

IV. PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Kimia

4.1.1. Kadar air

Menurut SNI 01-2973-1992 dan SNI 2973-2022, kadar air maksimum yang terkandung dalam kukis adalah 5%. Dalam penelitian ini, kadar air pada kukis tepung tapioka tanpa penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor serta kukis tepung tapioka dengan penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor masih memenuhi syarat SNI tersebut.

Berdasarkan hasil uji kadar air pada Tabel 5, diperoleh bahwa kukis kontrol dan kukis dengan penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor memiliki perbedaan nyata. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor pada kukis bebas gluten memberikan pengaruh terhadap kadar air kukis. Penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor menyebabkan meningkatnya kadar air dalam kukis. Diduga peningkatan kadar air oleh penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor adalah kandungan protein dan serat dari kedua bahan tersebut. Kandungan protein tersebut berinteraksi dengan air karena protein memiliki kemampuan yang tinggi untuk mengikat air (Setyawati *et al.*, 2020). Protein memiliki gugus yang bersifat hidrofilik, yaitu gugus hidroksil dan karboksil (Astawan & Khaidar, 2016; Wulandari *et al.*, 2019). Pada saat terjadi proses pemanasan, air yang terikat oleh protein menjadi sulit menguap sehingga kukis memiliki kadar air yang tinggi. Serat juga memiliki kemampuan kuat untuk mengikat air sehingga walaupun terjadi proses pemanasan, air yang teruapkan relatif kecil (Widiantara *et al.*, 2018). Penelitian Widiantara *et al.* (2018) menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi kuning telur berdampak pada peningkatan kadar protein sehingga menghasilkan kadar air kukis yang lebih tinggi. Selain itu, penelitian Widiantara *et al.* (2018) juga menunjukkan bahwa penambahan tepung koro yang memiliki kadar serat yang tinggi berdampak pada peningkatan kadar air kukis.

Namun, antar kukis dengan perbedaan rasio tepung edamame dan bubuk daun kelor tidak terdapat perbedaan nyata. Hal tersebut menunjukkan bahwa variasi rasio tepung edamame dan bubuk daun kelor tidak memberikan pengaruh terhadap kandungan air dalam kukis. Uji kadar protein dalam Tabel 5 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kadar protein antar ketiga kukis dengan variasi tepung edamame dan bubuk daun kelor yang berbeda. Namun, pemanasan yang terjadi saat pengujian kadar air dapat menyebabkan terjadinya denaturasi protein dalam kukis tersebut. Menurut Setiani *et al.*, (2021), salah satu faktor penyebab denaturasi protein adalah pemanasan. Denaturasi protein dapat berpengaruh terhadap penurunan kemampuan mengikat airnya (Rusdiansyah *et al.*, 2021).

4.1.2. Kadar abu

Menurut SNI kukis terbaru, yaitu SNI 2973-2022, kadar abu maksimum yang terkandung dalam kukis adalah 0,5%. Namun, kadar abu yang dimaksud dalam syarat mutu SNI tersebut adalah abu tidak larut dalam asam. Kadar abu tidak larut dalam asam adalah kadar abu yang diperoleh dari kontaminan/bahan pengotor (BSN, 2018). Dalam penelitian ini, kadar abu diperoleh menggunakan metode pengukuran kadar abu total. Metode pengukuran kadar abu total menunjukkan jumlah bahan anorganik/kandungan mineral dalam bahan pangan (Sudarmadji dalam Hidayati, 2018).

Hasil uji kadar abu pada Tabel 5 menunjukkan bahwa kukis dengan tambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor memiliki perbedaan nyata dengan kukis kontrol. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor berpengaruh terhadap kadar abu kukis. Penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor meningkatkan kadar abu pada kukis. Kadar abu menunjukkan jumlah kandungan mineral yang terdapat dalam suatu bahan makanan (Herman *et al.*, 2011). Tepung edamame dan bubuk daun kelor mengandung mineral sehingga dengan ditamapkannya tepung edamame dan

bubuk daun kelor ke dalam kukis, maka semakin tinggi juga kadar abu yang terkandung dalam kukis.

Beberapa contoh mineral yang terkandung dalam tepung edamame dan bubuk daun kelor, yaitu zat besi, kalsium, kalium, dan fosfor (Diantoro *et al.*, 2015; Manggara & Muhammad, 2018; Dewi *et al.*, 2019; Rahman *et al.*, 2019). Tepung edamame mengandung 14% fosfor, 14% kalium, 7% kalsium, dan 0,17% zat besi (Rahman *et al.*, 2019). Bubuk daun kelor mengandung 1,28% fosfor, 26,49% kalium, 60,37% kalsium, dan 2,04% zat besi (Manggara & Muhammad, 2018). Sedangkan, tepung tapioka mengandung 12,5% fosfor, 0,71% kalium, 8,4% kalsium, dan 0,1% zat besi (Data Komposisi Pangan Indonesia, 2018). Jumlah penggunaan tepung tapioka dengan jumlah penggunaan kombinasi tepung edamame dan bubuk daun kelor memiliki perbandingan 70 gram : 30 gram. Variasi rasio tepung edamame dan bubuk daun kelor tidak memiliki perbedaan nyata terhadap kadar abu kukis. Hal tersebut diduga karena kombinasi dari tepung edamame dan bubuk daun kelor menghasilkan kukis dengan kadar mineral yang tidak terlalu berbeda jauh yang berdampak pada tidak adanya perbedaan nyata pada kadar abu.

4.1.3. Kadar protein

Menurut SNI kukis terbaru, yaitu SNI 2973-2022, kadar protein yang terkandung dalam kukis adalah minimum 4,5%. Dalam penelitian ini, kadar protein pada kukis tepung tapioka dengan penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor sudah memenuhi syarat SNI tersebut. Kadar protein terendah terdapat pada kukis dengan penambahan 24 gram tepung edamame dan 6 gram bubuk daun kelor, yaitu sebesar 6,66%. Sedangkan, kukis tepung tapioka tanpa penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor memiliki kadar protein sebesar 3,79% sehingga belum memenuhi SNI. Kadar protein yang rendah ini diduga karena pada penelitian ini menggunakan tepung tapioka sebagai pengganti tepung terigu. Umumnya, kukis menggunakan tepung terigu protein rendah dengan kadar protein

sebesar 8-10% (Gisslen dalam Sutriyono *et al.*, 2016; Oktaviana *et al.*, 2017). Sedangkan, tepung tapioka memiliki kadar protein yang lebih kecil dari tepung terigu protein rendah, yaitu sebesar 1,1% (Data Komposisi Pangan Indonesia, 2018).

Hasil uji kadar protein pada Tabel 5 menunjukkan bahwa kukis dengan penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor berbeda nyata dengan kukis kontrol. Selain itu, antar kukis dengan variasi rasio tepung edamame dan bubuk daun kelor juga terdapat perbedaan nyata. Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa penambahan serta variasi rasio tepung edamame dan bubuk daun kelor berpengaruh terhadap kadar protein kukis. Penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor meningkatkan kadar protein kukis sebesar 2,87 - 3,64%.

Dalam tepung edamame dan bubuk daun kelor mengandung protein masing-masing sebesar 36,15% dan 25,02% (Cornelia & Ignatius, 2020; Gonzales-Burgos *et al.*, 2021). Sedangkan, tepung tapioka mengandung protein 1,1% (Data Komposisi Pangan Indonesia, 2018). Perbandingan jumlah penggunaan tepung tapioka dengan jumlah penggunaan kombinasi tepung edamame dan bubuk daun kelor adalah 70 gram : 30 gram. Kandungan protein dari tepung edamame dan bubuk daun kelor lebih besar dibandingkan tepung tapioka, sehingga menyebabkan kadar protein kukis meningkat setelah ditambahkan tepung edamame dan bubuk daun kelor.

Kadar protein menurun seiring dengan meningkatkan jumlah tepung edamame. Peningkatan protein hanya terjadi pada antara kukis F2 dengan jumlah tepung edamame 24 gram dan kukis F3 dengan jumlah tepung edamame 26 gram. Kadar protein yang berbanding terbalik dengan peningkatan jumlah tepung edamame ini tidak sesuai dengan teori karena kandungan protein tepung edamame lebih besar dibandingkan kandungan protein bubuk daun kelor. Penurunan kadar protein ini diduga disebabkan oleh adanya asam fitat dalam tepung edamame. Walaupun

tepung edamame mengandung protein yang lebih tinggi, namun keberadaan asam fitat dapat mengganggu ketersediaan protein dalam kukis. Menurut Anam *et al.* (2010), asam fitat dapat menyebabkan menurunnya kadar protein karena asam fitat tersebut dapat mengikat protein. Asam fitat tahan terhadap pemanasan sehingga proses pemanggangan tidak mengurangi asam fitat dalam kukis. Asam fitat dapat dihilangkan dengan cara fermentasi (Arief *et al.*, 2011). Penelitian Sarjono *et al.* (2006) menunjukkan bahwa peningkatan kadar asam fitat menurunkan kandungan protein produk.

4.1.4. Kadar lemak

Menurut SNI 01-2973-1992, kadar lemak minimum yang terkandung dalam kukis adalah 9,5%. Dalam penelitian ini, kadar lemak pada kukis tepung tapioka tanpa penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor serta kukis tepung tapioka dengan penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor sudah memenuhi syarat SNI tersebut. Berdasarkan hasil uji kadar lemak pada Tabel 5, kukis kontrol dengan kukis F2 (24 gram tepung edamame : 6 gram bubuk daun kelor) dan kukis F3 (26 gram tepung edamame : 4 gram bubuk daun kelor) tidak memiliki perbedaan nyata pada kadar lemaknya. Peningkatan kadar lemak yang berbeda nyata terdapat pada kukis F1 (22 gram tepung edamame : 8 gram bubuk daun kelor). Peningkatan kadar lemak pada kukis yang ditambahkan tepung edamame dan bubuk daun kelor dikarenakan oleh kadar lemak dari kombinasi tepung edamame dan bubuk daun kelor lebih besar dibandingkan kadar lemak dari tepung tapioka. Masing-masing tepung edamame dan bubuk daun kelor mengandung lemak sebesar 20,14% dan 10,42% (Cornelia & Ignatius, 2020; Gonzales-Burgos *et al.*, 2021). Sedangkan, kandungan lemak tepung tapioka sebesar 0,5% (Data Komposisi Pangan Indonesia, 2018). Jumlah penggunaan tepung tapioka dengan jumlah penggunaan kombinasi tepung edamame dan bubuk daun kelor memiliki perbandingan 70 gram : 30 gram.

4.1.5. Kadar karbohidrat

Menurut SNI 01-2973-1992, kadar karbohidrat minimum yang terkandung dalam kukis sebesar 70%. Dalam penelitian ini, kadar karbohidrat pada kukis tepung tapioka tanpa penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor serta kukis tepung tapioka dengan penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor belum memenuhi syarat SNI tersebut. Kadar karbohidrat tertinggi terdapat pada kukis kontrol (tanpa penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor), yaitu sebesar 62,40%. Kadar karbohidrat yang rendah ini dikarenakan tingginya kadar air, abu, protein, dan lemak pada kukis (Rahmawan dalam Indriyani *et al.*, 2022). Tingginya kadar air, abu, protein, dan lemak pada kukis diduga terjadi karena penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor. Selain itu, pembuatan kukis dalam penelitian ini menggunakan margarin dalam jumlah yang cukup banyak sehingga dapat menyebabkan kadar lemak kukis menjadi tinggi.

Berdasarkan hasil uji karbohidrat pada Tabel 5, diketahui bahwa kukis dengan penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor memiliki perbedaan nyata dengan kukis kontrol. Penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor menyebabkan terjadinya penurunan kadar karbohidrat. Kukis F1 (22 gram tepung edamame : 8 gram bubuk daun kelor) juga memiliki kadar karbohidrat yang berbeda nyata dengan kukis F2 (24 gram tepung edamame : 6 gram bubuk daun kelor dan kukis F3 (26 gram tepung edamame : 4 gram bubuk daun kelor). Uji karbohidrat dalam penelitian ini menggunakan metode *carbohydrate by difference*. Kadar karbohidrat dengan metode tersebut diperoleh dari hasil pengurangan 100% dengan komponen nutrisi lain (air, abu, lemak, dan protein). Maka dari itu, kadar komponen nutrisi lain mempengaruhi kadar karbohidrat yang diperoleh. Dapat dilihat pada hasil uji air, abu, protein, dan lemak, kukis dengan penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor memiliki kadar yang lebih besar dibandingkan kukis kontrol. Selain itu, kukis F1 juga memiliki kadar protein dan lemak yang lebih tinggi dibandingkan kukis F2 dan F3. Hal ini didukung juga oleh pernyataan Fatkurahman *et al.* (2012), bahwa semakin tinggi kadar komponen lain, maka kadar karbohidrat semakin rendah, dan sebaliknya.

Selain itu, tidak terdapat perbedaan nyata pada kukis F2 (24 gram tepung edamame : 6 gram bubuk daun kelor) dan kukis F3 (26 gram tepung edamame : 4 gram bubuk daun kelor). Nilai perbedaan kadar karbohidrat kukis F2 dan F3, yaitu 0,06%. Perbedaan kadar karbohidrat yang kecil ini dapat disebabkan oleh perbedaan kadar komponen (air, abu, lemak, protein) antara kukis F2 dan F3 yang tidak terlalu signifikan. Nilai perbedaan kadar karbohidrat yang tidak terlalu besar ini yang menyebabkan tidak adanya perbedaan nyata antar kukis F2 dan F3.

4.1.6. Kadar serat pangan

Berdasarkan uji kadar serat pangan pada Tabel 5, diketahui bahwa kukis dengan penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor berbeda nyata dengan kukis kontrol. Kadar serat pangan pada kukis yang ditambahkan tepung edamame dan bubuk daun kelor lebih tinggi dibandingkan tanpa penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor (kukis kontrol). Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor berpengaruh terhadap peningkatan kadar serat pangan kukis. Penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor meningkatkan kadar serat pangan kukis sebesar 17,88 - 33,48% dibandingkan dengan kukis dengan tepung tapioka. Masing-masing tepung edamame dan bubuk daun kelor mengandung serat pangan sebesar 26,7% dan 11,83% (Kurniawan *et al.*, 2020; Gonzales-Burgos *et al.*, 2021). Sedangkan, tepung tapioka mengandung serat pangan sebesar 0,9% (Data Komposisi Pangan Indonesia, 2018). Jumlah tepung tapioka dan jumlah kombinasi tepung edamame dan bubuk daun kelor yang digunakan dalam pembuatan kukis memiliki perbandingan, yaitu 70 gram : 30 gram.

Peningkatan kadar serat pangan yang berbeda nyata terdapat antara kukis F1 (22 gram tepung edamame : 8 gram bubuk daun kelor) dengan kukis F2 (24 gram tepung edamame : 6 gram bubuk daun kelor). Sedangkan, kadar serat pangan yang tidak berbeda nyata pada kukis F1 dengan F3 ini dapat diduga karena nilai

perbedaan kadar serat pangan yang tidak terlalu besar, yaitu 0,44%. Kemudian, terdapat perbedaan nyata pada penurunan kadar serat pangan antara kukis F2 (24 gram tepung edamame : 6 gram bubuk daun kelor) dengan kukis F3 (26 gram tepung edamame : 4 gram bubuk daun kelor). Penurunan kadar serat pangan ini tidak sesuai dengan teori karena kandungan serat pangan tepung edamame lebih besar dibandingkan kandungan serat pangan bubuk daun kelor. Hal ini diduga disebabkan oleh kadar karbohidrat pada kukis F2 lebih tinggi dibandingkan kukis F3. Kadar karbohidrat tersebut mencakup serat pangan sehingga kadar karbohidrat yang tinggi berpengaruh terhadap peningkatan kadar serat pangan. Serat pangan tergolong ke dalam karbohidrat kompleks (Rahmah *et al.*, 2017).

4.1.7. Kadar zat besi

Berdasarkan hasil uji zat besi pada Tabel 5, dapat diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan nyata antara kukis kontrol dengan kukis F2 dan F3. Tepung edamame mengandung 0,17% zat besi (Rahman *et al.*, 2019). Bubuk daun kelor mengandung 2,04% zat besi (Manggara & Muhammad, 2018). Sedangkan, tepung tapioka mengandung 0,1% zat besi (Data Komposisi Pangan Indonesia, 2018). Perbandingan jumlah penggunaan tepung tapioka dengan jumlah penggunaan kombinasi tepung edamame dan bubuk daun kelor adalah 70 gram : 30 gram. Tidak adanya perbedaan nyata pada kadar zat besi kukis F2 dan F3 yang ditambahkan tepung edamame dan bubuk daun kelor menunjukkan bahwa penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor pada kukis F2 dan F3 tidak berpengaruh terhadap kandungan zat besi kukis. Hal tersebut tidak sesuai dengan teori karena kandungan zat besi pada tepung edamame dan bubuk daun kelor lebih besar dibandingkan tepung tapioka.

Selain itu, terdapat penurunan kadar zat besi yang memiliki perbedaan nyata terdapat antar kukis F1 (22 gram tepung edamame : 8 gram bubuk daun kelor) dengan kukis F2 (24 gram tepung edamame : 6 gram bubuk daun kelor) dan kukis F3 (26 gram tepung edamame : 4 gram bubuk daun kelor) Penurunan kadar zat

besi berbanding lurus dengan penurunan rasio bubuk daun kelor. Penurunan kadar zat besi tersebut diduga disebabkan oleh kandungan zat besi pada bubuk daun kelor lebih tinggi daripada kandungan zat besi pada tepung edamame. Kadar zat besi pada kukis F1 (22 gram tepung edamame : 8 gram bubuk daun kelor) memiliki kadar zat besi yang paling tinggi dibandingkan kukis F2 (24 gram tepung edamame : 6 gram bubuk daun kelor) dan F3 (26 gram tepung edamame : 4 gram bubuk daun kelor). Dugaan penyebabnya adalah pada kukis F1 menggunakan tepung edamame dalam jumlah yang paling sedikit. Edamame mengandung asam fitat (Xu *et al.*, 2015). Asam fitat dapat mengikat mineral seperti zat besi sehingga menurunkan ketersediaan zat besi (Anam *et al.*, 2010). Semakin banyak tepung edamame, maka semakin banyak kandungan asam fitatnya. Hal ini didukung oleh penelitian Ratnawati *et al.* (2021) yang menunjukkan bahwa biskuit dengan kandungan asam fitat yang lebih tinggi memiliki kadar zat besi yang rendah.

4.2. Karakteristik Fisik

4.2.1. Warna

Berdasarkan hasil uji warna pada Tabel 6, kukis dengan penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor memiliki nilai L, a*, dan b* yang berbeda nyata. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor berpengaruh terhadap nilai L, a*, dan b* kukis. Penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor menyebabkan penurunan nilai L kukis, yang berarti warna kukis menjadi lebih gelap setelah ditambahkan tepung edamame dan bubuk daun kelor. Hal itu dikarenakan kukis berwarna hijau pekat. Warna hijau pada kukis berasal dari kombinasi dari tepung edamame dan bubuk daun kelor yang memiliki warna hijau. Warna hijau tersebut dikarenakan kedua bahan tersebut mengandung pigmen klorofil (Meiyana *et al.*, 2018; Soleha *et al.*, 2018).

Variasi rasio tepung edamame dan bubuk daun kelor juga memiliki perbedaan nyata terhadap nilai a* kukis. Semakin besar rasio bubuk daun kelor, maka kukis

memiliki warna yang semakin gelap. Hal tersebut dikarenakan bubuk daun kelor berasal dari bagian daun tumbuhan kelor yang merupakan sumber terbesar pigmen klorofil. Hal ini didukung oleh Permadi *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa sebagian besar klorofil terdapat di bagian daun tumbuhan, sedangkan bagian tumbuhan lainnya memiliki klorofil dalam jumlah terbatas.

Kemudian, nilai b^* yang bernilai positif menunjukkan warna kukis yang agak kuning. Warna kuning tersebut berasal dari kuning telur yang memiliki pigmen xantofil, beta karoten, lutein, dan kriptoxanthin. Perbedaan nyata pada nilai b^* antara kukis kontrol dengan kukis dengan penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor (kukis F1 dan F2) disebabkan oleh warna hijau pada kukis dengan penambahan tepung edamame dan daun kelor yang lebih dominan dan pekat dibandingkan warna kuning dari kuning telur.

4.2.2. Tekstur (kekerasan)

Dari hasil uji kekerasan kukis pada Tabel 6, dapat dilihat bahwa penambahan serta rasio tepung edamame dan bubuk daun kelor memiliki pengaruh yang berbeda nyata terhadap tingkat kekerasan kukis. Kukis yang diberi penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor memiliki nilai kekerasan lebih tinggi yang berarti kukis memiliki tekstur yang lebih keras. Kukis yang hanya menggunakan tepung tapioka memiliki tekstur yang lebih rapuh disebabkan oleh kandungan amilopektin dalam tepung tapioka yang lebih tinggi. Kandungan amilopektin yang tinggi menghasilkan produk kukis yang lebih rapuh (Widiantara *et al.*, 2018). Amilopektin termasuk salah satu jenis pati. Pati yang dipanaskan akan menyebabkan molekul air menguap dan menghasilkan pori-pori. Amilopektin juga berperan dalam proses pengembangan. Kukis dengan amilopektin tinggi akan lebih mengembang sehingga memiliki pori-pori besar. Semakin banyak pori-pori, maka semakin tinggi tingkat kerapuhan produk (Jannah *et al.*, 2019; Sumariyanti *et al.*, 2020). Selain itu, tepung edamame dan bubuk daun kelor mengandung protein lebih tinggi dari tepung tapioka.

Variasi rasio tepung edamame dan bubuk daun kelor juga memiliki perbedaan nyata terhadap nilai kekerasan kukis. Penurunan nilai kekerasan pada kukis F2 (24 gram tepung edamame dan 6 gram bubuk daun kelor) disebabkan oleh kandungan protein yang terdapat di kukis F2 lebih rendah dibandingkan kukis F3 dan F1. Nilai kadar protein dapat dilihat pada Tabel 5. Sedangkan, peningkatan nilai kekerasan pada kukis F3 diduga karena kandungan proteinnya yang lebih tinggi. Semakin tinggi kadar protein, maka kukis yang dihasilkan semakin kokoh/ keras. Kandungan protein membentuk ikatan kompleks dengan pati. Ikatan kompleks antara protein dan pati tersebut kemudian membentuk ikatan dengan permukaan granula yang menyebabkan terjadi penurunan viskositas dan kekuatan gel menjadi rendah. Hal tersebut mengakibatkan terjadi peningkatan tingkat kekerasan pada produk (Pramesti *et al.*, 2019).

Nilai kekerasan pada kukis F1 lebih rendah daripada kukis F3. Walaupun pada hasil uji protein, kadar protein kukis F1 lebih tinggi daripada kukis F3, namun penurunan nilai kekerasan dapat disebabkan oleh kadar lemak kukis F1 yang lebih tinggi. Nilai kadar lemak dapat dilihat pada . Kadar lemak yang semakin tinggi dapat menghasilkan produk semakin lembut/ lunak (Sarofa *et al.*, 2013).

Tabel 5.

4.2.3. % Pengembangan

Berdasarkan nilai % pengembangan dalam Tabel 6, diketahui bahwa tidak ada perbedaan nyata antar semua kukis. Hal ini berarti penambahan maupun rasio tepung edamame dan bubuk daun kelor tidak memberikan pengaruh terhadap % pengembangan kukis. Hal ini dapat disebabkan oleh jenis tepung yang digunakan dalam pembuatan kukis bebas gluten ini adalah tepung tapioka. Tepung tapioka tidak mengandung gluten yang berperan dalam pengembangan kukis sehingga ketika tepung tapioka disubstitusi sebagian menggunakan kombinasi tepung edamame dan bubuk daun kelor tidak akan berpengaruh terhadap pengembangan

kukis. Selain itu, tepung edamame dan bubuk daun kelor juga tidak mengandung gluten. Hal ini didukung juga oleh Sugeng *et al.* (2021) yang menyatakan gluten merupakan faktor yang mempengaruhi volume pengembangan adonan. Bahan yang berperan dalam pengembangan kukis bebas gluten ini adalah telur dan *baking powder*. Namun, kedua bahan ini merupakan variabel tetap sehingga tidak akan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap semua formula kukis.

Walaupun tidak berbeda nyata, nilai keragaman yang tinggi pada kukis F0, F1, F2, dan F3 yang ditunjukkan pada nilai standar deviasi yang tinggi diduga karena perbedaan lama pengocokan margarin dan gula halus dalam setiap ulangan proses. Nilai standar deviasi tersebut diperoleh dari perhitungan 3 kali ulangan proses pembuatan kukis. Dalam 3 kali ulangan proses tersebut memungkinkan adanya perbedaan lama pengocokan margarin dan gula halus yang berdampak pada pengembangan kukis. Pengocokan margarin dan gula halus yang semakin lama akan menyebabkan kukis semakin mengembang dan melebar ketika dipanggang (Respati, 2008).

4.3. Karakteristik Sensori

Berdasarkan hasil uji sensori pada Tabel 7, kukis kontrol adalah kukis yang paling disukai panelis, baik dari warna, aroma, rasa, tekstur, dan keseluruhan. Sedangkan, untuk kukis dengan penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor yang paling disukai panelis adalah kukis F3 (26 gram tepung edamame dan 4 gram bubuk daun kelor), baik dari warna, aroma, rasa, tekstur, dan keseluruhan. Pada parameter warna, penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor berpengaruh terhadap penilaian kukis F1 dan F2. Sedangkan, antar variasi rasio tepung edamame dan bubuk daun kelor, perbedaan nyata terdapat pada kukis F1 dengan F3. Penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor menyebabkan warna kukis menjadi lebih gelap, terutama pada kukis F1 dengan rasio bubuk daun kelor paling banyak. Kelor mengandung klorofil dengan jumlah konsentrasi tinggi. Klorofil ini yang menyebabkan warna kukis semakin hijau. Pemanasan

yang terjadi saat proses pemanggangan kukis menyebabkan klorofil dalam bubuk daun kelor mengalami oksidasi menjadi feofitin yang berwarna hijau kecoklatan. Feofitin ini menyebabkan warna kukis menjadi tidak cerah (Priyanto & Nisa, 2016; Medho *et al.*, 2022). Kukis yang berwarna semakin gelap cenderung tidak disukai oleh panelis karena terlihat kurang menarik. Menurut Amalia & Hamdan (2016), panelis cenderung lebih suka terhadap produk yang memiliki warna lebih menarik.

Pada parameter aroma, kukis yang diberi penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor berbeda nyata dengan kukis kontrol. Sedangkan, antar variasi rasio tepung edamame dan bubuk daun kelor terdapat perbedaan nyata antar kukis F1 dengan F3. Penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor berpengaruh terhadap aroma kukis. Aroma kukis yang dihasilkan didominasi oleh aroma khas daun kelor, yaitu aroma langu. Semakin banyak rasio bubuk daun kelor, maka semakin kuat aroma langu pada kukis. Maka dari itu, kukis F1 yang memiliki rasio bubuk daun kelor terbanyak berbeda nyata dengan kukis F3 yang memiliki rasio bubuk daun kelor paling sedikit. Aroma langu yang semakin kuat menurunkan tingkat kesukaan panelis. Hal ini didukung juga oleh penelitian Medho & Endeyani (2021) yang menunjukkan bahwa terjadi penurunan tingkat kesukaan panelis pada produk dengan aroma langu kelor yang semakin dominan. Aroma langu daun kelor disebabkan oleh kandungan asam fitatnya (Indriasari *et al.*, 2019). Asam fitat bersifat tahan panas sehingga proses pemanggangan kukis tidak akan mengurangi kandungan asam fitat dari daun kelor (Arief *et al.*, 2011). Saponin yang terkandung dalam daun kelor juga merupakan salah satu penyebab aroma langu pada daun kelor (Mazidah *et al.*, 2018). Namun, diduga bahwa proses pemanggangan kukis dapat merusak kandungan saponin dalam daun kelor. Saponin merupakan senyawa yang rentan terhadap suhu tinggi dan dapat mengalami kerusakan ketika mengalami proses pemanasan suhu tinggi (Puspitasari, 2018).

Pada parameter rasa, kukis dengan penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor berbeda nyata dengan kukis kontrol. Sedangkan, perbedaan nyata antar variasi rasio tepung edamame dan bubuk daun kelor terdapat pada kukis F1 dengan F3. Perbedaan rasa pada kukis dengan penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor disebabkan oleh adanya rasa pahit dan *aftertaste* (sepat) dari bubuk daun kelor. Rasa pahit dari daun kelor ini disebabkan oleh kandungan taninnya (Isnan & Nurhaedah, 2017). Tanin merupakan senyawa bersifat astringen yang memiliki gugus polifenol dengan rasa pahit dan *aftertaste* yang sepat (Rani, 2012). Selain itu, dalam daun kelor terkandung atsiri. Atsiri memiliki rasa yang getir/pahit (Ginting *et al.*, 2021). Rasa pahit dalam atsiri disebabkan oleh komponen terpenoid. Daun kelor mengandung senyawa terpenoid yang merupakan sebagian besar penyusun komponen atsiri (Heliawati, 2018; Rivai, 2020; Aulya & Kiki, 2021). Diduga bahwa atsiri yang terkandung dalam daun kelor ini juga berpengaruh terhadap rasa pahit/getir kukis. Kukis F1 memiliki rasio bubuk daun kelor yang lebih banyak dibandingkan kukis F3, sehingga rasa kukis F3 lebih disukai panelis. Jumlah bubuk daun kelor yang semakin banyak menyebabkan kukis memiliki rasa dan *aftertaste* yang semakin tidak enak sehingga menurunkan tingkat kesukaan panelis. Hal ini sejalan dengan penelitian Indriasari *et al.* (2019) yang menunjukkan bahwa tingkat kesukaan panelis semakin menurun seiring bertambahnya jumlah bubuk daun kelor yang dikarenakan rasa pahitnya.

Pada parameter tekstur, kukis dengan penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor memiliki perbedaan nyata dengan kukis kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor berpengaruh pada penilaian panelis terhadap tekstur kukis. Panelis cenderung menyukai kukis dengan tekstur yang lebih lembut dan renyah. Penelitian Putri *et al.* (2018) menunjukkan bahwa biskuit yang kurang mengembang akan menghasilkan biskuit yang lebih keras dan tidak renyah sehingga menyebabkan biskuit kurang disukai panelis. Penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor menyebabkan tekstur kukis lebih keras. Penyebab tekstur yang lebih keras ini adalah kandungan

protein dalam tepung edamame dan bubuk daun kelor. Menurut Pramesti *et al.* (2019), protein akan membentuk ikatan kompleks dengan pati dan permukaan granula sehingga terjadi penurunan viskositas dan kekuatan gel yang berakibat pada peningkatan kekerasan produk.

Pada parameter *overall* (keseluruhan), panelis paling menyukai kukis F0, yaitu kukis tanpa penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor. Sedangkan, untuk kukis dengan penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor yang paling disukai panelis adalah kukis F3. Kukis F3 memiliki warna yang paling cerah di antara kukis dengan penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor. Selain itu, kukis F3 memiliki aroma langu kelor dan rasa pahit yang tidak terlalu kuat karena rasio kelornya paling sedikit. Dengan warna yang lebih cerah, aroma kelor tidak terlalu kuat, dan rasa yang tidak terlalu pahit membuat kukis F3 lebih dapat diterima panelis di antara kukis dengan penambahan tepung edamame dan bubuk daun kelor lainnya.

