

APLIKASI ENZIM TRANSGLUTAMINASE PADA PRODUK PANGAN: KAJIAN PUSTAKA

Application of Transglutaminase Enzyme on Food Product: A Review

Anantya Yhodha Mayashopha^{1*}, Fitria Herfianita^{1*}, Aji Sutrisno¹

1) Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, FTP Universitas Brawijaya Malang
Jl. Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi, Email: anantayam@gmail.com

ABSTRAK

Enzim berperan penting dalam berbagai pengolahan produk pangan tradisional maupun modern. Terdapat banyak enzim untuk pengolahan pangan yang tersedia dari berbagai sumber. Kondisi terbaru adalah menggunakan enzim sebagai alat modifikasi struktur protein. Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan, digunakan enzim transglutaminase yang berasal dari mikroba untuk memperbaiki kualitas suatu produk pangan. Enzim transglutaminase bekerja secara intra dan inter seluler menghasilkan ikatan silang antar protein. Modifikasi protein oleh enzim seperti mikrobial transglutaminase baru-baru ini sangat menarik bagi industri pangan. Transglutaminase mengkatalisis reaksi antara suatu peptida terikat residu glutamin dan amina primer. Karena reaksi ini dapat digunakan untuk meningkatkan sifat fungsional dari beberapa produk makanan, seperti produk susu, produk daging, produk gandum, produk kedelai, whey, kasein dan mie.

Kata Kunci: Ikatan silang, Produk pangan, Transglutaminase

ABSTRACT

Enzymes play an important role in the food producing of both traditional and modern products. Now there are many enzymes for food processing available that originate from different sources. The new direction is the use of enzymes as a tool for modification of protein structure. Based on many research are used microbial transglutaminase to improved food product quality. It produces the both inter- and intra-molecular isopeptide cross-linking bonds in the proteins. Modification of proteins by enzymes such as microbial transglutaminase has recently become of great interest to food industry. Transglutaminase catalyses a reactions between peptide bound glutaminy residues and primary amines and due this reaction it can be used to improve functional properties of some food products, such as dairy product, meat product, wheat product, whey, casein product, and noodle.

Keywords: Cross-linking, Food product, Transglutaminase

1. Pendahuluan

Makanan merupakan multikomponen dengan struktur dan tekstur kompleks yang sangat dibutuhkan oleh konsumen. Industri makanan diseluruh dunia berencana untuk mengembangkan bahan baru dari produk berprotein tinggi berdasarkan komponen fisik dan karakteristik fungsionalnya. Protein adalah salah satu komponen penting yang menentukan sifat tekstur pada makanan dan juga merupakan nutrisi penting bagi manusia. Banyak makanan yang mengandung protein digunakan sebagai bahan fungsional yang dapat mempertahankan, memperbaiki dan meningkatkan tekstur, stabilitas, serta mengatur sifat-sifat produk pangan. Sifat fungsional protein erat kaitannya dengan struktur molekuler protein dan oleh karena itu sangat penting untuk meningkatkan pengetahuan kita tentang hubungan antara struktur protein dan struktur fungsionalnya [1].

Modifikasi protein enzimatis telah diaplikasikan dalam industri pengolahan pangan dan telah menjadi topik menarik bagi para ilmuwan. Berbagai enzim digunakan untuk memenuhi kebutuhan yang berbeda seperti untuk meningkatkan tekstur, rasa, atau nilai gizi, dan membuat efisien dalam pengolahan pangan. Enzim umumnya diakui secara aman dan modifikasi enzimatis telah dijadikan sebagai metode yang berguna karena reaksi kerja enzim yang spesifik dan memiliki resiko rendah akan adanya bahaya toksin yang dihasilkan dari mikroba yang digunakan [1].

Transglutaminase (TGA-ase, EC 2.3.2.12) adalah enzim yang mengkatalis pembentukan ikatan silang antar molekul protein (pembentukan polimer antar molekul protein). Pada awalnya, TG-ase dikenal sebagai Faktor XIIIa di bidang kedokteran, yang berperan pada proses penggumpalan darah. TG-ase dapat ditemukan pada berbagai organ, jaringan, dan cairan tubuh hewan (darat maupun air) dan tanaman. Enzim ini terlibat pada berbagai fungsi biologis mulai dari penggumpalan darah sampai diferensiasi sel. TG-ase dapat ditemukan pula pada beberapa mikroorganisme. Enzim ini telah berhasil diisolasi dari beberapa sumber, dimurnikan dan dikarakterisasi [2].

2. Enzim Transglutaminase

Enzim Transglutaminase telah mampu memperbaiki sifat-sifat rheologis dari pangan. Penelitian tentang penggunaan enzim transglutaminase dalam bidang pangan meluas sejak ditemukannya Ca^{2+} - independent microbial transglutaminase dari varian *Streptoverticillium mobaraense* dan dari *Streptoverticillium ladakanum* [3].

Enzim transglutaminase mempunyai nama sistematis yaitu amin- γ -glutamiltransferase yang termasuk ke dalam kelas enzim transferase (E.C.2), asiltransferase (E.C.2.3), aminoasiltransferase (E.C.2.3.2), protein glutamin- γ -glutamiltransferase dan mempunyai nama alternatif yaitu fibrinoginase. Transglutaminase memiliki pH optimum berkisar antara 5-8, tetapi pada pH 4 atau 9, transglutaminase masih menunjukkan aktivitas enzimatis, suhu optimum untuk aktivitas enzimatis adalah 50-55°C dan dapat melakukan aktivitas enzimatis terus menerus secara penuh meski berlangsung pada suhu 50°C selama 10 menit. Transglutaminase kehilangan aktivitas enzimatis dalam beberapa menit pada pemanasan mencapai 70°C. Transglutaminase masih mengeluarkan aktivitas enzimatis pada suhu 10°C, dan masih menunjukkan beberapa aktivitas pada suhu sedikit di atas titik beku [4].

Salah satu produk transglutaminase yang telah dipasarkan secara komersial dengan merk dagang Activa®TG. Produk Activa®TG telah dipasarkan di luar negeri misalnya Eropa, USA, Korea, Jepang, Thailand, dan beberapa negara lainnya, termasuk di Indonesia. Di Indonesia, penggunaan enzim transglutaminase pada skala industri sudah cukup banyak digunakan. Strain yang digunakan adalah *Streptoverticillium mobaraense*, sehingga transglutaminase yang dihasilkan sering disebut sebagai *microbial transglutaminase* (mTGase) [5].

Produk enzim mTGase dipasarkan oleh Ajinomoto dalam bentuk serbuk putih yang terdiri dari beberapa komposisi yaitu enzim mTGase, maltodextrin dan Na-casein. Activa®TG stabil disimpan dalam lemari pendingin dengan suhu 21°C selama 24 bulan. Komposisi produk Activa®TG terdapat Na-caseinat sebagai substrat terbaik dari mTGase sehingga dapat dihasilkan produk yang terbaik. Selain itu penggunaan siklodextrin berfungsi sebagai penstabil mTGase [6].

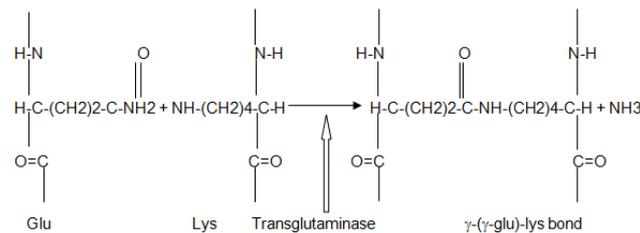
Microbial transglutaminase (mTGase) komersial yang diproduksi oleh Ajinomoto sudah diaplikasikan pada berbagai makanan berprotein untuk meningkatkan karakteristik beberapa produk makanan komersial, seperti kenampakan, tekstur, viskositas, dan gelasi. Pembentukan interaksi silang tambahan menyebabkan perubahan pada ukuran, konformasi, viskositas, gelasi, dan kestabilan beberapa makanan berprotein seperti kedelai, ketan, urat daging, miosin, globulin, dan kasein sehingga penampakan dan tekstur berbagai makanan dapat dimodifikasi dengan menggunakan mTGase selama proses pembuatan makanan.

3. Peningkatan Mutu Protein Pangan

Protein pangan berkualitas rendah (protein pangan dengan kandungan asam amino esensial rendah) dapat diperbaiki melalui penambahan asam amino esensial dari luar dan selanjutnya diikatkan pada protein pangan yang dimaksud. Berdasarkan penelitian yang telah ada, protein-protein yang memiliki sifat fungsional yang baik tapi nilai gizinya rendah, dapat dilakukan peningkatan nilai gizinya melalui pengkayaan dengan asam amino esensial yang diikat silang menggunakan TG-ase [7].

4. Mekanisme Kerja Enzim Transglutaminase

TG-ase dapat digunakan untuk mengkatalisa reaksi pengikatan asam amino-asam amino yang ditambahkan pada molekul protein. Hal ini ditunjukkan oleh terikatnya metionin pada berbagai protein pangan. Kandungan metionin pada kasein, protein protein kedelai dan gluten meningkat setelah dilakukan pengikatan silang menggunakan TG-ase. Hal yang sama juga terjadi untuk asam amino lisin [8].



Gambar 1. Reaksi cross-linking protein dengan bantuan microbial transglutaminase (Cross-linking reaction using microbial transglutaminase) [9]

Mekanisme kerja enzim transglutaminase adalah enzim transglutaminase mengkatalisa reaksi antara residu asam amino lisin dan residu asam amino glutamin dan membentuk ikatan ϵ -(γ -glutamil) lisin isopeptida yang menghasilkan penggabungan ikatan kovalen inter atau intramolekuler yang berikatan silang dengan protein makanan [9]. Hal tersebut dapat meningkatkan sifat fisika dan bentuk makanan seperti tahu, pasta, dan sosis.

5. Aplikasi Enzim Transglutaminase Pada Produk Pangan

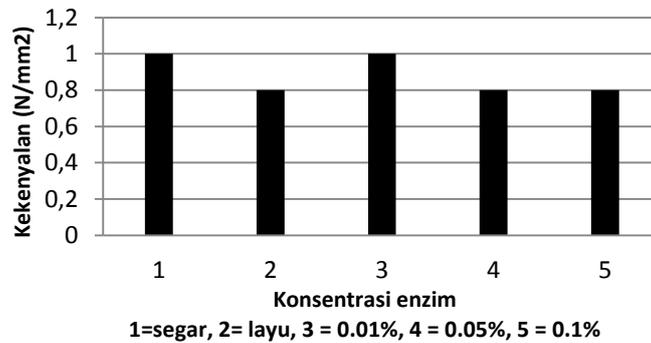
Penggunaan Enzim Transglutaminase pada Pembuatan Bakso

Komponen yang paling besar perannya dalam pembuatan bakso adalah protein, di samping sebagai pengikat yang menyebabkan daging menghasilkan tekstur yang baik protein juga mampu sebagai emulsifier. Komponen protein utama dalam pembuatan bakso adalah protein daging yang di dalamnya 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 memberikan sifat binding dari daging sehingga dihasilkan produk yang lebih stabil dengan tekstur yang kompak [10].

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa enzim transglutaminase mampu menambah ikatan silang protein melalui formasi ikatan silang α -(γ -Glutamyl) lysine dan memperbaiki tekstur dari produk pangan. Protein kolagen juga mampu dipolimerisasi dengan enzim TG-ase dan aplikasinya sangat dimungkinkan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan produk protein untuk meningkatkan kualitasnya [11].

Penggunaan daging layu dalam pembuatan bakso dapat dilakukan apabila ikatan-ikatan antar protein masih dapat berlangsung walaupun kondisi dagingnya telah mengalami

pelayuan. 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 [12]. 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 TG-ase telah mampu memperbaiki kekenyalan dan tekstur dari sosis [13]. Kekenyalan bakso daging segar dan layu dengan berbagai konsentrasi enzim transglutaminase dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kekenyalan bakso daging segar dan layu dengan berbagai konsentrasi enzim transglutaminase [13]

Gambar 2 menunjukkan tingkat kekenyalan bakso antara daging segar dengan daging layu setelah ditambah dengan enzim transglutaminase tidak menunjukkan perbedaan. Bahkan pada konsentrasi 0.01% menunjukkan tingkat kekenyalan yang sama dengan daging segar. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan enzim transglutaminase dapat meningkatkan tingkat kekenyalan bakso sehingga tidak berbeda dengan daging segar [13].

Pengujian mutu produk yang paling menonjol meliputi sifat-sifat organoleptik seperti warna, tekstur, bau, dan rasa. Tekstur daging layu setelah ditambahkan enzim transglutaminase menunjukkan bahwa teksturnya lebih halus dibandingkan dengan bakso daging segar. Penambahan enzim dapat meningkatkan tingkat keempukan menjadi agak empuk tetapi tidak sampai alot, sedangkan bakso segar menunjukkan keempukan dari tingkat empuk, agak empuk, dan agak alot. Warna produk bakso yang dihasilkan dengan adanya penambahan enzim tansglutaminase menghasilkan penampakan warna yang tidak berbeda bila dibandingkan dengan bakso segar. Hal ini menunjukkan bahwa bakso tetap menarik untuk dikonsumsi. Dari segi rasa, bakso dengan penambahan enzim transglutaminase memiliki daya terima yang baik oleh masyarakat [13].

Tabel 1. Data skor akumulatif yang dikumpulkan dari panelis terhadap bakso

Jenis bakso	Warna	Rasa	Tekstur	Keempukkan
Bakso segar	Agak gelap	Disukai	Agak kasar	Agak empuk
Bakso layu + TGA 0.10%	Abu-abu	Disukai	Halus	Empuk-agak empuk

Sumber : [11]

Penambahan Enzim Transglutaminase pada Pembuatan Tahu

Enzim transglutaminase memberikan efek terjadinya ikatan silang pada protein kedelai tahu. Efek makroskopik yang dihasilkan dari penambahan transglutaminase dibandingkan dengan perubahan di tingkat mikro dan molekuler. Penambahan enzim transglutaminase pada pembuatan tahu mampu menghasilkan tahu lebih kencang, dengan kekuatan fraktur meningkat secara signifikan (tidak mudah hancur). Tahu juga mengalami

perubahan dalam struktur matriks, dengan penambahan enzim transglutaminase pada pembuatan tahu mampu menghasilkan tekstur yang halus, jaringan seragam yang menyebabkan peningkatan kekuatan fraktur [14].

Perbaikan Sifat Edible Film dengan Penambahan Enzim Transglutaminase

Edible coating dan edible film dapat mencegah penurunan mutu pangan melalui pengendalian transfer air, oksigen, karbondioksida, oksidasi lipid, dan hilangnya senyawa-senyawa aroma dan flavor yang volatil. Secara umum, film yang terbuat dari protein berfungsi sebagai penghalang oksigen dan aroma yang sangat baik, tapi karena sifat alamiah protein (bersifat hidrofilik), film tersebut cenderung menyerap sejumlah besar air pada RH tinggi sehingga sifat mekanik dan fungsinya sebagai penghalang akan diperlemah. Perbaikan sifat dapat dilakukan melalui berbagai cara salah satunya adalah dengan menggunakan TG-ase [15].

Film yang dibuat dengan sumber kasein untuk pembuatannya dengan diperlakukan menggunakan TG-ase memiliki sifat mekanik yang lebih baik (sifat mekanik diukur dengan tensile strength/gaya tarik dan strain tensile/regangan tarik) bila dibandingkan dengan film yang tidak diperlakukan dengan TG-ase. Selain memiliki sifat fisik yang baik, film yang dibuat dari kasein juga memiliki sifat tidak larut dalam air [15].

Penggunaan Enzim Transglutaminase pada Produk Gandum

Fungsi dasar dari tepung gandum adalah gluten. Gluten memiliki sifat penting ketika ditambah air dan dengan kerja mekanik akan membentuk adonan elastis. Hal ini dibentuk oleh ikatan antar molekul protein. Ikatan tiga dimensi akan menghasilkan adonan yang kuat. Semakin lama adonan diaduk, semakin banyak ikatan yang terbentuk. Dengan alasan inilah mengapa adonan diremas-remas jika menginginkan struktur yang kuat. Namun bagaimanapun juga lapisan gluten dapat pecah karena gerakan mekanik yang berlebihan seperti pengadukan atau peremasan yang berlebihan. Karakter dari adonan tergantung dari jenis tepung yang digunakan. Tepung rendah protein mengandung gluten yang rendah dan lapisannya mudah sobek [16].

Faktor utama yang penting dalam ciri adonan adalah matrik gluten yang menyertakan granula pati dan fragmen serat. Protein gluten secara umum dicirikan dengan mempunyai kandungan proline dan asam glutamik yang tinggi. Gliadin dan glutenin berbeda dalam ciri fisik, khususnya dalam viskoelastisitasnya. Gliadin adalah kohesif, tetapi dengan elastisitas yang rendah, sementara glutenin dan keduanya kohesif dan elastis. Gliadin mengubah protein secara relatif rendah, berat molekuler dalam perbandingan dengan berat molekuler yang tinggi (HMW) dari fraksi glutenin [17]. Protein gluten kandungan glutaminanya tinggi, tetapi kandungan asam amino esensialnya, yaitu lisina, metionina dan triptofan rendah. Iwami dan Yasumoto [18]. mengenalkan lisin kedalam gluten gandum melalui ikatan silang untuk meningkatkan nilai gizi. TG-ase memiliki kemampuan untuk memodifikasi protein gandum secara efektif sebagai hasil dari modifikasi untuk beberapa sifat fisik yang penting pada adonan tepung meliputi kelengketan, kemampuan untuk mengembang, serta sifat elastis dalam adonan. Jika dibandingkan dengan L-asam askorbat yang sudah sekian lama digunakan sebagai pengembang adonan, TG-ase telah terbukti mampu meningkatkan volume roti meskipun dalam dosis yang sangat kecil.

Tabel 2. Overview Aplikasi TG-ase pada Pengolahan Pangan

Sumber	Produk	Dampak	Referensi
Daging	Bakso	Memperbaiki tekstur, rasa, warna bakso serta meningkatkan water-holding capacity	[13]
Wheat	Pastry (roti)	Meningkatkan kualitas sensoris, meningkatkan volume roti, menambah nilai gizi	[18]

Kedelai	Tahu	Meningkatkan tekstur (menyebabkan tekstur tidak mudah hancur)	[14]
Protein	Cross-linked protein	Meningkatkan komposisi asam amino	[8]
Casein	Film	Meningkatkan kekuatan gel dan menurunkan permeabilitas, meningkatkan tekstur, Meningkatkan sifat mekanik (gaya tarik/tensile strength dan regangan tarik/tensile strain)	[4]
Whey Protein	Film	Meningkatkan sifat mekanik (gaya tarik/tensile strength dan regangan tarik/tensile strain)	[15]

SIMPULAN

Banyak protein pangan (casein, α -lactalbumin, β -lactoglobulin, gluten, actin, myosin, dan lain-lain) yang dapat dikatalisis oleh enzim transglutaminase (EC.2.3.2.13). Penambahan enzim pada pengolahan produk pangan kini tengah dikembangkan. Berbagai olahan pangan dari daging, whey, casein, kedelai yang tentunya tinggi akan protein setelah diberi penambahan TG-ase pada pengolahannya akan memperbaiki tekstur, meningkatkan kualitas sensoris, meningkatkan volume produk pangan berbasis bakery, dan mampu mempertahankan warna pada produk pangan sehingga menarik oleh konsumen.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Mahta Mirzae. 2011. Microbial Transglutaminase Application in Food Industry. Islamic azad University of Shahr-e-Qods Branch : Iran
- 2) Srianta. 2000. Potensi Aplikasi Transglutaminase dalam Industri Pangan. FTP UKWM : Surabaya
- 3) Yuny Erwanto et al. 2007. Pemanfaatan Microbial Transglutaminase dalam Pembuatan Bakso dengan Bahan Dasar Daging Layu. Universitas Gajah Mada : Yogyakarta
- 4) Motoki, M., Seguro, K., Nio, N., & Takinami, K. 1986. Glutaminespecific deamidation of β -casein by transglutaminase. *Agricultural and Biological Chemistry*, 50, 3025–3030.
- 5) Puruhita, T. K. A., 2011. Pengaruh Penambahan Garam dan Enzim Transglutaminase terhadap Sifat Fisik Ikan Lumat Air Tawar. Tesis, 23-45. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- 6) Cui, L. Du, G. Zhang, D. And J. Chen. 2011. Thermal stability and conformational changes of transglutaminase from a newly isolated *Streptomyces hygroscopicus*. *Bioresource Technology*. 99:3794-3800
- 7) Srianta. 2000. Potensi Aplikasi Transglutaminase dalam Industri Pangan. FTP UKWM : Surabaya
- 8) Ikura, K., Kometani, T., Sasaki, R., & Chiba, H. 1980. Cross-linking of soybean 7S and 11S proteins by transglutaminase. *Agricultural and Biological Chemistry*, 44, 2979–2984
- 9) Nielsen, GS et al. 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
- 10) Lanier, TC. 1991. Interaction of Muscle and Non-muscle Protein Affecting Heat Set Gel Rheology In Paris. N. Barford, R., Interactions of Food Protein. American Chemical Society. Washington. Dc : ACS Series 454. Pp 268-284
- 11) Erwanto Y, et al. 2003. Microbial Transglutaminase Modifies Gel Properties of Porcine Collagen. *Asian-Australian Journal of Animal Science* 16, 269-276
- 12) Nio, N., Motoki, M and Takinami, K. . 1986. Gelation Mechanism of Protein Solution by Transglutaminase. *Biol. Chem.*, 50 (4), 851-855.

- 13) Seguro et al. 1995. Microbial Transglutaminase and α -(γ -glutamyl) Lysine Cross-link effect Properties of kamaboko gels. *J Food Sci.* 60 : 305-311
- 14) Yasir, S. Bin Md, Sutton, K. H., Newberry, M. P., Andrews, N. R., & Gerrard, J. A. (in press). 2007. The impact of Maillard cross-linking on soy proteins and tofu texture. *Food Chemistry*, doi:10.1016/j.foodchem.2007.02.042.
- 15) Yildirim, M., HettiarachchyN, .S. andK alapathy, U. 1996. Properties of Biopolymers from Cross-linking Whey Protein Isolate and Soybean IS Globulin. *JFS6 I (6)*, 1129-1 1 3 I . I 1 6 4 .
- 16) Potter, N.N. & Hotchkiss, J. H. 1995. *Food Science*. CBS Publishers & Distributors. New Delhi
- 17) Pomeranz, Y. 1988. *Wheat Chemistry and Technology*. The American Association of Cereal Chemistry, Inc. USA.
- 18) Gerrard et all. 2000. Effect of Microbial Transglutaminase on the Wheat Protein of Bread and Croissant Dough. *Journal of Food Science*. Vol 66 No. 6, 782-786