

APPLICATION OF THE COATING WHEY PROTEIN'S EDIBLE FILM WITH THE ADDITION EGG WHITE LYSOZYME FOR PHYSICAL QUALITY OF GOUDA CHEESE DURING RIPENING

Moh. Yahya Huddin¹⁾, Purwadi²⁾, dan Imam Thohari²⁾

- 1) Student of Animal Husbandry Faculty, Brawijaya University, Malang
2) Lecturer of Animal Husbandry Faculty, Brawijaya University, Malang

ABSTRACT

The purpose of this research was to examine the best treatment with the effect of the addition egg white lysozyme to physical quality of Gouda cheese, such as texture, colour, microstructure, and microscopis structure during ripening 1 day, 2, 4, and 8 weeks. The method used in this research was factorial experimental using Randomized Block Design with two factors. The result of this research showed that the addition egg white lysozyme didn't give a significantly different effect ($P > 0,05$) on texture, lightness (L^*), redness (a^*), and yellowness (b^*) values. Ripening time treatment gave a highly significantly different effect ($P < 0,01$) on (L^*), (a^*), and (b^*) values. The interaction of the addition egg white lysozyme and ripening time treatment gave a significantly different effect ($P < 0,05$) on (a^*) and (b^*) values. Microscopis structure and microstructure test, the addition egg white lysozyme 0,5 % (P_1) the dispersion of protein matrix and fat globules was more clear, uniform, and unified. This research concluded that the best combination was egg white lysozyme 0,5 % and ripening time 8 weeks (P_1Q_4).

Keywords: egg white lysozyme, whey protein's edible film, Gouda cheese.

APLIKASI PELAPISAN *EDIBLE FILM* PROTEIN WHEY DENGAN PENAMBAHAN LISOZIM PUTIH TELUR TERHADAP KUALITAS FISIK KEJU GOUDA SELAMA PEMATANGAN

Moh. Yahya Huddin¹⁾, Purwadi²⁾, dan Imam Thohari²⁾

- 1) Mahasiswa Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya, Malang
2) Dosen Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya, Malang

RINGKASAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perlakuan terbaik dan perubahan kualitas fisik keju Gouda yang dilapisi *edible film* protein whey dengan penambahan lisozim putih telur selama pematangan ditinjau dari tekstur, warna, mikrostruktur, dan struktur mikroskopis. Metode yang digunakan adalah percobaan faktorial menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan dua faktor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan penambahan lisozim tidak memberikan perbedaan pengaruh yang nyata ($P > 0,05$) terhadap nilai tekstur, (L^*), (a^*), dan (b^*), sedangkan perlakuan waktu pematangan memberikan perbedaan pengaruh yang sangat nyata ($P \leq 0,01$) terhadap nilai (L^*), (a^*), dan (b^*). Interaksi antara kedua perlakuan memberikan perbedaan pengaruh yang nyata ($P \leq 0,05$) terhadap nilai (a^*) dan (b^*). Berdasarkan uji mikrostruktur dan struktur mikroskopis yang diamati, perlakuan penambahan lisozim 0,5 % (P_1) penyebaran matriks protein dan globula lemak

lebih jelas, merata, dan kompak. Kesimpulan dalam penelitian ini adalah kombinasi terbaik yaitu perlakuan lisozim 0,5 % dan waktu pematangan 8 minggu (P₁Q₄).

Kata Kunci: lisozim putih telur, *edible film* protein whey, keju Gouda.

PENDAHULUAN

Keju merupakan salah satu produk hasil fermentasi berbahan dasar susu dan diproduksi dengan berbagai rasa dan bentuk (Fox *et. al.*, 2000). Radiati (2010) menyatakan bahwa keju adalah protein susu yang digumpalkan dimana penggumpalan ini terjadi karena adanya enzim rennet (enzim lain yang cocok) atau melalui fermentasi asam laktat. Komponen-komponen yang menyusun keju adalah lemak, air, protein, laktosa, kalsium dan fosfor yang komposisinya tergantung pada jenis keju.

Keju Gouda terbuat dari susu murni atau skim dan mengalami pematangan hingga berumur beberapa minggu sampai lebih dari satu tahun. Semakin lama masa pematangannya, maka keju Gouda mempunyai cita rasa yang semakin kuat. Keju Gouda dibungkus dengan lapisan lilin warna kuning atau merah bertujuan untuk melindungi keju Gouda dari kerusakan dan penurunan mutu karena umurnya yang panjang (Craen *et. al.*, 2001). Pematangan keju Gouda akan berdampak negatif terhadap kualitas fisik keju Gouda apabila tidak dilapisi dengan pelindung pada permukaan luarnya. Langkah yang dapat diterapkan adalah pemanfaatan *edible film* sebagai pelapis pada permukaan luar keju Gouda, sehingga kualitas fisiknya tetap terjaga dengan baik.

Edible film dapat melindungi makanan dari kerusakan mikrobiologi, kimia, dan fisik. Keuntungan penggunaan

edible film sebagai kemasan bahan pangan berfungsi untuk memperpanjang umur simpan produk serta tidak mencemari lingkungan karena *edible film* ini dapat dimakan dengan produk yang dikemasnya (Dangaran *et. al.*, 2004). *Edible film* dibuat dari bahan dasar yang dapat dimakan seperti protein, lipid, dan polisakarida. *Edible film* memiliki kemampuan untuk meningkatkan kualitas pangan, keamanan pangan, daya simpan produk, dan melawan difusi massa (kelembaban, gas, dan volatil). Salah satu bahan dasar *edible film* adalah protein whey. Protein whey dapat menghasilkan *edible film* yang transparan, lunak, lentur, dan mempunyai sifat penahan aroma dari produk pangan yang dilapisinya (Sothornvit and Krochta, 2000). Aplikasi *edible film* protein whey pada keju harus ditambahkan dengan lisozim sebagai media penghambat mikroorganisme selama pematangan agar sifat fisiknya tidak mengalami perubahan, seperti warna dan teksturnya.

Lisozim merupakan salah satu komponen putih telur yang dapat digunakan sebagai bahan pengawet alami makanan karena memiliki sifat antibakteri. Kubiak dan Mulheran (2008) menyatakan bahwa salah satu metode ekstraksi yang tepat untuk mendapatkan lisozim secara efisien dengan aktivitas antibakteri yang tinggi yaitu melalui adsorpsi lisozim pada permukaan silika (SiO₂). Berdasarkan uraian diatas, maka perlu diadakan penelitian mengenai aplikasi pelapisan *edible film* protein

whey dengan penambahan lisozim putih telur terhadap kualitas fisik (tekstur, warna, mikrostruktur, dan struktur mikroskopis) keju Gouda selama pematangan.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dimulai pada bulan Mei sampai Desember 2013. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fisiko Kimia Program Studi Teknologi Hasil Ternak, Laboratorium Epidemiologi Fakultas Peternakan, Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian (THP), Laboratorium Biosains, Universitas Brawijaya Malang.

Materi

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain: keju Gouda muda yang diperoleh dari Unit Usaha Keju Malang Kecamatan Wajak Kabupaten Malang, lisozim putih telur ayam, *ethylenediaminetetraacetic acid* atau EDTA (E-Merck, Jerman), tepung porang, protein whey bubuk (Prostar Ultimate, USA), *beeswax*, aquades, glutaraldehyd, *fastgreen* yang diperoleh dari Laboratorium Biologi Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang, alkohol (60 %, 70 %, 80 %, 90 %, dan 100 %), aluminium foil, kertas label, dan tisu.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain: *waterbath* 90 °C (1003, Sed Rep Germany), timbangan analitik (Ohaus BC Series and Mettler Instruments type AJ150L, Switzerland), *electric hot plate* (IKAMAG RET, Janke dan Kunkel), *magnetic stirrer*, pH meter (Hanna Instrument, Prancis), sentrifug dingin (bench top refrigerated microliter centrifuge model hettich micro 22R centrifuge), *vortex*, *microwave* (Sharp S-

290), *showcase*, erlenmeyer (Iwaki Pyrex, Jepang), statif, *beaker glass* (Iwaki Pyrex, Jepang), botol, gelas ukur (Brand, Jerman), termometer, teflon, spatula (pengaduk), refrigerator, saringan telur, pipet tetes, *cutter*, *object glass*, mikroskop cahaya (Micros, Austria), *color reader* CR 10 (Minolta, Osaka Jepang), *pnemometer* PNR 6 (Sur, Berlin), dan *scanning microscope electron* atau SEM (Olympus, Jepang).

Metode

Penelitian ini dilakukan dengan metode percobaan faktorial menggunakan Rancangan Acak Kelompok. Perlakuan yang diberikan, yaitu penggunaan *edible film* dengan perbedaan konsentrasi lisozim yang diaplikasikan pada keju Gouda selama pematangan. Perlakuan *edible film* yang diteliti, yaitu tanpa penambahan lisozim (P₀); 0,5 % (P₁); dan 1,0 % (P₂) dengan waktu pematangan 1 hari (Q₁), 2 minggu (Q₂), 4 minggu (Q₃), dan 8 minggu (Q₄). Variabel yang diteliti adalah tekstur, warna, mikrostruktur, dan struktur mikroskopis. Pengelompokan dilakukan sebanyak tiga kali disesuaikan dengan hari pembuatan (produksi keju).

Prosedur Penelitian

Prosedur pembuatan *edible film* sesuai dengan prosedur yang ditetapkan oleh Cagri *et. al.* (2003), sebagai berikut:

1. Diletakan larutan tepung porang 100 ml (tepung porang 3 gram dan ditambahkan aquades sampai 100 ml) pada botol.
2. Ditambahkan protein whey sebanyak 3 gram.
3. Dipanaskan pada suhu 90 °C selama 30 menit dengan menggunakan *waterbath*.
4. Ditambahkan *beeswax* sebanyak 0,15 gram.

5. Diaduk dengan *hot plate stirer* dengan kecepatan 250 rpm sampai homogen dan didinginkan sampai 30 °C pada suhu ruang.
6. Larutan *edible film* protein whey diberi perlakuan lisozim, yaitu tanpa penambahan lisozim; 0,5 %; dan 1,0 %.

Prosedur pelapisan *edible film* protein whey pada keju Gouda, sebagai berikut:

1. Diletakan larutan *edible film* protein whey pada suatu wadah (nampan)
2. Dicelupkan keju Gouda pada larutan *edible film* tersebut
3. Diratakan menggunakan sendok sampai seluruh permukaan keju Gouda terlapsi dengan larutan *edible film*
4. Didiamkan pada suhu ruang selama 15 menit agar *edible film* terserap secara sempurna.
5. Keju Gouda sudah siap untuk dilakukan proses pematangan 1 hari, 2, 4, dan 8 minggu.

Variabel Penelitian

Variabel yang diuji pada penelitian ini yaitu warna, tekstur, mikrostruktur, dan struktur mikroskopis. Pengujian sampel secara fisik pada keju Gouda, sebagai berikut:

1. Pengujian Tekstur menggunakan *pneterometer* PNR 6 sesuai dengan metode Kartika dkk. (1992).
2. Pengujian Warna menggunakan *color reader* CR 10 sesuai dengan metode Yuwono dan Susanto (1998).
3. Pengujian Mikrostruktur menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM) sesuai dengan metode Romlah (1997).
4. Pengujian Struktur Mikroskopis menggunakan mikroskop cahaya sesuai dengan metode Marcellino *et al.* (1992).

Analisis Data

Data yang diperoleh pada uji tekstur dan warna dihitung dengan analisis ragam, apabila hasil analisis menunjukkan perbedaan antar perlakuan, maka diteruskan dengan menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (Yitnosumarto, 1993). sedangkan untuk hasil pengujian mikrostruktur dan struktur mikroskopis dianalisis secara deskriptif kualitatif (Sumarsono, 2004).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan penambahan lisozim tidak memberikan perbedaan pengaruh yang nyata ($P > 0,05$) terhadap nilai tekstur, kecerahan (L^*), kemerahan (a^*), dan kekuningan (b^*), sedangkan perlakuan waktu pematangan memberikan perbedaan pengaruh yang sangat nyata ($P \leq 0,01$) terhadap nilai (L^*), (a^*), dan (b^*). Interaksi antara kedua perlakuan memberikan perbedaan pengaruh yang nyata ($P \leq 0,05$) terhadap nilai (a^*) dan (b^*). Berdasarkan uji struktur mikroskopis dan mikrostruktur yang diamati, perlakuan penambahan lisozim 0,5 % (P_1) penyebaran matriks protein dan globula lemak lebih jelas, merata, dan kompak.

Tekstur

Perlakuan tanpa penambahan lisozim mempunyai nilai tekstur yang lebih tinggi daripada perlakuan penambahan lisozim pada *edible film*. Hal ini dipengaruhi oleh lisozim yang cenderung bersifat hidrofilik, sehingga menyebabkan molekul penyusun *film* relatif lebih longgar dan ukuran pori-pori *film* menjadi lebar yang dapat mempermudah proses evaporasi air bebas pada keju. Penyebab adanya proses tersebut, maka kandungan air di dalam

Rata-rata Nilai Tekstur keju Gouda (mm/gram/detik)

Perlakuan Penambahan Lisozim	Pematangan				Rata-rata
	Q1	Q2	Q3	Q4	
P0	14,40±0,53	19,60±2,43	14,77±2,63	12,13±1,70	15,23±2,72
P1	17,77±2,08	12,60±2,51	14,03±0,61	13,27±4,31	14,42±2,00
P2	15,37±2,54	11,23±0,74	10,63±0,79	13,80±5,18	12,76±1,92
Rata-rata	15,84±1,42	14,48±3,66	13,14±1,80	13,98±0,69	

keju semakin rendah dan terjadi penyebaran matriks protein dan globula lemak secara langsung dalam jaringan protein untuk mengisi ruang yang ditinggalkan oleh air dan dapat menyebabkan tekstur keju Gouda menjadi keras. Impoco *et al.*, (2004) menyatakan bahwa matriks protein dengan globula lemak secara langsung tersebar dalam jaringan protein. Struktur jaringan ini menentukan tekstur keju dan dipengaruhi oleh komposisi, proses pengolahan, proteolisis selama penyimpanan, ukuran, dan distribusi globula lemak.

Semakin lama pematangan, maka tekstur yang diperoleh semakin keras. Hal ini dipengaruhi oleh kandungan air bebas dalam keju semakin menurun karena mengalami proses evaporasi selama pematangan. Pernyataan ini sesuai dengan pendapat Khosrowshahi *et al.* (2006), kadar air (air bebas) yang terkandung dalam keju akan terus menurun akibat terjadinya penguapan sejalan dengan peningkatan waktu pematangan.

Pematangan 8 minggu proses proteolisis akan semakin meningkat karena hidrolisis ikatan peptida yang melepas 2 kelompok ion yaitu ion (NH_3^+) dan (COO^-) yang berkaitan dengan air bebas, sehingga selama proses pematangan keju dapat mengurangi kandungan air yang ada di dalam keju dari pada waktu pematangan sebelumnya.

Interaksi antara penambahan lisozim dan waktu pematangan tidak

memberikan perbedaan pengaruh yang nyata. Perlakuan penambahan lisozim yang bersifat hidrofilik dapat menyebabkan matriks *film* yang dihasilkan semakin lemah dan ukuran pori-pori *film* yang terbentuk melebar, sehingga mempermudah kandungan air bebas pada keju Gouda untuk menguap. Semakin lama pematangan, maka kandungan air bebas pada keju Gouda mengalami penurunan karena proses evaporasi serta terjadi penyebaran protein dan lemak secara merata dengan mengisi ruang yang ditinggalkan oleh air, sehingga tekstur keju Gouda semakin keras. Perlakuan tanpa penambahan lisozim dan waktu pematangan 2 minggu (P_0Q_2) memperoleh nilai tekstur yang paling tinggi disebabkan tidak terdapat aktivitas lisozim dan pengaruh yang paling dominan adalah protein whey sebagai bahan penyusun *edible film* yang bersifat hidrofobik.

Intensitas Kecerahan (L^*)

Nilai (L^*) dari perlakuan P_0 dan P_1 mengalami penurunan karena konsentrasi lisozim 0,5 % sistem kerjanya lebih stabil yang dapat menyebabkan komponen penyusun *film* menjadi lemah. Hal ini dipengaruhi oleh sifat *water vapor permeability* (WVP) dari *edible film* dengan peningkatan substansi hidrofilik seperti lisozim dapat mempermudah transfer molekul air pada keju. Proses evaporasi tersebut dapat mengurangi kandungan air bebas, sehingga lemak

Rata-rata Nilai Kecerahan (L*) pada keju Gouda

Perlakuan Penambahan Lisozim	Pematangan				Rata-rata
	Q1	Q2	Q3	Q4	
P0	60,77±0,68	55,57±2,45	56,77±3,55	57,97±1,64	57,77±1,93
P1	59,70±1,88	57,07±1,32	54,93±1,61	57,23±1,20	57,23±1,69
P2	59,93±1,84	59,63±2,29	58,60±3,18	56,80±2,32	58,74±1,23
Rata-rata	60,13 ^b ±0,46	57,42 ^a ±1,68	56,77 ^a ±1,50	57,33 ^a ±0,48	

Keterangan : - Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama dari rata-rata nilai (L*) dengan perlakuan waktu pematangan memberikan perbedaan pengaruh yang sangat nyata ($P \leq 0,01$).

semakin meningkat dan penyebaran pigmen karotenoid yang terdapat di dalamnya bisa memberikan warna kuning dan merah pada keju. Winarno (2004) menyatakan bahwa karotenoid adalah pigmen yang berwarna kuning orange atau orange kemerahan. Keju Gouda yang tidak diberi perlakuan penambahan lisozim bersifat hidrofobik, sehingga tidak terjadi penyebaran karotenoid secara sempurna. Warna kuning dan merah pada keju tidak tampak jelas, sehingga warna putih yang terlihat lebih dominan.

Perlakuan waktu pematangan ternyata memberikan hasil yang berbeda terhadap nilai (L*). Hal ini dipengaruhi oleh lemak susu dan pigmen karotenoid yang terdapat dalam keju, pada awal pematangan kandungan lemak masih rendah dan pigmen karotenoid tidak merata, sehingga keju dominan berwarna putih yang dapat meningkatkan nilai (L*) dan akan mengalami peningkatan seiring lama pematangan. Rahmadian (2007), peningkatan nilai (L*) pada keju dipengaruhi oleh lemak susu yang melarutkan pigmen karotenoid penyebab warna kuning dan pigmen laktoflavin atau laktokrom yang juga ikut larut dalam air bebas. Semakin tinggi rata-rata nilai (L*), maka keju akan semakin cerah. Pinho *et al.* (2004) menyatakan bahwa nilai (L*) pada keju akan menurun secara nyata pada 30 hari pematangan.

Interaksi antara penambahan lisozim putih telur dan perlakuan waktu pematangan tidak memberikan perbedaan pengaruh yang nyata. Perlakuan tanpa penambahan lisozim memberikan nilai (L*) yang paling tinggi karena tidak terdapat aktivitas lisozim dan bahan penyusun *film* seperti protein whey cenderung bersifat hidrofobik yang mempengaruhi matriks *film* semakin kuat, sehingga sulit untuk terjadi proses evaporasi air. Kandungan air bebas yang tinggi pada keju menghambat penyebaran pigmen karotenoid oleh lemak dan keju terlihat berwarna putih. Lama pematangan juga dapat menurunkan nilai (L*) disebabkan kandungan lemak semakin meningkat dan pigmen karotenoid lebih merata yang dapat menghilangkan warna kecerahan pada keju. Nilai (L*) tertinggi yaitu interaksi antara perlakuan tanpa penambahan lisozim dan waktu pematangan 1 hari (P₀Q₁).

Hasil uji BNT yang diperoleh yaitu setiap waktu pematangan mempunyai perbedaan terhadap nilai (L*) keju Gouda. Pematangan 2 minggu, 4 minggu, dan 8 minggu memberikan pengaruh yang sama karena kecerahan pada keju akan mengalami penurunan mulai awal pematangan dan meningkat pada umur pematangan 70 hari.

Intensitas Kemerahan (a*)

Rata-rata Nilai Kemerahan (a*) pada keju Gouda

Perlakuan	Pematangan				Rata-rata	
	Penambahan Lisozim	Q1	Q2	Q3		Q4
P0		22,83 ^d ±1,42	17,37 ^{bc} ±1,94	13,27 ^a ±0,76	15,30 ^{abc} ±0,75	17,19±3,57
P1		14,17 ^{ab} ±0,81	17,27 ^{bc} ±5,63	14,17 ^{ab} ±1,02	15,60 ^{abc} ±0,75	15,30±1,28
P2		18,30 ^c ±2,45	14,83 ^{abc} ±2,09	14,03 ^{ab} ±1,09	15,30 ^{abc} ±0,36	15,62±1,61
Rata-rata		18,43 ^b ±3,53	16,49 ^{ab} ±1,17	13,82 ^a ±0,40	15,40 ^{ab} ±0,14	

Keterangan : - Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama dari rata-rata nilai (a*) dengan perlakuan waktu pematangan memberikan perbedaan pengaruh yang sangat nyata ($P \leq 0,01$).

- Superskrip yang berbeda dari rata-rata nilai (a*) dengan interaksi antara penambahan lisozim dan waktu pematangan memberikan perbedaan pengaruh yang nyata ($P \leq 0,05$).

Perlakuan tanpa penambahan lisozim (P₀) nilai rata-ratanya lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lisozim 0,5 % (P₁) dan 1,0 % (P₂). Hal ini dipengaruhi oleh protein whey yang bersifat hidrofobik sebagai bahan penyusun *edible film* karena adanya proses denaturasi, tetapi apabila denaturasi tidak berjalan secara sempurna, maka protein whey tersebut tetap bersifat hidrofilik sama seperti sifat lisozim. Karakteristik dasarnya dapat memperlebar pori-pori *film* dan ikatan antar komponen penyusunnya menjadi lemah, sehingga mempermudah permeabilitas uap air. Ruang air yang ditinggalkan akan digantikan oleh lemak yang terdapat pigmen karotenoid di dalamnya, sehingga keju cenderung berwarna kemerahan. Pernyataan ini sesuai dengan pendapat Winarno (2004), karotenoid adalah pigmen yang berwarna kuning orange atau orange kemerahan.

Nilai (a*) yang tinggi pada pematangan 1 hari dan 2 minggu bisa disebabkan oleh kerusakan warna selama pemanasan karena umur keju tersebut masih muda dan tidak mengalami proses pematangan yang lama. Warna merah pada keju yang berlebihan juga dapat

dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pencemaran susu karena mastitis, penambahan pengemulsi yang berlebihan, dan kerusakan warna selama pemanasan.

Nilai (a*) dapat dilihat secara pasti pada pematangan 4 minggu dan 8 minggu karena umur keju sudah mencapai 25 hari sampai 60 hari dan terdapat serbuk warna merah muda pada permukaan kulitnya (Fox *et al.*, 2003).

Interaksi antara perlakuan penambahan lisozim putih telur dan waktu pematangan memberikan perbedaan yang nyata. Perlakuan tanpa penambahan lisozim mempunyai nilai (a*) yang tinggi apabila dibandingkan dengan perlakuan penambahan lisozim. Salah satu penyebabnya adalah protein whey yang mampu memperkuat matriks protein karena bersifat hidrofilik akibat proses denaturasi yang tidak sempurna, sehingga air bebas mudah mengalami proses evaporasi dan kandungan lemak semakin bertambah yang menyebabkan pigmen karotenoid pemberi warna merah yang terkandung di dalamnya juga menyebar secara merata. Interaksi perlakuan tanpa penambahan lisozim dan waktu pematangan 1 hari (P₀Q₁) mempunyai nilai

(a*) tertinggi disebabkan oleh kerusakan fisik keju yang rentan pada awal waktu pematangan.

Hasil uji BNT yang diperoleh yaitu waktu pematangan 4 minggu dan 8

minggu mempunyai perbedaan yang sama karena nilai (a*) dapat dideteksi pada umur pematangan 25 hari sampai 60 hari apabila sudah terbentuk serbuk warna merah.

Intensitas Kekuningan (b*)

Rata-rata Nilai Kekuningan (b*) pada keju Gouda

Perlakuan Penambahan Lisozim	Pematangan				Rata-rata
	Q1	Q2	Q3	Q4	
P0	23,23 ^{bcd} ±1,05	20,80 ^a ±1,10	24,70 ^d ±1,00	24,37 ^{cd} ±1,51	23,28±1,53
P1	22,37 ^{ab} ±1,11	24,77 ^d ±0,60	24,67 ^d ±1,17	24,97 ^d ±0,24	24,19±1,06
P2	21,10 ^a ±2,29	24,47 ^d ±0,86	24,97 ^d ±0,66	25,00 ^d ±0,22	23,88±1,62
Rata-rata	22,23 ^a ±0,88	23,34 ^{ab} ±1,80	24,78 ^b ±0,13	24,78 ^b ±0,29	

Keterangan : - Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama dari rata-rata nilai (b*) dengan perlakuan waktu pematangan memberikan perbedaan pengaruh yang sangat nyata ($P \leq 0,01$).

- Superskrip yang berbeda dari rata-rata nilai (b*) dengan interaksi antara penambahan lisozim dan waktu pematangan memberikan perbedaan pengaruh yang sangat nyata ($P \leq 0,05$).

Perlakuan penambahan lisozim memperoleh nilai (b*) yang tinggi daripada perlakuan tanpa penambahan lisozim pada *edible film*. Hal ini dipengaruhi oleh lisozim mempunyai ikatan disulfida (S – S). Laju permeabilitas uap air akan semakin tinggi dan proses evaporasi air bebas akan lebih mudah, sehingga kandungan lemak di dalam keju bertambah dan pigmen karotenoid yang terdapat di dalamnya menyebar secara merata. Warna kuning pada keju disebabkan oleh pigmen karotenoid. Pernyataan di atas sesuai dengan pendapat Warna kuning pada keju disebabkan karena adanya globula lemak (Fox *et al.*, 2003).

Semakin lama pematangan maka nilai rata-rata yang dihasilkan semakin tinggi mulai dari 1 hari, 2 minggu, 4 minggu, sampai 8 minggu. Hal ini dipengaruhi oleh kandungan lemak yang semakin tinggi sesuai dengan

bertambahnya waktu pematangan karena terjadinya proses evaporasi air bebas. Pigmen karotenoid yang terdapat pada lemak keju dapat memberikan warna kekuningan. Nilai (b*) pada keju akan meningkat seiring dengan bertambahnya waktu pemeraman (Pinho *et al.*, 2004).

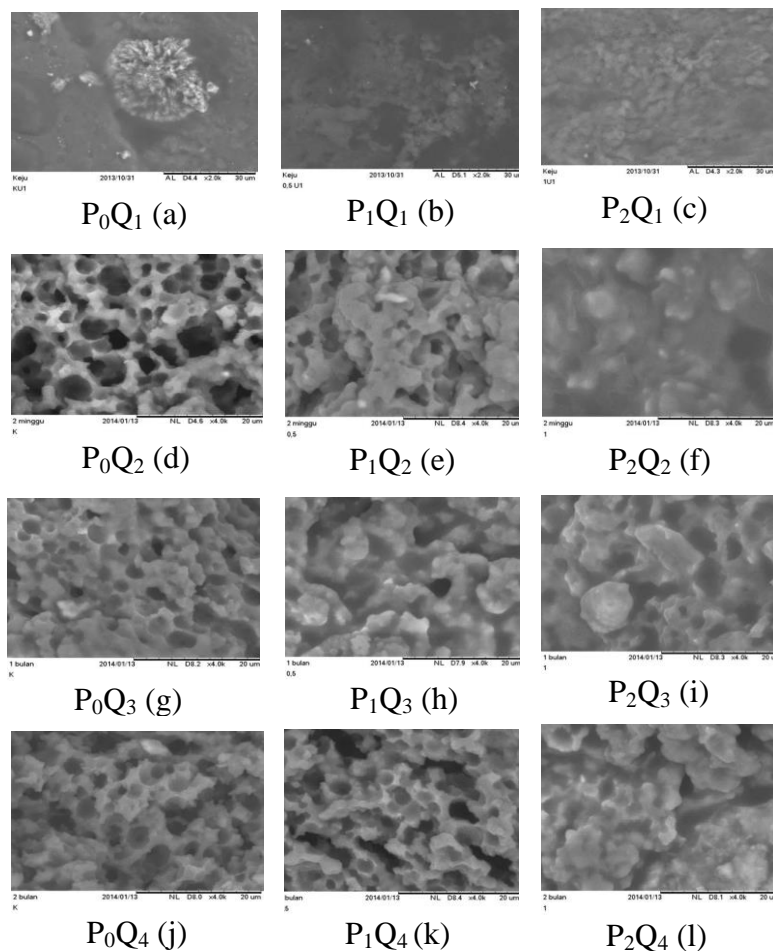
Interaksi antara perlakuan penambahan lisozim putih telur dan waktu pematangan memberikan perbedaan pengaruh yang sangat nyata. Perlakuan penambahan lisozim dapat meningkatkan nilai (b*) daripada perlakuan tanpa penambahan lisozim. Hal ini dipengaruhi oleh lisozim yang bersifat hidrofilik, sehingga dapat mengakibatkan molekul antar penyusun *film* menjadi lemah dan pori-pori yang terbentuk semakin lebar. Air bebas yang menguap menyebabkan kandungan lemak akan semakin meningkat untuk mengisi ruang yang ditinggalkan oleh air. Globula lemak tersebut berisi pigmen karotenoid yang memberi warna

kuning pada keju, semakin lama waktu pematangan maka warna kuning pada keju akan semakin pekat karena penyebaran pigmen karotenoidnya lebih sempurna. Konsentrasi lisozim 0,5 % lebih stabil daripada 1,0 % karena penggunaan lisozim yang terlalu berlebihan dapat memudahkan warna pada produk pangan dan aktivitas enzim tidak bekerja secara maksimal.

Hasil uji BNT yang diperoleh yaitu pematangan 2 minggu, 4 minggu, dan 8 minggu mempunyai perbedaan yang sama karena penyebaran karotenoid semakin bertambah seiring lama pematangan. Pematangan 1 hari kandungan air di dalamnya masih tinggi, sehingga warna kekuningan tidak tampak secara jelas.

Mikrostruktur

Hasil penelitian mikrostruktur keju Gouda dapat dilihat pada Gambar 1. dibawah ini.



Gambar 1. Mikrostruktur keju Gouda dengan perlakuan penambahan lisozim putih telur dan perlakuan waktu pematangan yang berbeda dengan perbesaran 4000x.

Keterangan: Perlakuan tanpa penambahan lisozim (P₀), penambahan lisozim 0,5 % (P₁), dan penambahan lisozim 1,0 % (P₂) dengan waktu pematangan 1 hari (Q₁), 2 minggu (Q₂), 4 minggu (Q₃), dan 8 minggu (Q₄). Warna putih: Penyebaran matriks protein. Warna hitam: rongga air karena terjadinya proses evaporasi

Analisis mikrostruktur mempunyai peranan penting dalam pengendalian kualitas produk susu. Mikrostruktur keju merupakan susunan dari partikel-partikel kasein yang bersama bergabung menjadi kelompok dan rangkaian untuk membentuk keseluruhan matriks protein yang memisahkan air, globula lemak, dan mineral (Impoco *et al.*, 2004). Keju Gouda yang dilapisi dengan *edible film* tanpa penambahan lisozim struktur proteinnya lebih longgar daripada *edible film* dengan penambahan lisozim. Hal ini dipengaruhi oleh kemampuan lisozim dalam mengikat protein, sehingga ikatan matriks protein dengan mineral kalsium menjadi lemah.

Perbedaan antara perlakuan tanpa penambahan lisozim putih telur dan penambahan lisozim putih telur dengan konsentrasi 0,5 % (P₁) dan 1,0 % (P₂) pada *edible film* dipengaruhi oleh berkurangnya kandungan air dalam keju, sehingga menimbulkan rongga karena terjadinya proses evaporasi air dan rongga tersebut akan digantikan oleh globula lemak dan matriks protein. Penambahan lisozim juga membantu terjadinya proses proteolisis yang menyebabkan ikatan matriks protein dengan mineral kalsium menjadi lemah. Semakin banyak penambahan lisozim yang diberikan, maka aktivitas proteolisisnya akan semakin cepat dan gambar mikrostruktur yang dihasilkan banyak terlihat kandungan proteinnya.

Perlakuan waktu pematangan yang berbeda juga menghasilkan gambar mikrostruktur keju yang berbeda. Semakin lama pematangan, maka kandungan air semakin berkurang dan menyebabkan ikatan antar matriks protein semakin kuat. Buffa *et al.* (2001) menyatakan bahwa proses pemeraman dapat menyebabkan keju mengalami perubahan yang

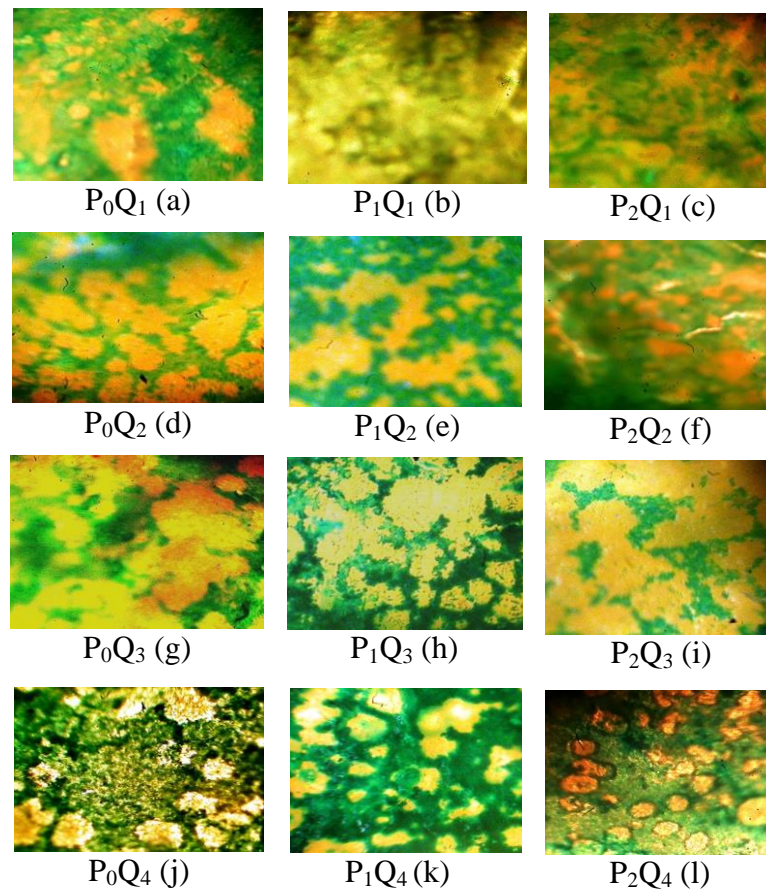
diakibatkan oleh menurunnya kadar air dalam keju.

Interaksi antara penambahan lisozim putih telur dan waktu pematangan terdapat perbedaan terhadap gambar mikrostruktur yang dihasilkan. Penambahan lisozim pada keju dapat membantu proses proteolisis, sehingga struktur protein lebih jelas apabila dibandingkan dengan perlakuan tanpa penambahan lisozim. Ruang air yang ditinggalkan akan terlihat jelas pada struktur keju dan berbentuk seperti rongga, serta matriks protein dan globula lemaknya akan bertambah seiring lama waktu pematangan. Interaksi penambahan lisozim 1,0 % dan waktu pematangan 8 minggu (P₂Q₄) kandungan proteinnya lebih kompak.

Struktur Mikroskopis

Perlakuan dengan penambahan lisozim warna hijaunya lebih pekat, jelas, rata, dan strukturnya lebih kompak. Warna hijau menandakan adanya kandungan protein, sedangkan warna kuning merupakan struktur permukaan keju Gouda. Hasil penelitian yang diperoleh menggambarkan bahwa semakin banyak lisozim yang diberikan pada *edible film*, maka kandungan protein yang terdapat di dalam keju akan semakin banyak dan jelas karena lisozim yang bersifat hidrofilik dapat memperkuat ikatan molekul penyusun *film*, sehingga terjadi proses evaporasi yang mengakibatkan kandungan air bebas semakin menurun. Adanya proses evaporasi tersebut menyebabkan penyebaran protein lebih merata dan ikatan antar matriks protein lebih kuat. Khosrowshahi *et al.* (2006) menyatakan bahwa kadar air (air bebas) yang terkandung dalam keju akan terus menurun akibat terjadinya penguapan sejalan

Hasil penelitian struktur mikroskopis keju Gouda dapat dilihat pada Gambar 2. dibawah ini.



Gambar 2. Struktur keju Gouda dilihat secara mikroskopis dengan perlakuan penambahan lisozim putih telur dan perlakuan waktu pematangan yang berbeda dengan perbesaran 100x.

Keterangan : perlakuan tanpa penambahan lisozim (P₀), penambahan lisozim 0,5 % (P₁), dan penambahan lisozim 1,0 % (P₂) dengan waktu pematangan 1 hari (Q₁), 2 minggu (Q₂), 4 minggu (Q₃), dan 8 minggu (Q₄). Warna hijau: Penyebaran matriks protein. Warna kuning: struktur permukaan keju.

dengan peningkatan waktu pematangan.

Peningkatan aktivitas proteolisis pada keju Gouda dapat menambah nilai protein di dalam keju karena terjadinya proses hidrolisis pada ikatan peptida (S – S) yang berhubungan dengan air bebas, sehingga waktu pematangan akan mengurangi kandungan air yang terdapat di dalam keju. Pematangan 8 minggu pada keju Gouda struktur protein yang terlihat lebih pekat, kompak, dan merata dari pada pematangan 1 hari, 2 minggu, dan 4

minggu. Pernyataan ini sesuai dengan pendapat Marcellino *et al.* (1992), periode pematangan 60 hari, permukaan keju menjadi semakin kering dan terjadi pengerasan kulit yang berwarna kuning tua dan orange. Tingkat kekerasan yang dihasilkan disebabkan oleh kadar air di dalam keju Gouda semakin menurun seiring dengan lama waktu pematangan.

Interaksi antara perlakuan penambahan lisozim dan waktu pematangan pada struktur mikroskopis

memberikan hasil yang berbeda apabila dilihat dari kandungan proteinnya. Rendahnya kandungan air pada keju akan terjadi penyebaran protein dan lemak secara merata. Interaksi antara perlakuan lisozim 0,5 % dan waktu pematangan 8 minggu (P₁Q₄) memberikan warna hijau yang lebih pekat, jelas, rata, dan strukturnya lebih kompak.

Perlakuan Terbaik

Perlakuan penambahan lisozim 0,5 % dan pematangan 8 minggu mempunyai karakteristik keju Gouda yang baik sesuai dengan kualitas fisiknya, dengan rata-rata nilai tekstur 17,77 mm/g/detik; nilai (L*) 60,77 %; (a*) 14,03 %; (b*) 24,37 %; mikrostruktur (P₂Q₄) lebih kompak dan rongga struktur keju tidak jelas; serta struktur mikroskopis (P₁Q₄) lebih pekat karena menyerap warna hijau (*fastgreen*), jelas, rata, dan strukturnya lebih kompak.

KESIMPULAN

Perlakuan penambahan lisozim dan waktu pematangan pada keju Gouda dapat meningkatkan nilai kemerahan (a*) dan kekuningan (b*), tetapi dapat menurunkan nilai tekstur dan kecerahan (L*). Gambar mikrostruktur dan struktur mikroskopis mengalami peningkatan protein dan lemak dengan adanya penambahan lisozim dan lama waktu pematangan. Perlakuan terbaik pada penelitian ini adalah penambahan lisozim 0,5 % dengan pematangan 8 minggu.

DAFTAR PUSTAKA

Buffa, M. N., A. J. Trujillo, M. Pavia, and B. Guamis. 2001. Changes in Textural, Microstructural, and Colour Characteristics During Ripening of Cheeses Made from

Raw, Pasteurized or High-Pressure-Treated Goats Milk. *Int. Dairy J.* 11 (11-12): 927-934.

Cagri, A., Z. Ustunol, W. Osburn, and E. T. Ryser. 2003. Inhibition of *Listeria monocytogenes* on Hot Dogs Using Antimicrobial Whey Protein-Based Edible Casings. *J. Food Sci.* 68 (1): 291-299.

Craen, H. M., M. C. Broome, R. E. Chandler, and N. Jansen. 2001. Dairy Products in Moir, C.J., C.A. Kabilafakas, G. Arnold, B.M. Cox, A.D. Hockibg and I. Jenson Eds. Spoilage of Processed Foods, Cause and Diagnosis AIFST, Inc, NSW.

Dangaran, L. K., R. Nantz, and J. M. Krochta. 2004. Crytallization Inhibitor Effect on Rate of Gloss Fade of Whey Protein Coating. Departement of Food Science and Technology. University of Callifornia. Davis. (IFT Poster Presentation).

Fox, P. F., P. L. H. McSweeney, T. M. Cogan, and T. P. Guinee. 2000. Fundamentals of Cheese Science. An Aspen Publication. Gaitherburg. Maryland.

Impoco, G., S. Carrato, M. Caccamo, L. Tuminello, and G. Licitra. 2004. Quantitative Analysis of Cheese Microstructure Using SEM Imagery. Image Analysis Methods for Industrial Application. Italy.

Kartika, B., D. Guritno, D. Purwadi, dan D. Ismoyowati. 1992. Petunjuk Evaluasi Produk Industri Hasil Pertanian. Penerbit Proyek Pembangunan Pusat Fasilitas Bersama antar Universitas. PAU Pangan dan Gizi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

- Khosrowshahi, A., A. Madadlou, M. E. Z. Mousavi, and Z. E. Djomeh. 2006. Monitoring the Chemical and Textural Changes During Ripening of Iranian White Cheese Made with Different Concentrations of Starter. *J. Dairy Sci.* 89: 3318-3325.
- Kubiak, K. and P. Mulheran. 2008. Hen Egg White Lysozyme Adsorption on a Mica Surface: a Fully Atomistic Molecular Dynamics Study. *Proceedings of the NIC Workshop.* 40: 273-276.
- Marcellino, S. N. and D. R. Benson. 1992. Scanning Electron and Light Microscopic Study of Microbial Succession on Bethlehem St. Nectaire Cheese. *Applied and Environmental Microbiology.* 58 (11): 3448-3454.
- Pinho, O., E. Mendes, M. M. Alves, and I M P L V O Ferreira. 2004. Chemical, Physical, and Sensorial Characteristics of "Terrincho" Ewe Cheese: Changes During Ripening and Intravarietal Comparison. *J. Dairy Sci.* 87 (2): 249-257.
- Radiati, L. E. 2010. Pengaruh Enzim dan Emulsifier terhadap Kualitas Keju Olahan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak.* 5 (2): 23-27.
- Rahmadian, S. A. 2007. Kajian Kualitas Fisik dan Mutu Organoleptik Keju Cottage yang Dibuat dengan Enzim Renin *Mucor pusillus*. Program Teknologi Hasil Ternak. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Romlah. 1997. Sifat Fisik Adonan Mie Beberapa Jenis Tepung Gandum dengan Penambahan Kamsui, Telur, dan Ubi Kayu. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. Dalam Yunianto, D. 2006. Pengaruh Penambahan Filler Tepung Tapioka terhadap Kadar Air, Kadar Lemak, dan Mutu Organoleptik Keju Olahan. Program Studi Teknologi Hasil Ternak. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Sothornvit, R. and J. M. Krochta. 2000. Water Vapor Permeability and Solubility of Films from Hydrolyzed Whey Protein. *J. Food Sci.* 65 (4): 700-703.
- Yuwono, S. dan T. Susanto. 1998. Pengujian Fisik Pangan. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang. Dalam Rahmi A. 2008. Pengaruh Penambahan Asam Benzoat dan Asam Propionat pada Aplikasi *Edible Film* Protein Whey terhadap Kualitas Fisik Keju Gouda. Program Studi Teknologi Hasil Ternak. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Winarno. 2004. Kimia Pangan dan Gizi. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.