

#### 4. PEMBAHASAN

*Spread cookies* merupakan salah satu jenis *cookies* yang dibuat menggunakan bahan dasar tepung berprotein rendah, bersifat *porous*, *elastic*, diskontinu serta mudah hancur membentuk partikel yang tidak teratur selama pengunyahan (Sarofa *et al.*, 2013). Selama proses penyimpanan, *spread cookies* dapat mengalami kerusakan baik secara kimia, fisik maupun mikrobiologis. Kerusakan fisik ini diantaranya dapat disebabkan oleh adanya migrasi air ke dalam produk. Sedangkan untuk kerusakan kimia dapat disebabkan oleh ketengikan yang diakibatkan dari proses oksidasi pada lemak. Serta kerusakan mikrobiologis yang dapat diakibatkan oleh pertumbuhan kapang, khamir dan bakteri. Secara keseluruhan jumlah mikroorganisme pada *spread cookies* yang disimpan tanpa perlakuan memiliki jumlah yang lebih banyak jika dibandingkan dengan sampel yang disimpan menggunakan perlakuan. Selain itu, sampel yang disimpan tanpa perlakuan memiliki nilai kadar air, aktivitas air, serta angka TBA yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel yang disimpan dengan perlakuan. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya oksigen *absorber* yang dapat berfungsi untuk menghilangkan atau mengurangi jumlah oksigen pada kemasan. Sedangkan penambahan silica gel berfungsi untuk menyerap air yang ada pada kemasan pangan.

Kerusakan mikrobiologis dan kimia pada produk dapat dipengaruhi oleh keberadaan oksigen serta sifat permeabilitas tinggi pada kemasan yang dapat meningkatkan kadar air dan oksigen, sehingga dapat mendukung pertumbuhan mikroba serta mempercepat ketengikan produk. Oleh sebab itu pengurangan jumlah oksigen dalam kemasan merupakan hal yang penting untuk mempertahankan kualitas produk. Salah satunya adalah dengan menambahkan oksigen *absorber* ke dalam kemasan yang akan digunakan. Bahan dasar pembuatan oksigen *absorber* biasanya menggunakan bubuk besi karena memiliki sifat oksidatif. Reaksi ini akan berlangsung ketika bubuk besi bereaksi dengan oksigen dan adanya kelembaban atau air (Hadisoemarto, 2003). Oksigen *absorber* ini dapat menyerap oksigen yang terdapat pada *head space* kemasan dan juga oksigen yang masuk selama proses penyimpanan. Selain itu oksigen *absorber* juga dapat berperan untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme, perubahan warna dan proses oksidasi, sedangkan kelemahan jenis oksigen *absorber* ini adalah tidak dapat

melalui *metal detector* yang biasanya terdapat dalam jalur pengemasan produk, tidak dapat menghilangkan dan mengontrol seluruh oksigen dalam kemasan sehingga masih terdapat residu oksigen yang dapat memungkinkan pertumbuhan mikroorganisme. Sehingga penyimpanan *spread cookies* dengan penambahan oksigen *absorber* masih ditemukan adanya pertumbuhan mikroorganisme namun dalam jumlah yang lebih sedikit (Cruz, 2006). Sedangkan keuntungan dalam penggunaan oksigen *absorber* antara lain biaya investasi yang kecil serta mudah untuk digunakan (Rozana, 2013). Selain itu penggunaan oksigen *absorber* dapat menurunkan jumlah oksigen dalam kemasan sehingga dapat memberikan efek pengawetan pada produk, karena dapat menghambat proses oksidasi lemak dan komponen *flavor*, serta pertumbuhan mikroba aerob (Cruz, 2006).

*Desiccant* merupakan bahan aktif yang terdapat pada pengemas maupun komponen yang dimasukkan ke dalam kemasan, berbentuk *sachet* pengering. Silica gel dalam bentuk *sachet* sering ditambahkan ke dalam kemasan pangan untuk menyerap uap air yang ada pada kemasan, sehingga dapat memperpanjang umur simpan produk. Silica gel merupakan salah satu bahan kering yang diperbolehkan untuk kontak dengan produk. Pada silica gel terdapat *micro porous* yang berfungsi untuk menyerap uap air ke dalam rongga-rongga yang terdapat pada silica selama proses penyimpanan. Jumlah *micro cavities active* yang terdapat pada silica gel akan meningkatkan proses penyerapan uap air (Amarakoon & Navaratne, 2015). Silica gel bekerja dengan melakukan penyerapan uap air ke dalam butiran silica gel, dimana uap air ini akan diserap masuk ke dalam pori-pori yang terdapat pada silica gel. Oleh sebab itu, produk yang disimpan menggunakan perlakuan penambahan silica gel dan oksigen *absorber* akan memiliki umur simpan yang lebih panjang, karena perlakuan yang diberikan dapat melindungi produk selama proses penyimpanan (hingga penyimpanan 60 hari) (Rais *et al.*, 2018).

#### 4.1. Analisis Mikrobiologis

Kerusakan secara mikrobiologis dapat disebabkan oleh pertumbuhan kapang, khamir dan bakteri. Faktor yang dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroba antara lain

pH, suhu, tekanan osmosis, oksidasi reduksi,  $A_w$  dan kadar air. Semakin rendah pH, dan kadar air dalam bahan pangan maka jumlah mikroba yang dapat tumbuh juga akan semakin sedikit (Hernando *et al.*, 2015). Selain itu, penyimpanan produk pada suhu yang tepat dapat mengakibatkan mikroba membutuhkan waktu lebih lama untuk tumbuh sehingga produk dapat memiliki umur simpan yang lebih panjang. Namun jika suhu penyimpanan sesuai untuk pertumbuhan mikroorganisme maka umur simpan produk akan menjadi lebih singkat (Sakti, *et al.*, 2016).

Pada umumnya produk pangan kering memiliki  $A_w$  kurang dari 0,60. Sehingga  $A_w$  pada *spread cookies* masih dibawah  $A_w$  kritis produk pangan yaitu 0,65.  $A_w$  kritis produk pangan menunjukkan mulai adanya kemungkinan pertumbuhan mikroorganisme yang dapat menurunkan kualitas produk. Selain itu *spread cookies* memiliki kadar air yang rendah (maksimal 5%) karena proses pemanggangan yang dapat mengakibatkan berkurangnya jumlah air di dalam produk, oleh sebab itu pada awal penyimpanan produk tidak di jumpai adanya pertumbuhan karena *spread cookies* memiliki kadar air dan  $A_w$  yang rendah, sehingga tidak mendukung pertumbuhan mikroorganisme di dalam produk. Setiap jenis mikroorganisme memiliki karakteristik yang berbeda dan memiliki kondisi optimum pertumbuhan yang berbeda pula sehingga dari hasil penelitian pada *spread cookies* terdapat beberapa jenis mikroorganisme yang dapat tumbuh (*Bacillus cereus* dan kapang) dan mikroorganisme yang pertumbuhannya terhambat (*Coliform*, *E coli* dan khamir).

Pada awal penyimpanan, tidak terdapat pertumbuhan mikroorganisme yang dapat disebabkan oleh proses pemanggangan yang dapat mengurangi kadar air dalam produk sehingga dapat mencegah pertumbuhan mikroba dan menurunkan jumlah mikroba di dalam produk (Sakti, *et al.*, 2016). Sedangkan tidak adanya pertumbuhan pada beberapa jenis mikroorganisme dapat disebabkan oleh kadar air dan aktivitas air pada *spread cookies* yang cenderung rendah. *Spread cookies* memiliki kadar air yang berkisar antara 2,615-6,654% dan aktivitas air yang berkisar antara 0,355-0,643 (Tabel 3). Sedangkan untuk dapat tumbuh secara optimal bakteri membutuhkan  $A_w$  minimum yang berkisar antara 0,90. Sedangkan untuk khamir membutuhkan  $A_w$  0,80-0,90. Sehingga pertumbuhan mikroorganisme tersebut terhambat.

#### 4.1.1. Total Plate Count (TPC)

Berdasarkan Tabel 1., total mikroba pada *spread cookies* yang disimpan dengan perlakuan dan tanpa perlakuan selama penyimpanan sesuai dengan SNI 2973-2011, batas angka lempeng total (ALT) adalah  $1 \times 10^4$  koloni/gram, dengan total mikroba pada sampel yang disimpan tanpa perlakuan memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel yang disimpan dengan perlakuan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan yang diberikan efektif dalam mengurangi jumlah mikroorganisme yang tumbuh pada produk selama proses penyimpanan. Berdasarkan hasil penelitian, pertumbuhan mikroba pada produk *spread cookies* hanya terdapat pada produk yang disimpan selama 60 hari. Hal ini dapat disebabkan karena, untuk dapat tumbuh pada bahan pangan mikroba perlu melakukan adaptasi, sehingga pertumbuhan mikroba tergantung pada kondisi pada produk. *Spread cookies* memiliki kadar air dan aktivitas air yang rendah, hal ini dapat menyebabkan pertumbuhan mikroba pada produk terhambat, sehingga pertumbuhan mikroba hanya dijumpai pada produk yang disimpan selama 60 hari.

Peningkatan jumlah mikroba pada *spread cookies* dapat disebabkan oleh adanya kontaminasi pada awal penyimpanan (dari kemasan yang digunakan), namun karena aktivitas air dan kadar air produk *cookies* rendah sehingga pertumbuhan terhambat. Ketika kadar air produk meningkat, maka pertumbuhan mikroba tersebut akan meningkat karena kondisi dalam produk mulai mendukung untuk pertumbuhan. Mikroba yang dapat tumbuh adalah kapang, bakteri yang menghasilkan spora maupun golongan xerofilik. Selama proses pemanggangan, jumlah mikroba pada produk akan berkurang, namun spora yang dihasilkan oleh sebagian mikroba masih dapat bertahan, sehingga masih ditemukan adanya mikroba di dalam produk. Selain itu semakin lama proses penyimpanan, dapat menyebabkan jumlah bakteri yang tumbuh akan semakin banyak (Andriani, 2013). Adanya pertumbuhan mikroba juga dapat disebabkan oleh udara lingkungan yang masuk ke dalam kemasan karena permeabilitas kemasan yang tinggi, kandungan nutrisi pada produk serta adanya kontaminasi pada saat pendinginan produk sebelum dilakukan pengemasan (Danarsi & Etika, 2016).

#### 4.1.2. *Escherichia coli* dan *Coliform*

Pada penelitian ini (Gambar 4), *spread cookies* yang disimpan tanpa perlakuan maupun dengan perlakuan menunjukkan tidak ada pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Coliform*. Bakteri *Coliform* merupakan jenis bakteri gram negatif yang memiliki bentuk batang, bersifat fakultatif aerob serta merupakan bakteri yang digunakan sebagai salah satu indikator adanya pencemaran pada produk pangan. Salah satu bakteri yang termasuk ke dalam kelompok bakteri *Coliform* adalah *E coli*. Untuk dapat tumbuh bakteri ini memerlukan  $A_w$  minimum 0,96 (Faridz *et al.*, 2007). Sehingga kondisi pada *spread cookies* tidak mendukung pertumbuhan bakteri *Coliform* dan *E coli*. Menurut SNI 2973-2011, batas *Coliform* pada *spread cookies* adalah 20/g dan *E coli* <3/g . Hasil negatif dalam pengujian *Coliform* dan *E coli* ini menunjukkan bahwa proses pembuatan dan sanitasi yang dilakukan sudah baik, karena adanya bakteri *Coliform* dan *E coli* merupakan bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya polusi kotoran dan proses sanitasi yang kurang baik (Pakpahan *et al.*, 2015). Kedua bakteri tersebut hidup dalam pencernaan manusia dan hewan serta dapat dengan mudah menyebar melalui air (Ekawati *et al.*, 2017).

#### 4.1.3. *Bacillus cereus*

Berdasarkan hasil penelitian (Gambar 5), *spread cookies* yang disimpan tanpa perlakuan maupun dengan perlakuan pada hari ke 60 menunjukkan adanya pertumbuhan *Bacillus cereus*, dimana *spread cookies* yang disimpan tanpa perlakuan memiliki jumlah yang lebih tinggi (9 koloni) dari sampel yang disimpan dengan perlakuan (5 koloni) sehingga perlakuan yang diberikan efektif dalam mengurangi jumlah *Bacillus cereus* dalam produk. Namun jumlah *Bacillus cereus* yang tumbuh pada sampel <math>3 \times 10^1</math> maka tidak dapat dihitung dengan rumus *Total Plate Count* (TPC).

Menurut SNI 2973-2011 batas cemaran *Bacillus cereus*  $1 \times 10^2$  koloni/gram. Sehingga selama penyimpanan, cemaran *Bacillus cereus* pada *spread cookies* masih dibawah SNI.



*Bacillus cereus* merupakan salah satu jenis bakteri gram positif yang memiliki ciri-ciri berbentuk batang, motil, serta menghasilkan spora. *Bacillus cereus* banyak dijumpai di alam, bakteri tersebut dapat berasal dari tanah. Spora bakteri *Bacillus cereus* memiliki sifat tahan terhadap panas, dimana lebih tahan terhadap proses pemanasan yang bersifat kering dibandingkan dengan proses pemanasan basah beserta spora ini memiliki sifat yang lebih resisten terhadap produk pangan yang memiliki  $A_w$  yang rendah. Jika dibandingkan dengan sel vegetatifnya, spora *Bacillus* memiliki sifat yang lebih resisten terhadap panas. Sehingga jenis bakteri ini masih dijumpai pada produk yang telah mengalami proses pemanggangan pada suhu tinggi seperti *spread cookies*. Selain ditemukan di tanah, *Bacillus cereus* juga dapat ditemukan pada bahan makanann seperti beras, kentang, kacang polong, susu, ikan serta rempah-rempah. Adanya bakteri ini pada produk olahan dapat berasal dari bahan baku, ketahanan spora terhadap proses pangan serta proses pengolahan lainnya. (Wijnands, 2008).

#### 4.1.4. Kapang

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan *spread cookies* yang disimpan hari ke 60 pada sampel tanpa perlakuan menunjukkan adanya pertumbuhan kapang yang ditandai dengan adanya spot berwarna putih dengan inti berwarna hijau serta memiliki tekstur seperti beludru (berserabut). Total kapang tertinggi terdapat pada sampel *spread cookies* yang disimpan selama 60 hari tanpa perlakuan, yaitu  $58 \times 10^1$  CFU/ml sehingga, perlakuan yang diberikan efektif dalam menghambat pertumbuhan kapang dalam produk hingga penyimpanan 60 hari. Menurut SNI 2973-2011 batas cemaran kapang  $2 \times 10^2$  koloni/gram. Hal ini dapat disimpulkan bahwa selama penyimpanan cemaran kapang pada *spread cookies* tidak melebihi SNI. Kapang merupakan salah satu mikroorganisme yang digunakan sebagai indikator untuk mengetahui adanya penurunan kualitas pada suatu produk. Semakin lama produk disimpan maka jumlah kapang yang akan tumbuh juga akan semakin meningkat (Sakti *et al.*, 2016). Dalam pertumbuhannya, bakteri dan khamir membutuhkan kadar air dan  $A_w$  yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan kapang (Sitompul *et al.*, 2015). Untuk dapat tumbuh kapang memerlukan  $A_w$  berkisar antara 0,60-0,70 (Sakti *et al.*, 2016). Sehingga selama penyimpanan *spread cookies* dapat dijumpai adanya pertumbuhan kapang.

Kapang dapat tumbuh pada range kadar air, suhu serta pH yang besar, dengan memanfaatkan substrat seperti karbohidrat, asam organik, lemak dan protein untuk proses pertumbuhannya. Sehingga kapang dapat tumbuh pada buah-buahan yang asam serta roti dan produk lainnya dimana mikroorganisme lain tidak dapat tumbuh. Selain pada roti dan buah, kapang juga dapat tumbuh pada produk fermentasi, susu, sereal, serta minuman, sehingga kapang sering dikaitkan pada pembusukan produk pangan. Kapang dapat merusak atau mengkontaminasi bahan pangan yang ditandai dengan adanya pertumbuhan miselium pada permukaan produk sebelum umur simpan produk tersebut habis, sehingga dapat berpengaruh terhadap tingkat penerimaan produk oleh konsumen. Dalam proses pertumbuhan kapang dibagi menjadi 2 fase, diantaranya *spore germination phase* dan *mycelium poliferation phase*. Selama fase germinasi dan poliferasi kapang akan menghasilkan isoenzim, seperti protein, karbohidrat dan lipase, dimana isoenzim yang dihasilkan dapat berpengaruh terhadap sensori produk. Perubahan sensori yang terjadi antara lain *off flavor*, warna, serta adanya toksin yang diproduksi.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan kapang dalam produk adalah dengan menurunkan  $A_w$  produk, sehingga proses germinasi maupun poliferasi kapang terhambat. Selain itu, untuk menghambat pertumbuhan kapang pada produk yang dikemas dapat dilakukan dengan cara menurunkan kandungan oksigen di dalam kemasan. Pengurangan jumlah oksigen tersebut harus dikombinasikan dengan efek toksik dari senyawa lain seperti karbon dioksida atau nitrogen (Diagnosis and Member, 2012). Selain itu mengurangi kadar air dalam bahan pangan melalui proses pengeringan merupakan alternatif lain yang dapat diaplikasikan untuk menghambat pertumbuhan kapang dalam produk (Silfia, 2012).

#### **4.1.5. Khamir**

Pada penelitian ini, *spread cookies* yang disimpan tanpa perlakuan maupun dengan perlakuan menunjukkan tidak ada pertumbuhan khamir. Sehingga jumlah khamir pada setiap perlakuan 0. Menurut SNI 2973-2011 batas cemaran khamir  $2 \times 10^2$  koloni/gram.

Umumnya, khamir akan menyebabkan kerusakan produk pangan pada range aktivitas air 0,90–0,95. Sehingga selama penyimpanan *spread cookies* tidak terdapat pertumbuhan khamir. Terdapat beberapa spesies khamir yang dapat tumbuh pada produk dengan  $A_w$  rendah dan konsentrasi gula atau garam yang tinggi. Salah satu jenis khamir yang banyak menyebabkan kerusakan pada produk pangan antara lain khamir yang termasuk ke dalam kelompok *xerotolerant* karena kelompok khamir ini dapat menyebabkan pembusukan pada produk makanan yang diawetkan dengan cara ditambahkan gula maupun garam. Pada dasarnya khamir merupakan salah satu mikroorganisme aerob. Ketika khamir mulai tumbuh pada produk pangan, khamir akan berada pada kondisi lingkungan dengan konsentrasi oksigen yang lebih tinggi dan karbondioksida yang lebih rendah. Sehingga untuk mencegah tumbuh khamir pada produk pangan, dapat dilakukan dengan cara memodifikasi atmosfer pada kemasan yang digunakan dengan cara menurunkan kandungan oksigen dan meningkatkan kandungan karbon dioksida atau nitrogen (Deák, Tibor, 2007).

#### 4.1.6. Identifikasi Kapang

Berdasarkan Gambar 6., kapang yang tumbuh pada media PDA memiliki ciri-ciri koloni berwarna putih dengan inti berwarna hijau serta memiliki tekstur seperti beludru (berserabut). Hal ini sesuai dengan pernyataan (Larone, Davise. H 1981), bahwa *Aspergillus spp* memiliki ciri-ciri koloni berwarna putih dengan inti berwarna kuning, hijau, coklat dan hitam tergantung spesiesnya. Selain itu pertumbuhan *Aspergillus spp* juga ditandai dengan timbulnya koloni yang memiliki tekstur seperti kapas atau beludru (berserabut). Warna pada koloni yang muncul merupakan warna dari konidia (Mizana, 2016). Berdasarkan Tabel 2., dapat diketahui bahwa untuk mengetahui genus kapang yang tumbuh dapat dilakukan dengan cara mengamati ciri-ciri mikroskopis kapang menggunakan mikroskop. Berdasarkan pengamatan dengan perbesaran 40× dapat diketahui bahwa kapang yang tumbuh memiliki *conidia*, *vesicle* dan *conidiophore*. Hal ini sesuai dengan (Mizana, 2016), dimana *Aspergillus spp* memiliki ciri-ciri mikroskopis yaitu terdiri atas kepala konidia, konidia, fialid, vesikel serta konidiofor. Kepala konidia terletak pada bagian terminal konidiofor, memiliki bentuk bulat atau semi bulat yang tersusun atas *vesicle*, metula (jika ada), fialid serta konidia. *Vesicle*



merupakan perbesaran dari konidiofor, vesikel ini dapat membentuk struktur yang berbentuk bulat, hemisferis serta elips. Sedangkan konidiofor adalah struktur tegak lurus yang muncul dari sel kaki serta pada ujungnya menghasilkan kepala konidia. Sebagian besar *Aspergillus spp* memiliki konidiofor yang tidak bercabang, masing-masing menghasilkan kepala konidia yang tunggal (Mizana, 2016).

## 4.2. Analisis Kimia

### 4.2.1. Kadar air

Berdasarkan Tabel 3., dapat diketahui bahwa kadar air produk yang disimpan tanpa perlakuan dan dengan perlakuan saling berberda nyata. Nilai kadar air pada produk yang disimpan tanpa perlakuan lebih tinggi dibandingkan dengan produk yang disimpan dengan perlakuan. Berdasarkan SNI 2973 (2011), batas maksimum kadar air dalam produk *cookies* adalah 5%, sehingga kadar air pada *cookies* yang disimpan tanpa perlakuan selama 60 hari (6,654 %) melebihi batas kadar air yang telah ditetapkan oleh SNI. Sehingga perlakuan yang diberikan efektif dalam menghambat peningkatan kadar air dalam produk selama proses penyimpanan, dimana produk yang disimpan dengan perlakuan memiliki kadar air yang lebih rendah.

Semakin rendah kadar air pada *spread cookies*, maka diharapkan *spread cookies* tersebut dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama. Namun semakin lama produk *spread cookies* disimpan pada suhu ruang maka kadar air produk akan semakin meningkat. Peningkatan kadar air tersebut dapat disebabkan oleh kelembaban pada suhu ruang yang mencapai 86%. Semakin tinggi kelembaban udara maka uap yang terkandung juga akan semakin tinggi, sehingga kadar air dalam produk dapat meningkat. Tingginya kandungan air dalam produk dapat dimanfaatkan bakteri, kapang dan khamir untuk berkembang biak sehingga dapat mengakibatkan perubahan pada produk (Sakti *et al.*, 2016).

Jenis kemasan yang digunakan dan lama waktu penyimpanan juga dapat mempengaruhi kadar air dan kadar asam lemak bebas yang dapat menyebabkan ketengikan. Semakin lama penyimpanan dan semakin tinggi permeabilitas kemasan

yang digunakan maka kadar air produk akan semakin meningkat. Peningkatan kadar air tersebut menyebabkan *spread cookies* mengalami perubahan tekstur menjadi lunak. Hal ini dapat terjadi karena adanya penyerapan air dari lingkungan pada *spread cookies* selama proses penyimpanan sehingga *spread cookies* mengalami pemuaian, ketika di tekan tekstur menjadi tidak padat karena adanya rongga di dalam produk. Perubahan kadar air dalam produk dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya, suhu, lama waktu penyimpanan dan kelembaban (Pertiwi *et al.*, 2016). Selain itu terdapat perubahan aroma pada produk dengan kadar air tinggi yang disebabkan oleh adanya aktivitas bakteri dan jamur yang dapat mengakibatkan bau tidak sedap atau *off odors*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pengendalian kadar air dan aktivitas air dalam produk pangan menjadi penting karena berhubungan dengan stabilitas produk tersebut. (Sitompul *et al.*, 2015).

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kualitas produk antara lain jenis pengemas, bahan baku, proses pengolahan, suhu serta tingkat kelembaban selama proses penyimpanan (Silfia, 2012). Kemasan yang digunakan dalam mengemas *spread cookies* adalah jenis kemasan *High Density Polyethylene* (HDPE). Jenis kemasan plastik HDPE mampu menekan pengaruh uap air dan gas selama penyimpanan. Jenis kemasan plastik ini memiliki permeabilitas yang rendah terhadap uap air dan gas sehingga proses oksidasi dan hidrolisis dapat dihambat. Rendahnya permeabilitas pada kemasan HDPE memungkinkan adanya uap air karena adanya aktivitas mikroba dan penyimpanan pada suhu ruang tidak dapat keluar dari kemasan sehingga dapat menyebabkan peningkatan kadar air dalam produk. Jenis plastik ini memiliki sifat yang keras dan titik lebur yang tinggi, memiliki kerapatan yang tinggi, tahan terhadap benturan, suhu rendah, bahan kimia serta memiliki harga yang ekonomis (Murtiningrum *et al.*, 2013).

#### **4.2.2. Angka TBA**

Uji asam tiobarbiturat (TBA) pada sampel *spread cookies* yang disimpan dengan perlakuan maupun tanpa perlakuan digunakan untuk menentukan tingkat ketengikan pada bahan pangan (Fajriyani, 2019). Ketengikan merupakan salah satu bentuk kerusakan pada produk pangan, dimana terdapat perubahan bau dan *flavor*. Faktor-

faktor yang dapat mengakibatkan adanya ketengikan antara lain cahaya, suhu tinggi, kelembaban, serta oksidasi lemak (Maharani *et al.*, 2012). Adanya oksigen dalam kemasan juga dapat berpengaruh terhadap ketengikan (Fajriyani, 2019). Kerusakan ini dapat berlangsung selama pengolahan maupun penyimpanan, yang akan menimbulkan bau dan rasa yang tidak enak sehingga mutu produk tersebut dapat menurun (Sakti *et al.*, 2016). Berdasarkan Tabel 3., dapat diketahui bahwa hasil pengamatan untuk angka TBA produk yang disimpan tanpa perlakuan dan dengan perlakuan saling berbeda nyata. Angka TBA pada produk yang disimpan tanpa perlakuan lebih tinggi dibandingkan dengan produk yang disimpan dengan perlakuan. Sehingga perlakuan yang diberikan efektif dalam menghambat peningkatan angka TBA dalam produk hingga penyimpanan 60 hari. Berdasarkan SNI 01-2353(1991) dalam Nurhikmat *et al* (2015) batas kandungan TBA pada produk pangan adalah 3 mg malonaldehid/kg, sehingga hasil yang diperoleh dalam penelitian ini masih dibawah SNI.

Adanya peningkatan angka TBA dapat disebabkan oleh peningkatan malonaldehid sebagai akibat dari proses oksidasi selama penyimpanan. Angka TBA pada produk pangan yang masih dapat diterima antara lain kurang dari 2 mg malonaldehid/kg (Yusmarini *et al.*, 2013). Bau tengik pada produk yang disimpan dapat berasal dari bahan baku yang menyusun produk serta adanya kontak antara oksigen dengan lemak yang akan menghasilkan asam lemak dan gliserol. Asam lemak bebas ini akan dioksidasi sehingga menghasilkan senyawa peroksida, keton serta aldehid yang dapat mengakibatkan produk memiliki bau tengik. Selain itu adanya kandungan air dalam produk yang bercampur dengan lemak dalam jangka waktu lama (selama penyimpanan) juga dapat mengakibatkan ketengikan (Yusmarini *et al.*, 2013). Semakin cepat proses oksidasi, maka semakin besar peroksida yang akan terbentuk. Angka peroksida akan semakin meningkat selama penyimpanan yang dipengaruhi oleh semakin banyaknya oksigen yang tersedia di dalam kemasan. Sehingga dapat dicegah dengan cara mengurangi jumlah oksigen di dalam kemasan. Semakin rendah volume oksigen maka proses ketengikan pada produk akan berjalan semakin lambat (Maharani *et al.*, 2012).

Hal ini sesuai dengan hasil pengamatan yang diperoleh, adanya penambahan oksigen *absorber* dalam kemasan *spread cookies* menyebabkan nilai ketengikan pada *spread*

*cookies* relatif kecil, karena oksigen *absorber* dapat berperan untuk menghilangkan atau mengurangi jumlah oksigen pada kemasan. Sehingga produk yang disimpan dengan perlakuan akan memiliki angka TBA yang lebih rendah dari produk yang disimpan tanpa perlakuan. Jenis kemasan yang digunakan dan lama waktu penyimpanan dapat mempengaruhi kadar air dan kadar asam lemak bebas yang dapat menyebabkan ketengikan. Asam lemak bebas merupakan komponen minyak yang rusak karena proses hidrolisis. Reaksi ini akan terus meningkat sejalan dengan waktu penyimpanan (Pertiwi *et al.*, 2016). Semakin tinggi permeabilitas suatu kemasan dapat menyebabkan semakin banyak komponen air yang masuk ke dalam produk sehingga jumlah asam lemak bebas meningkat. Kadar air ini berpengaruh terhadap proses hidrolisis minyak, dimana semakin tinggi kadar air maka minyak di dalam produk akan semakin cepat tengik (Pertiwi *et al.*, 2016). Sehingga pemilihan jenis kemasan yang tepat sangat penting agar kadar air dalam produk tidak mengalami perubahan yang berpengaruh terhadap daya tahan suatu produk (Fajriyani, 2019). Selain itu peningkatan nilai TBA juga dapat disebabkan oleh adanya aktivitas dari mikroorganisme (Pertiwi *et al.*, 2016).

#### 4.2.3. Aktivitas Air ( $A_w$ )

Proses analisis aktivitas air menggunakan  $A_w$  Meter pada sampel *spread cookies* yang disimpan dengan perlakuan maupun tanpa perlakuan. Faktor yang dapat berpengaruh terhadap penurunan mutu produk pangan antara lain adanya perubahan kadar air di dalam produk. Air di dalam bahan pangan berfungsi sebagai pelarut dan bahan pereaksi. Bentuk air yang ditemukan di dalam bahan pangan yaitu air bebas dan air terikat. Air bebas dapat mudah hilang karena adanya penguapan serta pengeringan, sedangkan air terikat merupakan air yang sulit untuk dipisahkan dari suatu bahan pangan sekalipun menggunakan metode penguapan dan pengeringan (Sitompul *et al.*, 2015). Aktivitas air merupakan jumlah air bebas yang terdapat pada suatu bahan pangan yang dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme dalam pertumbuhannya. Sehingga  $A_w$  merupakan salah satu faktor yang dapat mengakibatkan kerusakan pada produk pangan (Sakti *et al.*, 2016). Aktivitas air ( $A_w$ ) sangat berkaitan dengan kadar air dalam produk, pada umumnya digambarkan dalam kurva isotermis, pertumbuhan bakteri serta kapang. Semakin tinggi  $A_w$  suatu produk pangan maka semakin banyak bakteri yang akan

tumbuh. Sedangkan untuk pertumbuhannya, kapang cenderung tidak menyukai  $A_w$  yang tinggi. (Herawati, 2008).

Berdasarkan Tabel 3., dapat diketahui bahwa  $A_w$  *spread cookies* yang disimpan dengan perlakuan dan tanpa perlakuan mengalami peningkatan. Peningkatan aktivitas air ini dapat disebabkan karena semakin lama produk disimpan maka aktivitas air dalam produk tersebut akan semakin meningkat, hal ini dapat terjadi karena adanya peningkatan air dari lingkungan luar serta adanya penguraian produk oleh mikroorganisme maupun enzim yang dapat menyebabkan terbentuknya air. Meningkatnya  $A_w$  pada produk pangan juga dapat disebabkan oleh adanya metabolisme pada mikroba yang diikuti dengan pelepasan air (Sakti *et al.*, 2016). Nilai  $A_w$  pada produk yang disimpan tanpa perlakuan lebih tinggi dibandingkan dengan *spread cookies* yang disimpan dengan perlakuan, sehingga perlakuan yang diberikan efektif dalam menghambat peningkatan  $A_w$  dalam produk selama proses penyimpanan. Hal ini dapat disebabkan karena pada *spread cookies* yang disimpan dengan perlakuan terdapat silica gel yang berfungsi untuk menyerap air yang ada pada kemasan pangan, sehingga dapat membantu mempertahankan aktivitas air dan kadar air produk (Rais *et al.*, 2018).

