

KINETIKA PERTUMBUHAN MIKROBIA DAN KEMUNDURAN MUTU BAKSO DAGING TERLAPISI PATI UMBI KIMPUL (*Xanthosoma sagittifolium*) YANG DIINKORPORASI KALIUM SORBAT

Kinetics of Microbial Growth and Quality Deterioration of *Xanthosoma sagittifolium* Starch-Based Coated Meatballs with Potassium Sorbate Incorporated

Warkoyo¹, Budi Rahardjo², Djagal Wiseso Marseno³, Joko Nugroho Wahyu Karyadi²

¹Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas No. 246, Malang 65144

²Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora No. 1, Bulaksumur, Yogyakarta 55281

³Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora No. 1, Bulaksumur, Yogyakarta 55281

Email: warkoyo_umm@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kecepatan pertumbuhan mikrobia sebagai agen kerusakan dapat mengindikasikan kemunduran mutupangan sebagai substratnya. Adanya pelapis aktif pada permukaan bahan makanan akan mempengaruhi keduanya. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kinetika pertumbuhan mikrobia, dan kemunduran mutu bakso terlapisi pati umbi kimpul (*X. sagittifolium*) yang diinkorporasi kalium sorbat. Perlakuan yang dicoba dalam penelitian ini adalah konsentrasi kalium sorbat yang berbeda pada pelapis *edible*. Parameter pengamatan meliputi jumlah mikrobia, kadar protein, TVB-N, susut berat, dan tekstur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kalium sorbat berpengaruh nyata terhadap jumlah mikrobia, TVB-N, dan tekstur, serta berpengaruh tidak nyata terhadap kadar protein dan susut berat bakso. Jumlah mikrobia meningkat secara eksponensial dengan laju penghambatan 0,101 kali konsentrasi kalium sorbat, sementara TVB-N, dan tekstur bakso berubah secara linier dengan laju penghambatan masing-masing sebesar 0,584 dan 0,036 kali konsentrasi kalium sorbat. Pelapis *edible* aktif berbasis pati *X. sagittifolium* yang diinkorporasi kalium sorbat 0,6% dapat meningkatkan umur simpan bakso sampai 4 hari, sementara bakso tanpa pelapis hanya bertahan kurang dari 1 hari.

Kata kunci: Pelapis *edible* aktif, kinetika pertumbuhan mikrobia, kalium sorbat

ABSTRACT

The rapidity of microbial growth as damage agents indicates quality deterioration of food as its substrate. The presence of active coatings on the surface of the food material will affect to both of microbial growth rapidity and food quality deterioration. The objectives of this research were to determine the kinetics of microbial growth and quality deterioration of *X. sagittifolium* starch-based coated meatballs incorporated with potassium sorbate. Various potassium sorbate concentration onedible coatings were tested in the research. Observation parameters included the number of microbes, protein content, TVB-N, weight losses, and texture. The results showed that the addition of potassium sorbate significantly affected the number of microbes, TVB-N, and texture. However, it did not significantly affect to the protein content and weight losses of meatballs. The number of microbes increased exponentially with the inhibition rate of 0.101 times of potassium sorbate concentration, while TVB-N and the texture of meatballs changed linearly with the inhibition rate of 0.584 and 0.036 times of potassium sorbate concentration respectively. The active starch-based edible coatings with 0.6% potassium sorbate incorporated increased the shelf life of meatballs up to 4 days, while the meatballs without coating only lasted less than 1 day.

Keywords: Active edible coating, microbial growth kinetics, potassium sorbate

PENDAHULUAN

Makanan yang tidak ditangani secara benar, selama penyimpanan produk tersebut rentan terhadap kerusakan, baik secara mikrobiologi, fisik maupun kimia. Makanan berbasis protein akan rentan terhadap kerusakan oleh mikrobia. Hal ini dapat dilihat dengan adanya perubahan populasi mikrobia sebagai agen perusak, dan perubahan kandungan protein dari makanan sebagai sumber energi untuk pertumbuhan agen perusak, serta perubahan fisik dari bahan makanan sebagai akibat kerusakan bahan oleh mikrobia. Hasil evaluasi sensoris memperlihatkan adanya korelasi antara analisis nilai mikrobiologis dan khemis (Ojagh dkk., 2010). Makanan yang telah rusak menjadi tidak diterima oleh konsumen.

Bakso adalah makanan berbasis protein yang digemari oleh hampir semua lapisan masyarakat, rentan terhadap kerusakan apabila disimpan pada suhu kamar. Bakso tanpa kemasan antimikrobia hanya bertahan ± 24 jam (Warsiki dkk., 2009). Pelapis *edible* berbasis pati umbi kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) dengan inkorporasi kalium sorbat yang diaplikasikan pada bakso sebagai usaha untuk memperpanjang umur simpan, yaitu dengan cara mereduksi kerusakan oleh mikrobia, mempertahankan nutrisi dan kualitas fisikbakso. Pati umbi kimpul mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai bahan pelapis *edible*, kandungan amilosanya tinggi (35,34%), dua kali lipat lebih besar dibandingkan kandungan amilosa pati ubi kayu (Perez dkk., 2005). Kalium sorbat adalah salah satu bahan aktif yang dapat difungsikan untuk menghambat pertumbuhan mikrobia perusak, mudah larut dalam air sehingga memudahkan dalam pencampurannya dengan larutan *edible*, stabil, dapat digunakan secara luas untuk pengawet berbagai produk pangan (Coma, 2008). Pelapis aktif mempunyai peran dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Menurut Warsiki dkk. (2009), bakso dengan kemasan antimikrobia yang disimpan pada suhu 37 °C dapat bertahan selama 3 hari atau dua kali lebih lama dibandingkan dengan bakso tanpa antimikrobia. Keefektivan pelapis antimikrobia tergantung pada konsentrasi antimikrobia yang ditambahkan dalam larutan pelapis (Neetoo dkk., 2010).

Tujuan kajian ini adalah untuk mendapatkan kinetika pertumbuhan mikrobia, dan kemunduran mutu bakso yang terlapis *edible* berbasis pati umbi kimpul (*X. sagittifolium*) yang diinkorporasi kalium sorbat.

METODE PENELITIAN

Landasan Teori

Keawetan pangan selama penyimpanan dapat dijelaskan dengan teori kinetika. Reaksi yang khas dalam alam, menurut Heldman dan Singh (1981) akan terjadi pada suatu kecepatan

yang tergantung pada beberapa faktor, misalnya kecepatan dimana konsentrasi beberapa jenis komponen dikurangi akibat adanya pemanasan. Koswara (2002) menyatakan bahwa umumnya bahan pangan akan mengalami penurunan mutu atau nilai gizi. Kinetika perubahan mutu (kadar protein, TVB-N, susut berat, tekstur) dapat dinyatakan dengan Persamaan 1.

$$\frac{-d(\text{Mutu})}{dt} = k \dots\dots\dots (1)$$

Hasil integrasi Persamaan 1 dituliskan dalam Persamaan 2.

$$(\text{Mutu})_t = (\text{Mutu})_0 + kt \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

- d(Mutu)/dt : perubahan mutu terhadap waktu t,
- k : konstanta laju perubahan mutu dalam satuan unit mutu/waktu,
- (Mutu)_t : kadar mutu pada waktu t,
- (Mutu)₀ : kadar mutu mula-mula.

Selain perubahan mutu, perubahan jumlah mikrobia sebagai agen kerusakan juga dapat dijelaskan dengan teori kinetika. Menurut Labuza (Koswara, 2002) pertumbuhan atau kematian mikrobia mengikuti reaksi orde satu sebagaimana dinyatakan pada Persamaan 3.

$$\frac{dM}{dt} = k' M \dots\dots\dots (3)$$

Hasil integrasi Persamaan 3 dituliskan dalam Persamaan 4.

$$M_t = M_0 e^{k't} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

- M_t : jumlah mikrobia pada waktu t,
- M₀ : jumlah mikrobia mula-mula,
- k' : konstanta laju pertumbuhan sel mikrobia.

Bahan

Bahan utama yang digunakan untuk pelapis *edible* dalam penelitian ini adalah pati umbi kimpul ukuran 100 mesh yang diperoleh dari Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pangan Universitas Muhammadiyah Malang. Kalium sorbat (Produk Linyi RRC) sebagai bahan aktif pada pelapis *edible*. Bakso daging sapi digunakan sebagai obyek pelapisan dibuat dengan menambahkan tepung sagu sebanyak 50% berat daging, bawang putih dan garam dapur masing-masing sebanyak 5%.

Preparasi Larutan Pelapis Edible Aktif

Larutan pelapis *edible* aktif disiapkan dengan membuat 100 mL larutan *edible* dengan jumlah pati kimpul 2,0% (b/v) pada jumlah kalium sorbat yang bervariasi. Larutan pelapis

edible aktif disiapkan dengan mencampur pati dengan air destilat, gliserol sejumlah 0,8% (b/v), dan kalium sorbat sebanyak 0;0,15; 0,30; 0,45 dan 0,60 % b/v, kemudian dipanaskan di atas *hotplate stirrer* sampai terjadi gelatinisasi (suhu ± 85 °C) dan dipertahankan selama 5 menit.

Pelapisan Edible Aktif pada Bakso

Pelapisan bakso dilakukan dengan pencelupan dalam larutan pelapis *edible* aktif kondisi panas (suhu 85°C) selama 5 menit. Selanjutnya bakso ditiriskan dan disimpan dalam cup plastik (steril) pada suhu kamar (± 27 °C) untuk dilakukan pengamatan secara periodik terhadap populasi mikrobia, kadar protein, TVB-N, susut berat, dan tekstur. Pengamatan dilakukan sampai batas penerimaan konsumen yang ditandai dengan munculnya bau tidak sedap atau adanya bintik-bintik noda pada permukaan bakso.

Populasi Mikrobia

Populasi mikrobia dihitung menggunakan metode *total plate count* (TPC) (Yousef dan Carlstrom, 2003). Sampel yang telah dilumatkan diambil 1 g untuk diencerkan dengan 9 ml air destilat, dan dihomogenkan. Pengenceran dibuat bertingkat 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} . Masing-masing pengenceran diambil 1 ml untuk dimasukkan ke cawan petri yang berisi media nutrient agar (NA). Biakan diinkubasi selama 48 jam pada suhu 37 °C sebelum dilakukan penghitungan koloni.

Protein

Protein kasar ditentukan dengan menggunakan metode mikro Kjeldahl (AOAC, 2005). Sampel bakso halus 0,5 g, ditambah 2 ml H_2SO_4 , dan 2 g campuran $Na_2SO_4:HgO$ (20:1). Campuran bahan dipanaskan selama 30 menit, dicuci dan dididihkan lagi selama 30 menit. Aquades sejumlah 5-10 ml, dan 6-15 ml $NaOH:Na_2S_2O_3$ (40:5) ditambahkan encerkan dengan aquades. Lakukan destilasi, dan titrasi destilat dengan 0,02 N HCl. Hitung total N dan % protein bahan.

TVB-N

Komponen volatil total berbasis nitrogen (TVB-N) sebagai indikator kerusakan kimia ditentukan menggunakan metode Suvanich, Jahneke dan Marshall (2000) dengan sedikit modifikasi. Bakso (5 g) dicincang halus, direndam dalam 15 ml TCA 5% selama 5 menit. Campuran dimasukkan sentrifus selama 10 menit. Filtrat (5 ml) ditambah 5 ml NaOH 2 M dipindahkan ke alat destilasi. Destilat ditampung dalam labu erlenmeyer yang berisi 15 ml HCl 0,01 N sampai volume mencapai 40 ml. Selanjutnya ditambahkan 3 tetes indikator phenol red sebelum dititrasi dengan NaOH 0,01 N hingga berwarna pink. Penentuan nilai TVB-N berdasarkan volume NaOH yang dibutuhkan untuk titrasi.

Tekstur

Tekstur yang dimaksudkan dalam penelitian ini adalah tingkat kekerasan suatu produk. Tekstur baksodiukur secara periodik menggunakan Tensile Strength Instrument, TSI (Imada ZP-200N, Japan). Bakso dipotong berbentuk kubus, dengan panjang rusuk ± 20 mm. Kubus sampel diletakkan pada meja kerja TSI, di bawah aksesoris perekam untuk dilakukan pengukuran tekstur.

Susut Berat

Berat bakso sapi terlapis pati umbi kimpul yang diinkorporasi kalium sorbat selama penyimpanan diamati secara periodik, yaitu dengan menimbang sampel yang sama pada jam-jam pengamatan (0, 24, 48, 72, 96, 120) menggunakan timbangan analitik digital (Ohaus Corp Pine Brooks).

Analisis Data

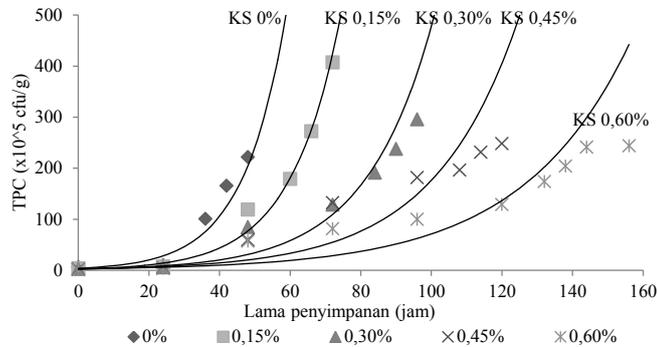
Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisa variansi (ANOVA), dan untuk uji lanjut menggunakan uji beda rata-rata Duncan (DMRT) pada taraf 5% dengan menggunakan program Microsoft Office Excel. Kinetika pertumbuhan mikrobia dan kemunduran mutu produk diperoleh dengan pengeplotan data terhadap waktu penyimpanan menggunakan program Microsoft Office Excel untuk mendapatkan koefisien arah. Koefisien kinetika dari masing-masing parameter (Persamaan 2 dan 4) diperoleh dengan cara pengeplotan koefisien arah dan konsentrasi kalium sorbat dalam grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi Mikrobia

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kalium sorbat berpengaruh nyata terhadap populasi mikrobia. Populasi mikrobia pada baksoselama penyimpanan mengalami peningkatan jumlahnya dan peningkatannya secara eksponensial. Penambahan kalium sorbat pada pelapis *edible* yang semakin banyak menghasilkan jumlah mikrobia yang semakin kecil dan grafik hubungan jumlah mikrobia dan waktu penyimpanan semakin landai (Gambar 1). Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan kalium sorbat yang semakin banyak, menyebabkan jumlah bahan aktif yang terkandung dalam pelapis *edible* semakin banyak, kemampuan pelapis *edible* untuk melakukan pertahanan dan perlawanan terhadap mikrobia semakin besar, akibatnya pertumbuhan mikrobia terhambat, dan populasinya semakin rendah. Produk berpelapis *edible* tanpa bahan aktif, apabila berpedoman pada batas penerimaan TPC 10^6 CFU/g (Duan dkk., 2010b), memiliki umur simpan pendek yaitu kurang dari

24 jam. Sedangkan produk berpelapis *edible* aktif konsentrasi kalium sorbat tinggi (0,60 %) menghasilkan umur simpan paling lama, yaitu 96 jam (4 hari).



Gambar 1. Populasi mikrobia pada bakso yang terlapis *edible* aktif dengan berbagai konsentrasi kalium sorbat (KS)

Penambahan kalium sorbat ke dalam larutan pelapis *edible* yang semakin banyak menyebabkan pertumbuhan mikrobia semakin lambat. Hal ini juga dapat dilihat dari nilai konstanta pertumbuhan populasi mikrobia (k-TPC) sebagaimana hasil penelitian tertuang pada Tabel 1. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa laju pertumbuhan mikrobia dipengaruhi oleh konsentrasi kalium sorbat yang ditambahkan ke dalam larutan pelapis *edible*. Penambahan kalium sorbat yang semakin besar dapat menghasilkan k-TPC yang semakin kecil. Nilai k-TPC yang semakin kecil menunjukkan pertambahan populasi mikrobia semakin lambat, kerusakan produk semakin kecil, akibatnya umur simpan produk semakin panjang, dan sebaliknya jika nilai k-TPC yang semakin besar, pertambahan populasi mikrobia semakin cepat, kerusakan produk semakin besar, akibatnya umur simpan produk semakin pendek. Fenomena ini mengindikasikan bahwa konsentrasi kalium sorbat yang semakin besar menyebabkan penghambatan terhadap pertumbuhan mikrobia yang semakin besar pula. Hubungan antara pertumbuhan mikrobia (M, CFU/g) dan konsentrasi kalium sorbat (KS, %) dalam pelapis *edible* aktif selama penyimpanan dinyatakan dalam Persamaan 5.

$$M_t = M_0 e^{(-0,101 KS + 0,088) t} \dots\dots\dots (5)$$

Kenyataan tersebut didukung oleh beberapa hasil penelitian, di antaranya penelitian Neetoo dkk. (2010) yang melaporkan bahwa pelapis alginat dapat menunda pertumbuhan *Listeria monocytogenes* pada filet salmon asap dingin suhu simpan 4 °C, dan keefektifan pelapis antimikrobia dalam menghambat pertumbuhan mikrobia tergantung pada konsentrasi antimikrobia yang ditambahkan. Lu dkk. (2010) juga menyampaikan bahwa pertumbuhan mikrobia

pada filet yang dilapisi alginat dengan inkorporasi cinnamon selama penyimpanan (suhu 4 °C) mengalami penghambatan, akibatnya mutu filet dapat dipertahankan.

Menurut Juck dkk. (2010) bahwa pelapis alginat dengan berbagai bahan aktif yang diaplikasikan pada ayam rebus dan panggang mampu menghambat pertumbuhan mikrobia. Populasi mikrobia pada penyimpanan 22 °C selama 7 hari untuk ayam rebus dan panggang tanpa pelapis secara berturut-turut adalah 7,9 dan 6,5 log CFU/g, sedangkan populasi mikrobia pada ayam rebus dan panggang yang terlapis alginat dengan berbagai bahan aktif, masing-masing berkisar 3,0 – 4,9 dan 1,5 – 1,7 log CFU/g.

Masih menurut Juck dkk. (2010), pelapis *edible* berbasis pati yang diinkorporasi kalium sorbat yang diaplikasikan pada ayam rebus, disimpan pada suhu ruang selama 7 hari mampu mereduksi populasi *L. monocytogenes* dari 7,9 log CFU/g untuk produk tanpa pelapis (kontrol) menjadi 7,5 log CFU/g untuk produk berpelapis tanpa kalium sorbat, dan 7,0 log CFU/g untuk produk berpelapis aktif. Sementara pada ayam panggang, dapat mereduksi dari 6,5 log CFU/g untuk kontrol, menjadi 4,2 log CFU/g untuk produk berpelapis tanpa kalium sorbat, dan 3,2 log CFU/g untuk produk berpelapis aktif.

Tabel 1. Konstanta pertumbuhan mikrobia dan kemunduran mutokimia bakso yang terlapis *edible* aktif dengan berbagai konsentrasi kalium sorbat.

Kalium sorbat	k-TPC (per jam)	k-Protein (%/jam)	k-TVB (mg/100g.jam)
0 %	0,088 b	-0,005 a	0,670 b
0,15 %	0,079 ab	-0,007 a	0,590 ab
0,30 %	0,053 a	-0,001 a	0,553 ab
0,45 %	0,041 a	-0,002 a	0,348 a
0,60 %	0,031 a	-0,002 a	0,353 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DMRT (α = 0,05)

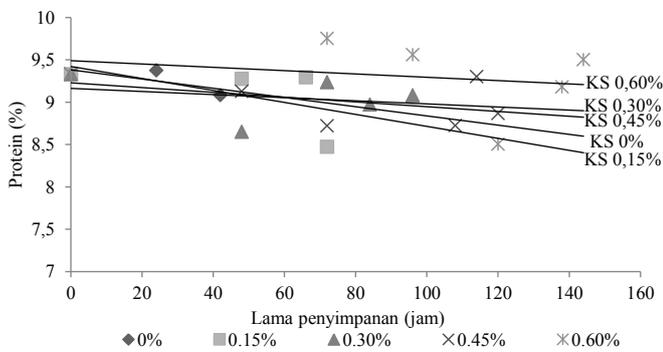
Pelapis chitosan dapat memperpanjang umur simpan filet ikan (Duan dkk., 2010a). Apabila mengacu pada batas penerimaan populasi mikrobia (10⁷ CFU/g), pelapis chitosan yang diaplikasikan pada filet ikan dapat memperpanjang umur simpan 2 hari lebih lama bila dibandingkan dengan filet tanpa pelapis yang disimpan pada suhu 2 °C dengan umur simpan 5 hari.

Pelapis chitosan-whey protein dapat memperpanjang umur simpan keju secara efektif (Di Piero dkk., 2011). Batas populasi mikrobia yang diterima pada keju tanpa pelapis tercapai setelah 7 hari untuk mesopilik, 14 hari untuk psikrotropik, dan 21 hari untuk BAL. Sementara pada keju dengan pelapis, sampai penyimpanan 21 hari, batas populasi mikrobia tersebut belum tercapai.

Pranoto dkk. (2005) menyatakan bahwa penambahan kalium sorbat pada *edible film* chitosan berpengaruh terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* dan *Bacillus cereus*. Peningkatan level kalium sorbat yang lebih tinggi dari 100 mg/g chitosan tidak menunjukkan perbaikan dampak antimikrobia yang signifikan. Sementara terhadap *Escherichia coli* dan *Salmonella typhimurium* penambahan kalium sorbat tidak berpengaruh nyata.

Protein

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kalium sorbat berpengaruh tidak nyata terhadap kadar protein bakso. Hal ini senada dengan hasil penelitian Hsu dan Sun (2006) yang menyatakan bahwa kadar protein bakso tidak dipengaruhi oleh penambahan phosphate, kalium sorbat, dan sodium eritorbat. Kadar protein bakso selama penyimpanan mengalami penurunan, tetapi penurunannya tidak berbeda untuk konsentrasi kalium sorbat yang berbeda. Penurunan kadar protein cenderung lebih rendah pada produk dengan konsentrasi kalium sorbat yang lebih tinggi dalam pelapis *edible* (Gambar 2). Kadar protein selama penyimpanan berubah secara linier. Hal ini mengindikasikan bahwa protein bakso sebagai sumber energi bagi pertumbuhan bakteri, relatif tidak berkurang dengan semakin besarnya penambahan kalium sorbat, dan dimungkinkan terjadi penghambatan pertumbuhan bakteri yang cenderung semakin besar.



Gambar 2. Kadar protein bakso yang terlapisi *edible* aktif dengan berbagai konsentrasi kalium sorbat (KS)

Apabila diperhatikan lebih jauh, laju penurunan protein semakin kecil dengan semakin besar kalium sorbat yang ditambahkan, laju pertumbuhannya semakin kecil (Tabel 1). Hal ini mengindikasikan bahwa terjadi penghambatan dekomposisi protein. Hubungan antara penurunan kadar protein (Protein, %) dan konsentrasi kalium sorbat (KS, %) dalam pelapis *edible* aktif selama penyimpanan dinyatakan dalam Persamaan 6.

$$[\text{Protein}]_t = [\text{Protein}]_0 + (0,007 \text{ KS} - 0,005) t \dots\dots (6)$$

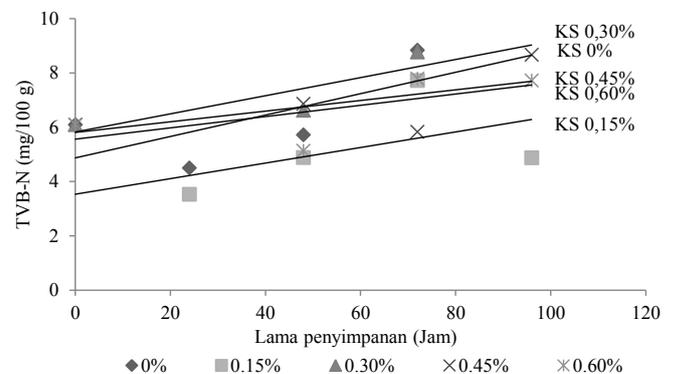
Mahmoud dkk. (2006) menyatakan bahwa penghambatan pertumbuhan mikrobia yang kuat dapat menunda dekomposisi filet, akibatnya kadar protein tetap tinggi. Selama penyimpanan degradasi protein bertambah (Akkose dan Aktas, 2008), dan protein akan terdekomposisi dengan menghasilkan senyawa-senyawa volatil, dan ini dapat diindikasikan dengan semakin meningkatnya nilai TVB-N.

TVB-N

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kalium sorbat berpengaruh nyata terhadap kandungan TVB-N bakso. Kandungan TVB-N bakso selama penyimpanan mengalami peningkatan, dan peningkatannya semakin menurun dengan adanya penambahan kalium sorbat yang semakin banyak (Gambar 3). Hal ini juga dapat dilihat dari nilai konstanta perubahan TVB-N (k-TVb), penambahan kalium sorbat yang semakin banyak menghasilkan nilai k-TVb yang semakin kecil (Tabel 1). Kenyataan tersebut mengindikasikan bahwa penambahan kalium sorbat dalam pelapis *edible* dapat menghambat proses dekomposisi protein, akibatnya bakso menjadi lebih tahan lama. Hubungan antara pertambahan TVB-N (TVB-N, mg/100 g) dan konsentrasi kalium sorbat (KS, %) dalam pelapis *edible* aktif selama penyimpanan dinyatakan dalam Persamaan 7.

$$[\text{TVB}_N]_t = [\text{TVB}_N]_0 - (0,584 \text{ KS} - 0,678) t \dots\dots\dots (7)$$

Berbagai pustaka menyatakan bahwa nilai TVB-N produk mengalami peningkatan selama penyimpanan. Akkose dan Aktas (2008) melaporkan bahwa TVB-N daging beku sebelum penyimpanan senilai 11,49 mg/100 g, dan 6 bulan setelah penyimpanan menjadi 15,70 mg/100 g. Ojagh dkk. (2010) melaporkan bahwa nilai TVB-N filet ikan air tawar bertambah secara nyata selama penyimpanan. TVB-N filet sebelum penyimpanan 9,33-12,13 mg N/100g, setelah 16 hari penyimpanan menjadi 42,93 mg untuk filet tanpa pelapis, 22,86 mg untuk filet dengan pelapis chitosan, dan 14,23 mg untuk filet dengan pelapis chitosan yang diinkorporasi



Gambar 3. Kandungan TVB-N bakso yang terlapisi *edible* aktif dengan berbagai konsentrasi kalium sorbat (KS)

cinnamon. TVB-N yang utama dihasilkan oleh dekomposisi daging ikan oleh bakteri.

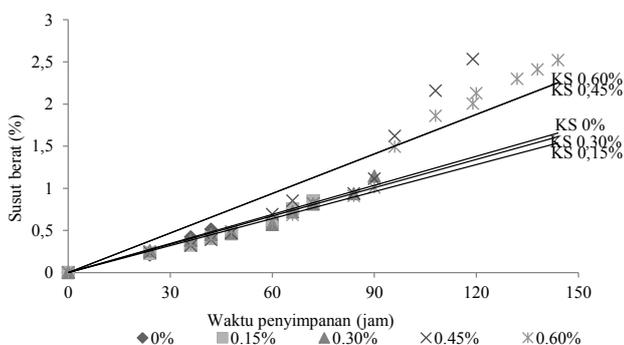
Duan dkk. (2010b) menyatakan bahwa pelapis chitosan dan MAP vakum pada filet suhu 2°C dapat mengurangi kerusakan kimia (TVB-N), dan kerusakan mikrobiologis (TPC). TVB-N sebagai indek kualitas ikan, peningkatannya mungkin menandakan adanya aktivitas bakteri perusak dan enzim endogenus. Berdasarkan batas penerimaan TVB-N (30 mg N/100 g), dan TPC (10⁶ CFU/g), waktu penerimaan untuk filet tanpa perlakuan sama, yaitu 5 hari. Tetapi untuk filet yang diperlakukan waktu penerimaannya berbeda, yaitu 9-10 hari berdasarkan TVB-N, dan berdasarkan TPC sampai 21 hari nilai batasnya belum terlampaui. Hal ini mungkin terjadi karena produksi TVB-N yang utama terkait dengan dekomposisi bakterial, selain itu juga dipengaruhi faktor lain seperti umur, lokasi, dan metode kultur.

Lu dkk. (2010) melaporkan bahwa pelapis alginat-chinamon dapat menghambat pertumbuhan mikrobia, menjaga TVB-N, pH, TBA filet ikan, dapat mempertahankan mutu filet secara efisien selama penyimpanan (suhu 4 °C), tetapi warna filet berubah menjadi kekuningan. Filet tanpa bahan aktif (Y0) dan filet tanpa pelapis (CK) pada hari ke-6 menghasilkan TVB-N yang melebihi ambang, sementara pelapis dengan alginat-chinamon menghasilkan TVB-N yang lebih rendah dari nilai ambang penerimaan, dan bahkan sampai hari ke-15 pun masih dibawah ambang.

Mahmoud dkk. (2006), berdasarkan batas penerimaan TVB-N, filet yang disimpan pada suhu 25 °C dicapai setelah 0,5 hari untuk kontrol, dan 1,7 hari untuk filet dengan perlakuan. Sedangkan pada suhu 5 °C filet tanpa perlakuan mencapai batas penerimaan pada hari ke-8, sementara sampel dengan perlakuan sampai hari ke-20 masih di bawahnya. Hal ini terjadi karena dampak penghambatan terhadap pertumbuhan mikrobia, sehingga dapat menunda dekomposisi filet.

Susut Berat

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kalium sorbat berpengaruh tidak nyata terhadap susut



Gambar 4. Susut berat bakso yang terlapis *edible* aktif dengan berbagai konsentrasi kalium sorbat (KS)

berat bakso. Berat bakso berpelapis *edible* aktif selama penyimpanan mengalami penyusutan, dan penyusutannya cenderung meningkat dengan bertambahnya konsentrasi bahan aktif yang ditambahkan (Gambar 4).

Apabila diperhatikan laju penyusutannya (k-Losis), penambahan kalium sorbat yang semakin tinggi menghasilkan k-Losis yang cenderung semakin besar (Tabel 2). Hal ini dapat terjadi karena dengan meningkatnya konsentrasi bahan aktif dalam pembuatan larutan pelapis *edible* akan menyebabkan kerapatan molekul berkurang, sehingga terbentuk ruang bebas pada matrik *edible*, difusi uap air semakin tinggi, akibatnya transmisi uap air dari pelapis *edible* yang dihasilkan akan cenderung meningkat.

Tabel 2. Konstanta kemunduran mutu fisik bakso yang terlapis *edible* aktif dengan berbagai konsentrasi kalium sorbat

Kalium sorbat	k-Losis (%/jam)	k-Tekstur (N/jam)
0 %	0,011 a	-0,082 ab
0,15 %	0,010 a	-0,086 b
0,30 %	0,011 a	-0,083 ab
0,45 %	0,015 a	-0,068 a
0,60 %	0,015 a	-0,064 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DMRT(= 0,05).

Hubungan antara penyusutan bakso (Losis, %) dan konsentrasi kalium sorbat (KS, %) dalam pelapis *edible* aktif selama penyimpanan dinyatakan dalam Persamaan 8.

$$[Losis]_t = (0,008 KS + 0,009)t \dots\dots\dots (8)$$

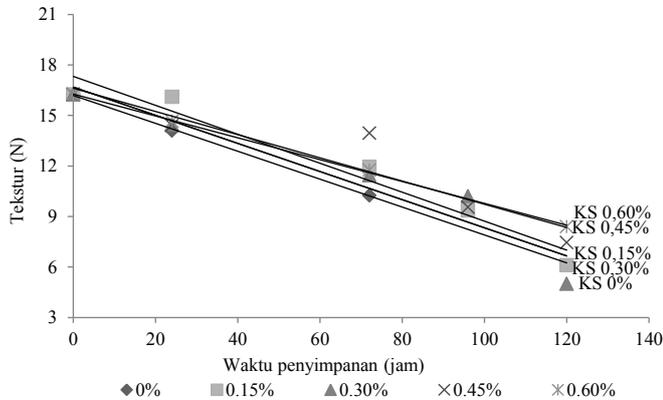
Menurut Antoniewski dkk. (2007), daging yang dilapisi gelatin mengalami penyusutan selama penyimpanan. Kenyataan ini sejalan dengan penambahan kalium sorbat pada *edible film* sebagaimana yang dilaporkan Warkoyo dkk. (2014) yang menyatakan bahwa penambahan kalium sorbat pada *edible film* berbasis pati *X. sagittifolium* yang semakin meningkat menyebabkan transmisi uap air yang semakin besar. Shen dkk. (2010) menyatakan bahwa penambahan kalium sorbat yang semakin tinggi pada film berbasis pati umbi rambat akan menghasilkan permeabilitas uap air yang semakin tinggi. Lebih jauh dikatakan bahwa penambahan kalium sorbat akan memodifikasi struktur jaringan pati, dan menyebabkan film menjadi getas atau rapuh, akibatnya uap air lebih mudah melaluinya. Penambahan kalium sorbat pada film chitosan juga menyebabkan permeabilitas uap air meningkat (Pranoto dkk., 2005).

Lim dkk. (2010) melaporkan penambahan bahan aktif (ekstrak biji anggur dan tymol) dapat meningkatkan

permeabilitas uap air dari film yang dibentuk dan masing-masing bahan aktif yang ditambahkan akan menghasilkan *edible* film dengan transmisi terhadap uap air yang berbeda-beda (Warsiki dkk., 2009).

Tekstur

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kalium sorbat dalam larutan pelapis *edible* berpengaruh nyata terhadap tekstur (kekerasan) bakso yang dihasilkan. Tekstur bakso berpelapis *edible* aktif mengalami penurunan selama penyimpanan, dan penurunannya berkurang dengan semakin banyaknya kalium sorbat yang ditambahkan (Gambar 5). Hal ini mengindikasikan bahwa jumlah kalium sorbat dalam pelapis *edible* yang semakin tinggi dapat menyebabkan penghambatan kerusakan produk oleh mikrobia semakin kecil, peluang untuk terjadinya kerusakan oleh mikrobia semakin kecil, bangunan atau formasi matrik polimer yang ada masih tetap kokoh, kemampuan menahan tekanan dari luar masih besar, akibatnya bakso berpelapis *edible* aktif dengan konsentrasi kalium sorbat tinggi mempunyai tekstur (kekerasan) yang tinggi. Hasil yang sama dilaporkan Warsiki dkk. (2009) bahwa tekstur bakso dengan kemasan antimikrobia yang disimpan pada suhu 37 °C lebih kokoh dibandingkan dengan tekstur bakso tanpa kemasan antimikrobia.



Gambar 5. Tekstur bakso yang terlapis *edible* aktif dengan berbagai konsentrasi kalium sorbat (KS)

Hal senada juga dilaporkan Ojagh dkk. (2010) bahwa pertumbuhan mikrobia pada filet tanpa pelapis menyebabkan kerusakan, sementara pertumbuhan mikrobia pada filet berpelapis *edible* aktif lambat sehingga kerusakannya dapat diminimalisir.

Laju penurunan tekstur yang dihasilkan semakin kecil dengan adanya penambahan kalium sorbat yang semakin banyak (Tabel 2). Hal ini mengindikasikan bahwa kemunduran mutu bakso (secara fisik) terhambat dengan adanya penambahan kalium sorbat yang semakin banyak. Hubungan antara penurunan tekstur (Tekstur, N) dan

konsentrasi kalium sorbat (KS, %) dalam pelapis *edible* aktif selama penyimpanan dinyatakan dalam Persamaan 9.

$$[Tekstur]_t = [Tekstur]_0 + (0,036 KS - 0,087)t \dots\dots\dots 9$$

Fenomena yang serupa dihasilkan Di Piero dkk. (2011) pada kejuterlapis chitosan-whey protein, yaitu disamping dapat menghambat pertumbuhan mikrobia, pelapis chitosan-whey protein juga dapat mempertahankan tekstur keju dengan baik. Ojagh dkk. (2010) melaporkan bahwa tekstur filet yang disimpan pada suhu rendah (4 °C) mengalami penurunan setelah 8 hari penyimpanan. Tekstur filet dengan pelapis *edible* lebih besar (keras) dibandingkan tekstur filet tanpa pelapis *edible*.

KESIMPULAN

Penambahan kalium sorbat berpengaruh nyata terhadap jumlah mikrobia, TVB-N, dan tekstur, serta berpengaruh tidak nyata terhadap kadar protein dan susut berat bakso. Jumlah mikrobia meningkat secara eksponensial dengan laju penghambatan 0,101 kali konsentrasi kalium sorbat, sementara TVB-N, dan tekstur bakso berubah secara linier dengan laju penghambatan masing-masing sebesar 0,584 dan 0,036 kali konsentrasi kalium sorbat. Pelapis *edible* aktif berbasis pati *X. sagittifolium* yang diinkorporasi kalium sorbat 0,60% dapat meningkatkan umur simpan bakso sampai 4 hari, sementara bakso tanpa pelapis hanya bertahan kurang dari 1 hari.

DAFTAR PUSTAKA

Akkose, A. dan Aktas, N. (2008). Determination of glass transition temperature of beef and effects of various cryoprotective agents on some chemical changes. *Meat Science* **80**: 875-878.

Antoniewski, M.N., Barringer, S.A., Knipe, C.L. dan Zerby, H.N. (2007). Effect of gelatin coating on the shelf life of fresh meat. *Journal of Food Science* **72**(6): E382-E387.

AOAC. (2005). *Official methods of analysis* (18th ed), Washington DC: Association of Official Analytical Chemists.

Coma, V. (2008). Bioactive packaging technologies for extended shelf life of meat-based products. *Meat Science* **78**: 90-103.

Di Piero, P., Sorrentino, A., Mariniello, L., Giosafatto, C.V.L. dan Porta, R. (2011). Chitosan/whey protein film as active coating to extend Ricotta cheese shelf-life. *LWT-Food Science and Technology* **44**: 2324-2327.

- Duan, J., Cherian, G. dan Zhao, Y. (2010a). Quality enhancement in fresh and frozen lingcod (*Ophiodon elongates*) fillets by employment of fish oil incorporated chitosan coating. *Food Chemistry* **119**: 524-532.
- Duan, J., Jiang, Y., Cherian, G. dan Zhao, Y. (2010b). Effect of combined chitosan-krill oil coating and modified atmosphere packaging on the storability of cold-stored lingcod (*Ophiodon elongates*) fillets. *Food Chemistry* **122**: 1035-1042.
- Hedman, D.R. dan Singh, R.P. (1981). *Food process Engineering*, 2nd edn. The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
- Hsu, S.Y. dan Sun, Lung-Yueh. (2006). Effects of salt, phosphates, potassium sorbate dan sodium erythorbate on qualities of emulsified meatball. *Journal of Food Engineering*. **73**: 246-252.
- Juck, G., Neetoo, H. dan Chen, H. (2010). Application of an active alginate coating to control the growth of *Listeria monocytogenes* on poached and deli turkey products. *International Journal of Food Microbiology* **142**: 302-308.
- Koswara, S. (2002). Penerapan persamaan Arrhenius untuk menduga umur simpan produk dan bahan pangan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* **13**(2): 197-203.
- Lim, G.O., Jang, S.A. dan Song, K.B. (2010). Physical and antimicrobial properties of *Gelidium corneum*/nano-clay composite film containing grapefruit seed extract or thymol. *Journal of Food Engineering* **98**: 415-420.
- Lu, F., Ding, Y., Ye, X. dan Liu, D. (2010). Cinnamon and nisin in alginate-calcium coating maintain quality of fresh northern snakehead fish fillets. *LWT-Food Science and Technology* **43**: 1331-1335.
- Mahmoud, B.S.M., Yamazaki, K., Miyashita, K., Shin, I.I. dan Suzuki, T. (2006). A new technology for fish preservation by combined treatment with electrolyzed NaCl solutions and essential oil compounds. *Food Chemistry* **99**: 656-662.
- Neetoo, H., Ye, M. dan Chen, H. (2010). Bioactive alginate coatings to control *Listeria monocytogenes* cold-smoked salmon slices and fillets. *International Journal of Food Microbiology* **136**: 326-331.
- Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H. dan Hosseini, S.M.H. (2010). Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry* **120**: 193-198.
- Perez, E., Schultz, F.S. dan Delahaye, E.P. (2005). Characterization of some properties of starches isolated from *Xanthosoma sagittifolium* (tannia) and *Colocassia esculenta* (taro). *Carbohydrate Polymers* **60**(2): 139-145.
- Pranoto, Y., Rakshit, S.K. dan Salokhe, V.M. (2005). Enhancing antimicrobial activity of chitosan films by incorporating garlic oil, potassium sorbate and nisin. *LWT- Food Science and Technology* **38**: 859-865.
- Shen, X.L., Wu, J.M., Chen, Y. dan Zhao, G. (2010). Antimicrobial and physical properties of sweet potato starch films incorporated with potassium sorbate or chitosan. *Food Hydrocolloids* **24**: 285-290.
- Suvanich, V., Jahneke, M.L. dan Marshall, D.L. (2000). Changes in selected chemical quality characteristics of channel catfish frame mince during chill and frozen storage. *Journal of Food Science* **65**(1): 24-29.
- Warkoyo, Rahardjo, B., Marseno, D.W. dan Karyadi, J.N.W. (2014). Sifat fisik, mekanik dan *barrieredible film* berbasis pati umbi kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) yang diinkorporasi dengan kalium sorbat. *Jurnal Agritech* **34**(1): 72-81.
- Warsiki, E., Sunarti, T.C. dan Martua, R.D. (2009). Pengembangan kemasan antimicrobial (AM) untuk memperpanjang umur simpan produk pangan. *Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian IPB*. 579-588.
- Yousef, A.E., dan Carlstrom, C. (2003). *Food Microbiology: a Laboratory Manual*. A John Wiley and Sons., inc. Publication. USA.