V. PEMBAHASAN

5.1. Pengaruh Formulasi Terhadap *Thickness Vegetable Leather* Kemangi

Dalam penelitian Rianse (2017) dikatakan bahwa nilai ketebalan *vegetable leather* yang semakin tebal maka, produk dapat dikatakan semakin berkualitas. Hal ini dikarenakan dapat memberikan efek perlindungan yang lebih baik kepada makanan yang dikemas. Sesungguhnya, ketebalan *vegetable leather* dapat dibuat dan dipengaruhi oleh volume suspensi, ukuran plat cetakkan, waktu dan suhu pengeringan, komposisi dan total padatan larutan (Arham *et al.*, 2016; Rianse, 2017). Volum yang digunakan di dalam penelitian pada setiap variasi formula adalah 500 ml, sehingga volum air tidak berpengaruh terhadap *thickness vegetable leather* kemangi.

Berdasarkan hasil penelitian, *thickness* yang diperoleh adalah 0,06-0,16 mm dan sebagian besar formula, yaitu F6-F9, F14-F18, F22-F26 telah masuk ke dalam kualitas optimum yang berkisar antara 0,11-0,15 mm (Rianse 2017; Amiludin *et al.*, 2018). Penelitian ini menggunakan volume suspensi yaitu 0,43 ml/cm^2 menghasilkan *thickness* yang lebih rendah, sebesar 0,06-0,16 mm, sedangkan penelitian Rianse (2017) menggunakan 0,26 ml/cm^2 menghasilkan 0,15 mm, sehingga dapat disimpulkan penelitian ini telah sesuai dengan teori Kusumaningtyas *et al.* (2018) yang mengemukakan bahwa semakin banyak volum larutan yang dituang ke dalam cetakkan dengan satuan luas permukaan cetakkan yang sama yaitu per cm^2, maka semakin tinggi *thickness* yang dihasilkan, karena jumlah padatan terlarut semakin banyak.

Apabila dibandingkan dengan standar produk yang menyerupai *vegetable leather*, yaitu *edible film*, ketebalan *vegetable leather* sudah termasuk JIS (*Japanese Industrial Standard* (2019) yaitu maksimal 0,25 mm. Ukuran plat cetakkan kaca yang digunakan di dalam penelitian ini adalah 35 $\times$26$\times$ 2 cm dengan totas luas permukaan cetakkan sebesar 1517 cm^2 sedangkan di dalam penelitian Rianse (2017) menggunakan ukuran 32,5$\times$19,5$\times$8,5 cm dengan total luas permukaan cetakkan 1154 cm^2. Bagaimanapun, di dalam penelitian Amiludin *et al.* (2018) tidak dicantumkan ukuran cetakkan yang digunakan. Semakin besar volume larutan dengan ukuran cetakkan yang sama akan membuat *vegetable leather* akan semakin tebal.

Berdasarkan Tabel 8. Semakin tinggi konsentrasi kemangi yang ditambahkan, maka semakin tinggi *thickness* yang dihasilkan. Hal ini tidak sesuai dengan teori Ranjbar *et al.* (2017) dan Jouki *et al.* (2014) yang mengemukakan bahwa minyak esensial dalam kemangi dapat mengurangi *thickness vegetable leather*, karena dapat mengisi ruang kosong antar polimer serta bersifat hidrofobik, sehingga mencegah *binding agent* mengikat air. Hal ini dikarenakan sebagian besar minyak atsiri dalam bubur kemangi telah hilang akibat terkena panas pada saat proses *blanching*, perebusan serta pengeringan bubur kemangi (Turek & Stintzing,2013). *Thickness* bertambah diduga karena kemangi dapat meningkatkan total padatan dalam *vegetable leather* (Kusumawati *et al.*, 2013; Rianse, 2017).

Berdasarkan Tabel 8. Semakin tinggi konsentrasi karagenan yang ditambahkan, maka semakin tinggi *thickness* yang dihasilkan. Hasil ini sesuai dengan teori Rusli *et al.*, (2017) yang mengemukakan bahwa karagenan dapat meningkatkan total padatan, viskositas bubur kemangi serta merenggangkan jarak antar molekul, sehingga ruang kosong yang terdapat dalam matriks semakin besar dan *vegetable leather* kemangi menjadi lebih tebal (Deanti *et al.*, 2018). Berdasarkan Tabel. 8. Semakin tinggi konsentrasi gliserol, maka semakin tinggi *thickness*, Hal ini sesuai dengan teori Ahmadi *et al.* (2012) dan Rusli *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa gliserol memiliki sifat higroskopis, yaitu dapat menyerap air sehingga matriks membengkak dan gliserol tersebut dapat menempati matriks *vegetable leather* kemudian berinteraksi dengan karagenan dan membentuk polimer yang membuat jarak antar molekul karagenan semakin menjauh.

5.2. Pengaruh Formulasi Terhadap *Tensile Strength Vegetable Leather* Kemangi

Berdasarkan penelitian Arham *et al.* (2016), *tensile strength* menunjukkan resistensi *vegetable leather* terhadap guncangan saat pengiriman. *Tensile strength* yang rendah menunjukkan bahwa produk yang dihasilkan beresiko cepat robek dan putus ketika di dalam proses pengiriman sedangkan *tensile strength* yang tinggi menunjukkan bahwa produk lebih tahan terhadap guncangan. Dalam penelitian ini, *tensile strength* yang diperoleh adalah 0,70-6,38 N/mm^2. Sebagian besar formula, yaitu F3-F21 telah sesuai dengan kualitas optimum *vegetable leather*, yaitu 1,51-4,68 N/mm^2. F1-F2, F22-F27 tidak

termasuk kualitas optimum. Berdasarkan Warkoyo *et al.* (2014), *tensile strength vegetable leather* dipengaruhi oleh konsentrasi *binding agent.*

Penelitian Riyadi *et al.* (2016) dan Ekapaksi (2016) menggunakan konsentrasi karagenan sebagai *binding agent* sebesar 0,9% menghasilkan kualitas optimum *tensile strength* yaitu 1,59 hingga 2,14 N/mm^2 sedangkan penelitian Pematasari *et al.* (2017) menggunakan pektin sebesar 0,3% dan menghasilkan *tensile strength* sebesar 4,68 N/mm^2. Perbedaan ini disebabkan oleh jenis *binding agent* yang digunakan. Berdasarkan JIS (1975) dalam Ariska & Suyatno (2015) standar *tensile strength edible film,* yaitu produk yang menyerupai *vegetable leather* adalah minimal 3,92 N/mm^2 dan F18-F27 telah sesuai standar.

F22-F27 menggunakan konsentrasi karagenan yang lebih tinggi yaitu 1-1,5% dibandingkan optimum yaitu 0,9% yang menghasilkan *tensile strength* melebihi optimum yaitu 4,71-6,39 N/mm^2, sedangkan F1-F2 menggunakan konsentrasi karagenan yang lebih rendah yaitu 0,5% dibandingkan optimum yaitu 0,9% sehingga menghasilkan *tensile strength* kurang dari optimum yaitu 0,7-1,41 N/mm^2 . Hal ini dikarenakan semakin besar karagenan yang ditambahkan maka, total padatan *vegetable leather* semakin meningkat sehingga dapat membentuk ikatan hidrogen dengan senyawa penyusun *vegetable leather* dan membuat struktur *vegetable leather* semakin kohesif (Rusli *et al.*, 2017).

Berdasarkan Tabel 8. semakin tinggi konsentrasi kemangi maka, semakin tinggi nilai *tensile strength.* Hal ini dapat terjadi diduga karena kemangi dapat meningkatkan total padatan sehingga dapat meningkatkan *tensile strength*. Berdasarkan Tabel 7. semakin tinggi konsentrasi karagenan, maka semakin tinggi *tensile strength* yang dihasilkan. Hasil ini telah sesuai dengan penelitian Rusli *et al.* (2017) yang mengatakan bahwa karagenan dapat memperkuat ikatan antar molekul penyusun *vegetable leather* kemangi sehingga matriks yang dihasilkan semakin kohesif.

Berdasarkan Tabel 8. semakin besar konsentrasi gliserol, maka semakin tinggi *tensile strength* yang didapat. Hasil ini bertentangan dengan teori Ahmadi *et al.* (2012) dan Dick *et al.* (2015) ditemukan bahwa gliserol dapat menurunkan *tensile strength* karena bertindak sebagai *plasticizer* yang dapat menurunkan kekuatan intermolekuler di dalam matriks *vegetable leather* sehingga, *tensile strength* menjadi menurun. Hal ini dikarenakan gliserol

berinteraksi dengan karagenan sehingga, struktur *vegetable leather* yang telah dibentuk oleh karagenan akan menjadi semakin kokoh dan kompak (Handito, 2011).

5.3. Pengaruh Formulasi Terhadap *Elongation to break Vegetable Leather* Kemangi

Elongation to break menunjukkan kelenturan *leather* ketika dilipat. Berdasarkan Jantrawut *et al.* (2017), e*longation to break* yang tinggi menunjukkan bahwa *vegetable leather* kemangi bersifat lebih mudah untuk digulung karena fleksibel, namun beresiko untuk sobek karena ikatan antar molekul yang lemah. *Elongation to break* di dalam penelitian ini sebesar 23-47% dan tidak masuk ke dalam kualitas optimum yaitu 10-11,5%, karena air yang digunakan di dalam penelitian ini lebih banyak yaitu 500 ml dibandingkan dengan penelitian lainnya yaitu 400 ml (Rianse, 2017) dan 200 ml (Amiludin *et al.*, 2018).

Air dapat berperan sebagai *plasticizer* yang dapat membuat *vegetable leather* semakin plastis karena adanya penurunan *glass transition temperature* (Levine & Slade, 1988). Berdasarkan *Japanese Industrial Standard* (1975) dalam Ariska & Suyatno (2015), standar *elongation to break* adalah senilai lebih dari 50% dikatakan baik, namun apabila dibawah 10% dikatakan buruk sehingga, dapat disimpulkan bahwa *vegetable leather* kemangi telah memenuhi standard (Rusli *et al.*, 2017; Setyaningrum and J., 2017).

Berdasarkan Tabel 8. Semakin tinggi konsentrasi kemangi, maka semakin rendah *elongation to break* yang dihasilkan karena diduga kemangi dapat meningkatkan total padatan di dalam bubur kemangi. Berdasarkan Tabel 8. semakin tinggi konsentrasi karagenan, maka semakin rendah *elongation to break* yang didapat. Hasil ini telah sesuai dengan penelitian Handito (2011) yang melaporkan bahwa karagenan dapat membentuk matriks *vegetable leather* semakin kuat tetapi memiliki tekstur yang tidak elastis.

Berdasarkan Tabel 8. Semakin tinggi gliserol, maka semakin tinggi Berdasarkan penelitian Ahmadi *et al.* (2012) & Dwimayasanti (2016), penambahan gliserol dapat meningkatkan *elongation to break* karena gliserol akan masuk ke dalam matriks dan mengurangi gaya intermolekuler di dalam matriks sehingga memungkinkan mobilitas rantai polimer lebih fleksibel. Hal ini tidak sesuai dengan hasil penelitian, karena gliserol tersebut dapat berinteraksi dengan karagenan sehingga, struktur yang telah dibentuk oleh karagenan akan menjadi semakin kokoh dan kompak sehingga diperlukan gaya yang lebih besar untuk

memutuskan *vegetable leather* (Handito, 2011; Ariesta, 2016) .Selain itu, hal ini diduga karena konsentrasi gliserol yang ditambahkan terlalu sedikit yaitu hanya satu dan dua gram, sehingga seluruh gliserol cenderung berinteraksi dengan karagenan.

5.4. Pengaruh Formulasi Terhadap *Modulus Young Vegetable Leather* Kemangi

Berdasarkan Andrade (2016), parameter *modulus young* menunjukkan kekakuan *leather* ketika dilipat. Menurut Ariska & Suyatno (2015) dan Andrade (2016). *modulus young* yang tinggi dapat tahan terhadap tekanan, namun *modulus young* yang semakin rendah semakin beresiko sobek, rusak dan hancur. Berdasarkan hasil penelitian, *modulus young vegetable leather* kemangi yaitu 0,02-0,28 MPa dan berdasarkan *Japanese Industrial Standard* (9 bentuk lembaran yang sama dengan *vegetable leather*, memiliki standar *modulus young*, yaitu minimal 0,35 MPa dan dapat disimpulkan bahwa *modulus young* F1-F27 tidak memenuhi standar.

Hal ini dikarenakan di dalam penelitian ini menggunakan air yang berperan sebagai *plasticizer* dalam jumlah banyak yaitu, sebanyak 500 ml sehingga *vegetable leather* yang dihasilkan menjadi sangat fleksibel, namun memiliki resiko yang besar untuk sobek, rusak dan hancur (Ariska & Suyatno, 2015).

Berdasarkan Tabel 8. Semakin tinggi konsentrasi kemangi yang ditambahkan, maka semakin tinggi *modulus young* yang di dapat. Peningkatan *modulus young* diduga karena kemangi dapat menambah total padatan *vegetable leather* kemangi (Rianse, 2017). Berdasarkan Tabel 8. Semakin tinggi karagenan yang ditambahkan, maka semakin tinggi *modulus young* yang didapat. Hasil penelitian ini sudah sesuai dengan teori Saiful *et al.* (2013) yang berpendapat bahwa semakin tinggi konsentrasi karagenan yang ditambahkan, maka kekuatan matriks intraseluler *vegetable leather* semakin bertambah, sehingga produk menjadi lebih kaku yang ditandai dengan meningkatnya *modulus young.* Hasil ini didukung oleh Ariska & Suyatno (2015) yang mengatakan bahwa semakin tinggi karagenan yang ditambahkan, maka matriks di dalam produk semakin tebal dan membuat *modulus young* produk menjadi lebih tinggi. Selain itu, penambahan karagenan yang semakin banyak akan membuat viskositas larutan menjadi semakin kental sehingga, meningkatkan kekakuan *vegetable leather* (Prasetyaningrum *et al.*, 2010).

Berdasarkan Tabel 8. Semakin tinggi konsentrasi gliserol yang ditambahkan, maka semakin tinggi *modulus young* yang di dapat. Hasil penelitian ini berlainan dengan Arham *et al.* (2016) dan Darni *et al.* (2017) yang menemukan bahwa, semakin tinggi konsentrasi gliserol, maka nilai fleksibilitas *vegetable leather* meningkat, yang disebabkan oleh sifat higroskopsitas gliserol yang dapat menyimpan air. Hasil penelitian ini berbeda, dikarenakan gliserol dapat berinteraksi dengan karagenan, sehingga struktur yang telah dibentuk oleh karagenan akan menjadi lebih kokoh dan struktur *vegetable leather* menjadi lebih kaku(Handito, 2011).

5.5. Pengaruh Formulasi Terhadap *Solubility Vegetable Leather* Kemangi

Solubility menunjukkan kemudahan suatu produk untuk larut dan hancur ketika dikonsumsi. *Solubility* yang tinggi menunjukkan bahwa produk yang dibuat lebih cepat hancur di dalam mulut, namun tidak cocok untuk dijadikan pembungkus produk berkadar air tinggi sedangkan produk dengan *solubility* yang rendah cocok digunakan sebagai pembungkus produk berkadar air tinggi (Rusli *et al.*, 2017; Setyaji *et al.*, 2018). F1-F27 memiliki *solubility*, yaitu 0,82-7,14% dan keseluruhan formula tidak termasuk kualitas optimum, yaitu 71,43-72,50%.

Ketidaksesuaian *solubility vegetable leather* kemangi dengan kualitas optimum disebabkan oleh pengaruh ion (Caroline & Pratiwi, 2017). Dalam penelitian Rianse (2017) & Amiludin *et al.* (2018), pembuatan *vegetable leather* ditambahkan garam sebanyak lima gram. Ion natrium pada garam, dapat menghambat proses pembentukkan gel dan menurunkan kekuatan *gel* yang dibentuk (CPKelco, 2001) sehingga, pada saat dilarutkan di air maka, menghasilkan *solubility* yang lebih tinggi.

Berdasarkan Tabel 8. Semakin tinggi konsentrasi kemangi, maka semakin rendah *solubility* yang didapat. Hal ini sesuai dengan teori Song *et al.* (2018) dan Indrarti & Indriyati (2017) yang mengatakan bahwa adanya minyak esensial dapat berinteraksi dengan gugus hidroksil pada karagenan sehingga, dapat mengurangi keefektifan interaksi antara gugus hidroksil pada karagenan dengan air dan menurunkan *solubility*. Selain itu, minyak esensial bersifat sulit larut di dalam air dan ketika berikatan dengan karagenan diduga dapat membentuk senyawa baru yang bersifat hidrofobik dan menyebabkan *solubility* semakin rendah

(Dashipour *et al.*, 2014). Restrepo *et al.* (2018) menambahkan bahwa senyawa baru yang terbentuk sulit mempertahankan struktur *vegetable leather* yang terbentuk sehingga sulit larut.

Berdasarkan Tabel 8. Semakin tinggi karagenan yang ditambahkan, maka semakin tinggi *solubility* yang didapat. Hal ini tidak sesuai dengan teori Rusli *et al.* (2017) yang mengatakan bahwa semakin tinggi karagenan dapat menambah total padatan terlarut serta menambah jumlah ikatan antar molekul di dalam larutan sehingga, menurunkan *solubility.* Ketidaksesuaian tersebut dikarenakan oleh sifat hidrofilik yang dimiliki oleh karagenan (Saputri *et al.*, 2018; Setyaji and I., 2018).Selain itu, ketidaksesuaian tersebut diduga disebabkan oleh jumlah konsentrasi karagenan yang ditambahkan terlalu banyak sehingga, menyebabkan komponen penyusun matriksmenjadi lebih padat dan ikatan antar molekul air dan karagenan menjadi melemah dan sehingga mudah larut (Melanie *et al.*, 2017).

Berdasarkan Tabel 8. Semakin tinggi gliserol yang ditambahkan, maka semakin tinggi *solubility* yang didapat. Hal ini sesuai dengan teori Arham *et al.* (2016a) yang mengatakan bahwa gliserol memiliki sifat hidrofilik dan higroskopis, sehingga dapat meningkatakan total padatan terlarut dan meningkatkan *solubility*.Rusli *et al.* (2017) menambahkan bahwa, gugus hidroksil yang dimiliki oleh gliserol akan berikatan dengan air melalui ikatan hidrogen sehingga, kekompakkan struktur *vegetable leather* menjadi berkurang dan menjadi lebih mudah larut. Hal ini disperkuat oleh pernyataan Marsin & Muhamad (2016) yang mengatakan bahwa gliserol adalah *plasticizer* yang dapat mengurangi ikatan intramolekuler dengan rantai polimer yang ada sehingga membuat struktur matriks menjadi lebih mudah larut.

5.6. Pengaruh Formulasi Terhadap *Lightness Vegetable Leather* Kemangi

Lightness mengindikasikan intensitas terang atau gelapnya suatu produk yang ditunjukkan dalam skala nol yang paling gelap, hingga 100 yang paling terang. *Lightness* dapat mempengaruhi akseptibilitas dan kesukaan konsumen terhadap produk *leather* (Iskandar, 2018). Berdasarkan Tabel 9. *Lightness vegetable leather* kemangi yang didapat adalah 37,19-96,36 dan formula tersebut tidak termasuk kualitas optimum, yaitu 35,89 (Limiarti, 2017), karena dalam penelitian Limiarti (2017) *vegetable leather* menggunakan bahan

baku sayuran lokal yang lebih banyak, yaitu 70 gram dibandingkan dengan penelitian ini yang hanya menggunakan 7,5-15 gram.

Berdasarkan Tabel 9. semakin tinggi konsentrasi kemangi, maka semakin rendah *lightness* yang dihasilkan. Kemangi mengandung klorofil dan apabila konsentrasi kemangi ditambahkan, maka kandungan klorofil bertambah dan warna hijau yang terbentuk semakin pekat sehingga membuat *lightness vegetable leather* semakin menurun (Pareek *et al.*, 2017).Hasil penelitian ini diperkuat oleh Nouri & Nafchi (2014) yang menambahkan bahwa ekstrak daun betel yang berwarna hijau pada *vegetable leather* sehingga *vegetable leather* yang dihasilkan memiliki warna hijau tua dengan *lightness* yang lebih rendah. Selain itu, Choi *et al.* (2017) mengemukakan bahwa kandunganminyak esensial dalam kemangi juga dapat memperkeruh warna *vegetable leather* karena menyebabkan *light scattering* pada produk sehingga dihasilkan *lightness* yang lebih rendah. Hasil penelitian ini sesuai dengan (Mehdizadeh *et al.*, 2012; Cofelice *et al.*, 2019).

Berdasarkan Tabel 9. semakin tinggi konsentrasi karagenan, maka *lightness* yang dihasilkan semakin rendah. Hal ini sesuai dengan teori Marrudin *et al.* (2018) yang mengemukakan bahwa gelap /terangnya *vegetable leather* dapatdipengaruhi oleh *thicknes vegetable leather*. Berdasarkan Tabel 8. dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi karagenan yang ditambahkan, maka semakin tebal *vegetable leather* yang dihasilkan.Penyataan Marrudin *et al.* (2018) diperkuat oleh Khairunnisa *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa semakin tebal *vegetable leather*, maka semakin tinggi kandungan total padatan. Kandungan total padatan yang tinggi akan membuat difusi cahaya semakin tinggi sehingga warna *vegetable leather* terlihat semakin buram.

Berdasarkan Tabel 9. semakin tinggi konsentrasi gliserol yang ditambahkan, maka semakin rendah *lightness* yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan teori Khairunnisa *et al.* (2018) yang mengatakan bahwa gliserol dapat meningkatkan total padatan dan dapat membuat *vegetable leather* menjadi lebih tebal sehingga, meningkatkan difusi cahaya dan *vegetable leather* terlihat semakin buram. Pernyataan ini diperkuat oleh Afifah *et al.* (2018), penambahan konsentrasi gliserol yang semakin tinggi, dapat semakin mengurangi tingkat kecerahan *vegetable leather* yang disebabkan oleh terbentuknya kristal-kristal gula pada permukaan *vegetable leather* sehingga, transparansi *vegetable leather* berkurang kemudian menurunkan *lightness* (Afifah *et al.*, 2018)

Lightness yang diperoleh dari penambahan kemangi dari 7,5 g hingga 15 g adalah 37,19±0,75-72,52±0,65-96,35±0,92 namun, belum dapat menyamai nori komersial yang memiliki *lightness* sebesar 31,45±1,26. Hal ini diduga disebabkan oleh perbedaan konsentrasi pigmen dan komposisi produk. Nori terbuat dari *Porphyra sp.* yang memiliki pigmen merah fikoeritrin dan fikosianin (Loupatty, 2014) selain itu, nori dibuat dari rumput laut *porphyra sp.* utuh, tanpa penambahan *binding agent*, air ataupun penyedap rasa (Loupatty, 2014). Kandungan fikoeritrin dan fikosianin dalam satu g berat kering *porphyra sp.* lebih besar yaitu sebesar 63,2–95,1 mg dan 28.8–64.8 mg(Lin & Stekoll, 2011), apabila dibandingkan dengan kandungan klorofil dalam satu g berat kering kemangi sebesar 0,08-0,14 mg (Parmar *et al.*, 2018).

5.7. Pengaruh Formulasi Terhadap Nilai a* *Vegetable Leather* Kemangi

a* mengindikasikan warna hijau dan merah pada suatu produk serta dapat mempengaruhi akseptibilitas dan kesukaan konsumen terhadap produk *leather* (Iskandar, 2018). Semakin tinggi a*, maka produk berwarna kemerahan, sedangkan semakin rendah a* maka produk berwarna kehijauan. Berdasarkan Tabel 7., F1-F27 memiliki a* sebesar -8,5 hingga -0,62 dan formula tersebut tidak termasuk kualitas optimum, yaitu -0,47 (Limiarti, 2017).

Hal ini menunjukkan bahwa kualitas optimum *vegetable leather* berwarna lebih merah dan disebabkan oleh kandungan karotenoid daun kelor yang lebih tinggi dibandingkan dengan daun kemangi (Riyanto *et al.*, 2015). Berdasarkan Leone *et al.*, (2015) kandungan beta karoten dalam kelor yaitu 6,63-6,8 mg/100 g dan berdasarkan Majkowska-Gadomska *et al.* (2015) kandungan beta karoten dalam kemangi, yaitu 0,364-0,768 mg/100g.

Berdasarkan Tabel 9. semakin tinggi konsentrasi kemangi, maka semakin rendah a* sehingga, warna hijau yang dihasilkan semakin pekat. Kemangi mengandung klorofil yang dapat membuat warna *vegetable leather* semakin hijau seiring bertambahnya konsentrasi kemangi (Nouri & Nafchi, 2014; Pareek *et al.*, 2017). Berdasarkan Tabel 9. Semakin tinggi konsentrasi karagenan yang ditambahkan, maka a* semakin tinggi. Berdasarkan Marrudin *et al.*, (2018) dikatakan bahwa ketebalan yang dipengaruhi oleh karagenan dapat mempengaruhi daya tembus cahaya yang akan mempengaruhi nilai a* dan b*. Dari penelitian ini dapat dikatakan bahwa *vegetable leather*, maka semakin gelap dan buram

warna *vegetable leather* yang dihasilkan sehingga, mendapatkan nilai a* yang semakin tinggi.

Berdasarkan Tabel 9. semakin tinggi konsentrasi gliserol yang ditambahkan, maka semakin tinggi nilai a*. Hal ini sesuai dengan penelitian Afifah *et al.* (2018) dan disebabkan kemampuan gliserol dalam meningkatkan *total color difference* pada *vegetable leather* (Basiak *et al.*, 2018)dan membentuk kristal – kristal yang akan mempengaruhi refleksi cahaya (Jongjareonrak *et al.*, 2006). Nilai a* tertinggi didapatkan oleh nori komersial. Hal ini disebabkan adanya perbedaan pigmen antara *nori* dengan kemangi. Nori terbuat dari *Porphyra sp.* yang memiliki pigmen merah fikoeritrin dan fikosianin (Loupatty, 2014) selain itu, nori dibuat dari rumput laut *porphyra sp.* utuh, tanpa penambahan *binding agent*, air ataupun penyedap rasa (Loupatty, 2014), sedangkan kemangi mengandung klorofil dan memberi warna hijau pada kemangi yang ditandai dengan semakin rendah nilai a*.

5.8. Pengaruh Formulasi Terhadap Nilai b* *Vegetable Leather* Kemangi

b* mengindikasikan warna kuning dan biru pada suatu produk. Semakin tinggi b*, maka produk berwarna semakin kuning, sedangkan semakin rendah b* maka produk berwarna semakin biru. b* dapat mempengaruhi akseptibilitas dan kesukaan konsumen terhadap produk *leather* (Iskandar, 2018). Berdasarkan Tabel 7. b* yang didapat di dalam penelitian ini adalah 7,72-30,74, sehingga F1-F27 tidak memasukki kualitas optimum, yaitu 2,05 (Limiarti, 2017). Hal ini dikarenakan pada penelitian Limiarti (2017), bubur kelor dikeringkan dengan suhu 60°C dan waktu yang lebih singkat, yaitu enam jam dibandingkan dengan penelitian ini, yaitu hingga 21 jam. Penggunaan waktu pengeringan yang terlalu lama dapat meningkatkan intensitas warna kuning, akibat oksidasi vitamin C yang semakin banyak (Iskandar, 2018).

Berdasarkan Tabel 9. Semakin tinggi konsentrasi kemangi yang ditambahkan maka, semakin tinggi nilai b*. Hal ini dikarenakan kemangi tidak hanya mengandung klorofil, yang merupakan zat warna hijau daun, tetapi juga mengandung karotenoid yaitu lutein, zeaxantin dan beta-karoten yang dapat meningkatkan b* (Kopsell *et al.*, 2005; Nouri & Nafchi, 2014).

Berdasarkan Tabel 9. Semakin tinggi konsentrasi karagenan, maka akan meningkatkan b*. Penambahan karagenan akan meningkatkan ketebalan dan apabila *vegetable leather* semakin tebal, *vegetable leather* memiliki transparansi yang berkurang, sehingga mempengaruhi nilai a* dan b* (Marrudin *et al.*, 2018). Selain itu, bubuk karagenan yang digunakan berwarna putih kekuningan oleh karena itu, semakin banyak karagenan yang ditambahkan, maka nilai b* *vegetable leather* kemangi semakin kuning yang disebabkan adanya kandungan karotenoid pada bubuk karagenan (Setyorini *et al.*, 2018; Natalia & Ristianingsih, 2019).

Berdasarkan Tabel 9. Semakin tinggi gliserol, maka semakin tinggi b* yang dihasilkan. Dalam penelitian Afifah *et al.* (2018) semakin besar konsentrasi gliserol yang ditambahkan pada *vegetable leather*, maka *vegetable leather* memiliki nilai b* yang semakin meningkat. Hasil penelitian ini tidak sesuai dengan (Afifah *et al.*, 2018). Hal ini diduga karena gliserol membentuk kristal – kristal yang akan mempengaruhi refleksi cahaya yang dipantulkan oleh kromameter (Jongjareonrak *et al.*, 2006), sehingga, berpengaruh pada nilai b*. Selain itu, gliserol dapat membuat *vegetable leather* menjadi semakin lebih tebal yang menyebabkan derajat kekuningan *vegetable leather* menjadi lebih tinggi (Edyson, 2015).

Nori komersial memiliki nilai b* terendah apabila dibandingkan dengan *vegetable leather*. Nilai b* yang rendah menunjukkan bahwa warna nori cenderung lebih berwarna biru. Hal ini dikarenakan nori komersial terbuat dari *Porphyra sp.* yang memiliki pigmen warna yang berbeda dengan klorofil, yaitu fikoeritrin yang berwarna merah keunguan (Yabuta *et al.*, 2010). Warna ungu yang adalah campuran dari merah dan biru sehingga dihasilkan kombinasi nilai a* tinggi dan nilai b* rendah membentuk warna ungu pigmen fikoeritrin (Yabuta *et al.*, 2010).

5.9. Pengaruh Formulasi Terhadap *Hue Vegetable Leather* Kemangi

Berdasarkan *review* Pathare *et al.* (2013), *hue* merupakan atribut kualitatif warna suatu produk pangan dan secara tradisional, warna produk di definisikan sebagai kemerahan, kehijauan, kekuningan dan kebiruan. Produk yang memiliki sudut *hue* sebesar 0° ataupun 360° memiliki warna kemerahan, sudut *hue* sebesar 90° memiliki warna kehijauan, sudut *hue* sebesar 180° memiliki warna kekuningan dan sudut *hue* sebesar 270° memiliki warna

kebiruan. Nori komersial memiliki nilai *hue* sebesar 26,45^{o} dan mengindikasikan bahwa *hue* produk mendekati angka nol, sehingga dapat dikatakan bahwa produk berwarna kemerahan. Warna merah yang didapatkan, berasal dari fikoeritrin yang terkandung di dalam *Porphyra sp.*, yaitu pigmen yang berwarna merah keunguan (Yabuta *et al.*, 2010).

Berdasarkan hasil penelitian, formulasi F1-F27 mendapat *hue* sebesar 92,25-105,65^{o} yang mendekati warna kekuningan dan tidak ada formula yang memasukki kualitas optimum, yang berkisar antara 62,17- 84,73^{o} (Amiludin *et al.*, 2018; Rodiyanti *et al.*, 2017). Hal ini disebabkan oleh waktu pengeringan yang lebih lama, yaitu 21 jam, apabila dibandingkan dengan Amiludin *et al.* (2018) yang hanya membutuhkan waktu sebesar 15 jam. Bersama dengan waktu pengeringan yang cukup tinggi, suhu pengeringan yang diaplikasikan di dalam penelitian ini juga cukup tinggi, yaitu 60°C dan apabila dibandingkan dengan Rodiyanti *et al.* (2017) yang hanya menggunakan suhu pengeringan 50°C.

Pengeringan dengan suhu yang tinggi dan waktu yang lama mengakibatkan klorofilase menjadi aktif yang dapat memutus rantai fitol pada klorofil, selain itu selama pemanasan berlangsung, secara perlahan pH matriks daun menjadi asam dan menghasilkan ion hidrogen. Sebanyak dua ion hidrogen tersebut akan menggantikan ion magnesium yang terletak pada cincin porfirin. Kedua proses tersebut mengakibatkan struktur klorofil berubah menjadi peofitin dan peoforbid sehingga mengakibatkan *vegetable leather* kemangi berwarna *olive dull* atau hijau kecokelatan (Erge *et al.*, 2008).

Berdasarkan Tabel 9. Penambahan kappa karagenan dan gliserol dapat mempengaruhi *hue*, karena kappa karagenan dapat meningkatkan ketebalan *leather* sehingga variasi hasil ketebalan yang berbeda-beda dapat mempengaruhi refleksi cahaya yang dikeluarkan oleh kromameter (Jongjareonrak *et al.*, 2006), sedangkan gliserol dapat membentuk kristal-kristal gula tidak kasat mata yang membuat transparansi *vegetable leather* semakin buram, selanjutnya akan mempengaruhi *hue* yang didapat (Afifah *et al.*, 2018).

5.10. Pengaruh Formulasi Terhadap Kadar Air *Vegetable Leather* Kemangi

Analisis kadar air digunakan untuk mengukur jumlah air yang terdapat dalam produk pangan. Berdasarkan Diova *et al.* (2013) kadar air yang rendah mengindikasikan bahwa produk memiliki umur simpan yang lebih lama. Berdasarkan Tabel 10. kadar air *vegetable*

leather kemangi F1-F27 dalam penelitian ini sebesar 7,09-12,38% dan variasi formulasi tersebut sudah memasukki kualitas optimum *vegetable leather,* yaitu 4,85-18,82%.

Berdasarkan hasil penelitian Veena *et al.* (2015) dan Dashipour *et al.* (2014) kemangi mengandung minyak esensial, yang dapat menganggu struktur polisakarida dan mengubah struktur tersebut menjadi bersifat hidrofobik. Oleh karena itu, struktur tersebut sulit mempertahankan kandungan air ketika dipanaskan dan menghasilkan *vegetable leather* dengan kadar air yang rendah dan teori tersebut telah sesuai dengan Tabel 10. yang dapat disimpulkan bahwa *vegetable leather* kemangi yang dibuat dengan 15 gram kemangi memiliki kadar air yang paling rendah yaitu 7,09-8,87%.

Kappa karagenan bersifat hidrofilik ketika dipanaskan (Sulistyo *et al.*, 2018), karena pada Gambar 1. kappa karagenan memiliki dua gugus hidroksil dan mengandung sekitar 25-30% gugus ester sulfat (Necas & Bartosikova, 2013), sehingga semakin banyak kappa karagenan yang digunakan, maka semakin banyak kandungan air yang diikat dan kandungan air *vegetable leather* kemangi semakin tinggi (Yao *et al.*, 2017). Pernyataan ini telah terbukti di dalam Tabel 10. bahwa *vegetable leather* kemangi yang diproduksi dengan menggunakan 7,5-7,7 gram kappa karagenan memiliki kadar air yang paling tinggi, yaitu 8,87-10,24% dibandingkan dengan menggunakan 2,5-5,5 gram kappa karagenan.

Selain kappa karagenan, gliserol memiliki sifat hidrofilik dan higroskopis (Rusli *et al.*, 2017), karena pada Gambar 2. gliserol memiliki tiga gugus hidroksil sehingga dapat mengikat lebih banyak kandungan air (Afifah *et al.*, 2018). Pernyataan ini telah terbukti pada Tabel 10. yang dapat disimpulkan bahwa *vegetable leather* kemangi yang terbuat dari dua gram gliserol memiliki kadar air dengan jumlah tertinggi yaitu 8,87-11,84% dibandingkan dengan tanpa dan menggunakan satu gram gliserol.

5.11. Pengaruh Formulasi Terhadap IC_{50} *Vegetable Leather* Kemangi

Antioksidan adalah kandungan yang bermanfaat untuk menangkal radikal bebas dan mencegah penyakit degeneratif. Shehata (2018) menambahkan bahwa IC_{50} merupakan konsentrasi larutan dalam *part per million* (ppm), yang dibutuhkan untuk menangkal sebanyak 50% radikal bebas. Berdasarkan Tabel 10. dapat disimpulkan bahwa variasi formulasi F1-F27 memiliki IC_{50} sebesar 1509,53-4736,57 ppm. Kualitas optimum

vegetable leather adalah 85,69-1545,24 ppm (Ariesta, 2016, Amiludin *et al.*, 2018). Variasi formulasi F27 yang bernilai 1509,53 ppm, telah termasuk ke dalam kualitas optimum IC_{50}, yaitu 85,69-1545,24 ppm sedangkan F1-F26 tidak termasuk ke dalam kualitas optimum. Hal ini dikarenakan pada F1-F26 tidak memiliki karagenan, gliserol yang cukup sehingga kandungan antioksidan tidak dapat dipertahankan.

Berdasarkan Tabel 10. semakin kecil IC_{50} maka, semakin sedikit volume larutan yang dibutuhkan untuk menangkal 50% radikal bebas dan diduga bahwa *vegetable leather* tawa'oloho memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan dengan *vegetable leather* katuk dan kemangi. Hal ini dikarenakan bahwa di dalam pembuatan *vegetable leather* tawa'oloho, bahwa variasi formulasi F1-F27 memiliki IC_{50} sebesar 1509,53-4736,57 ppm. Amiludin *et al.*(2018) menggunakan rumput laut menghasilkan IC_{50} sebesar 85.69 ppm, sedangkan dalam pembuatan *vegetable leather* daun katuk, Ariesta (2016) menggunakan bubuk ekstrak rumput laut dan menghasilkan IC_{50} sebesar 1545,24 ppm.

Berdasarkan Tabel 10. semakin tinggi konsentrasi kemangi, maka semakin rendah IC_{50} yang didapat. Hal ini membuktikan bahwa jumlah larutan yang dibutuhkan untuk menagkal sebanyak 50% radikal bebas sedikit dan diduga aktivitas antioksidan *vegetable leather* semakin tinggi yang diakibatkan oleh penambahan konsentrasi kemangi. Hasil penelitian ini sesuai dengan teori Nuansa *et al.* (2017) yang berpendapat bahwa semakin tinggi minyak esensial yang ditambahkan, maka semakin tinggi kandungan antioksidan, yang disebabkan oleh semakin banyaknya jumlah fenol yang tersedia untuk menangkap radikal bebas.

Berdasarkan Tabel 10. semakin tinggi konsentrasi karagenan, maka semakin rendah IC_{50} yang didapat. Hal ini membuktikan bahwa jumlah larutan yang dibutuhkan untuk menagkal sebanyak 50% radikal bebas sedikit dan diduga memiliki aktivitas antioksidan *vegetable leather* semakin tinggi yang disebabkan oleh semakin banyak kappa karagenan. Hasil penelitian ini sesuai dengan teori Nuansa *et al.* (2017) yang berpendapat bahwa karagenan dapat melindungi senyawa fenolik yang terdapat dalam kemangi yang disebabkan oleh terbentuknya *double heliks* yang semakin banyak sehingga dapat memproteksi senyawa fenolik secara lebih maksimal dari panas.

Berdasarkan Tabel 10. semakin tinggi konsentrasi gliserol, maka semakin rendah IC_{50} yang didapat. Hal ini membuktikan bahwa jumlah larutan yang dibutuhkan untuk menagkal sebanyak 50% radikal bebas yaitu semakin sedikit dan diduga memiliki aktivitas antioksidan *vegetable leather* yang semakin tinggi, disebabkan oleh semakin banyak gliserol. Hasil penelitian ini sesuai dengan teori Nuansa *et al.* (2017) dan Guidara *et al.* (2019) yang berpendapat bahwa gliserol dapat melindungi senyawa fenolik yang terdapat dalam kemangi yang disebabkan oleh gugus hidroksil pada gliserol yang akan membentuk ikatan hidrogen dengan gugus hidroksil pada senyawa fenol, sehingga senyawa fenolik dapat dipertahankan dari panas.

5.12. Nilai Kesukaan *Sushi*

Sushi adalah makanan tradisional Jepang yang terdiri dari nasi asam yang merupakan campuran cuka beras, ikan masak ataupun ikan mentah yang digulung menggunakan nori(Atanassova *et al.*, 2016). Berdasarkan Tabel 11. untuk aspek *overall*, *aroma* dan tekstur, formula yang paling mendekati dengan kontrol adalah F23 yang terdiri dari 7,5 gram kemangi, lima gram karagenan, dua gram gliserol sedangkan untuk aspek warna, penampilan dan *flavour*, formula yang paling mendekati dengan kontrol adalah F24 yang terdiri dari 15 gram kemangi, lima gram karagenan dan dua gram gliserol.

F23 memiliki aspek *overall*, aroma dan tekstur yang paling mendekati kontrol, karena F23 memiliki aroma yang *mild*, dan ketika dikunyah, tidak menimbulkan *after texture* yang terlalu kenyal (Karminto *et al.*, 2019), karena kappa karagenan yang digunakan hanya lima gram. F24 memiliki warna, penampilan dan *flavour* yang paling mendekati kontrol, karena F24 memiliki warna yang paling gelap dan pekat (Karminto *et al.*, 2019), sehingga berdasarkan pada Tabel 11. *sushi* dengan pembungkus *vegetable leather* kemangi memiliki penampilan yang menyerupai *sushi* dengan pembungkus *nori*.