

PEMANFAATAN MICROBIAL TRANSGLUTAMINASE DALAM PEMBUATAN BAKSO DENGAN BAHAN DASAR DAGING LAYUYunyo Erwanto¹, Edi Suryanto¹, dan Jumeri²**INTISARI**

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan enzim *microbial transglutaminase* dalam memperbaiki kualitas bakso daging layu dan untuk mengetahui konsentrasi enzim yang dibutuhkan. *Transglutaminase* merupakan enzim yang berfungsi untuk membuat ikatan silang antar protein melalui ikatan α -(γ -Glutamyl) lysine sehingga mampu meningkatkan sifat fungsional dari protein. Pada proses pembuatan bakso daging layu ditambahkan enzim dengan konsentrasi 0 (kontrol), 0,01, 0,05 dan 0,1% (berat/berat). Adonan bakso yang sudah mengandung enzim diinkubasi pada suhu 45°C selama 30 menit untuk memberi kesempatan aktivitas enzim bekerja dan dilanjutkan dengan perebusan sekitar 5 sampai 10 menit. Hasil penelitian menunjukkan tingkat kekenyalan bakso tidak berbeda antar daging segar dan daging layu, penambahan enzim dapat meningkatkan tingkat kekenyalan bakso. Level enzim yang menunjukkan tingkat kekenyalan tertinggi pada level 0,01%. Konfirmasi biopolimer ikatan silang antar protein daging dengan *Sodium Dodecyl Sulphate-Poly-Acrylamide Gel Electrophoresis* (SDS-PAGE) menunjukan band tebal sebagai tanda terbentuknya polimer pada konsentrasi enzim 0,05%. Kualitas organoleptik bakso diuji secara panelis meliputi warna, rasa, tekstur dan keempukan bakso. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai warna dan tekstur bakso tidak berbeda nyata pada bakso daging segar, layu tanpa enzim dan layu dengan tambahan enzim. Untuk kualitas rasa dan keempukan para panelis memberikan penilaian yang berbeda ($P < 0,05$) antara bakso daging segar, layu dan layu dengan enzim. Secara umum panelis dapat menerima bakso daging layu dengan perlakuan penambahan enzim. Kesimpulan dari penelitian ini adalah *microbial transglutaminase* dapat dimanfaatkan dalam pembuatan bakso daging layu dengan kualitas yang tidak berbeda dengan daging segar. Konsentrasi enzim *transglutaminase* yang paling optimal sekitar 0,01%.

(Kata kunci: Bakso daging layu, *Microbial transglutaminase*, Kualitas bakso)

Buletin Peternakan 31 (2): 82-93, 2007

¹ Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

² Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

THE PROCESSING OF AGED MEAT BALL USING MICROBIAL TRANSGLUTAMINASE

ABSTRACT

The experiment was conducted to determine the capability of enzyme of *Microbial Transglutaminase* in improving the quality of meatball made of aged meat, and to know the concentration of enzyme needed. Transglutaminase is an enzyme that serves to make cross link among the proteins through the bond of γ -(γ -Glutamyl) lysine. It could enhance the functional properties of protein. In the processing of meat ball, aged meat was added with enzyme at the concentrations of 0 (control), 0.01, 0.05 and 0.1% (w/w). Meat ball dough containing the enzyme was incubated at 45°C for 30 minutes to allow the enzyme to work. Afterward, the meat ball was boiled for 5 to 10 minutes. The results showed that shear press of meat ball made of fresh meat and aged meat did not differ. The addition of enzyme could improve the shear press value of meat ball made of aged meat. Concentration of 0.01% enzyme showed the highest shear press value. The confirmation of biopolymer (protein cross-link) was analyzed using sodium dodecyl sulfate-poly-acrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE) showed that thick band indicated the forming of polymer at the concentration of 0.05%. Organoleptical characteristics of meat ball tested by panelist included color, taste, texture and tenderness. Statistical analysis showed that there was no different in the color and texture of fresh meat ball, aged meat ball without enzyme and aged meat ball with enzyme. However, the panelists gave the different score ($P < 0.05$) of fresh meat ball, aged meat ball without enzyme and aged meat ball with enzyme on taste and tenderness score. Panelists generally accepted the aged meat ball processed using enzyme. In conclusion, the microbial transglutaminase could be utilized in the processing of aged meat ball and the quality of product was not different with fresh meat ball. The optimum concentration of enzyme added was 0.01%.

(Key words: Aged meat ball, Microbial transglutaminase, Quality)

Pendahuluan

Bakso tergolong makanan yang paling populer di Indonesia, pada umumnya dibuat dari daging sapi, tetapi dapat pula dibuat dari jenis daging lain, termasuk daging unggas dan ikan. Persyaratan daging yang akan dibuat bakso harus sesegar mungkin, yaitu daging yang diperoleh segera setelah pemotongan, dengan kata lain daging yang belum mengalami proses penyimpanan. Dengan daging segar maka akan dihasilkan produk bakso dengan kualitas yang prima (Winarno, 1997).

Komponen yang paling besar peranannya dalam pembuatan bakso adalah protein, disamping sebagai pengikat yang menyebabkan daging menghasilkan tekstur yang baik protein juga mampu sebagai emulsifier. Komponen protein utama dalam

pembuatan bakso adalah protein daging yang didalamnya adalah aktin dan miosin, dalam kondisi daging segar protein mampu berikatan karena masih terjadinya kontraksi dalam otot dan mampu mengikat air, bila daging telah disimpan proses kontraksi sudah berhenti akibatnya daging yang dihasilkan mempunyai tekstur yang kurang kenyal dan mudah pecah. Dalam beberapa tahun terakhir isolat protein dari sumber protein yang berbeda telah banyak digunakan sebagai bahan *functional*, mampu membentuk emulsi dan menjamin adanya sifat *binding* dari daging sehingga dihasilkan produk yang lebih stabil dengan tekstur yang kompak (Lancier, 1991). Hasil penelitian Muguruma *et al.* (2003) menunjukkan bahwa enzim *transglutaminase* mampu menambah ikatan silang protein melalui formasi ikatan

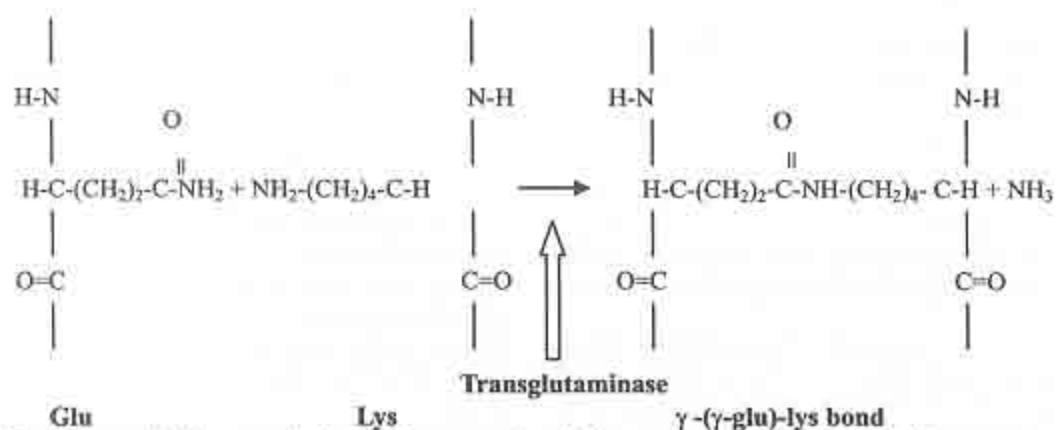
silang α -(γ -Glutamyl) lysine dan memperbaiki tekstur dari sosis. Erwanto *et al.* (2003) menyebutkan bahwa protein kolagen juga mampu dipolimerisasi dengan enzim ini dan aplikasinya sangat dimungkinkan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan produk protein untuk meningkatkan kualitasnya.

Penggunaan daging layu dalam pembuatan bakso dapat dilakukan apabila ikatan-ikatan antar protein masih dapat berlangsung walaupun kondisi dagingnya telah mengalami pelayuan. *Microbial transglutaminase* telah banyak digunakan untuk memperbaiki tekstur dan kualitas produk protein (Sakamoto *et al.*, 1995). *Microbial transglutaminase* telah digunakan untuk membuat ikatan silang α s1-casein, protein kedelai, aktin dan miosin daging sapi, ovomucin dan protein yang lain (Kang *et al.*, 1994; Muguruma *et al.*, 1990; Nonaka *et al.*, 1994).

Berdasarkan uraian di atas, maka pertanyaan penelitian terhadap permasalahan yang diajukan dalam penelitian ini adalah: 1) Bagaimana usaha yang dapat dilakukan untuk membuat bakso dengan bahan daging layu atau sudah mengalami penyimpanan dan 2) Apakah penambahan *transglutaminase* pada proses pembuatan bakso akan mampu memperbaiki kualitas bakso walaupun bahan yang digunakan bukan daging segar.

Daging yang sudah disimpan biasanya telah mengalami proses pemecahan protein oleh enzim-enzim yang ada dalam daging sehingga mengakibatkan produk bakso yang dihasilkan tidak kenyal atau lebih lembek (Soeparno, 1992). Ikatan antar protein dalam daging adalah faktor yang paling dominan dalam menentukan kualitas produk olahan daging seperti sosis dan bakso. Penelitian sebelumnya telah menemukan bahwa penambahan bahan protein dari sumber yang lain dan penambahan agen pengikat yaitu enzim *transglutaminase* telah mampu memperbaiki kekenyalan dan tekstur dari sosis (Muguruma *et al.*, 2003).

Transglutaminase (TG; *protein-glutamine γ -glutamyltransferase*, EC 2.3.2.13) dapat mengkatalisis formasi α -(γ -Glutamyl) lysyl cross-links antar protein pada pangan. Enzim ini telah mampu memperbaiki sifat-sifat *rheologis* dari pangan (Motoki and Nio, 1983; Sakamoto *et al.* 1995). Penelitian tentang penggunaan enzim *transglutaminase* dalam bidang pangan meluas sejak ditemukannya *Ca²⁺-independent microbial transglutaminase* dari varian *Streptovorticillium mobaraense* (Ando *et al.*, 1989) dan dari *Streptovorticillium ladakanum* (Tsai *et al.*, 1996).



Reaksi *cross-linking* protein dengan bantuan *microbial transglutaminase* (*Cross-linking reaction using microbial transglutaminase*) (Nielsen *et al.*, 1995).

Daging hasil *trimming* yang berupa potongan daging kecil-kecil dapat kembali dibentuk menjadi daging (*meat restructure*) yang mempunyai struktur yang kompak dan padat dengan bantuan bahan pengikat *transglutaminase* (Motoki and Seguro, 1998). Tekstur sosis ayam dan babi juga dapat diperbaiki kualitasnya dengan formasi ikatan silang protein melalui α -(γ -Glutamyl) lysyl bonds (Muguruma *et al.*, 1999). Erwanto *et al.* (2003) telah berhasil membuat polymer dari protein kolagen babi dengan bantuan *microbial transglutaminase*. Daging babi yang lembek, layu dan mengeluarkan drip masih dapat menjadi bahan pembuat sosis yang cukup baik dengan bantuan enzim ini dan dihasilkan sosis yang kenyal (Yoshihara, 2002).

Materi dan Metode

Bahan penelitian

Penelitian ini menggunakan daging sapi layu bagian paha dari Rumah Potong Hewan Ngampilan sebagai bahan utama pembuat bakso. Pelayuan dilakukan selama 24 jam pada suhu sekitar 5°C. *Microbial transglutaminase* dipurifikasi dari *Streptovorticillum mobaraense* produksi Ajinomoto Co.Ltd. Bahan kimia untuk analisis SDS-PAGE dan sifat fisik bakso produksi dari Wako Pure Chemical (Osaka, Japan).

Pembuatan bakso

Daging dibersihkan dari jaringan ikat lalu dipotong kecil-kecil kemudian digiling (*grinding*) sampai lembut. Kemudian proses *chopping* (pencampuran sampai terbentuk adonan pasta), selama *chopping* bumbu-bumbu dimasukkan, yaitu setiap 1 kg daging, bawang putih yang digunakan sebanyak 30 g, merica 5 g, garam 30 g, *filler* (pati) 200 g dan es batu 100 g untuk menurunkan suhu dan membantu proses emulsi. Proses *chopping* dan pencampuran sampai homogen

berlangsung selama 15 menit.

Pada pasta (adonan) dilakukan penambahan enzim *transglutaminase* dengan level kontrol daging segar (0%), daging layu 0%, 0,01%, 0,05% dan 0,1% (w/w) dari protein daging. Setelah rata dan homogen, dilakukan pencetakan bakso dengan bentuk bulat berdiameter 20 mm. Perebusan bakso dilakukan dalam air suhu 45°C selama 30 menit untuk mengaktifkan enzim *transglutaminase*. Perebusan pada suhu 100°C dilakukan sekitar 5 menit sampai bakso mengapung karena matang dan sekaligus menghentikan reaksi enzim.

Variabel yang diamati

Konfirmasi terjadinya ikatan silang antar protein dalam daging dikonfirmasi dengan uji *Sodium dodecyl sulphate-polyacrylamide gel electrophoresis* (SDS-PAGE). Uji sifat fisik tingkat kekenyalan produk bakso meliputi: *tenderness*, *breaking strength* dan kealotan daging menggunakan Penetrometer Loid, Material Testing, Merk Zwick, Serial 153404. Kualitas organoleptik bakso meliputi warna, rasa, keempukan dan tekstur diuji secara panelis. Panelis terdiri dari para mahasiswa dan tenaga laboran di Jurusan Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, UGM sejumlah 9 orang yang sudah terbiasa menjadi panelis. Umur panelis berkisar antara 19 sampai 30 tahun baik laki-laki maupun perempuan.

Analisis hasil

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap pola searah yang terdiri 4 konsentrasi *transglutaminase* yaitu 0 (kontrol), 0,01, 0,05 dan 0,1%. Persentase enzim didasarkan pada kandungan protein daging. Data hasil pengamatan dianalisis dengan analisis variansi untuk rancangan acak lengkap pola searah dengan *Soft ware* MINITAB. Data hasil analisis SDS-PAGE dalam bentuk photo dilakukan analisis secara diskriptif. Data hasil uji panelis dianalisis dengan uji Kruskal dan Wallis (Siegel, 1985).

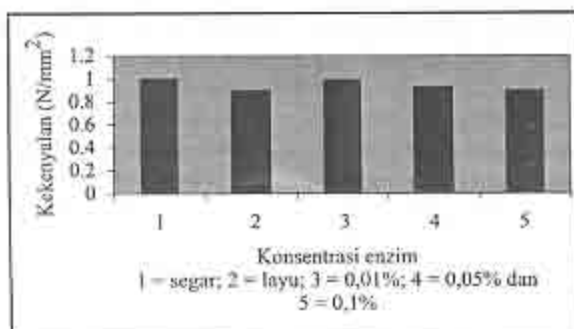
Hasil dan Pembahasan

Kekenyalan bakso

Hasil analisis kekenyalan bakso yang dihasilkan dengan penambahan enzim *microbial transglutaminase* disajikan dalam Gambar 1.

Hasil penelitian tingkat kekenyalan bakso antara daging segar dengan daging layu setelah ditambah dengan enzim *transglutaminase* tidak menunjukkan perbedaan. Konsentrasi enzim *transglutaminase* 0,01% menunjukkan tingkat kekenyalan yang hampir sama dengan daging segar. Peningkatan konsentrasi enzim sampai level 0,1% ternyata justru menurunkan tingkat kekenyalan bakso. Hal tersebut dapat terjadi karena konsentrasi enzim yang dibutuhkan sudah cukup untuk membentuk ikatan silang antar protein, penambahan konsentrasi enzim

kemungkinan justru akan menjadi faktor penghambat bagi kerja enzim. Seguro *et al.* (1995) melakukan penelitian pada *jelly strength* yang diproduksi dari protein *kamaboko* (salah satu jenis ikan di Jepang) dengan menambahkan enzim *transglutaminase* dan diperoleh hasil bahwa penambahan enzim dari 0,01 sampai 0,07% tidak menunjukkan peningkatan kekuatan gel dari produk tersebut. Nilai kekuatan gel tertinggi diperoleh pada level enzim 0,03% setelah itu mengalami penurunan. Analisis kekuatan gel tersebut sesuai dengan hasil penelitian ini ternyata pada level enzim 0,05% dan 0,1% justru menurunkan tingkat kekenyalan dari bakso. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan enzim *transglutaminase* dapat meningkatkan tingkat kekenyalan bakso sehingga tidak berbeda dengan daging segar.



Gambar 1. Kekenyalan bakso daging segar dan layu dengan berbagai konsentrasi enzim *transglutaminase*. (Fig. 1. Fresh and aged Meat ball breaking strength in various *transglutaminase* levels)

Derajat keasaman

Hasil analisis derajat keasaman bakso yang dibuat dari bahan daging segar, layu tanpa enzim dan layu dengan enzim *transglutaminase* disajikan dalam Gambar 2. Analisis statistik terhadap nilai derajat keasaman antar perlakuan tidak menunjukkan perbedaan. Penambahan enzim *transglutaminase* dalam pembuatan bakso dengan bahan dasar daging layu tidak menyebabkan peningkatan nilai pH, hal ini sangat mendukung penelitian karena kerja enzim *transglutaminase* efektif pada suhu sekitar 6. Hal ini juga sesuai dengan pendapat Buckle *et al.* (1987) bahwa pada umumnya pH rendah lebih disukai untuk mempertahankan kebanyakan faktor mutu yang penting dari daging dan pH yang rendah yang berada sekitar 5,1 sampai 6,1 akan menghasilkan flavor yang lebih disukai dan mempunyai stabilitas yang lebih baik terhadap kerusakan oleh mikroorganisme.

Penambahan enzim yang hanya berkisar 0,01 sampai 0,1% relatif rendah sehingga tidak menyebabkan perubahan pH yang signifikan. Hasil penelitian ini dapat merekomendasikan bahwa penggunaan enzim *transglutaminase* sampai dengan level 0,1% dalam pembuatan bakso dengan bahan dasar daging layu tidak berpengaruh terhadap nilai pH produk yang dihasilkan.

Konfirmasi biopolimer dengan SDS-PAGE

Salah satu metode sederhana untuk menentukan adanya ikatan silang antar protein adalah dengan analisis elektroforesis. Gambar 3 adalah hasil analisis elektroforesis dari protein daging sapi layu dengan penambahan enzim *transglutaminase*. Hasil analisis menunjukkan bahwa penambahan enzim *transglutaminase* yang diinkubasi selama 40 menit dalam suhu 45°C terlihat adanya *band* dengan berat molekul diatas 200 kDa hal tersebut mengindikasikan terbentuknya ikatan silang antar protein walaupun secara kuantitas terlihat masih banyak protein lain dalam daging yang tidak mampu berikatan dengan penambahan enzim *transglutaminase*. Jiang *et al.* (1998) melakukan penelitian tentang pembentukan ikatan silang *actomyosin* dari protein ikan dan menunjukkan bahwa *transglutaminase* mampu membentuk ikatan silang antara protein *actomyosin* melalui ikatan α -(γ -Glutamyl) lisyl. Selanjutnya juga dilaporkan bahwa *band-band* protein dengan berat molekul rendah dengan analisis elektroforesis menjadi tidak terlihat setelah reaksi dengan enzim tersebut. Hasil analisis dengan menggunakan HPLC untuk membuktikan adanya ikatan silang antar protein melalui ikatan α -(γ -Glutamyl) lisyl juga telah dilakukan oleh



Gambar 2. Derajat keasaman bakso daging segar, layu dan layu dengan enzim (*pH of the fresh, aged and aged with enzyme meat ball*)



Gambar 3. Hasil analisis elektrophoresis protein daging dengan penambahan enzim *transglutaminase*. a) Daging layu tanpa enzim; b) Layu dengan enzim 0.01%; c) Layu dengan enzim 0,05% (*Electrophoresis of the meat protein with transglutaminase addition. a. Aged meat without enzyme b. Aged meat +0.01% enzyme and c. Aged meat + 0.05% enzyme*)

Gerrard *et al.* (2001). Protein daging sebagai bahan dasar bakso yang sebagian besar merupakan protein myosin dan actin dapat terbentuk ikatan silang dengan penambahan enzim *transglutaminase* ini.

Warna bakso

Pengujian mutu produk yang paling menonjol meliputi sifat-sifat organoleptik seperti warna, tekstur, bau dan rasa. Naruki dan Kanoni (1992) mengatakan bahwa sifat organoleptik adalah suatu sifat produk yang dapat ditentukan dengan uji organoleptik. Sifat organoleptik pada produk pangan ada beberapa macam, ada yang didasarkan pada indra yang digunakan untuk mengenali seperti sifat pembau, sifat rasa dan sifat tekstur kimia.

Warna merupakan salah satu unsur kualitas organoleptik yang penting untuk daging proses. Meskipun bau, rasa dan tekstur menarik namun jika warnanya tidak sesuai dengan warna bahan makanan tersebut maka makanan tersebut tidak menarik lagi (Naruki dan Kanoni, 1992). Data hasil uji organoleptik terhadap skor warna bakso dengan bahan dasar daging layu yang diberi perlakuan enzim *transglutaminase* disajikan dalam Tabel 1.

Hasil Uji Kruskal-Wallis terhadap skor panelist menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan, hal ini menunjukkan bahwa bakso yang dibuat dengan bahan dasar daging segar dan bahan daging layu dengan enzim *transglutaminase* menghasilkan penampakan warna yang tidak berbeda. Hasil penelitian ini mendukung bahwa *transglutaminase* tidak mengubah warna bakso sehingga tetap menarik untuk dikonsumsi. Walaupun *transglutaminase* dicatat mempunyai sekitar 18 asam amino yang berbeda (Motoki dan Seguro, 1998) namun pada konsentrasi rendah hal tersebut tidak mempengaruhi warna produk.

Rasa bakso

Konsumen menempatkan unsur rasa sebagai faktor yang paling mempengaruhi penerimaan produk diikuti unsur aroma dan warna. Naruki dan Kanoni (1992) menyatakan bahwa rasa merupakan komponen yang ikut menentukan kualitas daging dan produk olahannya. Data hasil uji organoleptik terhadap skor rasa bakso ditunjukkan pada Tabel 2.

Hasil analisis uji Kruskal-wallis menunjukkan bahwa skor rasa bakso dengan

perlakuan perbedaan bahan dasar bakso dan konsentrasi enzim terdapat perbedaan yang nyata ($p < 0,05$). Nilai tertinggi pada level suka diberikan oleh 6 panelis pada bakso dengan kandungan *transglutaminase* 0,1%, sementara untuk bakso dengan daging segar sebagai acuan justru mendapat skor agak suka dan suka oleh masing-masing 4 dan 5 panelis. Nilai ini menunjukkan sedikit lebih rendah dibanding dengan enzim 0,1%.

Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan enzim berpengaruh terhadap daya terima konsumen pada sifat rasanya. Dengan penambahan enzim *transglutaminase* justru kebanyakan panelis menyatakan suka dan agak suka artinya bahwa enzim lebih mempunyai nilai yang lebih dalam hal diterimanya oleh konsumen. Daya terima konsumen ini kemungkinan ada hubungannya dengan tekstur yang menjadi lebih halus dibanding tanpa enzim seperti dicantumkan dalam Tabel 3.

Tekstur

Data hasil uji organoleptik terhadap skor tekstur bakso daging segar, layu tanpa enzim dan layu dengan enzim *transglutaminase* disajikan pada Tabel 3.

Hasil analisis dengan uji Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa skor tekstur bakso tidak menunjukkan perbedaan. Hasil ini mengindikasikan bahwa penambahan enzim ini sangat bermanfaat dalam memperbaiki tekstur bakso dengan bahan dasar daging layu. Nilai tekstur oleh panelis menunjukkan bahwa bakso dengan penambahan enzim lebih halus dibanding dengan bakso daging segar.

Tekstur yang lebih halus ditunjukkan pada daging dengan penambahan enzim *transglutaminase* sekitar 0,1%, hal tersebut kemungkinan dengan bertambahnya ikatan antar protein menyebabkan kekompakan dari bakso meningkat sehingga tingkat kehalusannya meningkat. Kramlich (1971) menyatakan bahwa protein di dalam adonan mempunyai dua fungsi utama yaitu untuk mengemulsikan lemak dan untuk mengikat terhadap tekstur bakso, apabila *myosin*

bergabung dengan aktin membentuk *actomyosin* akan menghasilkan tekstur yang baik. Hasil penelitian ini mendukung penelitian yang dilaksanakan oleh Kumazawa *et al.* (1996) yang meneliti tentang ikatan silang antar protein dalam *muscle* ikan dan protein telur. Selanjutnya dilaporkan pula bahwa perlakuan enzim *transglutaminase* dapat memperbaiki kualitas tekstur yang biasanya sangat tergantung pada bahan dasarnya.

Keempukan bakso

Hasil uji organoleptik terhadap nilai keempukan bakso daging segar, layu tanpa enzim dan layu dengan enzim *transglutaminase* disajikan pada Tabel 4.

Hasil analisis menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) antara bakso daging segar, layu dan layu dengan enzim. Daging segar secara statistik masih menunjukkan nilai yang lebih alot dibandingkan dengan bakso dengan bahan dasar daging layu.

Perlakuan penambahan enzim dapat meningkatkan tingkat keempukan menjadi agak empuk tetapi tidak sampai pada level alot, sedangkan bakso segar menunjukkan keempukan dari tingkat empuk, agak empuk dan agak alot. Hasil uji panelis ini menunjukkan perbedaan dibanding uji tingkat kekenyalan dengan alat rheometer loid yang disajikan pada gambar 1. Uji oleh panelis memang bersifat subyektif sehingga nilai yang diberikan atas produk biasanya mempunyai variasi yang lebih tinggi dibanding dengan pengukuran obyektif menggunakan peralatan.

Faktor utama yang menentukan tingkat keempukan adalah tekstur yang dipengaruhi oleh jumlah ikatan silang protein. Semakin banyak ikatan silang maka teksturnya akan semakin kompak dan menyebabkan bakso akan lebih kenyal. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya ikatan silang namun jumlahnya yang kecil (Gb. 3) mengakibatkan tingkat keempukan bakso belum pada level alot.

Tabel 1. Data skor yang dikumpulkan dari panelis terhadap warna bakso (*Panelist score of the meat ball color*)

Warna (<i>Color</i>)	Level Transglutaminase (%) (<i>Transglutaminase levels (%)</i>)				
	Bakso Segar (<i>Fresh</i>)	Layu 0% (<i>Aged 0%</i>)	Layu 0.01% (<i>Aged 0.01%</i>)	Layu 0.05% (<i>Aged 0.05%</i>)	Layu 0.1% (<i>Aged 0.1%</i>)
Putih (<i>white</i>)	0	1	1	0	0
Putih kemerahan (<i>white-red</i>)	0	3	2	1	2
Abu-abu (<i>gray</i>)	2	4	5	5	5
Agak gelap (<i>slightly dark</i>)	6	1	1	3	2
Gelap (<i>dark</i>)	1	0	0	0	0
Sangat gelap (<i>very dark</i>)	0	0	0	0	0

$H_{hitung} = 9,141$.

$H_{tabel} = 9,488$.

Hasil uji menunjukkan tidak terdapat perbedaan (There was no significant difference).

Tabel 2. Jumlah panelis yang memberi skor yang sama terhadap rasa bakso (*Panelist score of meat ball taste*)

Rasa (<i>Taste</i>)	Level Transglutaminase (%) (<i>Transglutaminase Levels (%)</i>)				
	Bakso Segar (<i>Fresh</i>)	Layu 0% (<i>Aged 0%</i>)	Layu 0.01% (<i>Aged 0.01%</i>)	Layu 0.05% (<i>Aged 0.05%</i>)	Layu 0.1% (<i>Aged 0.1%</i>)
Sangat suka (<i>very delicious</i>)	0	1	0	0	0
Suka (<i>delicious</i>)	5	2	3	2	6
Agak suka (<i>standard</i>)	4	3	4	4	1
Agak tidak suka (<i>weak taste</i>)	0	1	1	3	1
Tidak suka (<i>dislike</i>)	0	2	1	0	1
Sangat tidak suka (<i>very dislike</i>)	0	0	0	0	0

$H_{hitung} = 48,5$.

$H_{tabel} = 9,488$.

Hasil uji menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata ($p < 0,05$) (Result showed significant difference).

Tabel 3. Jumlah panelis yang memberi skor yang sama terhadap tekstur bakso (*Panelist score of meat ball texture*)

Tekstur (<i>Texture</i>)	Level Transglutaminase (%) (<i>Transglutaminase Levels (%)</i>)				
	Bakso Segar (<i>Fresh</i>)	Layu 0% (<i>Aged 0%</i>)	Layu 0.01% (<i>Aged 0.01%</i>)	Layu 0.05% (<i>Aged 0.05%</i>)	Layu 0.1% (<i>Aged 0.1%</i>)
Sangat halus (<i>very soft</i>)	0	2	0	0	0
Halus (<i>soft</i>)	0	1	2	4	6
Agak halus (<i>slightly soft</i>)	3	5	5	3	2
Agak kasar (<i>slightly rough</i>)	6	1	1	1	0
Kasar (<i>rough</i>)	0	0	1	1	1
Sangat kasar (<i>very rough</i>)	0	0	0	0	0

$H_{hitung} = 9,141.$

$H_{tabel} = 9,488.$

Hasil uji menunjukkan tidak terdapat perbedaan (*There was no significant difference*).

Tabel 4. Jumlah panelis yang memberi skor yang sama terhadap keempukan bakso (*Panelist score of meat ball tenderness*)

Keempukan (<i>Tenderness</i>)	Level Transglutaminase (%) (<i>Transglutaminase Levels (%)</i>)				
	Bakso Segar (<i>Fresh</i>)	Layu 0% (<i>Aged 0%</i>)	Layu 0.01% (<i>Aged 0.01%</i>)	Layu 0.05% (<i>Aged 0.05%</i>)	Layu 0.1% (<i>Aged 0.1%</i>)
Sangat empuk (<i>very tender</i>)	0	5	2	0	0
Empuk (<i>tender</i>)	2	2	5	3	4
Agak empuk (<i>slightly tender</i>)	4	2	2	6	4
Agak alot (<i>slightly tough</i>)	3	0	0	0	1
Alot (<i>though</i>)	0	0	0	0	0
Sangat alot (<i>very</i>)	0	0	0	0	0

$H_{hitung} = 16,732.$

$H_{tabel} = 9,488.$

Hasil uji *H-test* menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata ($p < 0,05$) (*Result showed the significant differences ($P < 0.05$)*).

Kesimpulan

Penggunaan enzim *transglutaminase* dalam pembuatan bakso dengan bahan dasar daging layu akan memperbaiki tekstur dan kekenyalan bakso. Secara umum bakso daging layu dengan penambahan enzim *transglutaminase* (0,05-0,1%, w/w) menunjukkan kualitas yang lebih baik bila dibandingkan dengan bakso daging layu tanpa enzim.

Daftar Pustaka

- Ando, H., M. Adachi, K. Umeda, A. Matsura, M. Nonaka, R. Uchio, H. Tanaka and M. Motoki. 1989. Purification and Characteristics of Novel Food Transglutaminase Derived from Microorganism. *Agri. Biol. Chem.* 53: 2613-2617.
- Buckle, K. A., R. A. Edwards, G. H. Fleet and M. Wooton. 1987. *Ilmu Pangan*. Penerbit UI press, Jakarta.
- Erwanto Y, Kawahara S, Katayama K, Takenoyama S, Fujino H, Yamauchi K, Morishita T, Kai Y, Watanabe S, Muguruma M. 2003. Microbial Transglutaminase Modifies Gel Properties of Porcine Collagen. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 16, 269-276.
- Gerrard, J.A., S.E. Fayle, P.A. Brown, K.H. Sutton, L. Simmons and I. Rasiah. 2001. Effects of Microbial Transglutaminase on the Wheat Protein of Bread and Croissant Dough. *Journal of Food Science*. Vol 66 No.6, 782-786.
- Jiang, S. T., S. Z. Leu and G. J. Tsai. 1998. Cross-linking of Mackerel Surimi Actomyosin by Microbial Transglutaminase and Ultraviolet Irradiation. *J. of Agricultural and Food Chemistry*. 46: 5278-5282.
- Kang JJ, Matsumura Y, Ikura K, Motoki M, Sakamoto H, Mori T. 1994. Gelation and Properties of Soy Bean Glycinin in a Transglutaminase-Catalyzed System. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 42, 159-165.
- Kramlich, W. E. 1971. Sausage Products. In: *The Science of Meat and Meat Products*. 2nd Ed. J. F. Prices and B. S. Schweiger, Eds W. H. Freeman and Co. San Fransisco.
- Kumazawa, Y., K. Kanishi, H. Yasueda and M. Motoki. 1996. Purification and characterization of transglutaminase from walleye pollack liver. In: *Fisheries Science*. 62: 959-964.
- Lanier, T.C. (1991). Interactions of Muscle and Non-muscle Protein Affecting Heat Set Gel Rheology. In Parris, N., Barford, R., *Interactions of food proteins*. American Chemical Society, Washington, DC: ACS Series 454, pp. 268-284.
- Motoki, M., and Nio, N. 1983. Crosslinking between Different Food Proteins by Transglutaminase. *J. of Food Sci.* 48, 561-566.
- Motoki M. and K. Seguro. 1998. Transglutaminase and Its Use for Food Processing. *Trends in Food Science & Technology*. 9: 204-210.
- Muguruma, M., Sakamoto, K., Numata, M., Yamada, H., and Nakamura, T. 1990. The Effect of Microbial Transglutaminase on Gelation of Myosin B, Myosin and Actin. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*. 37, 446-449. (in Japanese).
- Muguruma M., Tsuruoka, K., Fujino H., Kawahara, S., Yamauchi, K., Matsumura, S., and Soeda, T. 1999. Gel Strength Enhancement of Sausages by Treating with Microbial Transglutaminase. In *Proceeding of the 45th International Congress of Meat Science and Technology*. August 1999, pp: 138-139. Yokohama, Japan.
- Muguruma M, Tsuruoka K, Katayama K, Erwanto Y, Kawahara S, Yamauchi K, Sathe SK, Soeda T. 2003. Soybean and Milk Proteins Modified by

- Transglutaminase Improves Chicken Sausage Texture Even at Reduced Levels of Phosphate. *Meat Science* 63, 191-197.
- Naruki, S dan S. Kanoni, 1992. Kimia dan Teknologi Pengolahan Hasil Ternak I. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Nielsen, G.S., B.R. Petersen and A.J. Moller. 1995. Impact of Salt, Phosphate and Temperature on the Effect of a Transglutaminase (F XIIIa) on the Texture of Restructured Meat. *Meat Science* 41:293-299.
- Nonaka, M., Toiguchi, S., Sakamoto, H., Kawajiri, H., Soeda, T., and Motoki, M. 1994. Changes caused by Microbial Transglutaminase on Physical Properties of Thermally Induced Soy Protein Gels. *Food hydrocolloid*, 8: 1-8.
- Sakamoto H., Kumazawa, Y., Toiguchi, S., Seguro, K., Soeda, T and Motoki, M. 1995. Gel Strength Enhancement by Addition of Microbial Transglutaminase during Onshore Surimi Manufacture. *J. Food Sci.* 60,2 :300-304.
- Seguro, K., Y. Kumazawa, T. Ohtsuka, S. Toiguchi, M. Motoki. 1995. Microbial Transglutaminase and α -(α -glutamyl)-Lysine Cross-link Effects Properties of *kamaboko* gels. *J. Food Sci.* 60: 305-311.
- Siegel, S. 1985. Statistik Non Parametrik untuk Ilmu-ilmu Sosial. Penerbit Gramedia Jakarta.
- Soeparno, 1992. Ilmu dan Teknologi Daging. Cet ke-1. pp: 148-151. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Tsai, G. J., S. M. Lin and S. T. Jiang. 1996. Transglutaminase from *Streptococcus lactis* and Application to Minced Fish Products. *J. Food Sci.* 61(6): 1234-1238.
- Winarno, F.G. 1997. Formalin, Boraks pada Tahu, Mie dan Bakso. Dalam Naskah Akademik Keamanan Pangan. Pp: 291-305. Penerbit Institute Pertanian Bogor. Bogor.
- Yoshihara, T., K. Katayama, M. Muguruma, and K. Yamauchi. 2002. Improvement of the Properties of Sausage from Pork PSE Meat Using Microbial Transglutaminase. Kumpulan Abstract Japanese Society of Animal Science Meeting. Tokyo, Japan. Maret 2003. (in Japanese).