

Preformulasi Serbuk Fe^{3+} (Besi) Dengan Pelarut Yang Berbeda Dan Mikroenkapsulasi Minyak Ikan Dengan Jenis Penyalut Yang Berbeda

(*Preformulation of Fe^{3+} (Iron) Powder with Different Solvents and Microencapsulation of Fish Oil with Different Coating Types*)

Nur Azizah Nasution¹

¹Fakultas Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan, Universitas Nahdlatul Ulama

*Korespondensi: nstnurazizah@gmail.com

Abstract

*Microencapsulation is the process of coating or encapsulating a core material particle with a polymer to achieve desired physical and chemical properties. The process primarily involves two main components: the core material and the coating material. Encapsulation is an important method for protecting volatile substances, chemically reactive compounds, or materials containing components sensitive to heat and other chemicals. The objectives of this practical work were to determine the particle size of Fe^{3+} powder and to identify the thickness and diameter of the coating material from fish oil as the core and casein-carrageenan solution as the wall (coating) material. The procedures included determining the particle size of the Fe^{3+} powder and the microencapsulation of fish oil. The results indicated that the use of HCl as a solvent can reduce the particle size of the Fe^{3+} powder. Based on particle solubility, the surface of the Fe^{3+} powder dissolved in distilled water had relatively large and irregular particles. In contrast, the surface of the Fe^{3+} powder dissolved in HCl had relatively small and uniform particles. The surface of the Fe^{3+} powder dissolved in KOH had medium-sized and irregular particles. In the microencapsulation of fish oil with various coating types, the smallest diameter was produced by the combined casein and carrageenan coating at the 15-minute mark, with an average diameter of 0.144 mm.*Keywords: three, four, five.

Keyword: Iron Fe^{3+} , microencapsulation, solvent.

Abstrak

Mikroenkapsulasi merupakan proses pelapisan atau penyalutan suatu partikel bahan inti dengan suatu polimer agar memiliki sifat fisik dan kimia yang sesuai. Mikroenkapsulasi terdiri atas dua bahan utama yaitu bahan inti dan bahan penyalut. Enkapsulasi adalah metode penting untuk melindungi bahan volatile, bahan yang reaktif secara kimia atau bahan yang mengandung komponen yang sensitive terhadap pemanasan dan adanya bahan kimia. Tujuan dari praktikum ini adalah menentukan ukuran partikel serbuk Fe^{3+} dan mengetahui ketebalan serta diameter bahan penyalut dari minyak ikan sebagai bahan inti dan larutan kasein dan karagenan sebagai bahan dinding (penyalut). Tahapan kerja meliputi penentuan ukuran partikel serbuk Fe^{3+} dan mikroenkapsulasi minyak ikan. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan pelarut HCl dapat memperkecil ukuran partikel serbuk Fe^{3+} . Berdasarkan kelarutan partikel, permukaan serbuk Fe^{3+} yang dilarutkan dengan menggunakan aquades memiliki ukuran partikel relatif besar, tidak beraturan. Permukaan serbuk Fe^{3+} yang dilarutkan dengan menggunakan HCl memiliki ukuran partikel yang relatif kecil, beraturan. Permukaan serbuk Fe^{3+} yang dilarutkan dengan menggunakan KOH memiliki ukuran partikel yang sedang dan tidak beraturan. Pada mikroenkapsulasi minyak ikan dengan berbagai jenis penyalut, yang menghasilkan diameter

terkecil yaitu pada penyalut gabungan kasein dan karagenan pada menit ke 15 dengan rata-rata diameter sebesar 0,144 mm.

Kata kunci: serbuk Fe³⁺, mikroenkapsulasi, pelarut.

PENDAHULUAN

Mikroenkapsulasi merupakan proses pelapisan atau penyalutan suatu partikel bahan inti dengan suatu polimer agar memiliki sifat fisik dan kimia yang sesuai. Mikroenkapsulasi terdiri atas dua bahan utama yaitu bahan inti dan bahan penyalut. Mikroenkapsulasi berfungsi untuk mempertahankan stabilitas bahan inti dalam waktu yang lama, mencegah perubahan warna dan bau. Mikroenkapsulasi dapat dicampur dengan komponen lain yang berinteraksi dengan bahan inti. Bahan inti dapat berupa partikel tunggal atau bentuk agregat dan biasanya memiliki rentang ukuran partikel antara 5-5000 mikrometer. Ukuran tersebut bervariasi tergantung metode dan ukuran partikel bahan inti yang digunakan (Latifah dan Teti, 2016).

Koaservasi merupakan salah satu metode mikroenkapsulasi secara kimia. Metode koaservasi mikroenkapsulasi terbentuk karena adanya pengendapan yang diakibatkan penambahan pelarut yang tidak melarutkan bahan penyalut. Mikroenkapsulasi yang terbentuk dari metode ini bentuk dan ukuran partikelnya dipengaruhi oleh kecepatan pengadukan, tegangan permukaan, dan kekentalan penyalut. Metode koaservasi terdiri dari dua jenis yaitu koaservasi sederhana dan koaservasi komplek. Koaservasi sederhana menggunakan satu senyawa polimer sedangkan koaservasi komplek menggunakan dua senyawa polimer (Srifiana, 2013). Menurut Komari (2013), tahapan proses koaservasi sederhana atau komplek mempunyai 3 tahapan yaitu droplet atau partikel yang merupakan senyawa aktif dicampurkan dalam larutan atau diemulsikan ke dalam larutan bahan penyalut. Kemudian pada koaservasi sederhana ditambahkan senyawa CIA dan pada koaservasi komplek diturunkan pH. Tahapan terakhir dari koaservasi adalah koaservat yang terbentuk akan melapisi permukaan partikel dan terbentuk mikrokapsul. Teknik ini digunakan sebagai proses untuk melapisi senyawa bioaktif zat gizi, herbal, farmasi, vaksin atau produk kesehatan lainnya.

Salah satu metode yang digunakan untuk pembuatan nanopartikel adalah dengan gabungan kompleks koaservasi dan gelasi ionik (Napsah dan Iis, 2014). Ukuran partikel suatu bahan berkaitan dengan luas permukaan sehingga mempengaruhi sifat alir, proses absorpsi. Sehingga penentuan ukuran partikel sangat penting dilakukan untuk mengetahui berapa ukuran partikel yang baik digunakan dalam suatu formulasi. Tujuan penelitian untuk menentukan ukuran partikel serbuk Fe³⁺ dan mengetahui ketebalan serta diameter bahan penyalut dari minyak ikan sebagai bahan inti dan larutan kasein dan karagenan sebagai bahan dinding (penyalut).

METODE

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu serbuk Fe³⁺, aquades, HCl dan KOH, kertas saring, minyak ikan mackerel kasar, penyalut kasein, karagenan dan tisu. Alat-alat yang digunakan yaitu timbangan digital, mikroskop Dinolite, laptop, kaca preparat dan stopwatch, beaker glass, sudip, homogenizer, dan pipet tetes.

1. Langkah pertama yang dilakukan adalah ditimbang terlebih dahulu serbuk Fe³⁺ sebanyak 1 gr. Kemudian, disiapkan pelarut aquades, HCl dan KOH sebanyak 5 ml. Setelah itu, serbuk Fe³⁺ dilarutkan ke masing-masing pelarut dan dilakukan pengadukan selama 30 menit. Di sisi lain, ditimbang kertas saring sebelum digunakan (dicatat sebagai berat kertas saring awal). Setelah itu, larutan serbuk Fe³⁺ diambil 1 tetes lalu diletakkan di atas kaca preparat, yang kemudian diamati dengan menggunakan mikroskop Dinolite. Kemudian, larutan serbuk Fe³⁺ yang telah dihomogenkan, disaring dengan menggunakan kertas saring. Lalu kertas saring

dikeringkan untuk mengetahui sisa serbuk Fe^{3+} yang tidak larut. Kemudian kertas saring yang telah dikeringkan, ditimbang dan dicatat sebagai berat kertas saring akhir.

2. Mikroenkapsulasi

Pembuatan mikroenkapsulasi dengan metode koaservasi dilakukan dengan menggunakan bahan penyalut karagenan, kasein, dan gabungan karagenan dan kasein. Langkah pertama yang dilakukan yaitu diukur terlebih dahulu minyak ikan sebanyak 250 ml. Kemudian diukur penyalut sebanyak 250 ml, untuk campuran kasein dan karagenan diukur kasein sebanyak 250 g, karagenan sebanyak 250 g. Setelah minyak ikan, kasein dan karagenan diukur, kemudian dihomogenkan dengan menggunakan homogenizer selama 1 menit. Kemudian, diambil 1 tetes dan segera diletakkan di atas kaca preparat dan diamati ukuran partikel minyak ikan dengan menggunakan mikroskop Dinolite. Pengamatan ukuran partikel minyak ikan dilakukan pada menit ke 0, 1, 5, 10, 15 dan 30 menit serta dilakukan pengamatan ukuran partikel minyak ikan ketika ditetesi dengan larutan HCl.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ukuran Partikel

Pada proses pengukuran partikel dengan sampel serbuk Fe^{3+} diberi perlakuan perbedaan penggunaan pelarut yaitu aquades, HCl dan KOH. Penggunaan pelarut yang berbeda bertujuan untuk mengetahui pelarut mana yang dapat melarutkan serbuk Fe^{3+} dengan cara menghitung ukuran partikel serbuk Fe^{3+} . Pengujian pengukuran partikel dilakukan pada pembesaran 40x. Hasil pengukuran partikel serbuk Fe^{3+} dengan berbagai pelarut disajikan pada Tabel 1.

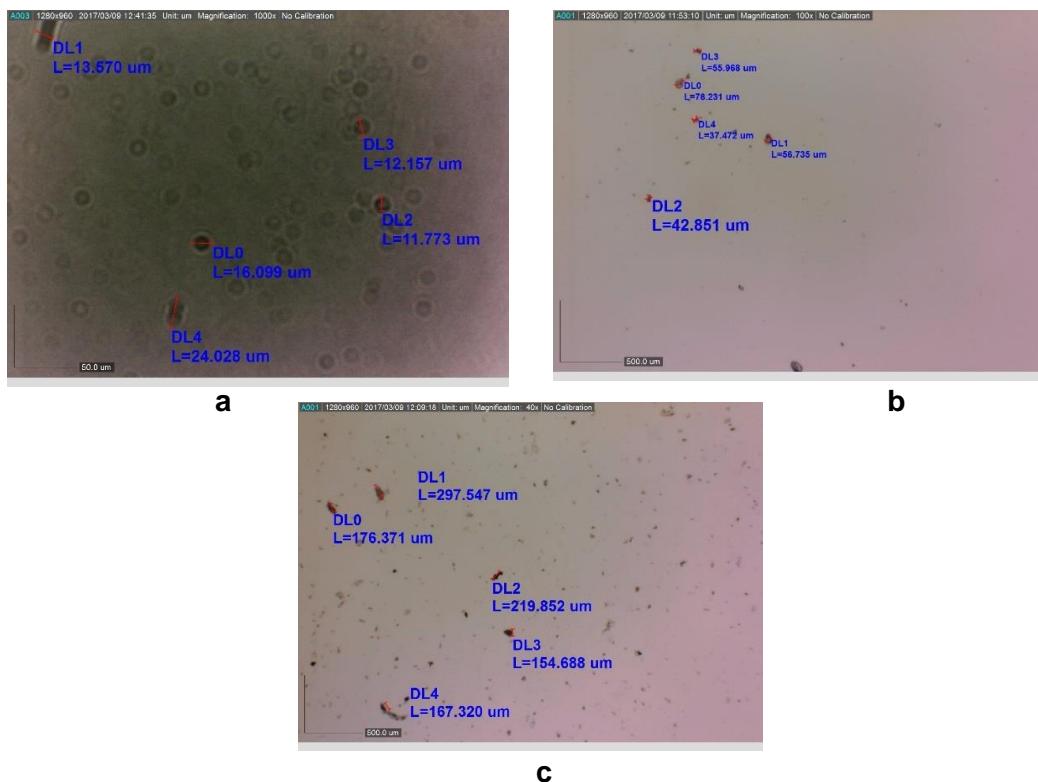
Tabel 1. Ukuran Partikel serbuk Fe^{3+} dengan Berbagai Pelarut

Kelompok	Pelarut	Pengukuran (μm)
1	Aquades	a= 1004.362
		b= 388.135
		c= 1057.810
2	HCl	a= 1221.042
		b= 134.628
		c= 1191.239
3	KOH	a= 1190.705
		b= 203.155
		c= 1175.088

Keterangan: a= Ukuran sebelum dicampur (μm); b= Ukuran setelah dicampur (pada filtrat) (μm)
c= Ukuran setelah dicampur (pada kertas saring) (μm)

Dari hasil analisis tersebut, dapat kita lihat bahwa ukuran partikel serbuk Fe^{3+} setelah proses pencampuran dengan menggunakan pelarut aquades memiliki rata-rata diameter partikel sebesar 388,135 μm . Untuk ukuran partikel serbuk Fe^{3+} setelah proses pencampuran dengan menggunakan pelarut HCl memiliki rata-rata diameter partikel sebesar 134,628 μm . Untuk ukuran partikel serbuk Fe^{3+} setelah proses pencampuran dengan menggunakan pelarut KOH memiliki rata-rata diameter partikel sebesar 203,155 μm . Ukuran partikel serbuk Fe^{3+} yang dilarutkan pada pelarut HCl memiliki ukuran partikel lebih kecil dibandingkan dilarutkan dengan aquades dan KOH. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Saidah dan Zainuri (2012), dengan semakin asam pH pelarut HCl maka ukuran kristal Barium M Heksaferrit semakin kecil. Sedangkan menurut Djatmiko (1995), salah satu cara yang cukup efektif untuk menghilangkan karat yang menempel pada baja lunak adalah dengan cara mencelupkan ke dalam asam klorida (HCl).

Prinsip dasar dari proses ini adalah mereaksikan karat yang berupa oksida besi (FeO) dengan HCl sehingga berubah menjadi endapan ferriklorid dan air. Besarnya pH berpengaruh terhadap ukuran partikel, dimana apabila pada saat sintesis pH yang dihasilkan sangat asam maka ukuran butir yang dihasilkan akan lebih kecil (Sholihah, 2010). Hasil pengamatan ukuran partikel serbuk Fe^{3+} dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil pengamatan ukuran partikel serbuk Fe^{3+} pada saat dilarutkan
a) pelarut aquades; b) pelarut HCl; c) pelarut KOH

Berdasarkan gambar di atas, dapat kita lihat bahwa permukaan serbuk Fe^{3+} yang dilarutkan dengan menggunakan aquades memiliki ukuran partikel relatif besar, tidak beraturan. Permukaan serbuk Fe^{3+} yang dilarutkan dengan menggunakan HCl memiliki ukuran partikel yang relatif kecil, beraturan. Permukaan serbuk Fe^{3+} yang dilarutkan dengan menggunakan KOH memiliki ukuran partikel yang sedang dan tidak beraturan. Ukuran partikel berpengaruh terhadap morfologi sesuai dengan penelitian Sutrisno (2016), bahwa ukuran diameter partikel serbuk boronisasi yang lebih kecil dapat menghasilkan bentuk morfologi lebih halus dan rata dengan kekerasan mikro lebih tinggi jika dibandingkan dengan lapisan besi boride yang dibentuk dengan ukuran diameter partikel serbuk boronisasi lebih besar. Menurut Lekahena *et al.*, (2014), perbedaan morfologi permukaan sampel yang dihasilkan disebabkan adanya perbedaan perlakuan yang diberikan.

Mikroenkapsulasi

Pada tahap mikroenkapsulasi minyak ikan dengan menggunakan penyalut kasein, didapatkan hasil yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Globula dengan Penyalut Kasein

Menit ke -	Rata-rata Pengukuran (mm)	
	Diameter Globula	Jarak antar globula
0	1,132	1,391
1	0,308	0,173
5	0,147	0,219
10	0,262	0,281
15	0,249	0,230
30	0,329	0,181
HCl	0,370	0,137

Berdasarkan hasil pengukuran globular minyak ikan dengan menggunakan penyalut kasein didapatkan ukuran diameter globula terbesar pada menit ke- 0 rata-rata diameter globula sebesar 1,132 mm dan rata-rata jarak antar globula 1,391 mm. Kemudian untuk ukuran diameter globula terkecil pada menit ke-5 dengan rata-rata diameter globula sebesar 0,147 mm dan rata-rata jarak antar globula sebesar 0,219. Kasein merupakan salah satu jenis bahan penyalut berbasis protein yang banyak digunakan dalam proses mikroenkapsulasi. Bahan penyalut tersebut dapat menghasilkan mikrokapsul yang mampu melindungi inti terhadap reaksi oksidasi, kondisi penyimpanan yang ekstrim, serta memiliki efisiensi mikroenkapsulasi yang cukup tinggi (Yanuwar *et al*, 2007). Selain menggunakan penyalut kasein, mikroenkapsulasi minyak ikan juga menggunakan karagenan sebagai penyalutnya. Hasil pengukuran ukuran globular minyak ikan dengan menggunakan penyalut karagenan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Globula dengan Penyalut Karagenan

Menit ke -	Rata-rata Pengukuran (mm)	
	Diameter Globular	Jarak antar globular
0	0,370	0,137
1	0,324	0,185
5	0,307	0,217
10	0,404	0,206
15	0,424	0,200
30	0,430	0,269
HCl	0,179	0,224

Berdasarkan hasil pengukuran globular minyak ikan dengan menggunakan penyalut karagenan didapatkan ukuran diameter globula terbesar pada menit ke- 30 rata-rata diameter globula sebesar 0,430 mm dan rata-rata jarak antar globula 0,269 mm. Kemudian untuk ukuran diameter globula terkecil pada menit ke-5 dengan rata-rata diameter globula sebesar 0,307 mm dan rata-rata jarak antar globula sebesar 0,217 mm. Ukuran globular pada saat ditetesin dengan menggunakan larutan HCl, pada penyalut karagenan ukuran globular lebih kecil dibandingkan pada menit ke-30.

Hal ini dikarenakan dengan penambahan HCl akan meningkatkan nilai pH. Meningkatnya jumlah molekul asam memungkinkan semakin besarnya peluang terjadinya tumbukan antara molekul asam dengan surfaktan MES sehingga reaksi penguraian semakin cepat terjadi (Lestari, 2006). Kappa karagenan merupakan pilihan yang baik sebagai bahan penyalut karena memiliki sifat yang pseudoplastik sehingga memungkinkan untuk bertindak sebagai plasticizer, pembentukan bulat dan halus pada mikroenkapsulan dan meningkatkan gaya adhesi antara dinding dan bahan inti. Selain itu, kappa karagenan memiliki sifat yang diinginkan sebagai emulsifier, aman untuk dimakan dan biodegradasi (Purnomo *et al*, 2014).

Selain penggunaan satu jenis penyalut dalam mikroenkapsulasi minyak ikan, dilakukan juga mikroenkapsulasi minyak ikan dengan menggunakan kombinasi dari dua jenis penyalut, yaitu kasein dan karagenan. Perbandingan kasein dan karagenan yang digunakan adalah 1:1. Hasil pengukuran globular minyak ikan dengan menggunakan penyalut kombinasi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Globula dengan Penyalut Gabungan Kasein dan Karagenan

Menit ke -	Rata-rata Pengukuran (mm)	
	Diameter Globular	Jarak antar globular
0	0,170	0,148
1	0,195	0,139
5	0,149	0,189
10	0,395	0,159
15	0,144	0,153
30	0,181	0,129
HCl	0,166	0,166

Berdasarkan hasil pengukuran globular minyak ikan dengan menggunakan penyalut natrium kasein dan karagenan didapatkan ukuran diameter globula terbesar pada menit ke- 10 rata-rata diameter globula sebesar 0,395 mm dan rata-rata jarak antar globula 0,159 mm. Kemudian untuk ukuran diameter globula terkecil pada menit ke-15 dengan rata-rata diameter globula sebesar 1,44 mm dan rata-rata jarak antar globula sebesar 0,153 mm. Ukuran globular pada saat ditetesin dengan menggunakan larutan HCl, pada penyalut kombinasi ukuran globular lebih kecil dibandingkan pada menit ke-30. Berdasarkan jenis penyalut yang digunakan pada praktikum Ilmu dan Teknologi Formulasi yang menghasilkan diameter terkecil yaitu pada penyalut gabungan kasein dan karagenan pada menit ke 15 dengan rata-rata diameter sebesar 0,144. Kombinasi penggunaan protein dan karbohidrat sebagai bahan penyalut dapat mengurangi penggumpalan dan lekukan pada permukaan (Lin *et al*, 1995). Menurut Pramestia (2015), semakin kecil ukuran globula, stabilitas ukurannya akan semakin besar akibat adanya daya dorong bahan yang terkapsul semakin kecil untuk mendorong dinding sel kapsul sehingga mencegah terjadinya *coalescence*. Berdasarkan hasil penelitian Desawarni (2007), menunjukkan bahwa bahan penyalut dari jenis protein maupun kombinasi protein dengan polisakarida adalah lebih efektif sebagai bahan penyalut. Komposisi penyalut kobinasi menghasilkan surface oil terendah (0,1522%) dan total volatile oil (2,19%) serta oil retention (92,2%) tertinggi. Mikrokapsul penyalut kombinasi juga memiliki nilai kadar air (0,154) dan aw terendah (0,313) yang diduga lebih stabil dalam menjaga produk dari kerusakan selama penyimpanan. Bahan penyalut yang bagus harus melindungi bahan aktif dari oksidasi, panas, cahaya, kelembaban, dan lain-lain, mencegah penguapan dari komponen volatile, membuat bahan aktif menjadi *a free flowing powder* untuk mengurangi penanganan dan pencampuran dalam sistem makanan kering.

KESIMPULAN

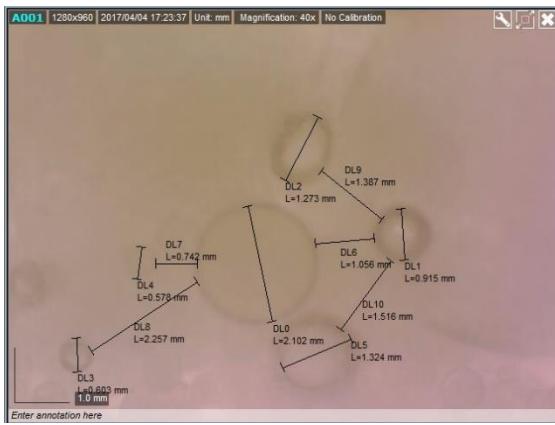
Penggunaan pelarut HCl dapat memperkecil ukuran partikel serbuk Fe^{3+} . Berdasarkan kelarutan partikel, permukaan serbuk Fe^{3+} yang dilarutkan dengan menggunakan aquades memiliki ukuran partikel relatif besar, tidak beraturan. Permukaan serbuk Fe^{3+} yang dilarutkan dengan menggunakan HCl memiliki ukuran partikel yang relatif kecil, beraturan. Permukaan serbuk Fe^{3+} yang dilarutkan dengan menggunakan KOH memiliki ukuran partikel yang sedang dan tidak beraturan. Pada mikroenkapsulasi minyak ikan dengan berbagai jenis penyalut, yang menghasilkan

diameter terkecil yaitu pada penyalut gabungan kasein dan karagenan pada menit ke 15 dengan rata-rata diameter sebesar 0,144 mm.

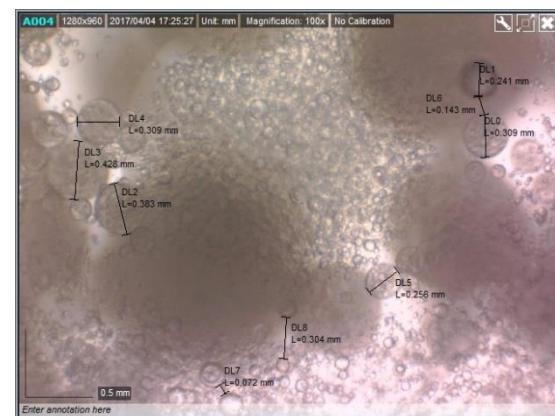
DAFTAR PUSTAKA

- Desiwarni. 2007. Pengaruh Komposisi Bahan Penyalut Dan Kondisi Spray Drying Terhadap Karakteristik Mikrokapsul Oleoresin Jahe. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor
- Djatmiko RD. 1995. Efek Kadar Larutan Terhadap Kecepatan Proses Penghilangan Karat Pada Baja Lunak. [Laporan Penelitian]. Yogyakarta (ID): Universitas Negeri Yogyakarta
- Latifah N dan Teti. 2016. Mikroenkapsulasi Fraksi Tidak Tersabunkan (Ftt) Distilat Asam Lemak Minyak Sawit (Dalm) Menggunakan Metode Pengeringan Semprot: Kajian Pustaka. Jurnal Pangan dan Agroindustri. 4(1): 84-88
- Lekahena V, Didah NF, Rizal S, Peranginangan R. 2014. Karakterisasi Fisikokimia Nanokalsium Hasil Ekstraksi Tulang Ikan Nila Menggunakan Larutan Basa dan Asam. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan 25(1) ISSN 1979-7788: 58-64.
- Lestari A. 2006. Kajian Pengaruh Suhu, Lama Pemanasan Dan Konsentrasi Asam (HCl) Terhadap Kemampuan Surfaktan Metil Ester Sulfonat (MES) Sebagai Oil Well Stimulation Agent. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor
- Lin CC, Lin SY, Hwang LS. 1995. Mikroencapsulation of squid oil with hydrophilic macromolecules for oxidative and thermal stabilization. J Food Sci. 60:36-39
- Pramestia SP. 2015. Mikroenkapsulasi Minyak Ikan Kaya Asam Lemak Omega-3 sebagai Bahan Fortifikasi pada Sup Krim Kepiting Instan. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor
- Purnomo W, LU Khasanah, RBK Anandito. 2014. Pengaruh Ratio Kombinasi Maltodekstrin, Karagenan dan Whey Terhadap Karakteristik Mikroenkapsulan Pewarna Alami Daun Jati (*Tectona grandis L. f.*). Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan. 3 (3): 121-129
- Saidah IN dan M Zainuri. 2012. Pengaruh Variasi pH Pelarut HCl Pada Sintesis Barium M Heksaferrit Dengan Doping Zn ($BaFe_{11.4}Zn_0.6O_{19}$) Menggunakan Metode Kopresipitasi. Jurnal Sains Dan Seni ITS. 1(1): ISSN: 2301-928X B-41
- Sholihah LK. 2010. Sintesis Dan Karakteristik Partikel Nano Fe_3O_4 Yang Berasal Dari Pasir Besi Dan Fe_3O_4 Bahan Komersial (Aldrich). Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Diterima: 30 Juli 2010, Surabaya
- Srifiana Y. 2013. Mikroenkapsulasi Ketoprofen Dengan Metode Koaservasi Menggunakan Pragelatinisasi Pati Singkong dan Metode Semprot KeringMenggunakan Pragelatinisasi Pati Singkong Ftalat Sebagai Eksipien Penyalut. [tesis]. Depok (ID): Universitas Indonesia
- Sutrisno. 2016. Pengaruh Ukuran Partikel Serbuk Boronisasi Pada Morfologi Dan Kekerasan Mikro Lapisan Besi Borida. AL-FIZIYA. 9 (2): ISSN 1978-806190
- Yanuwar W, Simon BW, dan Tri W. 2007. Karakteristik Dan Stabilitas Antioksidan Mikrokapsul Minyak Buah Merah (*Pandanus conoideus Lam*) Dengan Bahan Penyalut Berbasis Protein. Jurnal Teknologi Pertanian. 8(2): 127-135

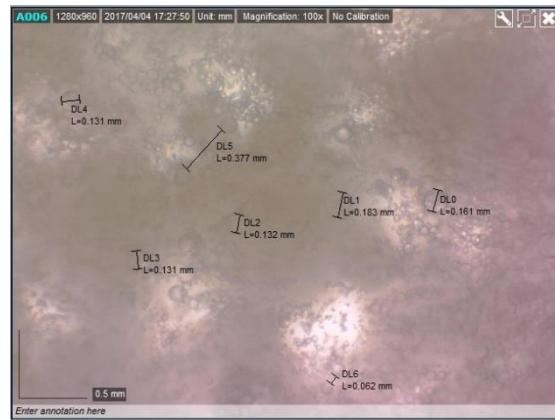
KASEIN Menit ke- 0



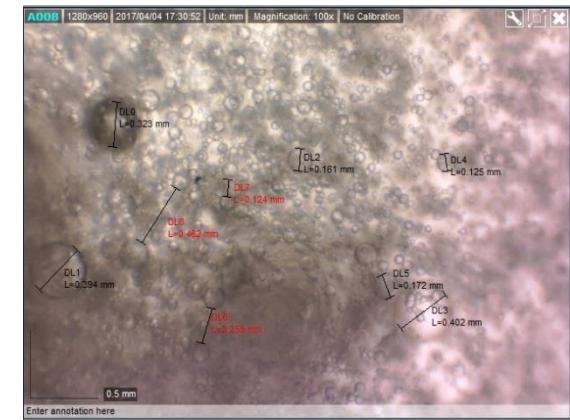
Menit ke-1



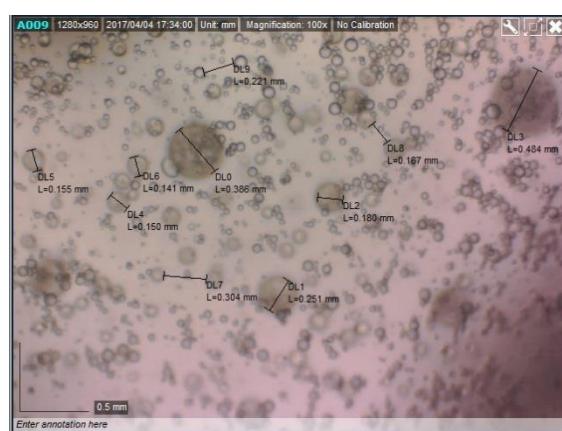
Menit ke-5



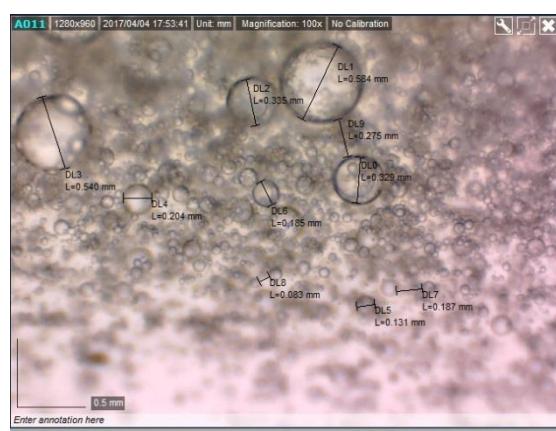
Menit ke-10

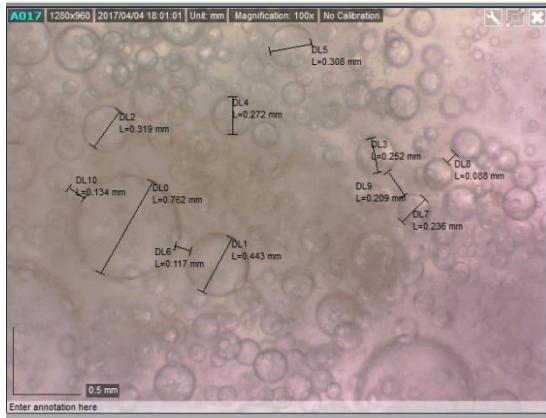


Menit ke-15

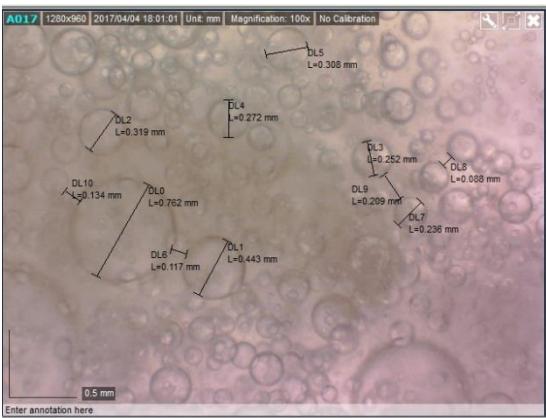


Menit ke-30

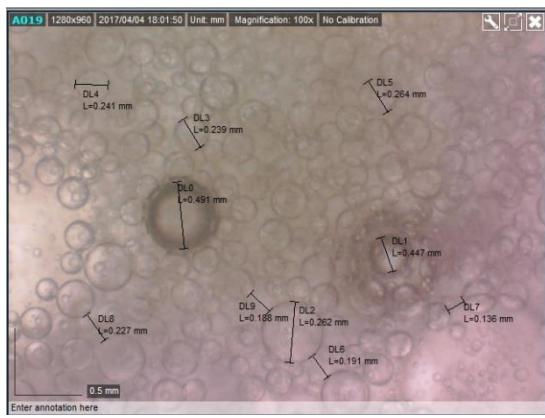




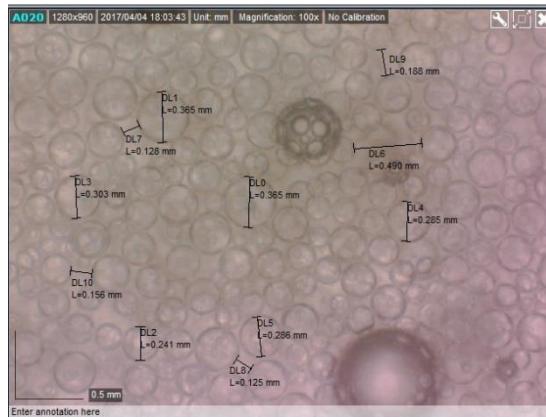
KARAGENAN Menit ke- 0



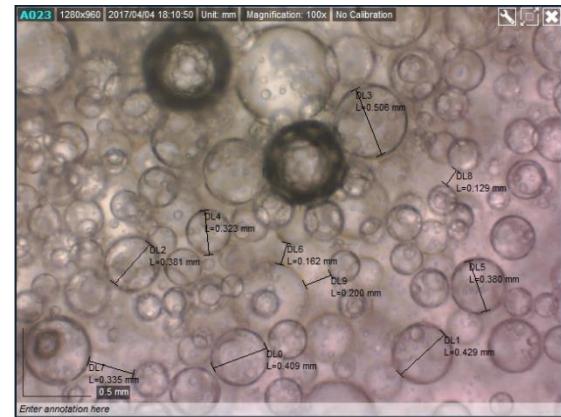
Menit ke-1



Menit ke-5

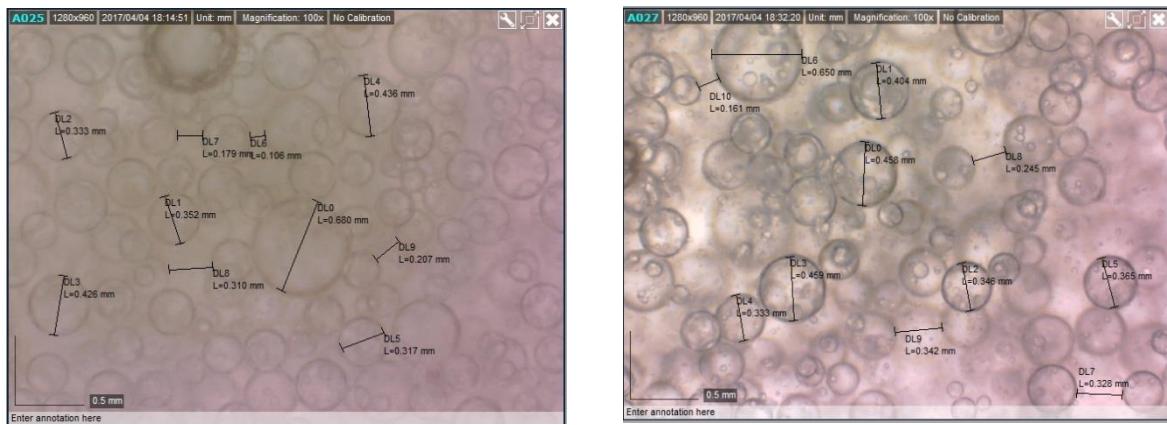


Menit ke-10

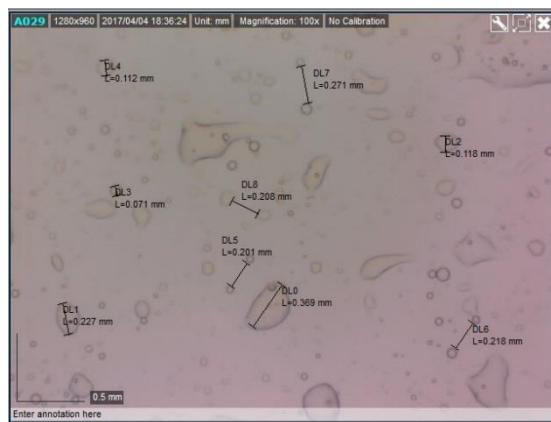


Menit ke-15

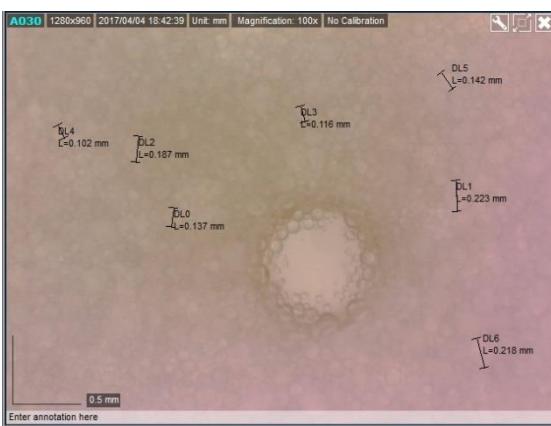
Menit ke-30



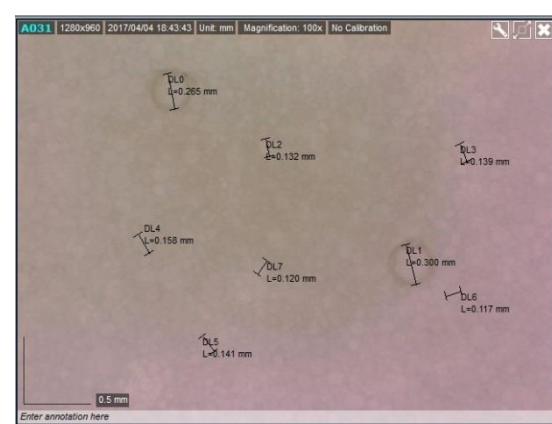
HCl



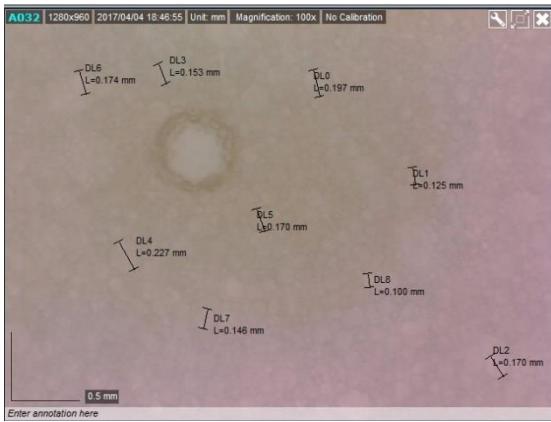
KASEIN dan KARAGENAN Menit ke- 0



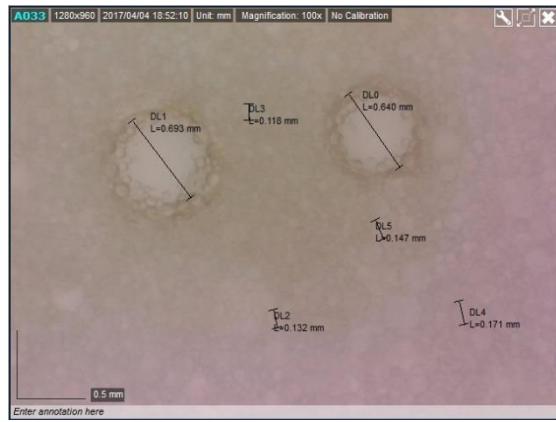
Menit ke-1



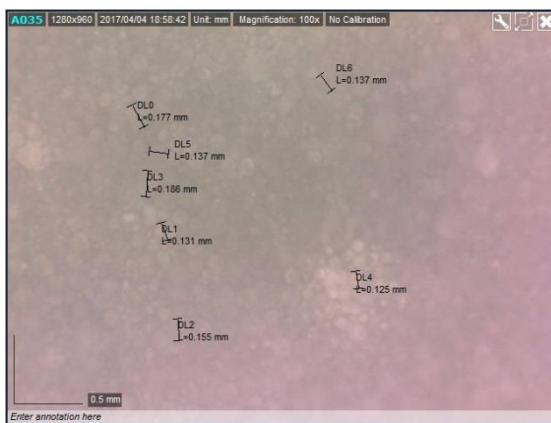
Menit ke-5



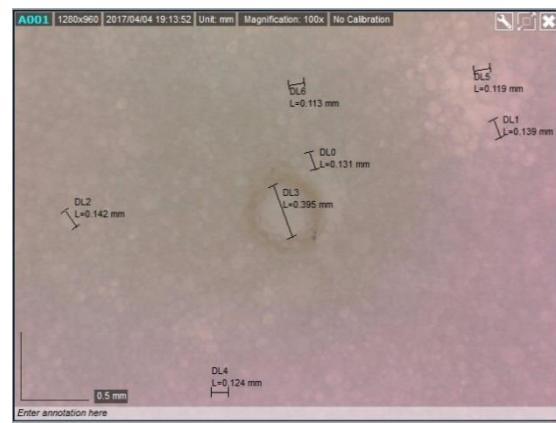
Menit ke-10



Menit ke-15



Menit ke-30



HCl

