

THE USE OF GELATIN AS PEGAGAN EXTRACTED ENKAPSULAN (Centella asiatica) ON WATER CONTENT, ASH CONTENT, SOLUBILITY AND RENDEMEN

Sri Maita Eka Permatasari ¹⁾, Purwadi ²⁾ and Imam Thohari ²⁾

1) Student at Department of Animal Food Technology, Faculty of Animal Husbandry, Brawijaya University.

2) Lecturer at Department of Animal Food Technology, Faculty of Animal Husbandry, Brawijaya University.

ABSTRACT

This research was conducted to determine the effect of gelatin concentration as pegagan extracted enkapsulan on water content, ash content, solubility, and rendemen. The material used for this research were extract of prgagan (Centella asiatica) and gelatin, namely the addition of gelatin as a encapsulation of pegagan extracted processing used spray drying method. Method was used in this experiment was Completely Randomized Design with four treatment and tree replication, if there were signifikan influence would tested by Duncan's Multiple Range test method. The result of this research showed that the treatment gelatin 6 % (P3) significant different effect ($P < 0,01$) on water content, ash content, solubility, and rendemen. The best treatment on the water content $5,70 \pm 0,21\%$, ash content $3,30 \pm 0,08\%$, solubility $96,59 \pm 0,32\%$, and $16,54 \pm 0,09$ g respectively. Recommended research to improve of gelatin more 6% concentration as pegagan extracted

Key words : gelatin, pegagan, microencapsulation and spray drying

Pengaruh Penambahan Gelatin sebagai Enkapsulan Ekstrak Pegagan (*Centella asiatica*) terhadap Kadar Air, Kadar Abu, Kelarutan, dan Rendemen

Sri Maita Eka Permatasari ¹⁾, Purwadi ²⁾ dan Imam Thohari ²⁾

1) Mahasiswa Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya, Malang.

2) Dosen Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya, Malang.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi gelatin yang tepat sebagai penyalut terhadap kadar air, kadar abu, kelarutan, dan rendemen pada mikroenkapsulasi ekstrak pegagan dengan metode spray drying. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah ekstrak pegagan (*Centella asiatica*) dan gelatin. Metode yang digunakan adalah percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 perlakuan yaitu penambahan gelatin sebagai penyalut pada ekstrak pegagan dengan konsentrasi tanpa gelatin (P0), penambahan 2 % (P1), 4 % (P2) dan 6 % (P3) dengan masing-masing perlakuan dilakukan 3 ulangan. Variabel yang diamati adalah kadar air, kadar abu, kelarutan dan rendemen. Analisis data menggunakan analisis ragam, dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan untuk pengamatan yang menunjukkan perbedaan pengaruh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan gelatin sebagai penyalut pada berbagai konsentrasi pada mikroenkapsulasi ekstrak pegagan memberikan perbedaan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar

air, kadar abu, kelarutan dan rendemen pada mikroenkapsulasi pegagan terenkapsulasi. Penggunaan gelatin sebagai bahan penyalut dengan konsentrasi 6 persen memberikan hasil terbaik pada kadar air, kadar abu, kelarutan dan rendemen pada ekstrak pegagan terenkapsulasi dengan nilai rata-rata masing-masing sebesar 5,70+0,21 %; 3,30+0,08 %; 96,59+0,32 %, dan 16,54+0,09 %. Disarankan dilakukan penelitian dengan meningkatkan konsentrasi gelatin sebagai enkapsulan lebih dari 6 % terhadap pembuatan mikroenkapsulasi ekstrak pegagan

Kata kunci: Gelatin, Mikroenkapsulasi, Spray Drying.

PENDAHULUAN

Proses pengeringan bahan pangan mengakibatkan hal-hal seperti hilangnya air dan menyebabkan pemekatan dari bahan yang tertinggal seperti karbohidrat, lemak dan protein, sehingga akan terdapat dalam jumlah yang lebih besar per satuan berat kering bila dibandingkan dalam bentuk segarnya. Pengaruh pengeringan dapat menyebabkan terjadinya degradasi protein terutama untuk asam-asam amino yang peka terhadap panas misalnya *lisin* dan *methionin* yang tersedia karena akan bereaksi dengan gula reduksi membentuk reaksi Maillard. Dalam berbagai kasus proses mikroenkapsulasi pada bahan pangan yang digunakan sebagai cara untuk memecahkan persoalan tersebut.

Prinsip enkapsulasi bertujuan untuk melindungi bahan aktif yang sensitif terhadap kerusakan, karena oksidasi, kehilangan nutrisi, melindungi flavor, aroma, pigmen serta meningkatkan kelarutan. Gelatin memiliki sifat diantaranya pada pendinginan, gelatin larut, sebagian molekul gelatin teragregasi; agregat-agregat yang terbentuk saling berhubungan membentuk jaringan yang lemah dan pada pendinginan yang lebih lanjut atau dengan dibantu suhu yang konstan, gel gelatin meningkat kekuatannya. Oleh karena itu, gelatin digunakan sebagai pembentuk *film*, gelatin

telah banyak dimanfaatkan pada industri pangan dan farmasi termasuk mikroenkapsulasi dan pembuatan tablet atau kapsul (Anonymous, 2007). Metode mikroenkapsulasi yang umum digunakan adalah pengeringan semprot, karena biayanya yang relatif lebih rendah dan rentang bahan yang dapat dienkapsulasi cukup lebar. Salah satu bahan pangan yang bisa di mikroenkapsulasi dengan penambahan bahan enkapsulan diantaranya adalah pegagan.

Pegagan (*Centella asiatica*) merupakan salah satu tanaman dari famili *Umbeliferae* yang sejak dulu telah digunakan sebagai obat kulit dan sebagai lalapan yang dikonsumsi dalam bentuk segar maupun direbus (van Steenis, 1997). Tanaman ini juga digunakan untuk meningkatkan ketahanan tubuh, sebagai *brain tonic* atau obat antilupa bagi orang dewasa dan manula (manusia usia lanjut) karena dapat meningkatkan fungsi kognitif.

Pegagan memiliki kandungan kimia diantaranya asam amino, flavonoid, terpenoid, dan minyak atsiri. Asam amino terdiri atas sejumlah besar *alanin* dan *serine*, *amino butiric*, *aspartat*, *glutamat*, *histidin*, *lisin*, dan *threonin*, sedangkan flavonoid terdiri atas *kuersitin*, *kaempferol*, dan bermacam-macam *glikosida*. Senyawa tersebut memiliki sifat yang sangat labil terhadap panas dan reaksi oksidasi. Oleh

karena itu perlu dilakukan upaya untuk melindungi senyawa tersebut dari lingkungan sekitarnya yang dapat menyebabkan terjadinya reaksi oksidasi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan cara melindunginya dalam matriks polimer yang biasanya disebut dengan proses enkapsulasi dan jika matriks yang melindungi merupakan matriks yang berukuran 0.2 μm sampai beberapa milimeter disebut juga dengan mikroenkapsulasi (Clarke, 2000).

Berdasarkan uraian diatas maka dilakukan penelitian tentang penggunaan gelatin sebagai enkapsulan dalam mikroenkapsulasi pegagan ditinjau dari uji kadar air, kadar abu, kelarutan dan rendemen sehingga nantinya diharapkan dapat ditemukan formula susunan gelatin yang tepat sebagai enkapsulan.

MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah ekstrak pegagan (*Centella asiatica*) dan gelatin (e-Merk, Jerman) yang diperoleh dari toko kimia “Panadia lab” Jalan Taman Sulfat X/16-27 Malang.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan gelas (gelas ukur 250 ml, labu takar 10 ml, gelas ukur 100 ml, gelas pengaduk), *Spray dryer* Merk Armfield SD-04 buatan Inggris, oven, timbangan analitik merek Sartorius, saringan (ukuran 100 mesh) dan kertas saring Whatman no. 42.

Metode yang digunakan adalah percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 perlakuan yaitu penambahan gelatin sebagai enkapsulan

pada ekstrak pegagan dengan konsentrasi 0% (P_0), 2% (P_1); 4% (P_2) dan 6% (P_3) dengan masing-masing perlakuan dilakukan 3 ulangan.

Variabel penelitian yang diamati adalah kadar air, kadar abu, kelarutan dan rendemen. Data yang diperoleh dari penelitian ditabulasi dan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Apabila ada perbedaan pengaruh antar perlakuan, maka data dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan's.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Penambahan Gelatin Terhadap Kadar Air Ekstrak Pegagan

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi gelatin sebagai bahan enkapsulan memberikan perbedaan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar air ekstrak pegagan. Perbedaan ini karena meningkatnya kadar gelatin. Semakin tinggi kadar gelatin maka semakin rendah kadar air yang terkandung di dalamnya. Hal ini disebabkan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai bentuk butiran pada proses enkapsulasi pada produk yang berkonsentrasi gelatin lebih tinggi akan lebih lama daripada waktu yang dibutuhkan oleh produk yang berkonsentrasi rendah, sehingga penguapan pada produk yang berkonsentrasi lebih tinggi akan lebih besar dan akan menyebabkan kadar airnya lebih rendah. Rata-rata hasil pengujian kadar air (%) pegagan dengan perlakuan konsentrasi gelatin yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rataan kadar air ekstrak pegagan (%) terenkapsulasi dengan gelatin

Perlakuan	Kadar Air (%)
P0 (0% gelatin)	10,93 ^c ±0,38
P1 (2% gelatin)	9,85 ^c ±0,49
P2 (4% gelatin)	8,19 ^b ±0,67
P3 (6% gelatin)	5,70 ^a ±0,21

Keterangan: Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) antar perlakuan.

Penurunan kadar air ini ternyata berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi penambahan gelatin pada tiap perlakuan. Hal ini disebabkan karena gelatin dapat meningkatkan total padatan bahan yang dikeringkan. Sehingga jumlah air yang diuapkan semakin sedikit, akibatnya peningkatan konsentrasi konsentrasi gelatin akan menurunkan kadar air ekstrak pegagan. Hal sesuai dengan pendapat Gustavo *and* Canovas (1999), semakin tinggi total padatan yang dikeringkan sampai batas tertentu maka kecepatan penguapan akan semakin tinggi sehingga kadar air bahan menjadi rendah. Jika dalam air (gugus hidroksil) gelatin akan membentuk ikatan hidrogen dengan molekul-molekul air sekitarnya, jika air dihilangkan akan terjadi pengkristalan, karena gugus hidroksil akan membentuk ikatan hidrogen dengan ikatan gugus hidroksil yang lain sesama monomer, oleh karena itu semakin banyak gelatin yang ditambahkan semakin cepat terjadi pengkristalan dan penguapan air kadar air bahan akan semakin rendah

Kadar air sangat penting untuk peranannya dalam mempertahankan mutu bahan pangan. Menurut Susrini (1995)

aroma normal dari segala macam produk bahan pangan dalam beberapa bulan apabila produk tersebut kadar airnya rendah. Produk bahan pangan yang kadarairnya 5 % atau lebih akan mengalami penggumpalan setelah disimpan. Dalam kondisi yang ekstrim, gumpalan tersebut akan besar dan menjadi sangat keras sehingga hanya dapat dipecahkan oleh palu. Kenampakan fisik akan sangat berbeda dengan yang normal termasuk perubahan warna.

Berdasarkan hasil pengujian kadar air ekstrak pegagan yang dienkapsulasi dengan gelatin diperoleh hasil rata-rata terendah adalah $5,70 \pm 0,21$ %, penelitian ini ternyata memberikan hasil yang lebih tinggi dengan penelitian sebelumnya (Arsyaf dan Marliyati, 2012) yaitu penelitian dengan menggunakan pegagan yang dibuat dengan bahan enkapsulan maltodekstrin dan natrium kaseinat dengan perbandingan 80:20 yaitu 4,84 %.

Pengaruh Penambahan Gelatin terhadap Kadar Abu Ekstrak Pegagan

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi gelatin sebagai bahan enkapsulan memberikan perbedaan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar abu ekstrak pegagan. Perbedaan kadar abu ini disebabkan karena mineral yang terdapat pada pegagan terlarut dalam air dalam pembuatan ekstrak pegagan, selain itu juga dikarenakan kadar mineral dalam gelatin yang rendah. Rata-rata hasil pengujian kadar abu (%) pegagan dengan perlakuan konsentrasi gelatin yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rataan kadar abu ekstrak pegagan (%) terenkapsulasi dengan gelatin

Perlakuan	Kadar Abu (%)
P0 (0% gelatin)	10,85 ^c +0,72
P1 (2% gelatin)	10,13 ^c +0,14
P2 (4% gelatin)	5,30 ^b +0,20
P3 (6% gelatin)	3,30 ^a +0,08

Keterangan: Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) antar perlakuan.

Kadar abu mikro kapsul semakin menurun seiring dengan meningkatnya penambahan gelatin sebagai enkapsulan. Kadar abu terendah terdapat pada ekstrak pegagan terenkapsulasi dengan konsentrasi gelatin sebesar 6 % dengan jumlah sebesar $3,30 \pm 0,08$ %. Nilai kadar abu tertinggi terdapat pada perlakuan P0 (tanpa penambahan gelatin) atau ekstrak pegagan murni sebesar $10,85 \pm 0,72$ %. Kadar abu pegagan murni hasil penelitian ini lebih rendah daripada penelitian Arsyaf dan Marliyati (2012) yang melaporkan kadar abu pegagan yang dikeringkan secara oven sebesar sebesar 15,37 %, dengan kandungan mineral 0,99mg/100g zat besi; 2.363,80mg/100g kalsium; dan 36,06mg/100g selenium.

Kadar bau terbaik hasil penelitian ini diperoleh pada perlakuan penambahan gelatin 6 % sebagai enkapsulan pada ekstrak pegagan. Rendahnya kadar abu ini menunjukkan bahwa kandungan mineral yang rendah. Semakin rendah kadar abu yang dihasilkan maka mutu dan tingkat kemurnian ekstrak pegagan semakin tinggi. Selain itu, kadar abu yang rendah mineral yang telah terlepas dari bahan dan berikatandengan pelarut dapat terbuang dan larut bersama air (Angka dan Suhartono 2000). Kadar abu menunjukkan jumlah unsur anorganik atau mineral dari suatu bahan. Nilai kadar abu yang

diperoleh menunjukkan bahwa gelatin yang digunakan tidak mengandung unsur anorganik atau mineral, karena semakin kecil kadar abu suatu bahan, maka mineral yang terkandung dalam suatu bahan juga kecil.

Pengaruh Penambahan Gelatin terhadap Kelarutan Ekstrak Pegagan

Perubahan bentuk fisik mikroenkapsulat ekstrak pegagan menyebabkan perubahan persentase kelarutan. Semakin besar ukuran mikroenkapsul menyebabkan mikroenkapsul susah larut. Semakin tinggi kadar air yang terkandung pada mikroenkapsulat ekstrak pegagan, maka akan semakin sedikit rendemen yang dihasilkan dari hasil mikroenkapsulasi.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi gelatin sebagai bahan enkapsulan memberikan perbedaan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kelarutan ekstrak pegagan. Perbedaan kelarutan ini disebabkan karena meningkatnya kadar air. Rata-rata hasil pengujian kelarutan ekstrak pegagan dengan perlakuan konsentrasi enkapsulan gelatin yang berbeda disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rataan kelarutan ekstrak pegagan (%) terenkapsulasi dengan gelatin

Perlakuan	Kelarutan (%)
P0 (0% gelatin)	43,18 ^a ±0,30
P1 (2% gelatin)	93,01 ^b ±0,16
P2 (4% gelatin)	93,19 ^b ±0,06
P3 (6% gelatin)	96,59 ^c ±0,32

Keterangan: Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) antar perlakuan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan gelatin 6% sebagai enkapsulan pada ekstrak pegagan memiliki nilai kelarutan terbaik daripada perlakuan yang lain. Hal ini sesuai pendapat Wukirsari (2006) yang menyatakan bahwa nilai kelarutan yang semakin besar menunjukkan bahwa semakin larutnya suatu bahan dalam pelarut. Kelarutannya dinyatakan dalam jumlah maksimum zat terlarut yang larut dalam suatu pelarut pada kesetimbangan. Kelarutan dipengaruhi oleh bahan enkapsulan suatu produk. Semakin tinggi konsentrasi gelatin yang digunakan cenderung meningkat kelarutannya. Larutan enkapsulan tersusun dari gelatin yang dalam proses pembentukan matriks melibatkan panas. Gelatin dapat berubah dari bentuk sol menjadi gel dan sebaliknya dapat berubah dari bentuk gel menjadi sol kembali. Gelatin juga dapat membengkak atau mengembang dalam air dingin, membentuk film, mempengaruhi viskositas suatu bahan, dan dapat melindungi sistem koloid. Sifat gelatin yang dapat berubah dari sol menjadi gel secara reversible itulah yang membuat gelatin lebih istimewa daripada gel hidrokoloid lain yang tidak dapat berubah secara reversible seperti pati, alginat, protein susu, dan albumin telur.

Pengaruh Penambahan Gelatin terhadap Rendemen Ekstrak Pegagan

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi gelatin sebagai bahan enkapsulan memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap rendemen ekstrak pegagan. Perbedaan rendemen ini disebabkan karena viskositas bahan yang akan dikeringkan semakin tinggi. Menurut Young, Sarda and Rosenberg (1993), viskositas yang terlalu tinggi mengganggu

proses atomisasi dan mengakibatkan pembentukan droplet yang besar dan panjang yang menyebabkan kecepatan pengering berkurang sehingga rendemen mikrokapsul berkurang. Rata-rata hasil pengujian kelarutan ekstrak pegagan dengan perlakuan konsentrasi enkapsulan gelatin yang berbeda disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rataan rendemen dan kadarekstrak pegagan terenkapsulasi dengan gelatin

Perlakuan	Rendemen (%)	Kadar (g)
P0 (0% gelatin)	23,36 ^d ±0,14	7,01 ^a ±0,04
P1 (2% gelatin)	21,39 ^c ±0,25	10,69 ^b ±0,13
P2 (4% gelatin)	20,85 ^b ±0,06	14,59 ^c ±0,04
P3 (6% gelatin)	18,38 ^a ±0,10	16,54 ^d ±0,09

Keterangan: Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) antar perlakuan.

Hasil rata-rata enkapsulasi pegagan menunjukkan semakin tinggi konsentrasi jenis enkapsulan terhadap ekstrak pegagan semakin rendah rendemen yang dihasilkan. Menurut Hustiany (2006), semakin besar jumlah enkapsulan semakin besar pula rendemen produk terenkapsulasi. Hal ini disebabkan jumlah enkapsulan sangat berperan terhadap rendemen produk terenkapsulasi. Sementara itu, air dan komponen flavor ada yang menguap selama proses pengeringan dan peranannya kecil terhadap rendemen produk terenkapsulasi. Meskipun peningkatan konsentrasi atau viskositas akan meningkatkan rendemen mikrokapsul tetapi masing-masing bahan mempunyai batas maksimal untuk peningkatan viskositas sampai akhirnya tidak terjadi peningkatan viskositas lagi, bahkan peningkatan viskositas akan menurunkan

rendemen mikrokapsul (Bhandari, Dumoulin, Richard, Nouleau and Lebert, 1992).

Perbedaan rendemen dalam ekstrak pegagan ini disebabkan oleh perlakuan pemberian gelatin dengan level yang berbeda. Dengan penambahan gelatin yang berbeda berarti adanya penambahan total padatan yang terdapat pada gelatin, sehingga dapat menaikkan total padatan pegagan bubuk. Konsentrasi penambahan bahan enkapsulan gelatin yang tinggi, akan mempertinggi total rendemen dari pegagan bubuk seperti tersaji pada Tabel 4. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Koc., *et al* (2010), semakin tinggi total padatan pada bahan yang dikeringkan maka kadar rendemen yang dihasilkan akan semakin tinggi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa penggunaan gelatin sebagai bahan enkapsulan berpengaruh terhadap kadar air, kadar abu, kelarutan dan rendemen pada ekstrak pegagan terenkapsulasi. Penggunaan gelatin sebagai bahan enkapsulan dengan konsentrasi 6 persen memberikan hasil terbaik berdasarkan kadar air, kadar abu, kelarutan dan rendemen pada ekstrak pegagan terenkapsulasi dengan nilai rata-rata masing-masing sebesar $5,70 \pm 0,21\%$; $3,30 \pm 0,08\%$; $96,59 \pm 0,32\%$, dan $16,54 \pm 0,09\%$.

Disarankan dilakukan penelitian dengan peningkatan konsentrasi gelatin sebagai enkapsulan lebih dari 6 % terhadap pembuatan mikroenkapsulasi ekstrak pegagan

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2007. *What Is Gelatin*. <http://www.Geltech.com/whatisgelatin.html>. Diakses 15 Januari 2013.
- Angka, S.L dan M.T. Suhartono., 2000. *Bioteknologi Hasil Laut*. Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Arsyaf, R. A dan S.A. Marliyati., 2012 *Pembuatan Roti Bagelen Pegagan (Centella asiatica) sebagai Pangan Fungsional untuk Lansia*. J. Tek. Ind. Pert.; 64-70
- Bhandari, B. R., E. D. Dumoulin., H. M. Richardt., I. Nouleau, and A. M. Lebert., 1992. *Flavor encapsulation by pengeringan semprot : application to citral and linalyl acetate*. J. of Food Sci., 57 (1): 217-221
- Clarke, P., 2000. *Spray Drying edition 5*. Food Science Australia, Australia
- Gustavo, V and B. Canovas., 1999. *Food Powders : Physical Properties, Processing, and Functionality*. Spinger publisher. Texas
- Hustiany, R., 2006. *Modifikasi Asilasi dan Suksinilasi Pati Tapioka sebagai Bahan Enkaapsulasi Komponen Flavor*. Disertasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Koç, M, S.Y Mazer and F.K. Erfekin. 2010. *Use of Gelatin, Pullulan, Lactose and Sucrose as Coating Material for Microencapsulation of Fish Oil by Freeze Drying*. Research Paper. Ege University. Faculty of Engineering. Department of Food Engineering. İzmir. Turkey
- Susrini, I. 1995. *Pengantar Pengolahan Susu*. Penerbit Fajar. Malang.
- Van Steenis, C.G.G.J. 1997. *Flora*. Moeso Surjowinoto, Penerjemah. Jakarta. Pradnya Paramitha. hal. 324.
- Wukirsari, T. 2006. *Enkapsulasi Ibuprofen dengan Penyalut Alginat-Kitosan*. Skripsi. Departemen Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Young S.L., X. Sarda, and M. Rosenberg. 1993. *Microencapsulating Properties of Whey Proteins*. J. Dairy Sci., 76: 2878-2885.