

KAJIAN SUHU DAN PH HIDROLISIS ENZIMATIK DENGAN PAPAIN AMOBIL TERHADAP PH, TOTAL GULA DAN WARNA KECAP CAKAR AYAM

E.S. Widyastuti, L.E Radiati, Imam Thohari, M.E Sawitri dan K,U Al Awwaly

Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan UB

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengetahui penggunaan alginat dalam amobilisasi papain, mengetahui suhu dan pH yang sesuai pada hidrolisis protein daging cakar ayam dengan papain amobil serta kualitas kecap cakar ayam (pH, total gula dan warna) yang dihasilkan. Materi penelitian adalah kecap cakar ayam dari cakar ayam broiler. Penelitian menggunakan Rancangan Petak Terbagi. Faktor pertama adalah suhu 50°C, 60°C, 70°C dan faktor kedua adalah pH 4,5; 5,0; dan 5,5. Variabel yang diukur adalah pH, total gula, dan warna. Data dianalisis dengan sidik ragam.

Hasil penelitian menunjukkan kisaran pH kecap cakar ayam 5,30-6,63, dan total gula 66,00%-76,00%. Kecerahan warna (L^*), intensitas kemerahan (a^*) dan intensitas kekuningan (b^*) berturut-turut adalah 24,44-25,73; 4,16-5,80 dan 9,10-10,27. Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan suhu tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P>0,05$) terhadap intensitas kecerahan warna (L^*), namun berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap total gula, intensitas kemerahan (a^*) dan kekuningan (b^*), serta berpengaruh sangat nyata ($P<0,01$) terhadap pH. Perlakuan pH tidak berpengaruh terhadap pH, total gula, dan warna. Disimpulkan bahwa kualitas kecap cakar ayam yang dihasilkan masih sesuai dengan standar SNI terutama total gula minimal 40% dan kondisi terbaik untuk hidrolisis adalah suhu 60°C dengan pH 5,0. Alginat dapat digunakan untuk amobilisasi papain.

Kata kunci: kecap cakar ayam, papain, enzim amobil

THE STUDY OF TEMPERATURE AND PH IN ENZYMATIC HYDROLYSIS WITH IMMOBILIZED PAPAIN ON PH, TOTAL SUGAR AND COLOR OF BROILER METATARSUS SAUCE

ABSTRACT

This present work aimed to study usage of alginate for papain immobilization and to know the quality of metatarsus sauce with immobilized papain. The material used in this research were metatarsus sauce that made from broiler metatarsus meat. Split Plot Design was used in the experiment. First factor is temperature variation 50°C, 60°C, 70°C and second factor is pH variation 4.5, 5.0, 5.5. The metatarsus sauce was evaluated for pH, total sugar and color. Data was analyzed with analysis of variance.

The result showed that temperature variation gave a highly significant effect ($P<0.01$) on pH, gave a significant effect ($P<0.05$) on total sugar, but didn't give a significant effect ($P>0.05$) on lightness. The quality of metatarsus sauce have pH 5.30-6.63, total sugar 66.00%-76.00%, and lightness 24.44-25.73, respectively.

The conclusion from this research was metatarsus sauce was met with Indonesian Standard Industry SNI 01-3543-1994 about sweet sauce and temperature 60°C and pH 5.0 were suitable condition to hydrolyze protein of metatarsus meat. Alginate can be used to papain immobilization.

Key words : metatarsus sauce, papain, immobilized enzyme

PENDAHULUAN

Rumah Potong Ayam (RPA) menghasilkan sisa-sisa pengolahan yang bukan merupakan karkas ayam. *Offal* adalah nama lain dari bagian tubuh ayam yang bukan bagian yang lazim dikonsumsi sebagai daging (Ridwan, 2002). Berdasarkan data statistik Dinas Peternakan Jawa Timur tahun 2006, jumlah pemotongan ayam broiler khusus Malang sebanyak 22.020.488 ekor ayam. Jika diasumsikan berat per ekor ayam adalah 1,7 kg, maka ketersediaan cakar ayam dapat diperkirakan sebanyak $(22.020.488)/1,7 \times 2 = 25.906.456$ cakar ayam. Jumlah cakar ayam yang besar itu merupakan sumber bahan baku yang tersedia dalam jumlah banyak dan mudah didapat di pasar tradisional maupun RPA serta belum banyak dimanfaatkan. Oleh karena itu bagian *offal* atau cakar ayam harga jualnya relatif murah. Menurut Anonim (2002), cakar ayam memiliki kandungan nutrisi yang cukup tinggi, kandungan protein sebesar 22,98%, sedangkan komponen lain meliputi air 65,9%, lemak 5,60% dan abu 3,49%.

Selama ini cakar ayam dimanfaatkan sebagai ekstrak cair untuk keperluan pelengkap masakan. Cakar ayam masih dapat ditingkatkan nilai ekonominya dengan cara diolah menjadi bahan pangan yang lebih bermanfaat misalnya untuk pembuatan kecap. Kecap pada umumnya dibuat dari kedelai hitam, tiram, kerang, siput, air kelapa dan penambahan bumbu-

bumbu lain (Ridwan, 2002). Proses pembuatan kecap dapat dilakukan dengan dua cara, yakni fermentasi dan hidrolisis baik secara kimia maupun enzimatik. Pembuatan kecap dengan fermentasi telah banyak dilakukan, akan tetapi mengingat waktu pengolahannya cukup lama dan mutunya tidak konsisten, maka untuk tujuan praktis kecap dibuat dengan cara hidrolisis. Hidrolisis secara enzimatik dilakukan dengan enzim protease. Enzim protease mudah didapat terutama yang berasal dari buah-buahan seperti papain. Papain memiliki daya katalitik yang lebih besar jika dibandingkan dengan katalitik sintetik, sehingga mampu menghidrolisis protein daging dengan cepat.

Penggunaan papain dalam proses hidrolisis yang demikian hanya dapat dilakukan sekali saja, sehingga diperlukan upaya untuk dapat menggunakan papain dalam proses hidrolisis secara berulang-ulang. Salah satu cara yang dapat ditempuh adalah dengan amobilisasi enzim. Amobilisasi enzim juga dapat meningkatkan stabilitas dan daya tahan enzim terhadap kondisi lingkungan yang ekstrim seperti pH dan suhu tinggi. Laju reaksi akan meningkat seiring dengan meningkatnya suhu. Pada suhu 55°C enzim papain mampu menghidrolisis 80% protein ikan, pada suhu 70°C enzim papain keaktifannya menurun 20%. pH juga merupakan faktor yang mempengaruhi kerja enzim. Enzim papain memiliki daya

katalitik yang baik pada pH 5,0 dan pada pH 7,0 keaktifannya menurun 20%.

Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh perlakuan suhu dan pH hidrolisis dengan enzim papain amobil terhadap kualitas kecap cakar ayam. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kondisi suhu dan pH yang baik pada hidrolisis protein cakar ayam dengan enzim papain amobil serta untuk mengetahui kualitas kecap cakar ayam yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

Materi penelitian adalah kecap cakar ayam. Bahan baku diperoleh dari pasar tradisional di Malang. Bahan-bahan yang digunakan antara lain cakar ayam broiler, enzim papain komersial merk Paya, bumbu-bumbu, gula merah dan garam, alginat (*alginate acid sodium salt medium viscosity*) (Biomedical Inc, Perancis), pepton (Oxoid LTD Basingstoke, Hampshire, Inggris), dan akuades (PT. Panadia Corporation, Indonesia).

Pada proses pembuatan kecap cakar ayam alat yang digunakan adalah blender, kain kasa, kain saring, panci, cobek, pisau, baskom, kompor, solet, pengaduk, gelas ukur, erlenmeyer, timbangan analitik (Type AJ150, Mettler Instrumente AG, Switzerland) inkubator, refrigerator dan oven (Type E 53, WTF Binder, Jerman), pipet volume, pipet tetes, botol timbang, dan *beaker glass*. Alat untuk analisis antara lain menggunakan pH meter (Hanna Instrument), refraktometer dan *color reader*.

Metode Penelitian

Metode penelitian adalah percobaan dengan Rancangan Petak Terbagi (Yitnosumarto, 1993). Rancangan petak terbagi terdiri dari dua faktor yaitu: faktor A, variasi suhu sebagai petak utama: T1 = 50°C, T2 = 60°C dan T3 = 70°C. Faktor B adalah variasi pH sebagai anak petak: P1 = pH 4,5, P2 = pH 5,0 dan P3 = pH 5,5. Ketiga level dari faktor A diacak pada petak utama dalam setiap kelompok, kemudian ketiga level dari faktor B diacak pada anak petak dalam setiap petak utama.

Pembuatan Enzim Papain Amobil

Pembuatan enzim papain amobil dilakukan dengan metode pengebakan menggunakan matriks alginat (Wang, 2007). Perbandingan Na-alginat dengan enzim papain komersial adalah 4:1, larutan 3% Na-alginat diteteskan dalam CaCl₂ 2%. Hasil amobilisasi disimpan dalam media larutan pepton 0,1% dalam lemari pendingin bersuhu ± 4°C dan siap digunakan untuk kegiatan selanjutnya.

Persiapan Bahan Dasar Kecap

Cakar ayam sebanyak 1 kg dibersihkan dan dicuci. Didihkan air dan masukkan cakar ayam selama 45 menit. Cakar ayam ditiriskan, lalu dipisahkan daging dengan tulang. Daging cakar ayam yang diperoleh ditimbang tiap 100 g dan ditambahkan garam 10 g kemudian dikukus selama 15 menit. Daging cakar ayam yang telah dikukus kemudian digiling, dan ditimbang tiap 100 g dan ditambahkan air 200 ml, kemudian ditambahkan asam asetat untuk memperoleh pH sesuai perlakuan (4,5, 5,0, dan 5,5). Apabila pH sudah sesuai lalu

ditambahkan enzim papain amobil 20 g dan diinkubasi selama \pm 24 jam dengan suhu sesuai perlakuan (50°C, 60°C, dan 70°C). Hidrolisat diperoleh melalui penyaringan untuk memisahkan enzim papain amobil dengan ekstrak daging cakar ayam.

Pembuatan Kecap Cakar Ayam

Proses pembuatan kecap cakar ayam sebagai berikut: didihkan gula merah, masukkan bumbu-bumbu (bawang putih, ketumbar, laos, daun salam, daun jeruk, pekak, serai, dan kayu manis) dan hidrolisat daging cakar ayam, lalu masak hingga mengental \pm 15 menit. Kecap yang diperoleh disaring untuk menghasilkan kecap yang lebih bersih dari kotoran. Simpan dalam wadah pada suhu ruang.

Pengujian Kualitas Kecap Cakar Ayam dan Analisis Data

Pengamatan terhadap kualitas kecap cakar ayam meliputi pH, total gula, dan warna. Data yang telah diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam dan apabila data yang diperoleh terjadi perbedaan nyata akan diuji dengan menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) (Yitnosumarto, 1993).

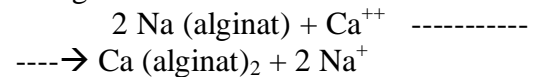
HASIL DAN PEMBAHASAN

Amobilisasi Enzim Papain

Amobilisasi enzim dalam penelitian ini menggunakan metode pengebakan enzim dengan matriks alginat. Pengikatan enzim yang dilakukan adalah pengikatan enzim secara fisik yaitu enzim dapat diserap pada suatu matriks yang tidak larut, ditangkap dalam gel atau dikapsulkan dalam mikrokapsul. Penangkapan

enzim dalam matriks gel dicapai melalui reaksi polimerasi atau presipitasi (koagulasi) dengan adanya enzim. Teknik pengikatan yang berhasil dalam bentuk kapsul enzim, manik-manik enzim (*enzyme beads*) (Smith, 1995).

Keuntungan amobilisasi dengan gel alginat bersifat aman, cepat, murah, ringan, sederhana dan dapat digunakan untuk hampir semua jenis biokatalisator (Sheu dan Marshall, 1993). Gel alginat dapat dibentuk dari pembentukan jaringan ionik dengan adanya ion Ca^{2+} . Alginat sangat stabil pada pH 5-10. Pada konsentrasi asam tinggi dan suhu tinggi dapat menyebabkan proses dekarboksilasi alginat (Chaves *et al.*, 1994). Persamaan reaksi terbentuknya gel Ca-alginat menurut Wang (2007), sebagai berikut:



Amobilisasi enzim papain dengan menggunakan matriks alginat berhasil dengan baik. Manik-manik yang terbentuk mempunyai bentuk dan kekenyalan yang baik serta cukup stabil dalam media cair selama penyimpanan dalam larutan pepton 0,1% pada suhu 4°C. Manik-manik yang terbentuk dalam 4 ml alginat 3% dan 1 g enzim memiliki berat 3,5 g. Kekuatan gel akan meningkat dengan meningkatkan konsentrasi alginat dan CaCl_2 .

Pengaruh Suhu dan pH terhadap pH Kecap Cakar Ayam

Rataan pH kecap cakar ayam dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu memberikan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai pH kecap cakar ayam. Adanya pengaruh sangat nyata pada perlakuan

suhu terhadap pH disebabkan oleh variasi suhu (50, 60 dan 70 °C) yang digunakan merupakan kisaran suhu optimum kerja enzim papain.

Tabel 1 menunjukkan perlakuan suhu yang diberikan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai pH kecap cakar ayam. Pada suhu inkubasi 60°C menunjukkan penurunan rata-rata nilai pH kecap cakar ayam. Perbedaan nilai pH ini disebabkan oleh adanya gula maupun asam amino di dalam produk kecap yang dapat menurunkan maupun menaikkan nilai pH. Asam amino dengan rantai samping yang mengandung gugus basa dapat menyebabkan nilai pH pada kecap cakar ayam meningkat. Asam

amino tersebut merupakan basa konjugat (akseptor proton) dari asam yang bersesuaian (Graner *et al.*, 2003). Nilai pH semakin meningkat seiring dengan meningkatnya suhu inkubasi karena adanya kerusakan pada beberapa enzim yang terdapat pada kecap karena proses pemanasan. Meningkatnya nilai pH pada kecap cakar ayam juga dipengaruhi oleh penambahan bahan yang bersifat alkali seperti gula. Spiegel dan Huss (2001) menyatakan bahwa penambahan bahan yang bersifat alkali dapat meningkatkan nilai pH kecap.

Tabel 1. Rata-rata nilai pH kecap cakar ayam

Perlakuan	Suhu			Rata-rata
	50°C	60°C	70°C	
pH				
4,5	5,37	5,67	6,63	5,89±0,66
5	5,97	5,57	6,50	6,01±0,47
5,5	5,70	5,30	6,33	5,78±0,52
Rata-rata	5,68±0,30 ^b	5,51±0,19 ^a	6,49±0,15 ^c	

Ket: superskrip a,b dan c menunjukkan bahwa perlakuan suhu memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P<0,01$) terhadap nilai pH kecap cakar ayam.

Tabel 2. Rata-rata total gula (%) kecap cakar ayam

Perlakuan	Suhu			Rata-rata
	50°C	60°C	70°C	
pH				
4,5	74,17	74,67	68,33	72,39±3,52
5	74,00	72,83	71,00	72,61±1,51
5,5	76,00	74,33	66,00	72,11±5,36
Rata-rata	74,72±1,11 ^b	73,94±0,96 ^b	68,44±2,50 ^a	

Ket: superskrip a, dan b menunjukkan bahwa perlakuan suhu memberikan pengaruh yang nyata ($P<0,05$) terhadap total gula kecap cakar ayam

Pengaruh Suhu dan pH terhadap Total Gula Kecap Cakar Ayam

Rata-rata total gula kecap cakar ayam dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil

analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu memberikan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) terhadap total gula kecap cakar ayam.

Tabel 2 menunjukkan bahwa penurunan total gula pada kecap cakar ayam pada inkubasi suhu 70°C disebabkan oleh meningkatnya reaksi Maillard yang terjadi pada saat pengolahan. Pada saat inkubasi suhu 70°C enzim papain bekerja optimum menghidrolisis protein, sehingga pada saat pengolahan, gula bereaksi dengan asam amino daging cakar ayam yang menyebabkan kadar total gula dalam kecap cakar ayam menurun. Winarno (2004) menyebutkan bahwa pada reaksi Maillard terjadi reaksi antara gula dan asam amino dari protein. Pada keadaan ini gugus amino dari protein bereaksi dengan gugus aldehid atau keton dari gula pereduksi yang menyebabkan kadar total gula pada kecap cakar ayam menurun.

Menurut Judoamidjojo (1987), kecap manis mengandung banyak gula palma (26-61%) dan sedikit garam (3-6%). Penambahan gula mempunyai kontribusi terhadap total gula, viskositas dan warna produk. Dari Tabel 5 dapat dilihat secara keseluruhan bahwa kadar total gula kecap cakar ayam masih memenuhi persyaratan SNI 01-3543-1994 tentang kecap manis minimal 40% b/b.

Pengaruh Suhu dan pH terhadap Warna Kecap Cakar Ayam

Pengukuran warna kecap cakar ayam menggunakan *coloreader*, parameter yang diamati adalah kecerahan warna (L^*), intensitas kemerahan (a^*), dan intensitas kekuningan (b^*). Warna suatu bahan dipengaruhi oleh adanya cahaya yang diserap dan dipantulkan. Nilai kecerahan warna menyatakan tingkat terang gelap dengan kisaran 0-100, nilai 0 menyatakan kecenderungan warna hitam atau sangat gelap, sedangkan nilai 100 menyatakan kecenderungan warna putih atau terang (Pomeranz dan Meloan, 1994). Penambahan gula pada bumbu kecap cakar ayam merupakan salah satu yang menyebabkan warna gelap kecoklatan yang disebabkan oleh terjadinya reaksi *browning* baik secara oksidatif maupun non oksidatif antara asam amino dengan gula (Suprayitno, 1993).

Kecerahan Warna (L^*)

Rata-rata nilai kecerahan warna (L^*) kecap cakar ayam dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan pH tidak memberikan perbedaan yang nyata ($P > 0,05$) terhadap nilai kecerahan warna (L^*) kecap cakar ayam.

Rata-rata tingkat kecerahan warna kecap cakar ayam adalah 24,44 sampai 25,73. Warna kecap erat hubungannya dengan reaksi Maillard antara asam-asam amino dengan gula reduksi dan menghasilkan warna coklat atau gelap (Winarno, 2004). Warna gelap kecap juga disebabkan oleh proses karamelisasi dan penambahan bumbu-bumbu

Tabel 3. Rata-rata tingkat kecerahan warna kecap cakar ayam

Perlakuan	Suhu			Rata-rata
	50°C	60°C	70°C	
pH				
4,5	24,93	24,44	25,33	24,88±0,45
5	24,96	25,17	25,73	25,29±0,39
5,5	25,07	24,83	25,44	25,1±0,29
Rata-rata	24,99±0,07	24,8±0,38	25,48±0,23	

Menurut Syarief dan Irawati (1988), karamelisasi merupakan pemecahan sukrosa menjadi molekul glukosa dan fruktosa, kemudian dengan suhu tinggi akan mengeluarkan sebuah molekul air dari setiap molekul gula sehingga terbentuk glukosa, proses pemecahan secara dehidrasi ini dilanjutkan dengan polimerisasi, disertai timbulnya beberapa jenis asam. Tahap polimerisasi ini merupakan tahap pembentukan warna gelap. Karamelisasi sangat mungkin terjadi karena dalam pembuatan kecap

digunakan gula dalam jumlah besar dan proses pemanasan yang cukup tinggi.

Intensitas Kemerahan (a^*)

Rata-rata intensitas kemerahan (a^*) kecap cakar ayam berkisar antara 4,16 – 5,53. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan pH memberikan perbedaan ($P<0,05$) yang nyata terhadap intensitas kemerahan kecap cakar ayam yang dihasilkan. Rata-rata intensitas kemerahan kecap cakar ayam ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata intensitas kemerahan (a^*) kecap cakar ayam

Perlakuan	Suhu			Rata-rata
	50°C	60°C	70°C	
pH				
4,5	4,33	4,16	5,46	4,65±0,71
5	4,30	4,40	5,53	4,74±0,68
5,5	4,20	4,36	5,80	4,79±0,88
Rata-rata	4,28±0,07 ^a	4,31±0,12 ^a	5,6±0,18 ^b	

Ket: superskrip a, dan b menunjukkan bahwa perlakuan suhu memberikan pengaruh yang nyata ($P<0,05$) terhadap intensitas kemerahan kecap cakar ayam.

Tabel 4 menunjukkan bahwa intensitas kemerahan (a^*) kecap cakar ayam cenderung mengalami peningkatan. Warna kecap dapat dipengaruhi reaksi pencoklatan dari gula sehingga menyebabkan warna kecoklatan. Warna kecoklatan

dipengaruhi oleh proses pemanasan gula sehingga dapat mempengaruhi perubahan warna dan flavour pada bahan pangan. Proses pemanasan dapat menyebabkan reaksi pencoklatan yang meliputi flavour dan warna dari bahan pangan. Komara (1991) menambahkan

bahwa zat warna secara alami yang terdapat dalam bahan ikut terekstrak.

Intensitas Kekuningan (b*)

Rata-rata intensitas kekuningan kecap cakar ayam pada perlakuan suhu dan pH ditunjukkan pada Tabel 5. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan pH memberikan perbedaan yang nyata (P<0,05) terhadap intensitas kekuningan kecap cakar ayam yang dihasilkan.

Tabel 5 menunjukkan bahwa perlakuan suhu 70°C dengan pH 4,5 dan 5,5 memberikan rata-rata intensitas kekuningan paling tinggi dan nilai terendah terdapat pada suhu 50°C

dengan pH 5,5 yaitu 9,1. Tingginya nilai kekuningan warna pada suhu 70°C dapat terjadi karena pada dasarnya bahan baku dari kecap sendiri adalah daging cakar ayam yang didominasi oleh lemak, yang menyebabkan warna kuning pada produk meningkat. Warna kuning yang ditimbulkan pada kecap cakar ayam adalah hasil dari pigmen karoten.

Komara (1991) menyebutkan bahwa karotenoid merupakan persenyawaan hidrokarbon tidak jenuh yang dihidrogenasi, karoten tersebut yang menyebabkan warna kuning.

Tabel 5. Rata-rata intensitas kekuningan kecap cakar ayam

Perlakuan	Suhu			Rata-rata
	50°C	60°C	70°C	
pH				
4,5	9,40	9,30	10,26	9,66±0,53
5	9,33	9,33	10,17	9,61±0,48
5,5	9,10	9,53	10,27	9,63±0,59
Rata-rata	9,28±0,16 ^a	9,39±0,13 ^a	10,23±0,06 ^b	

Ket: superskrip a, dan b menunjukkan bahwa perlakuan suhu memberikan pengaruh yang nyata (P<0,05) terhadap intensitas kekuningan kecap cakar ayam.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan penelitian adalah matriks alginat dapat digunakan untuk amobilisasi enzim papain, yaitu dengan terbentuknya manik-manik alginat. Perlakuan terbaik untuk hidrolisis daging cakar ayam adalah pada suhu 60°C dengan pH 5. Penggunaan enzim papain amobil dalam produksi kecap cakar ayam memberikan nilai pH yang asam, memberikan warna yang gelap terhadap kecerahan warna (L*) dan rasa manis yang cukup terhadap total gula, warna gelap pada intensitas kekuningan (b*) dan intensitas kemerahan (a*).

Kualitas kecap secara keseluruhan masih memenuhi standar SNI 01-3543-1994 tentang kualitas kecap manis yaitu tidak kurang dari 40% b/b untuk total gula.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2002. Manfaat Cakar Ayam. Majalah Poultry Indonesia. <http://poultryindonesia.com>. Diakses tanggal : 12 Desember 2007.
 Chavez, M.S., A.L. Julia, and R.L. Garrotte. 1994. Crosslinking Kineticks of Thermally Preset

- Alginat Gels. *J. Food Sci.* 59 (5):1108.
- Graner K.D, P.A. Mayes, W.V. Rodwell dan K.R. Murray, 2003. *Biokimia Harper*. Diterjemahkan oleh Andri Hartono. EGC Penerbit Buku Kedokteran. Jakarta.
- Judoamidjojo. 1987. *Jenis Kulit dan Proses Penyamakan di Indonesia*. Kanisius. Yogyakarta.
- Komara, A. 1991. *Mempelajari Ekstraksi Oleoresin dan Karakteristik Mutu Oleoresin dari Bagian Cabe Rawit (Casicum frutescens)*. Skripsi Fateta IPB. Bogor.
- Pomeranz, Y and C.E. Meloan, 1994. *Food Analysis*. Chapman and Hall. New York.
- Ridwan. 2002. *Kecap Dari Limbah*. Majalah Poultry Indonesia. http://poultryindonesia.com/module_s.php. Diakses tanggal : 12 Desember 2007.
- Sheu, T.Y and R.T. Marshall, 1993. *Microentrapment of Lactobacilli in Ca-alginat gel*. *J.Food Sci.* 54:557-561.
- Smith, J.E. 1995. *Bioteknologi*. EGC Penerbit Buku Kedokteran. Jakarta.
- Spiegel, T and M. Huss, 2001. *Whey Protein Aggregation under Shear Condition-Effect of pH value and Removal of Calcium*. *International Journal of Food Science and Technology*, 37: 559-568.
- Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Syarief, R and A. Irawati, 1988. *Pengetahuan Bahan untuk Industri Pertanian*. Mediyatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- Yitnosumarto, S. 1993. *Percobaan, Perancangan, Analisa dan Interpretasinya*. Gramedia. Jakarta.
- Wang, N.S. 2007. *Enzyme Immobilization Protocol Entrapment in Alginate Gel*. http://www.glue.umd.edu/~nsw/enc_h485/lab7b.htm. Diakses tanggal : 13 Januari 2008.
- Winarno, F.G.2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Suprayitno, E. 1993. *Mekanisme Kerja Enzim Proteolitik*. Fakultas

