



Submitted : 1 September 2021

Revised : 2 Januari 2022

Accepted : 24 Februari 2022

KARAKTERISASI PENGARUH PENAMBAHAN IOTA KARAGENAN PADA EMULSI SUSU KACANG KORO

Denni Kartika Sari*, Indar Kustiningsih, Annas Eko Oktawiyono, Rosihan Apris Eko Prastyo

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jln Jendral Sudirman Km. 3 Cilegon

*Email: denni_123456@yahoo.com

Abstrak

Kacang koro merupakan salah satu produk lokal yang belum banyak dikembangkan. Pengolahan susu kacang koro pedang membutuhkan sistem emulsi yang baik untuk meningkatkan stabilitas dari produk yang dihasilkan dan meningkatkan keawetan produk olahan kacang koro. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh dari penambahan emulsifier, kecepatan pengadukan, dan waktu pengadukan terhadap laju pengendapan susu kacang koro pedang pada stabilitas emulsi dengan pendekatan pengukuran *creaming index*, hukum stoke dan brown. Konsentrasi emulsifier divariasikan 0,07, 0,08, 0,09, dan 0,1 gram. Untuk kecepatan pengadukan 3000, 6000, dan 9000 rpm serta untuk waktu pengadukan 5, 10, 15, dan 20 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi emulsifier dan kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap viskositas dan stabilitas emulsi. Sedangkan semakin lama pengadukan akan memperkecil viskositas dan mempercepat pemisahan. Hasil terbaik didapatkan pada variasi kecepatan pengadukan 9000 rpm, konsentrasi Iota karagenan sebesar 0,1 gram, dan lama pengadukan selama 5 menit dengan pendekatan pengukuran *creaming index*. Analisis ANOVA menunjukkan bahwa kecepatan pengadukan, konsentrasi pengemulsi, dan waktu pengadukan pada proses emulsi susu kacang koro berpengaruh signifikan dengan nilai *creaming index* dimana nilai F hitung (F) < F tabel (F_{crit}). Hal tersebut terlihat pula pada analisis *respond surface* yang didapatkan. Pengukuran stabilitas emulsi pendekatan metode stoke lebih efektif dibandingkan dengan metode Brown.

Kata Kunci: Emulsi, Metode Brown, Metode Stoke, Kecepatan Pengendapan, Kacang Koro Pedang

Abstract

Koro beans are one of the local products that have not been widely developed. Processing of koro pedang bean milk requires a sound emulsion system to increase the stability of the resulting product and increase the durability of the processed koro bean product. The purpose of this study was to determine the effect of the addition of emulsifier, stirring speed, and stirring time on the rate of deposition of Koro Sword's milk on emulsion stability by measuring the Creaming index, Stoke's law, and Brown's law. The research method was by varying the emulsifier concentration 0.07, 0.08, 0.09, and 0.1 gram, stirring speed of 3000, 6000, and 9000 rpm, and stirring time of 5, 10, 15, and 20 minutes. The results showed that the higher the emulsifier concentration and the stirring speed affected the viscosity and stability of the emulsion. Meanwhile, the longer the stirring will reduce the viscosity and accelerate the separation. The emulsion is measured using the creaming index approach. The best result was obtained with the stirring speed of 9000 rpm, Iota carrageenan concentration of 0.1 gram, and stirring time of 5 minutes. ANOVA analysis showed that the stirring speed, emulsifier concentration, duration, and stirring time in the koro bean milk emulsion process had a significant effect on the creaming index value where the F value count (F) < F table (F_{crit}). This result is also seen in the analysis of the response surface obtained. Emulsion stability measurement with the stoke method approach is more effective than Brown's.

Keywords: Emulsion, Brown's Method, Stoke's Method, Deposition Speed, *Canavalia gladiata*

1. PENDAHULUAN

Kacang koro pedang memiliki kandungan gizi yang tidak kalah dengan kacang kedelai yaitu kandungan karbohidrat (66,1%), protein yang tinggi (27,4%), dan lemak (2,9%). Kandungan dari kacang koro bersifat hipokolesterolemik seperti niasin, serat, isoplavon, fenol, dan saponin sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pengganti kedelai (Istiani Y, 2010). Kacang koro memiliki potensi besar sebagai salah satu bahan pengganti dari sumber protein nabati namun pengolahannya belum dapat dikembangkan secara maksimal. Susu kacang koro merupakan salah satu alternatif olahan produk kacang koro, namun stabilitas dari produk olahan susu ini masih mejadi salah satu kendala dalam pengembangan produk susu kacang koro. Proses emulsi merupakan proses yang sangat penting dalam penentuan stabilitas produk olahan susu (Supriyono E, 2007). Emulsifier berperan penting dalam proses tersebut untuk menjaga stabilitas cairan agar tetap homogen (Egi Lukisia,dkk, 2012). Iota karagenan merupakan salah satu jenis emulsifier, karagenan sendiri merupakan polisakarida yang terekstraksi dari beberapa rumput laut atau alga merah. Kemampuan karagenan sebagai emulsifier dikarenakan karagenan dapat mengikat air (Ariyani, 2005).

Iota karagenan bereaksi secara kuat dengan adanya kation kalsium membentuk gel elastis yang lunak dan tidak mengalami sineresis. Eva Nur *et al* (2014) menyatakan bahwa kacang koro pedang (*Canavalia ensiformis*) mengandung jumlah kalsium maksimum sebesar 0,9 % per 500 g kacang koro pedang, sehingga iota karagenan dapat digunakan sebagai emulsifier untuk menjaga stabilitas susu kacang koro pedang. Kelebihan dari iota karagenan adalah dalam bentuk natrium bersifat larut dalam air dingin dan panas. Kandungan ion kalsium dapat mempengaruhi gel yang dapat mempertahankan stabilitas emulsi, bersifat elastis, dan membentuk ikatan heliks dengan ion kalsium (Jouanneu D *et al*, 2009). Proses emulsifikasi dipengaruhi oleh konsentrasi bahan pengemulsi, waktu, dan kecepatan pengadukan. Stabilitas emulsi dianalisis dengan penentuan *creaming index* dan perhitungan laju pengendapan dengan pedekatan hukum stoke dan brown.

Pengembangan produk olahan susu kacang koro pedang dengan penambahan karagenan belum pernah dilakukan sebelumnya. Diharapkan dengan pengembangan produk olahan kacang koro pedang dapat mengurangi ketergantungan masyarakat pada produk kedelai impor.

2. METODE PERCOBAAN

2.1 Bahan

Kacang koro pedang dan i-karagenan didapatkan dari pasar lokal, tween 80 didapatkan dari toko bahan kimia lokal, natrium bikarbonat grade komersil didapatkan dari toko lokal.

2.2 Prosedur Percobaan

Larutan susu kacang koro pedang dibuat dengan komposisi 200 g/liter air. Iota karagenan ditambahkan dengan variasi berat (0,07, 0,08, 0,09 dan 0,1 g) dan tween 80 0,5 g. Setiap variasi kacang koro pedang yang kemudian divariasikan dengan kecepatan pengadukan 3.000, 6.000, dan 9.000 rpm. Susu kacang koro pedang dengan setiap jumlah iota karagenan dan kecepatan pengadukan kemudian divariasikan dengan lama waktu pengadukan 5, 10, 15, dan 20 menit.

2.3 Analisis Laju Pengendapan

Perhitungan laju pengendapan dengan pedekatan hukum stoke, brown, dan *creaming index*.

2.4 Analisis Viskositas

Viskometer ostwald-ubbelohde digunakan untuk pengujian kekentalan menggunakan cairan pembanding yang viskositasnya telah diketahui (Depkes, 1979: 770).

2.5 Pengukuran Densitas

Pengukuran densitas dengan menggunakan piknometer dengan volume 10 mL pada temperatur ruangan

2.6 Analisis Kecepatan Pengendapan

Kecepatan pengendapan dihitung dengan menggunakan rumus hukum stoke dan brown. Berikut ini adalah rumus untuk kecepatan pengendapan hukum stoke:

$$V_{\text{Stokes}} = \frac{2gDs^2(\rho_s - \rho)}{9\mu} \quad (1)$$

Dimana:

V = kecepatan pengendapan,

G = percepatan gravitasi,

Ds = partikel,

ρ_s = densitas partikel,

ρ = densitas cairan,

μ = viskositas cairan

(Talengkolar S *et al*, 2008)

Untuk hukum brown, berikut rumus yang digunakan:

$$dz/dt = \frac{z_1 - z_2}{t_1 - t_0} \quad (2)$$

Dimana:

Z₁ = tinggi larutan suspensi

Z₂ = tinggi larutan supernatan/*slurry* adalah *intercept* tangen kecepatan pengendapan (*sedimentation rate*)

t₁ = waktu akhir saat pengamatan

t₀ = waktu awal (Leon M.Prince, 1997)

2.7 *Creaming Index*

Pengukuran dilakukan secara berkala yaitu satu hari sekali selama 10 hari.

$$\text{Creaming index} = \frac{h_o - h_u}{h_o} \times 100\% \quad (3)$$

h_o = Tinggi emulsi mula-mula

h_u = Tinggi *creaming* yang terjadi

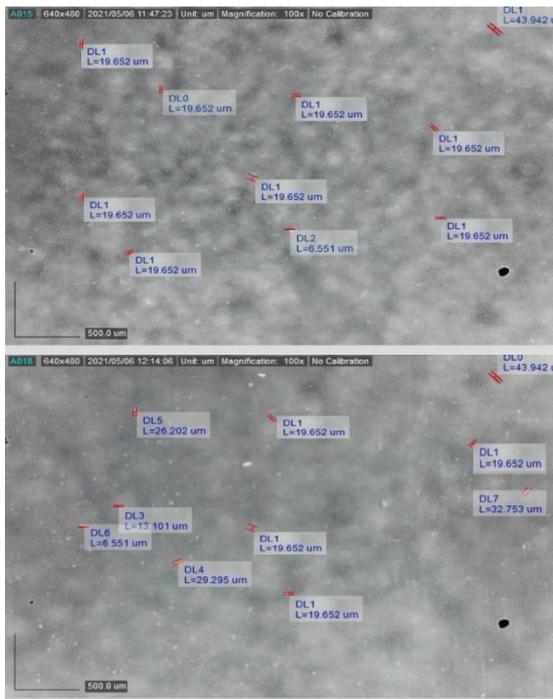
2.8 Analisis Diameter Droplet

Pengukuran droplet menggunakan mikroskop digital dino lite.

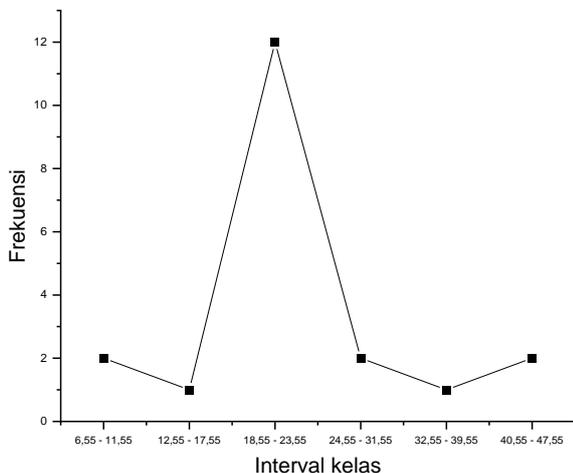
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Diameter Droplet

Pada Gambar 1 terlihat bahwa emulsi yang terbentuk merupakan mikroemulsi dimana ukuran partikel 19,52 μm . Mikroemulsi merupakan sebuah sistem yang tersusun atas air, minyak, dan ampifilik isotropik optik tunggal (*single optically isotropic*) yang berperan sebagai media penstabil emulsi air dan minyak. Emulsi yang terbentuk merupakan sistem yang stabil secara termodinamika (Talengkolar S et al, 2008). Ukuran globul (partikel) dari mikromeulsi sendiri adalah pada kisaran 10-200 μm (Prince L.M, 1997). Visual penampakan emulsi yang terbentuk keruh dan tidak tembus cahaya seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diameter droplet yang diukur dengan mikroskop



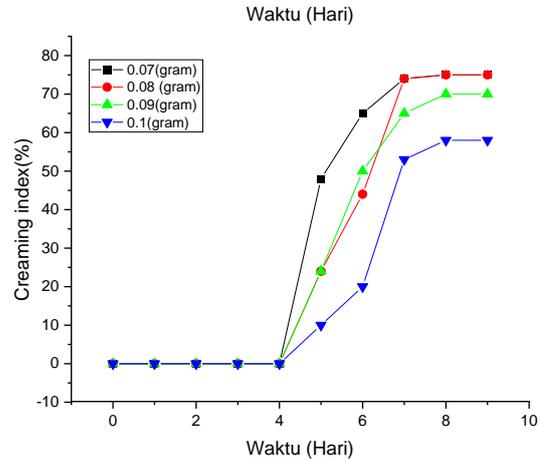
Gambar 2. Grafik distribusi frekuensi ukuran droplet

Gambar 1 menunjukkan ukuran diameter dari droplet yang terbentuk dengan jumlah pengukuran

sebanyak 20 sampel titik droplet yang terukur. Distribusi frekuensi dapat dilihat pada Gambar 2 ukuran droplet secara seragam yaitu 19,65 μm . Hal ini berdasarkan grafik dimana frekuensi terbanyak pada interval kelas 18,55–23,55 μm ,

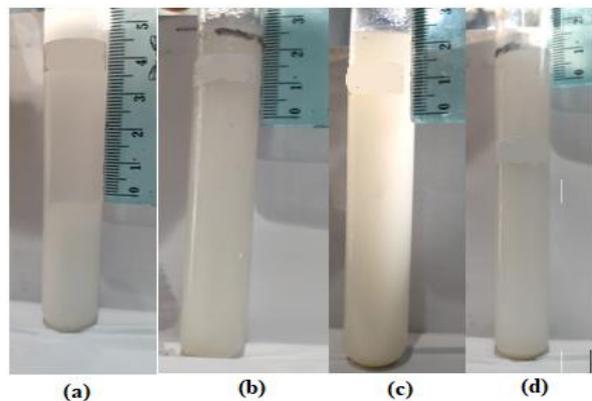
3.2 Pengaruh Konsentrasi Emulsifier

Pada mikroemulsi, kecepatan pemisahan dipengaruhi oleh gravitasi (Silva A.P. et al, 2009). Selain gravitasi, viskositas dari larutan berpengaruh terhadap proses pemisahan. Berikut adalah grafik hasil pengamatan dan analisis variasi berat iota karagenan terhadap nilai *creaming index*.



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi emulsifier yang ditambahkan iota-karagenan terhadap *creaming index*

Gambar 3 menunjukkan bahwa konsentrasi emulsifier yang tinggi dapat menurunkan *creaming index*. Semakin tinggi persentase *creaming index* yang didapatkan maka semakin rendah kestabilan emulsi dan sebaliknya semakin rendah *creaming index* maka semakin tinggi tingkat kestabilan suatu emulsi (Mason T.G et al, 2006).



Gambar 4. Penampakan pemisahan emulsi minyak dan air pada hari ke -5 (a) penambahan 0,07 gram karagenan (b) 0,08 gram (c) 0,09 gram (d) 0,1 gram

Berdasarkan Gambar 4 dapat terlihat bahwa semakin besar penambahan iota karagenan maka *creaming index* semakin kecil. Penggunaan konsentrasi emulsifier yang tinggi dapat meningkatkan viskositas emulsi, sehingga pemisahan tidak akan mudah terjadi.

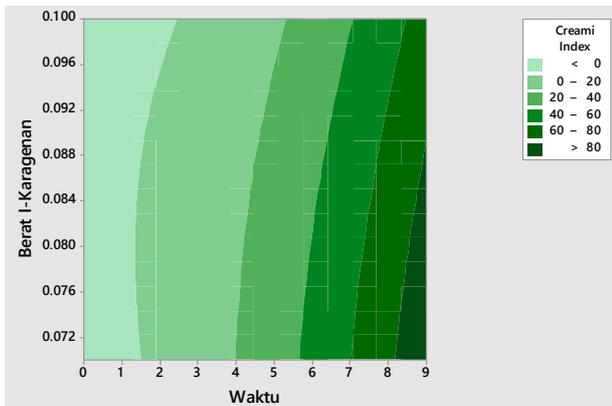
Hal ini terjadi dikarenakan, viskositas yang rendah akan menyebabkan terjadinya pergerakan bebas dari droplet yang menyebabkan tumbukan sehingga droplet akan saling menempel (Salim N. et al, 2011). Proses menempelnya antar droplet akan memperbesar ukuran droplet dan massa dari droplet tersebut sehingga proses pemisahan akan lebih cepat dengan dibantu gaya gravitasi.

3.2.1 Analisis ANOVA dan respond surface kosentrasi emulsifier

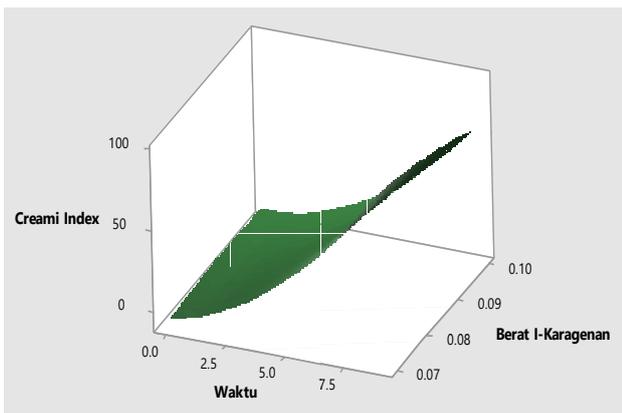
Analisis dengan metode ANOVA didapatkan nilai $\alpha = 0,05$, artinya tingkat ketelitian atau keakuratan hasil dari uji ANOVA adalah 95 %. Hasil analisis didapatkan bahwa nilai F hitung (F) nilainya lebih kecil daripada F tabel (Fcrit) maka dapat disimpulkan variasi penambahan jumlah karagenan yang digunakan untuk proses emulsi susu kacang koro berpengaruh signifikan dengan nilai *creaming index* yang dihasilkan.

Tabel 1. Analisis ANOVA pengaruh konsentrasi iota karagenan

| ANOVA | | | | | | |
|---------------------|----------|----|----------|----------|----------|----------|
| Source of Variation | SS | df | MS | F | P-value | F crit |
| Jumlah | | | | | | |
| Karagenan | 1.32E-12 | 3 | 4.4E-13 | 1.341208 | 0.276286 | 2.866266 |
| Within Groups | 1.18E-11 | 36 | 3.28E-13 | | | |
| Total | 1.31E-11 | 39 | | | | |



Gambar 5. Counter plot pengaruh perbedaan konsentrasi karagenan dan waktu pengamatan terhadap nilai *creaming index*

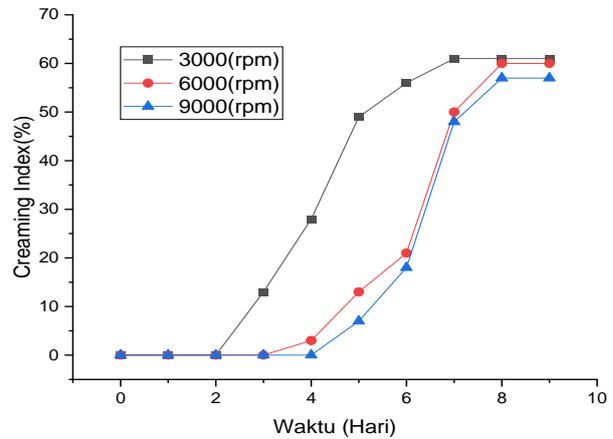


Gambar 6. Surface plot pengaruh perbedaan konsentrasi karagenan dan waktu pengamatan terhadap nilai *creaming index*

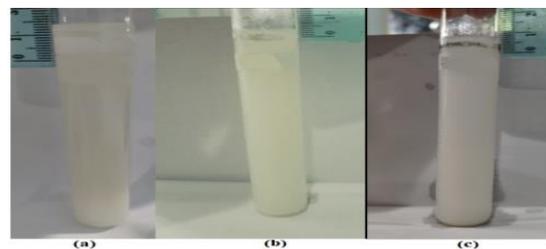
Berdasarkan hasil *surface plot* yang didapatkan pada Gambar 5 dan 6 menunjukkan respon peka terhadap variasi konsentrasi karagenan dan lama pengamatan terhadap *creaming index* yang dihasilkan. Semakin besar konsentrasi karagenan yang ditambahkan maka akan semakin kecil *creaming index* yang dihasilkan.

3.3 Pengaruh Kecepatan Pengadukan

Gambar 7 menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan pengadukan dapat meningkatkan homogenitas dari campuran sehingga memperlambat kecepatan pengendapan. Secara teoritis, efek yang disebabkan oleh kecepatan pengadukan adalah perubahan ukuran droplet dimana kecepatan pengadukan akan memberikan suatu energi kinetik berupa tegangan geser yang bekerja searah dengan arah gerak droplet. Saat tegangan geser diberikan pada sistem emulsi, maka akan menimbulkan *shearing force* (gaya geser) sehingga droplet akan terbentuk (Ansel C. Howard, 2008).



Gambar 7. Grafik pengaruh kecepatan pengadukan terhadap *creaming index*



Gambar 8. Penampakan pemisahan emulsi minyak dan air (a) 3000 rpm hari ke-3, (b) 6000 rpm hari ke-4, (c) 9000 rpm hari ke-5.

Berdasarkan Gambar 8 dapat dilihat bahwa semakin tinggi kecepatan pengadukan maka pemisahan antara minyak dengan air juga semakin lama. Hal ini dikarenakan, pada kecepatan pengadukan yang tinggi, energi yang diberikan cukup untuk memecah droplet sehingga terjadi perubahan bentuk droplet menjadi droplet yang dengan ukuran lebih kecil dan memperlambat proses pengendapan (Yosephine dan Sausan, 2008).

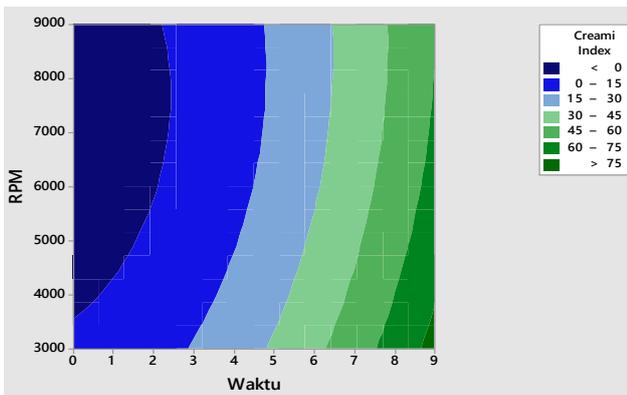
Ukuran droplet berpengaruh terhadap kecepatan pemisahan yang lebih kecil bila dibandingkan dengan ukuran droplet yang besar, karena kecepatan pemisahan juga dipengaruhi oleh gaya gravitasi terutama pada makroemulsi dan mikroemulsi. Semakin besar ukuran droplet maka massa droplet tersebut juga akan semakin berat sehingga akan mempermudah pemisahan dengan adanya gaya gravitasi (Jiajia R et al, 2012).

3.3.1 Analisis ANOVA dan respond surface kecepatan pengadukan

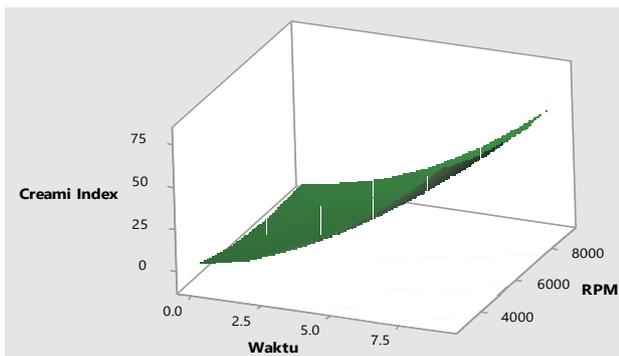
Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai F hitung (F) nilainya lebih kecil daripada F tabel (F_{crit}) maka dapat disimpulkan kecepatan pengadukan yang digunakan untuk proses emulsi susu kacang koro berpengaruh signifikan dengan nilai *creaming index* yang dihasilkan.

Tabel 2. Uji ANOVA pengaruh kecepatan pengadukan

| ANOVA | | | | | | |
|----------------------|---------|----|----------|----------|----------|----------|
| Source of Variation | SS | df | MS | F | P-value | F crit |
| Kecepatan Pengadukan | 1181.6 | 2 | 590.8 | 0.860337 | 0.434293 | 3.354131 |
| Within Groups | 18541.1 | 27 | 686.7074 | | | |
| Total | 19722.7 | 29 | | | | |



Gambar 9. Counter plot pengaruh perbedaan kecepatan pengadukan dan waktu pengamatan terhadap nilai *creaming index*

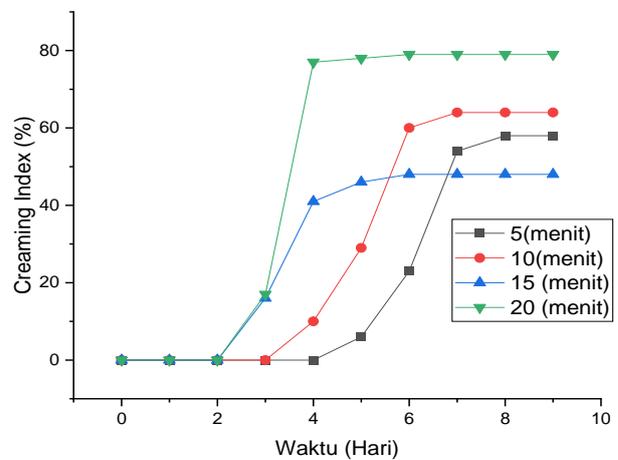


Gambar 10. Respond surface pengaruh perbedaan kecepatan pengadukan dan waktu pengamatan terhadap nilai *creaming index*

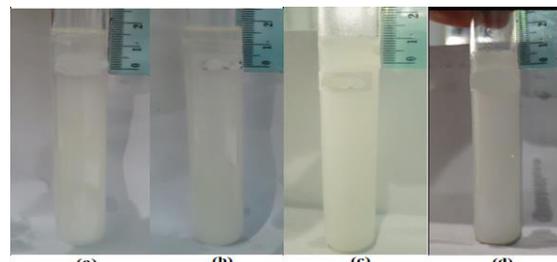
Surface plot yang didapatkan pada Gambar 10 menunjukkan bentuk grafik dengan titik minimum respon peka terhadap variasi kecepatan pengadukan dan lama pengamatan terhadap *creaming index* yang dihasilkan. Semakin besar perlakuan kecepatan pengadukan maka akan semakin kecil *creaming index* yang dihasilkan. Nilai respon dari pengaruh dari variasi kecepatan pengadukan terhadap *creaming index* yang dihasilkan dengan nilai minimum 57% didapatkan pada variasi kecepatan pengadukan $X_2 = 9000$ rpm dan waktu $X_1 = 9$ hari. Kondisi maksimal tersebut menunjukkan bahwa semakin besar perlakuan kecepatan pengadukan yang dilakukan maka akan semakin kecil nilai *creaming index* yang dihasilkan.

3.4 Pengaruh Waktu terhadap Stabilitas Emulsi

Gambar 11 menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengadukan dapat mempercepat pengendapan. Hal ini dimungkinkan karena adanya kenaikan temperatur seiring dengan bertambahnya waktu pengadukan. Kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap kecepatan pemisahan air dan minyak (Ansel C. Howard, 2008).



Gambar 11. Pengaruh lama pengadukan terhadap *creaming index*



Gambar 12. Penampakan pemisahan emulsi minyak dan air (a) 20 menit hari ke-3, (b) 15 menit hari ke-3, (c) 10 menit hari ke-4, (d) 5 menit hari ke-5

Semakin lama waktu pengadukan maka pemisahan antara air dan minyak juga akan semakin cepat. Hal ini dimungkinkan karena adanya kenaikan temperatur. Semakin lama waktu pengadukan maka akan meningkatkan jumlah tumbukan antar partikel. Temperatur berpengaruh terhadap pergerakan

molekul-molekul cairan sehingga gaya interaksi antar molekul melemah, dengan demikian viskositas cairan mengalami penurunan.

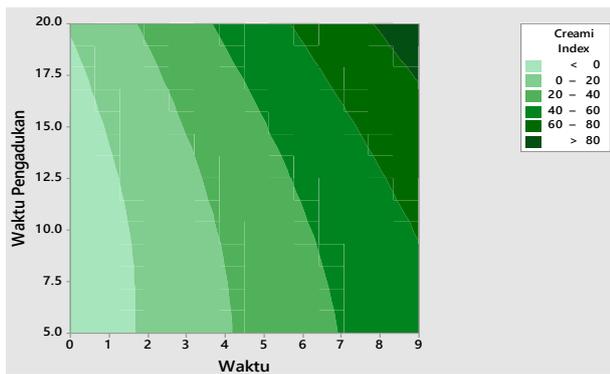
Kenaikan temperatur ini akan menurunkan viskositas emulsi, sehingga laju tumbukan antar droplet akan meningkat dan perbedaan densitas antara fase air dan minyak juga meningkat (Nielloud & Marti-Mestres, 2000). Viskositas yang rendah akan menyebabkan terjadinya pergerakan bebas dari droplet yang akan saling bertumbukan sehingga droplet akan saling menempel (Salim N. et al, 2011). Saling menempel antar droplet akan membuat ukuran droplet mejadi besar dan massanya juga akan bertambah sehingga droplet akan mudah untuk memisah atau cepat mengendap.

3.4.1 Analisis ANOVA dan *respond surface* terhadap variasi waktu Pengadukan

Hasil analisis didapatkan bahwa nilai F hitung (F) nilainya lebih kecil daripada F tabel (F_{crit}) maka dapat disimpulkan lama pengadukan yang digunakan untuk proses emulsi susu kacang koro berpengaruh signifikan dengan nilai *creaming index* yang dihasilkan.

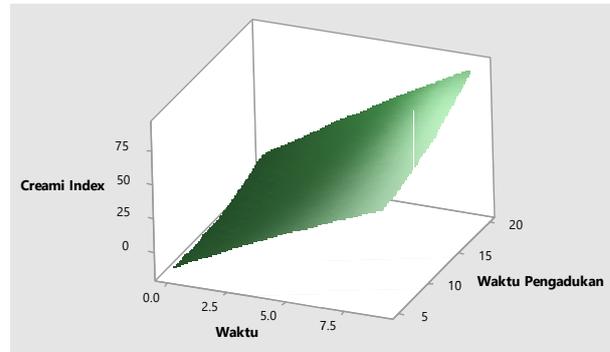
Tabel 3. Hasil analisis uji ANOVA terhadap pengaruh waktu pengadukan

| ANOVA | | | | | | |
|---------------------|---------|----|----------|----------|----------|----------|
| Source of Variation | SS | df | MS | F | P-value | F crit |
| Lama Pengadukan | 1181.6 | 2 | 590.8 | 0.860337 | 0.434293 | 3.354131 |
| Within Groups | 18541.1 | 27 | 686.7074 | | | |
| Total | 19722.7 | 29 | | | | |



Gambar 13. Counter plot pengaruh perbedaan waktu pengadukan dan waktu pengamatan terhadap nilai *creaming index*

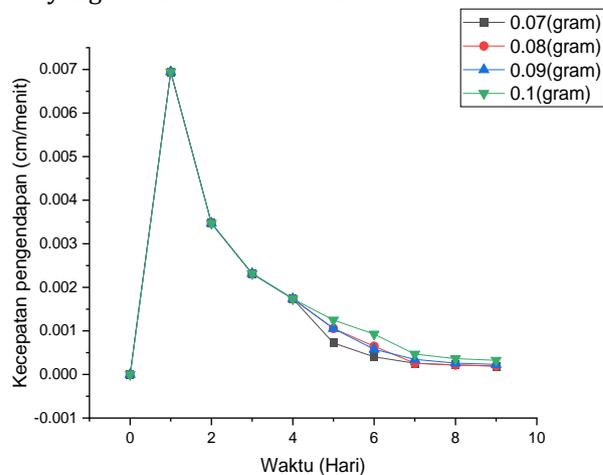
Berdasarkan hasil *surface plot* yang didapatkan pada Gambar 14 grafik menunjukkan respon peka terhadap variasi lama pengadukan dan lama pengamatan terhadap nilai *creaming index* yang dihasilkan, nilai respon dari pengaruh kecepatan pengadukan terhadap *creaming index* yang dihasilkan adalah minimum. Nilai *creaming index* 48% didapatkan pada variasi lama pengadukan $X_2 = 20$ menit dan waktu $X_1 = 9$ hari, kondisi maksimal tersebut menunjukkan bahwa semakin besar perlakuan lama pengadukan yang dilakukan maka akan semakin kecil nilai *creaming index* yang dihasilkan.



Gambar 14. *Respond surface* pengaruh perbedaan waktu pengadukan dan waktu pengamatan terhadap nilai *creaming index*

3.5 Kecepatan Pengendapan Metode Brown

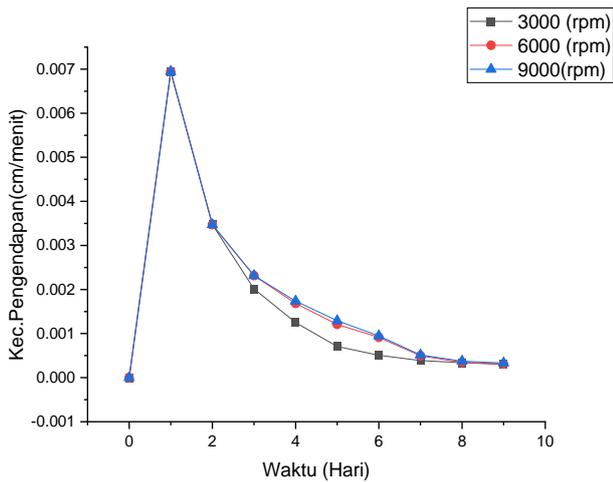
Gambar 15 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi emulsifier yang ditambahkan maka stabilitas emulsi akan semakin besar, namun pada persamaan (1) besarnya kecepatan pengendapan menunjukkan bahwa pada saat awal waktu tersebut masih terdapat banyak partikel yang akan mengendap dengan fungsi waktu maka semakin lama akan semakin kecil karena partikel yang akan mengendap atau melayang sudah turun ke dasar.



Gambar 15. Pengaruh konsentrasi emulsifier yang ditambahkan iota-karagenan terhadap kecepatan pengendapan analisis metode brown

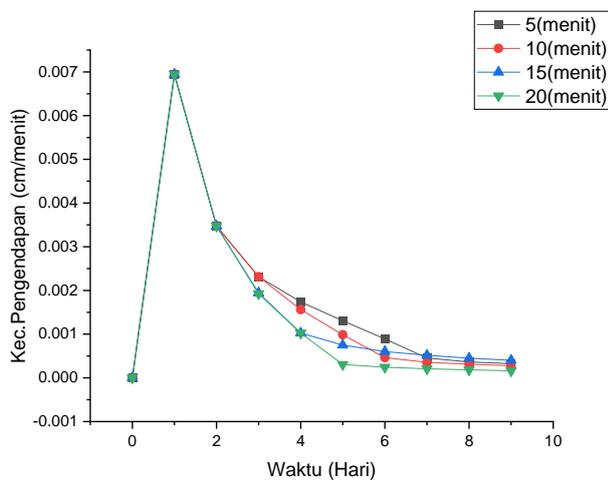
Berdasarkan Gambar 15 dapat diketahui bahwa pada konsentrasi penambahan emulsifier 0,1 gram sampai diakhir hari ke-9 menunjukkan bahwa pada penambahan emulsifier 0,1 gram pada hari ke-9 masih terdapat partikel yang belum mengendap. Semakin besarnya konsentrasi, gaya gesek yang dialami partikel karena partikel lain maka gaya seret akan semakin besar. Peristiwa ini disebabkan karena dengan semakin besarnya konsentrasi maka semakin banyak jumlah partikel dalam suatu suspensi. Hal ini menyebabkan bertambahnya gaya gesek antara suatu partikel dengan partikel yang lain. Gaya seret ini bekerja pada arah yang berlawanan dengan gerakan partikel dalam fluida, sehingga gaya seret ke arah atas dan gerakan partikel ke bawah (Bricano Maria I, 2000). Penambahan jumlah konsentrasi emulsifier berpengaruh terhadap

kecepatan pengendapan berdasarkan persamaan Brown.



Gambar 16. Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap kecepatan pengendapan persamaan brown

Gambar 16 menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan dapat meningkatkan homogenitas dari campuran sehingga memperkecil kecepatan pengendapan. Semakin cepat putaran pengadukan maka akan memperbesar homogenitas suatu campuran sehingga viskositasnya semakin besar. Viskositas yang rendah juga memudahkan pergerakan dari droplet sehingga memungkinkan terjadinya peristiwa *creaming* atau pemisahan (Ansel C. Howard, 2008). Berdasarkan Gambar 16 Pada kecepatan 9000 rpm terlihat bahwa masih banyak partikel yang melayang. Hal ini dikarenakan viskositas besar memperkecil gerak antar droplet sehingga memperlambat pemecahan emulsi.



Gambar 17. Pengaruh lama pengadukan terhadap kecepatan pengendapan persamaan brown

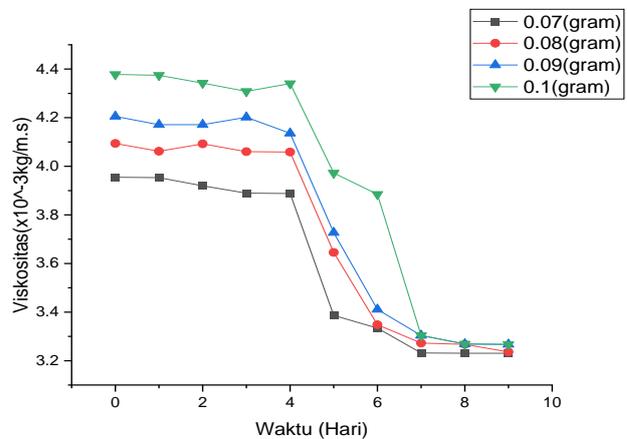
Gambar 17 menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengadukan dapat menurunkan stabilitas emulsifier. Diketahui dari waktu pengadukan 5 menit stabilitas emulsifier pada hari ke-6 hari mulai mengalami kecepatan pengendapan yang konstan. Pengadukan akan menaikkan temperatur karena adanya interaksi antar molekul. Dimana molekul-molekul

cairan bergerak yang menyebabkan terjadinya gaya interaksi antar molekul melemah, sehingga viskositas cairan mengalami penurunan (Leung A et al, 2004).

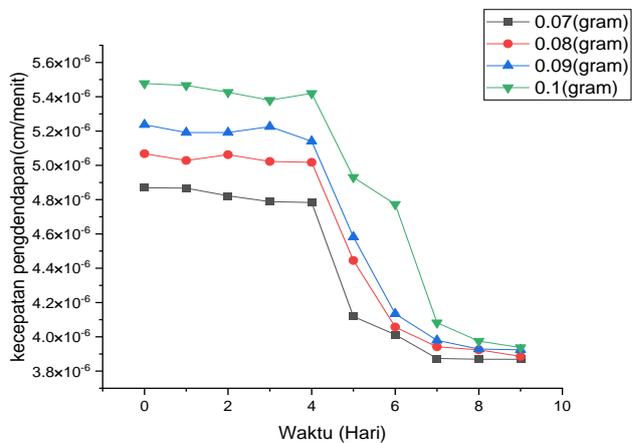
Kenaikan temperatur ini akan menurunkan viskositas, sehingga laju tumbukan antar droplet akan meningkat dan perbedaan densitas antara fase air dan minyak juga meningkat (Nielloud F, 2000). Viskositas yang rendah akan menyebabkan terjadinya pergerakan bebas dari droplet dan akhirnya akan saling bertumbukan sehingga droplet akan saling menempel dan mempengaruhi kecepatan pengendapan (Salim N. et al, 2011).

3.6 Viskositas Dan Kecepatan Pengendapan Metode Stoke

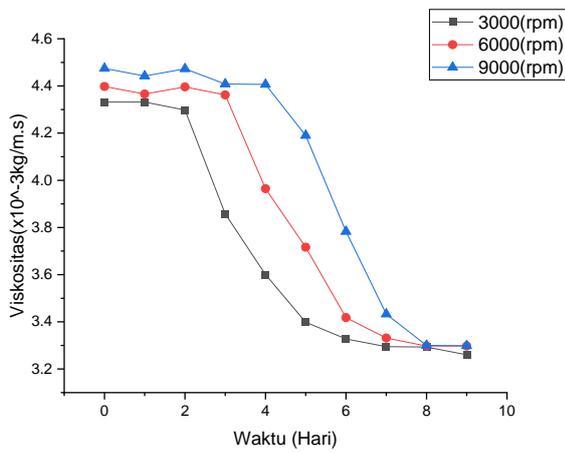
Berdasarkan Gambar 18, viskositas berbanding lurus dengan berat karagenan yang artinya dengan jumlah atau konsentrasi pada emulsifier berpengaruh terhadap viskositas yang dihasilkan oleh proses emulsi. Pada Gambar 19 terlihat kenaikan viskositas berpengaruh pada kecepatan pengendapan. Semakin tinggi viskositas semakin lama kecepatan pengendapan.



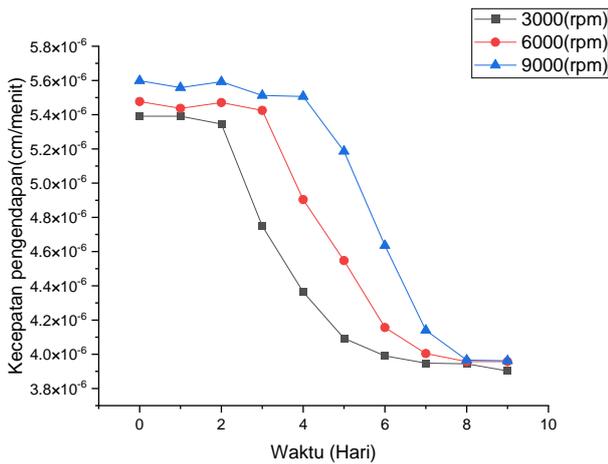
Gambar 18. Pengaruh jumlah emulsifier terhadap viskositas



Gambar 19. Pengaruh berat karagenan terhadap kecepatan pengendapan persamaan stoke



Gambar 20. Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap viskositas

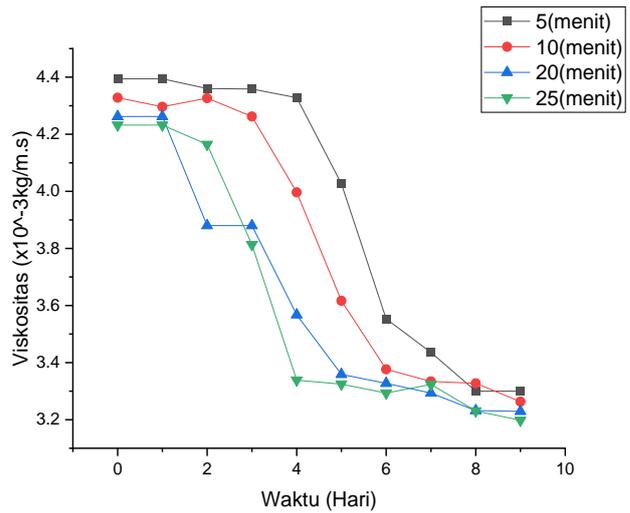


Gambar 21. Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap Kecepatan pengendapan persamaan stoke

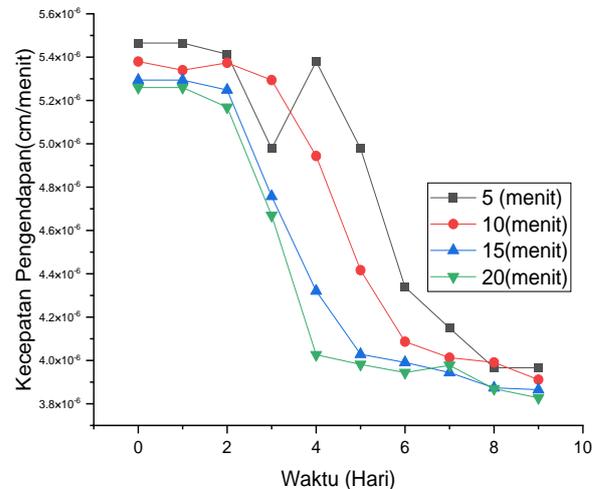
Gambar 20 dapat dilihat bahwa viskositas akan semakin besar dengan bertambahnya kecepatan pengadukan yang dilakukan saat pembentukan emulsi. Viskositas yang didapatkan akan semakin bertambah besar seiring naiknya kecepatan pengadukan dikarenakan semakin bertambah besar viskositas suatu campuran larutan yang mengalami proses emulsi maka larutan tersebut akan semakin homogen dan emulsi akan semakin stabil (Mollakhalili et al, 2014). Pada Gambar 21 lama waktu pengadukan berpengaruh terhadap kecepatan pengendapan dan berbanding lurus dengan viskositas emulsi susu kacang koro.

Gambar 22 dapat dilihat bahwa viskositas akan semakin lama akan semakin menurun dengan bertambahnya lama waktu pengadukan dikarenakan gaya interaksi antar partikel melemah. Semakin bertambahnya kecepatan pengadukan maka temperatur dari larutan akan semakin tinggi dan mengakibatkan menurunnya viskositas. Temperatur yang naik berakibat pada meningkatnya tumbukan antar partikel dan Bergeraknya molekul cairan sehingga gaya interaksi antar partikel melemah dan nilai viskositas menurun (Barkat Ali et al, 2011). Hal ini terlihat pula pada Gambar 23 yang menunjukkan pengaruh hubungan lama waktu dan viskositas

terhadap kecepatan pengendapan. Menurunnya viskositas mempercepat kecepatan pengendapan.



Gambar 22. Pengaruh lama pengadukan terhadap viskositas



Gambar 23. Pengaruh lama pengadukan terhadap kecepatan pengendapan persamaan stoke

3.7 Perbandingan Kecepatan Pengendapan Metode Brown Dan Stoke

Persamaan brown (persamaan 1) menggunakan pendekatan secara visual yang didasarkan pada terpisahkan larutan suspensi menjadi dua bagian dimana setiap perubahan dari ketinggian lapisan atas dan bawah dihitung sebagai laju per satuan waktu. Pada keadaan yang masih belum terpisah akan muncul kecepatan pengendapan yang cukup besar, hal ini dikarenakan masih banyaknya partikel yang masih melayang sehingga diasumsikan kecepatannya juga besar.

Hukum stoke menggunakan pendekatan pengamatan pada sifat fisiknya yaitu densitas dan viskositas sesuai dengan persamaan 2. Pendekatan menggunakan sifat fisik emulsi ini menggunakan alat instrumentasi sehingga nilai kecepatan pengendapan lebih terukur.

4. KESIMPULAN

Variasi penambahan emulsifier yang baik dan stabil untuk emulsi yaitu dengan penambahan 0,1 gram, didapatkan hasil *creaming index* yang stabil sampai hari ke-4 dengan *creaming index* 0% dan di hari ke-9 sebesar 58%. Viskositas yang didapatkan adalah $4,37 \times 10^{-3}$ kg/m.s stabil sampai hari ke-4 dan di akhir pengamatan hari ke-9 yaitu sebesar $3,27 \times 10^{-3}$ kg/m.s. Variasi kecepatan pengadukan yang baik dan stabil untuk emulsi yaitu dengan penambahan 9000 rpm, Didapatkan hasil *creaming index* yang stabil sampai hari ke-4 dengan *creaming index* 0% dan di hari ke-9 sebesar 57%. Viskositas yang didapatkan adalah $4,47 \times 10^{-3}$ kg/m.s stabil sampai hari ke-4 dan di akhir pengamatan hari ke-9 yaitu sebesar $3,29 \times 10^{-3}$ kg/m.s. Variasi lama pengadukan yang baik dan stabil untuk emulsi yaitu selama 5 menit, didapatkan hasil *creaming index* yang stabil sampai hari ke-4 dengan *creaming index* 0% dan di hari ke-9 sebesar 58%. Adapun viskositas yang didapatkan adalah $4,39 \times 10^{-3}$ kg/m.s stabil sampai hari ke-4 dan di akhir pengamatan hari ke-9 yaitu sebesar $3,30 \times 10^{-3}$ kg/m.s. Berdasarkan analisis ANOVA dan *surface respond* bahwa pengaruh konsentrasi, waktu, dan kecepatan pengadukan berpengaruh nyata terhadap stabilitas emulsi. Pada analisis dan perhitungan kecepatan pengendapan didapatkan bahwa semakin tinggi konsentrasi emulsifier yang ditambahkan dan semakin tinggi kecepatan pengadukan maka emulsi yang dihasilkan lebih baik, Lama pengadukan berpengaruh terhadap stabilitas emulsi dimana semakin lama waktu pengadukan maka stabilitas akan semakin menurun. Hal ini dimungkinkan karena adanya kenaikan temperatur dengan seiringnya bertambahnya waktu pengadukan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ansel, H. C. (2008). Pengantar Sediaan Farmasi (4th ed.). Jakarta: Penerbit UIP.
- Ariyanti, F. R. (2005). Sifat Fisik dan Palatabilitas Sosis Daging Sapi dengan Penambahan Karagenan. Bogor.
- Egi, L. R., Widodo, F. M., & Putut, H. R. (2012). Aplikasi Karagenan sebagai Emulsifier di dalam Pembuatan Sosis Ikan Tengiri (*Scomberomorus guttatus*) pada Penyimpanan Suhu Ruang. *Jurnal Perikanan*, 1(2), 1–8.
- Eva, M. N., Munir, & Intan Dwi Novieta. (2014). Kandungan Kalsium (Ca) dan Fosfor (P) Kacang Koro Pedang (*Canavalia ensiformis*) Sebagai Alternatif Pakan Konsentrat pada Ransum Ternak dengan Menggunakan Lama Perendaman NaCl yang Berbeda. *Jurnal Galung Tropika*, 3(2), 106–115.
- Istiani, Y., Handajani, S., & Pangastuti, A. (2015). Karakterisasi Senyawa Bioaktif Isoflavon dan Uji aktivitas Antioksidan dari Bahan Etanol Tempe Berbahan Baku Koro Pedang (*Canavalia ensiformis*). *Biofarmasi*, 13(2), 50–57.
- Jouanneau, D., Boulenguer, P., Mazoyer, J., & Helbert, W. (2011). Hybridity of carrageenans water- and alkali-extracted from *Chondracanthus chamosoi*, *Mazzaella laminarioides*, *Sarcothalia crispata*, and *Sarcothalia radula*. *Journal of Applied Phycology*, 23(1), 105–114. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9545-3>
- Khan, B. A., Akhtar, N., Khan, H. M. S., Waseem, K., Mahmood, T., Rasul, A., ... Khan, H. (2011, December 30). Basics of pharmaceutical emulsions: A review. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*. Retrieved from <https://doi.org/10.5897/AJPP11.698>
- Leon, M. P. (1977). *Microemulsions Theory and Practice*. Elsevier. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-565750-1.X5001-2>
- Leung, A., Ramaswamy, Y., Munro, P., Lawrie, G., Nielsen, L., & Trau, M. (2005). Emulsion strategies in the microencapsulation of cells: Pathways to thin coherent membranes. *Biotechnology and Bioengineering*, 92(1), 45–53. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/bit.20597>
- Maria, I. B. (2000). *Rheology of Suspensions and Emulsions*, Venezuela.
- Mason, T. G., Wilking, J. N., Meleson, K., Chang, C. B., & Graves, S. M. (2006). Nanoemulsions: formation, structure, and physical properties. *Journal of Physics: Condensed Matter*, 18(41), R635–R666. Retrieved from <https://doi.org/10.1088/0953-8984/18/41/R01>
- Meybodi, N. M., Mohammadifar, M. A., & Naseri, A. R. (2014). Effective Factors on the Stability of Oil-in-Water Emulsion Based Beverage: A Review. *Journal of Food Quality and Hazards Control (Vol. 1)*. Retrieved from <http://jfqhc.ssu.ac.ir>
- Nielloud, F., & Marti-Mestres, G. (2000). *Pharmaceutical Emulsions and Suspensions*. Boca Raton: CRC Press.
- Rao, J., & McClements, D. J. (2012). Food-grade microemulsions and nanoemulsions: Role of oil phase composition on formation and stability. *Food Hydrocolloids*, 29(2), 326–334. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2012.04.008>
- Salim, N., Basri, M., Abdullah, D. K., & Basri, H. (2011). Phase Behaviour, Formation and Characterization of Palm-Based Esters Nanoemulsion Formulation containing Ibuprofen. *Journal of Nanomedicine & Nanotechnology*, 02(04). Retrieved from <https://doi.org/10.4172/2157-7439.1000113>
- Silva, A. P. C., Nunes, B. R., de Oliveira, M. C., Koester, L. S., Mayorga, P., Bassani, V. L., & Teixeira, H. F. (2009). Development of topical nanoemulsions containing the isoflavone genistein. *Pharmazie*, 64(1), 32–35. Retrieved from <https://doi.org/10.1691/ph.2008.8150>
- Supriyono E. (2007). Pengaruh Konsentrasi Surfaktant Pada Formulasi Propuxure 20 Ec Dan Efektifitasnya Dalam Membasmi Nyamuk Aedes Aegypti. Semarang.
- Talegaonkar, S., Azeem, A., Ahmad, F., Khar, R., Pathan, S., & Khan, Z. (2008). Microemulsions: A Novel Approach to Enhanced Drug Delivery. *Recent Patents on Drug Delivery & Formulation*, 2(3), 238–257. Retrieved from <https://doi.org/10.2174/187221108786241679>

Yosephine, & Sausan. (2008). Mikroenkapsulasi Alat
Tokoferol menggunakan Penyalut Hidroksipropil
Multiselulosa dengan Metode Spray Driying.
Jakarta.