yang tinggi menandakan bahwa es krim tidak resisten terhadap pelelehan pada suhu ruang sehingga es krim menjadi cepat meleleh dalam waktu cepat. Gum arab tersusun dari molekul yang memiliki banyak cabang yang terdiri dari gula-gula seperti D-galaktosa, L-arabinosa, dan L-ramnosa serta mengandung asam uronat (Salem *et al.*, 2016). Kandungan gula di dalam gum arab dapat membantu mengikat air serta membuat hidrokoloid ini mudah larut dalam air. Selain itu, di dalam gum arab terkandung protein yang terdiri dari gugus-gugus amino dan hidroksil yang dapat membentuk ikatan hidrogen sehingga dapat mengikat dan menyerap air dengan baik serta menahannya dalam struktur molekul sehingga terbentuk koloid yang kental (Prasetyowati *et al.*, 2014). Gum arab memiliki sifat viskositas yang rendah dan akan mengentalkan apabila konsentrasinya sebesar 40-50% pada larutan dibandingkan dengan zat penstabil lain yang berkisar 1-5% pada larutan. Pada penelitian ini, konsentrasi gum arab yang dipakai hanya sebesar 0,1% hingga 0,5% sehingga gum arab tidak dapat memberikan kekentalan yang signifikan dibanding jenis penstabil lain. Hal ini sesuai dengan teori Christiana *et al.* (2015), bahwa gum arab merupakan hidrokoloid yang mudah larut dalam air namun memiliki viskositas yang rendah. Viskositas adonan es krim kulit buah naga dan buah sirsak dengan gum arab menjadi rendah dan membuat es krim menjadi cepat meleleh pada waktu tertentu dibandingkan perlakuan lain sehingga pada hasil penelitian nilai *melting rate* menjadi tinggi namun seiring dengan penambahan konsentrasi gum arab, nilai *melting rate* akan menurun. Hal ini sesuai dengan teori Jumansyah *et al.* (2017), bahwa viskositas adonan yang ditambahkan gum arab akan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi.

Berdasarkan hasil penelitian, nilai *melting rate* sampel es krim kulit buah naga dan buah sirsak yang ditambahkan gelatin dari berbagai konsentrasi merupakan yang paling resisten terhadap laju pelelehan yaitu 0,56 g/menit hingga 0,78 g/menit. Gelatin merupakan salah satu bahan penstabil yang memiliki sifat tidak berwarna, transparan, dan tersusun dari protein yang hidrofilik. Gelatin memiliki kelebihan yaitu sebagai *stabilizer*

yang mudah terdispersi dibanding *stabilizer* lain dan dapat mencegah terbentuknya kristal es dikarenakan tingkat penyerapan air bebas yang baik (Hidayah *et al.*, 2017). Oleh karena itu, es krim yang ditambahkan gelatin memiliki stabilitas adonan yang baik karena viskositasnya yang tinggi sehingga lebih resisten terhadap pelelehan pada suhu ruang. Pada Gambar 12., sampel es krim yang paling resisten terhadap pelelehan yaitu pada es krim yang ditambahkan gelatin pada konsentrasi 0,5% yaitu sebesar 0,56 g/menit. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hidayah *et al* (2017), bahwa resistensi es krim untuk meleleh akan semakin meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi pada gelatin.

Pada hasil penelitian adonan es krim sampel yang ditambahkan CMC menghasilkan nilai *melting rate* yang berkisar 0,66 g/menit sampai 0,78 g/menit. Berdasarkan Gambar 12, nilai terendah dihasilkan oleh konsentrasi 0,5% yaitu sebesar 0,66 g/menit dan konsentrasi tertinggi oleh 0,1% yaitu sebesar 0,78 g/menit. Pertambahan konsentrasi berpengaruh pada nilai *melting rate* dikarenakan bertambahnya viskositas adonan. CMC memiliki sifat yang mudah larut dalam air dingin dan air panas serta memiliki sifat viskositas yang *reversible* ketika dipanaskan. Setiap unit *anhidroglukosa* pada CMC mempunyai tiga gugus hidroksil dan beberapa atom hidrogen yang dapat menyerap air dan mengentalkan adonan (Kamal, 2010).

4.1.3. Viskositas

Viskositas merupakan parameter ukuran kekentalan suatu cairan atau fluida serta ketahanannya untuk mengalir. Pada es krim, viskositas merupakan parameter yang penting yang dapat mempengaruhi mobilitas air di dalam partikel es krim dimana akan menentukan kualitas es krim nantinya (Widiantoko & Yunianta, 2014). Pada penelitian ini es krim kulit buah naga dan buah sirsak yang telah dibekukan kemudian di-*thawing* untuk kemudian diuji viskositasnya menggunakan alat *viscometer* yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh kekentalan es krim menggunakan jenis penstabil yang berbeda yakni CMC, gelatin, dan gum arab dengan variasi konsentrasi sebesar 0,1%, 0,3%, dan 0,5%.

Berdasarkan Tabel 7., dapat dilihat bahwa viskositas sampel beragam yakni berkisar 254,83 Pa.s hingga 382,83 Pa.s. Viskositas yang didapatkan oleh kontrol yakni tanpa

ditambahkan zat penstabil yaitu sebesar 254,83 Pa.s. Menurut Violisa *et al.* (2012), viskositas es krim komersial pada umumnya sebesar 72 Pa.s namun pada penelitian ini es krim yang ditambahkan kulit buah naga dan buah sirsak memiliki nilai viskositas lebih tinggi. Kulit buah naga dan sirsak diketahui memiliki kandungan serat yang cukup tinggi yakni mengandung 46,7% serat dan sirsak mengandung 33% serat (Waladi *et al.*, 2015). Kandungan ini dapat meningkatkan viskositas es krim karena serat pangan memiliki kemampuan menyerap air yang tinggi karena memiliki ukuran polimer yang besar dan kompleks serta memiliki banyak gugus hidroksil yang mampu menyerap air dengan banyak (Waladi *et al.*, 2015).

Pada pengujian viskositas pada konsentrasi 0,1% dan 0,5%, zat penstabil gelatin memberikan adonan es krim dengan viskositas yang tinggi dibanding dengan es krim yang diberi penstabil lainnya yaitu sebesar 331,00 Pa.s dan 382,83 Pa.s. Gelatin tersusun protein yang memiliki asam amino polar sehingga memiliki afinitas air yang tinggi (Peranganing *et al.*, 2005). Seperti pada Gambar 9., konsentrasi 0,5% memiliki nilai viskositas yang lebih tinggi dibanding konsentrasi lain dikarenakan meningkatnya konsentrasi zat penstabil sehingga dapat mengikat air dalam jumlah besar serta membentuk kerangka gel yang lebih kuat untuk mencegah air bergerak bebas sehingga viskositasnya meningkat (Widyasari *et al.*, 2018). Menurut Violisa *et al.* (2012), viskositas suatu cairan dipengaruhi oleh konsentrasi dan berat molekul penstabil. Semakin tinggi berat molekul dan konsentrasi penstabil maka dapat meningkatkan viskositas produk. Gelatin memiliki berat molekul rata-rata yang berkisar 50.000-200.000 sehingga seiring dengan bertambahnya konsentrasi gelatin maka viskositasnya akan meningkat (Pertwi *et al.*, 2018).

Berdasarkan uji beda nyata, gum arab yang ditambahkan pada sampel dapat berpengaruh signifikan pada viskositasnya. Gum arab yang ditambahkan membuat sampel es krim memiliki viskositas yang sangat rendah yakni berkisar 284,33 Pa.s hingga 339,67 Pa.s. Gum arab memiliki sifat mudah larut namun yang unik dari penstabil jenis ini adalah viskositasnya yang rendah. Gum arab membutuhkan 40-50% untuk ditambahkan ke dalam larutan untuk mengentalkannya (Idrus, 2013). Gum arab memiliki berat molekul yang lebih besar dibanding gelatin maupun CMC yaitu sebesar ± 500.000 serta struktur

yang lebih kompleks (Febriyanti & Astuti, 2014). Di sisi lain, gum arab memiliki kelemahan yakni tingkat penyerapan air oleh gum arab tidak bisa maksimal karena memerlukan *aging* yang lebih lama dibanding penstabil lain serta tidak tahan terhadap panas (Tantono *et al.*, 2017). Pada pembuatan es krim kulit buah naga dan buah sirsak, zat penstabil dicampurkan setelah susu dipasteurisasi sehingga pada proses ini gum arab banyak yang terdegradasi sehingga peningkatan viskositasnya tidak maksimal. Di sisi lain, proses *aging* pada penelitian ini hanya selama 4 jam sehingga tidak cukup untuk gum arab bekerja.

Pada Tabel 7., dapat dilihat bahwa hasil viskositas gelatin pada konsentrasi 0,3% lebih rendah dibanding CMC. Hal ini dapat terjadi karena suhu untuk melarutkan gelatin terlalu tinggi sehingga memungkinkan gelatin untuk melakukan hidrolisis lanjutan dan menyebabkan gelatin terdegradasi (Wulandari *et al.*, 2013). Es krim yang ditambahkan CMC pada konsentrasi 0,1% dan 0,5% memiliki nilai viskositas sebesar 320,33 Pa.s dan 373,83 Pa.s. Hal ini sesuai dengan teori Jumansyah *et al.* (2017), bahwa penambahan konsentrasi penstabil dapat berpengaruh nyata dalam meningkatkan viskositas adonan. Menurut Safitri *et al.* (2017), berat molekul CMC berkisar 34.235-48.885 dimana berat molekul ini lebih rendah dibanding gelatin sehingga pada penelitian ini viskositas es krim yang ditambahkan CMC lebih rendah dibanding es krim yang ditambahkan gelatin. Hal ini membuktikan bahwa viskositas dipengaruhi oleh berat molekul dan konsentrasi dari penstabil yang ditambahkan (Violisa *et al.*, 2012).

4.2. Analisis Kimia

4.2.1. Total Padatan

Total padatan menggambarkan jumlah padatan yang tersisa setelah kadar air dihilangkan seluruhnya. Padatan yang dapat terkandung dalam es krim meliputi karbohidrat, protein, vitamin, mineral, serat, dan lemak (Achmad *et al.*, 2012). Pada penelitian ini, total padatan dilakukan dengan metode oven. Prinsip metode ini adalah menghilangkan kandungan air pada produk hingga didapatkan berat yang konstan (Achmad *et al.*, 2012). Penambahan zat penstabil berpengaruh langsung pada total padatan begitu pula dengan peningkatan kadar zat penstabil yang akan meningkatkan kadar total padatan juga.

Semakin banyak konsentrasi penstabil yang ditambahkan maka semakin banyak pula air yang diikat sehingga air tidak mudah menguap dan akan meninggalkan padatan. Hal ini yang menyebabkan total padatan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi penstabil (Farikha *et al.*, 2013) . Selain itu, terlalu besar total padatan dapat membuat es krim memiliki viskositas yang terlalu besar akibatnya es krim memiliki *overrun* yang buruk dikarenakan adonan sulit mengembang (Puspitasari *et al.*, 2015)

Pada es krim skala ekonomi, standar total padatan untuk es krim adalah 35-37% (Achmad *et al.*, 2012). Berdasarkan hasil penelitian, es krim kontrol memiliki nilai total padatan dibawah standar untuk es krim pada umumnya yakni sebesar 25,52%. Hal ini menandakan bahwa masih banyak air bebas yang terdapat pada adonan kontrol sehingga saat dilakukan pemanasan total padatan menjadi rendah. Es krim yang dengan kandungan air bebas yang tinggi menunjukkan bahwa viskositasnya rendah dan masih banyak kristal es setelah pembekuan sehingga dapat menghasilkan es krim yang kasar (Susilowati *et al.*, 2014). Begitu pula pada sampel es krim yang ditambahkan gum arab pada semua konsentrasi dan kemudian gelatin pada konsentrasi 0,1% dan 0,3% serta CMC pada konsentrasi 0,1% memiliki total padatan dibawah standar es krim pada umumnya. Es krim kulit buah naga dan buah sirsak yang ditambahkan gelatin sebanyak 0,5% menunjukkan bahwa es krim memiliki total padatan yang melebihi standar. Hal ini menandakan bahwa viskositas es krim sedikit terlalu tinggi. Sampel es krim yang ditambahkan CMC pada konsentrasi 0,3% dan 0,5% sesuai dengan standar total padatan es krim yakni sebesar 36,51% dan 37,43%.

4.3. Analisis Korelasi

Hubungan antar parameter pada Tabel 8., menunjukkan korelasi dengan tingkat kepercayaan 99% pada setiap parameter uji. Hal ini menandakan bahwa adanya hubungan signifikan antar parameter uji pada penelitian ini. Uji viskositas memiliki hubungan berbanding lurus dengan total padatan sedangkan pada uji *overrun* dan *melting rate* akan berbanding terbalik. Seiring penambahan konsentrasi zat penstabil, viskositas dan total padatan pada es krim kulit buah naga dan sirsak juga akan bertambah namun nilai *overrun* dan *melting rate* akan menurun.

Penambahan zat penstabil seperti CMC, gum arab, dan gelatin akan meningkatkan viskositas suatu adonan begitu juga dengan adanya penambahan konsentrasi zat penstabil maka viskositasnya akan meningkat (Jumansyah *et al*, 2017). Peningkatan viskositas juga berpengaruh pada peningkatan total padatan karena memiliki hubungan yang berbanding lurus. Kadar air pada adonan akan menurun ketika suatu adonan ditambahkan zat penstabil dikarenakan air akan banyak diserap oleh zat penstabil. Hal ini membuat tidak banyak air yang menguap ketika dipanaskan dan menyisakan padatan (Farikha *et al.*, 2013).

Pada nilai *overrun* dan *melting* memiliki hubungan berbanding lurus namun berbanding terbalik dengan viskositas dan total padatan. Nilai *overrun* menunjukkan pengembangan pada es krim yang disebabkan adanya udara di dalam adonan. Semakin banyak udara di dalam es krim maka es krim menjadi cepat meleleh sehingga nilai *melting rate* menjadi tinggi disisi lain hal ini menandakan bahwa viskositas adonan rendah. Visksoitas adonan yang rendah membuat udara mudah menembus permukaan adonan ketika agitasi sehingga dapat meningkatkan nilai *overrun* (Susilawati *et al.*, 2014). Penambahan zat penstabil dapat meningkatkan viskositas namun membuat nilai *melting rate* menjadi turun. Hal ini menunjukkan bahwa es krim akan semakin resisten terhadap pelelehan ketika ditambahkan zat penstabil. Menurut Endrina & Pramono (2018), bahwa zat penstabil memiliki kandungan hidrokoloid yang dapat menyerap air bebas hingga viskositasnya meningkat. Kandungan air bebas yang sedikit pada es krim akan membuat es krim lebih resisten terhadap pelelehan.