

SAPONIFIKASI-NETRALISASI ASAM OLEAT MINYAK SAWIT MENJADI FOAMING AGENT RAMAH LINGKUNGAN

SAPONIFICATION-NEUTRALIZATION OF OLEIC ACID PALM OIL BECOME A FRIENDLY ENVIROMENTAL FOAMING AGENT

Sri Wahyuni dan Anna Dhora

Program Studi Teknik Pengolahan Sawit, Politeknik Kampar
Jln. Teuku Muhammad, KM 2, Bangkinan, Riau, Indonesia
Email: yuni.tip@gmail.com

Makalah: Diterima 2 September 2019; Diperbaiki 25 November 2019; Disetujui 10 Desember 2019

ABSTRACT

Palm oil consists of a group of fatty acids which have high detergency so that it has the potential to become the basis for foaming agents. The use of palm oil as a foaming agent is an effort to diversify palm oil derivative products by utilizing local raw materials. The foaming agent is a foaming agent that can be developed as a fire poison formula for fire fighting. The purpose of this study is to obtain the right temperature and type of alkali to produce the foaming agent with the best characteristics of the results of the saponification process of neutralizing palm fatty acids with alkali NaOH and KOH. The study consisted of three stages: the preparation phase, the foaming agent synthesis stage and the product characterization stage. The foaming agent synthesis was carried out according to the experimental design through the neutralization of the oleic acid feed saponification process, which was added with a 30% alkaline solution (NaOH and KOH) calculated using the saponification value of palm oil oleic acid. The research process was carried out at a temperature variation of 50°C, 70°C, 90°C, and 110°C with a stirring speed of 250 rpm for 90 minutes. Comparison of the molar ratio between oleic acid and lye/alkali solution is 1: 1 Observation was made on the quality and performance of foaming agents as products. The results of the analysis of the quality of Na / K-oleate foaming agent, showed that Na-Oleate at 50°C has produced the best foaming agent with the following characteristics: acidity (pH) value 8.17, density 1.0662 g/cm³, viscosity 1.07 cP, surface tension 17.76 dyne/cm, 32.10% foam stability and 50% emulsion stability.

Keywords: foaming agent, palm fatty acids, alkali

ABSTRAK

Minyak sawit terdiri dari sekumpulan asam lemak yang memiliki daya deterjensi yang tinggi sehingga berpotensi menjadi bahan dasar *foaming agent*. Pemanfaatan minyak sawit sebagai *foaming agent* merupakan salah satu upaya diversifikasi produk turunan minyak sawit dengan memanfaatkan bahan baku lokal. *Foaming agent* adalah bahan pembentuk busa yang dapat dikembangkan sebagai bahan formula racun api untuk pemadam kebakaran. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan suhu dan jenis alkali yang tepat untuk menghasilkan *foaming agent* dengan karakteristik terbaik dari hasil proses saponifikasi netralisasi asam lemak sawit dengan alkali NaOH dan KOH. Penelitian terdiri tiga tahap yaitu tahap persiapan, tahap sintesis *foaming agent* dan tahap karakterisasi produk. Sintesis *foaming agent* dilakukan sesuai rancangan percobaan melalui proses saponifikasi netralisasi umpan asam oleat yang ditambahkan larutan alkali 30% (NaOH dan KOH) yang dihitung menggunakan *saponification value* dari asam oleat minyak sawit. Proses penelitian dilakukan pada variasi suhu 50°C, 70°C, 90°C, dan 110°C dengan kecepatan pengadukan 250 rpm selama 90 menit. Perbandingan rasio molar antara asam oleat dengan lye/larutan alkali adalah 1:1 Pengamatan dilakukan terhadap kualitas dan kinerja *foaming agent* sebagai produk. Hasil analisis kualitas *foaming agent* Na/K-oleat, menunjukkan bahwa Na-oleat pada suhu 50°C telah menghasilkan *foaming agent* terbaik dengan karakteristik sebagai berikut nilai derajat keasaman (pH) 8,17, densitas 1,0662 g/cm³, viskositas 1,07 cP, tegangan permukaan 17,76 dyne/cm, stabilitas busa 32,10% dan stabilitas emulsi 50%.

Kata kunci:*foaming agent*, asam lemak, alkali

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara penghasil sawit terbesardi dunia, sampai saat ini hanya mampu mengolah produk hilir minyak sawit menjadi tiga produk turunan dalam skala industri besar yaitu minyak goreng, margarin dan biodiesel. Lebih dari

70% hasil sawit di ekspor dalam bentuk minyak sawit kasar dan hanya sebagian kecil dalam bentuk produk turunan (GAPKI, 2017). Oleh karena itu, diperlukan upaya lebih lanjut diversifikasi produk hilir berbasis minyak sawit.

Terdapat banyak jenis ragam produk turunan dari minyak sawit diantaranya adalah

emulsifier, *moisturizer*, bahan aditif, pelumas, surfaktan dan *foaming agent*. *Foaming agent* atau agen pembusa adalah bahan yang dapat membentuk busa seperti surfaktan atau *blowing agent*, sehingga bahan ini mampu menurunkan tegangan permukaan, tegangan antarmuka dan meningkatkan kestabilan pembentukan busa. Busa (*foam*) yang terbentuk berupa gelembung gas yang dibungkus oleh lapisan cairan. Busa pada *foaming agent* ini sama seperti sabun. Sabun adalah garam karboksilat alkali (RCOONa) dengan gugus R (hidrofobik) yang bersifat non polar dan kelompok COONa hidrofilik yang bersifat polar (Rais *et al.*, 2008). Proses yang digunakan dalam sintesis *foaming agent* ini adalah proses saponifikasi netralisasi antara asam lemak oleat sawit dengan alkali. Melalui proses reaksi saponifikasi netralisasi dengan larutan alkali NaOH dan KOH maka akan dihasilkan sabun sebagai agen pembusa dengan jenis Na-oleat, dan K-oleat (Rivai *et al.*, 2017). *Foaming agent* selain banyak diaplikasikan pada produk *personal care* juga mulai dikembangkan sebagai bahan formula racun api untuk pemadam kebakaran.

Sebagai negara yang memiliki hutan yang sangat luas maka Indonesia menjadi salah satu negara yang berpotensi mengalami kebakaran hutan dan lahan setiap musim kemarau. Khususnya Provinsi Riau dengan potensi daerah sebagai sumber penghasil sawit dengan klimatologi dan topografi yang mendukung, sehingga sangat rentan terhadap terjadinya kebakaran hutan dan lahan. Bencana kebakaran hutan dan lahan yang sangat luas dan mengakibatkan bencana asap pada level yang sangat berbahaya terjadi tahun 2015 dan 2019. Pada tahun 2019 tingkat bahaya asap berdasarkan data Informasi Konsentrasi Partikulat (PM10) BMKG Pekanbaru diterangkan bahwa pencemaran udara telah mencapai pada ambang diatas 450 µg/m³ yang berarti berbahaya bagi kesehatan dan dapat menyebabkan kematian. Oleh karena itu, diperlukan bahan formula racun api yang efektif dan efisien sehingga dapat mengurangi penggunaan air dalam mematikan api untuk meminimalisir kerugian yang diakibatkan oleh kebakaran hutan dan lahan. Penggunaan *foaming agent* sebagai racun api memiliki beberapa kelebihan yaitu dapat menghambat penyebaran asap, mencegah kontak kembali dengan oksigen yang dapat mengakibatkan api kembali menyala, dan meningkatkan efisiensi penggunaan air (Rivai *et al.*, 2017).

Foaming agent umumnya disintesis dari minyak bumi jenis polyol. *Foaming agent* petroleum based perlu dicarikan sumber lain karena dapat menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan dan limbahnya sulit terdegradasi (Krol *et al.*, 2012). Rivai *et al.* (2017) menjelaskan bahwa *foaming agent vegetable oil based* memiliki karakteristik seperti *foaming agent petroleum based*, namun lebih ramah lingkungan karena dapat didegradasi dan memiliki toksisitas rendah. Beberapa penelitian

telah mengembangkan *foaming agent* dari bahan terbaharukan seperti protein, resin, dan saponin (Amran *et al.*, 2015), namun terkendala untuk pengembangan dalam skala besar karena bahan bakutidak mencukupi dan proses produksi yang rumit serta tidak ekonomis. Penelitian sintesis *foaming agent* untuk *firefighting agent*, juga dilakukan dari asam lemak rantai panjang namun memiliki kelemahan *life time busa* yang lebih pendek dibandingkan *syntetic firefighting agent* (Mizuki *et al.*, 2007; Mizuki *et al.*, 2010). Penelitian Kozeta *et al.* (2011) menggunakan reaksi saponifikasi pada pembuatan *foaming agent* dari *soap stock* minyak biji bunga matahari dihasilkan rendemen sabun murni adalah 98,37% (w/w). Etil ester minyak sawit direaksikan dengan logam natrium menjadi natrium asam lemak untuk *firefighting agent* mempunyai *lifetime busa* selama 345 jam (Raphael, 2013). Penelitian lainnya menggunakan K-laurat dan K-oleat yang ditambahkan MGDA (Methylglycine-N,N-Diacetic Acid) menghasilkan *firefighting agent* (Oguike 2013), dan memiliki expansion ratio 9,6 kali lipat dibandingkan dari *firefighting foam* komersial (Kawahara *et al.*, 2016). Adapun penelitian terbaru telah dihasilkan *foaming agent* Na/K-laurat yang disintesis dari asam lemak laurat sawit dengan alkali (Pradesi *et al.*, 2017). Namun, komponen asam laurat pada minyak sawit sangat kecil sehingga ketersediaannya terbatas dan sulit diperoleh.

Provinsi Riau sebagai penghasil sawit terbesar di Sumatera sangat berpotensi untuk mengembangkan produk hilir *foaming agent*, karena lebih mudah memperoleh bahan baku dan ketersediaannya lebih berlimpah. Terjadinya kebakaran hutan dan lahan yang luas pada tahun 2019 ini di beberapa wilayah seperti Provinsi Riau, Jambi, dan Kalimantan menyebabkan kebutuhan akan ketersediaan *foaming agent* akan terus meningkat setiap tahun. Kebutuhan *foaming agent* di Indonesia mencapai 12.870 ton/pertahun (GAPKI, 2017) dan akan terus mengalami peningkatan. Penelitian pemanfaatan minyak sawit sebagai *foaming agent* perlu terus dilakukan untuk mendukung upaya pengembangan diversifikasi produk hilir turunan minyak sawit yang merupakan bahan lokal, sehingga cita-cita menuju kemandirian dan peningkatan daya saing bangsa dapat tercapai. Secara khusus diharapkan bahwa *foaming agent* yang dihasilkan nantinya dapat dimanfaatkan langsung untuk membantu pemerintah dalam menanggulangi masalah kebakaran hutan yang rutin terjadi di Propinsi Riau terutama di Kabupaten Kampar, Rokan Hilir dan Palalawan yang memiliki titik api terbesar. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan suhu dan jenis *lye/larutan* alkali yang tepat untuk menghasilkan *foaming agent* dengan karakteristik terbaik dari hasil proses saponifikasi netralisasi asam lemak sawit dengan alkali NaOH dan KOH.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di laboratorium kimia dan laboratorium uji Program Studi Teknik Pengolahan Sawit, Politeknik Kampar. Penelitian dilaksanakan selama 5 bulan, dimulai pada bulan April–Agustus tahun 2019.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah motor pengaduk, *mixer*, beaker glass, spatula, gelas ukur, termometer, timbangan analitik, *hot plate*, piknometer, homogenizer, tabung reaksi dan rak, penggaris, pipa kapiler, viskositas, pH meter dan alat-alat analisis lainnya.

Bahan yang digunakan terdiri dari bahan utama untuk sintesis *foaming agent* dan bahan untuk analisis. Bahan utama terdiri dari asam oleat dari PT Wilmar Nabati Indonesia, alkali teknis (NaOH dan KOH), dan aquadest. Asam oleat digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan *foaming agent* yang bertindak sebagai asam lemak, sedangkan alkali (NaOH dan KOH) berfungsi sebagai bahan penetral pada reaksi saponifikasi (netralisasi) dalam pembuatan *foaming agent* dan aquadest digunakan sebagai bahan pelarut untuk melarutkan alkali.

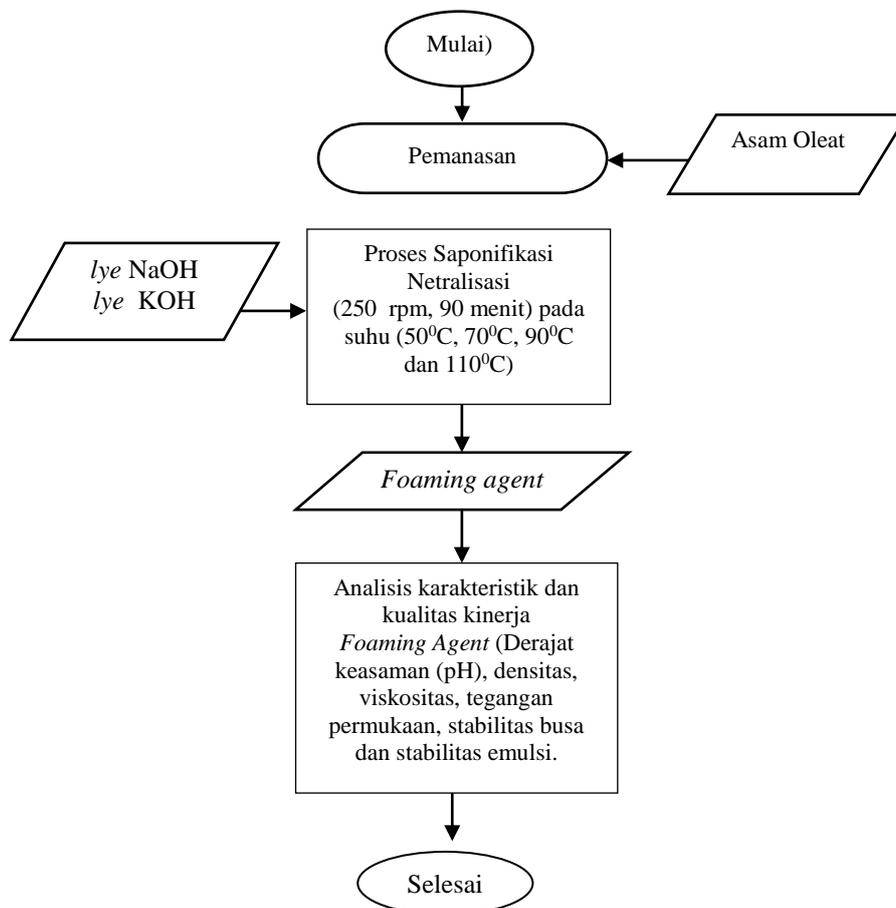
Tahapan Penelitian

Persiapan Sampel

Tahap persiapan sampel meliputi dua kegiatan yaitu preparasi alat dan bahan sampel dan karakterisasi asam lemak oleat yang digunakan yaitu analisis bilangan asam (SNI 01-3555-1988), bilangan penyabunan (SNI 01-3555-1998), bilangan iod (SNI 01-3555-1998), densitas (SNI 1973 : 2016), warna (visual), titik leleh (*Material Safety Data Sheet*), dan titik didih (*Material Safety Data Sheet*).

Sintesis Foaming Agent

Tahap selanjutnya dilakukan sintesis *foaming agent* yang mengacu pada penelitian Pradesi (2018) yang dimodifikasi, sesuai rancangan percobaan melalui proses saponifikasi netralisasi umpam asam oleat yang dipanaskan sesuai variasi suhu perlakuan yang ditambahkan larutan alkali 30% (*lye* NaOH dan *lye* KOH). Kebutuhan *lye* dihitung berdasarkan *saponification value* asam oleat, minyak sawit. Perbandingan rasio molar antara asam oleat dengan *lye* adalah 1:1 pada suhu 50°C, 70°C, 90°C, dan 110°C dengan kecepatan pengadukan 250 rpm selama 90 menit. Diagram alir proses pembuatan *foaming agent* disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan *foaming agent*

Rancangan Percobaan

Rancangan penelitian menggunakan model Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua factor perlakuan yaitu jenis alkali (A) dan suhu proses (B). Jenis alkali terdiri atas 2 taraf, yaitu: A1: NaOH 30%, A2 : KOH 30%, dan suhu proses reaksi terdiri atas 4 taraf, yaitu: C1: 50°C,C2: 70°C,C3: 90°C, C4: 110°C. Data dianalisis dengan Anova dan Uji lanjut pada taraf 5%. Model matematika dari rancangan percobaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan:

- Y_{ijk} = variabel respon/ hasil pengamatan
- μ = Pengaruh rata-rata sebenarnya (rata-rata umum)
- A_i = Pengaruh factor jenis alkali (A) pada taraf ke-I (i= NaOH 30% dan KOH 30%)
- B_j = Pengaruh faktor suhu roses (B) pada taraf ke-j (j=50°C, 70°C, 90°C, dan 110°C)
- AB_{ij} = Pengaruh interaksi antara faktor A taraf ke-I dan faktor B taraf ke-j
- ε_{ijk} = Galat atau *error* dari factor A taraf ke-i,dan B taraf ke-j

Analisis Sifat Fisiko-kimia *Foaming Agent*

Tahap ketiga dilakukan karakterisasi dan uji kualitas lapangan produk *foaming agent* yang dihasilkan yang meliputi uji nilai pH (SNI 06-6989.11-2004), densitas (SNI 1973: 2016), viskositas (SNI 0936: 2008), tegangan permukaan (Juliyano *et al.*, 2005), stabilitas busa (Goon *et al.*,1999), dan stabilitas emulsi (Goon *et al.*,1999).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Asam Oleat

Bahan baku yang digunakan dalam proses sintesis *foaming agent* ini adalah asam oleat dari minyak sawit. Asam oleat merupakan salah satu hasil fraksinasi asam lemak minyak sawit yang berwujud cair. Sebelum dilakukan proses saponifikasi netralisasi dilakukan karakterisasi terhadap asam oleat yang digunakan, sehingga diperoleh hasil uji berupasifat fisiko kimia asam oleat. Adapun sifat fisikokimia asam oleat yang dianalisis meliputi densitas, bilangan asam, bilangan penyabunan, bilangan iod, titik leleh, dan titik didih. Hasil karakterisasi sifat fisiko-kimia asam lemak

oleat minyak sawit yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan sifatfisiko-kimiapada Tabel 1, diketahui bahwa asam oleat memiliki nilai densitas yang lebih rendah dari minyak dan air. Karakteristik yang paling penting dan berpengaruh terhadap proses saponifikasi netralisasi dalam proses sintesis *foaming agent* adalah bilangan penyabunan asam oleat. Hal ini disebabkan karena bilangan penyabunan (*saponification value*) akan mempengaruhi perhitungan jumlah alkali untuk membuat *lye* atau larutan alkali yang digunakan dalam proses saponifikasi netralisasi asam oleat pada sintesis *foaming agent* Wahyuni, 2019).

Sifat Fisiko-Kimia *Foaming Agent*

Foaming agent merupakan bahan yang berfungsi untuk menghasilkan busa ketika dilarutkan dalam air pada konsentrasi rendah. *Foaming agent* dihasilkan dari proses saponifikasi-netralisasi antara asam oleat dengan *lye*/larutan alkali. Pada proses ini tidak dihasilkan hasil samping berupa gliserol karena yang digunakan bukan trigliserida. Reaksi saponifikasi-netralisasi asam oleat ini menggunakan dua jenis *lye*/larutan alkali yaitu *lye*NaOH dan *lye*KOH (Gambar 1).

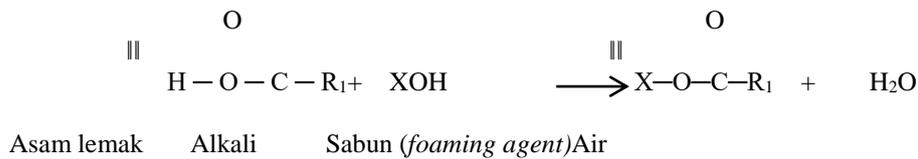
Foaming agent yang dihasilkan dari proses saponifikasi netralisasiantara asam oleat sawit dengan kedua jenis *lye*/larutan alkali tersebut memiliki karakteristik, wujud dan tekstur yang berbeda. Adanya perbedaan wujud dan tekstur produk *foaming agent* yang dihasilkan diduga karena pengaruh tipe pengadukan, hal ini dibandingkan dengan hasil penelitian (Rivai *et al.* 2017). Wujud dan tekstur produk juga dipengaruhi oleh sifat alkali yang digunakan pada proses saponifikasi netralisasi.

Penggunaan jenis alkali NaOH pada proses sintesis *foaming agent* menyebabkan produk langsung mengeras sehingga diperlukan mixer dengan tipe pengadukan yang lebar sehingga dapat mencapai seluruh sudut mixer. *Foaming agent* K-Oleat memiliki wujud gel-flat dengan tekstur yang lebih lembut sedangkan Na-Oleat secara umum dihasilkan *foaming agent* dengan wujud padat dan bertekstur menyerupai flat-butiran.

Jenis alkali NaOH digunakan pada pembuatan sabun keras, sedangkan jenis alkali KOH digunakan pada pembuatan sabun lunak sampai cair (Cavitch, 1997). Reaksi saponifikasi netralisasi asam oleat dengan *lye* di sajikan pada Gambar 2.

Tabel 1. Sifat fisiko-kimia asam oleat yang digunakan

Parameter uji	Satuan	Asam Oleat	Rivai <i>et al.</i> (2017)
Densitas	g/cm ³	0,889 – 0,895 (30°C)	0,858 (70°C)
Bilangan asam	mg KOH/g sampel	196	199,2
Bilangan penyabunan	mg KOH/g sampel	196	200,2
Bilangan iod	g/100 g sampel	120	87,7
Warna	-	Kuning terang	-
Titik nyala	°C	± 360	-
Titik tuang	°C	± 13,5	-

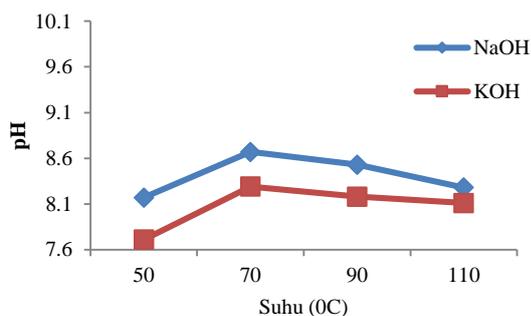
Gambar 2. Reaksi saponifikasi netralisasi asam lemak (Sudarmadji *et al.* 1989)

Berdasarkan Gambar 2 dapat diketahui bahwa rasio mol yang digunakan dalam proses netralisasi antara asam lemak dan *lye* (larutan alkali) 30% adalah 1:1. Pada proses ini dihasilkan 1 mol sabun sebagai *foaming agent* (R-COONa/K atau Na/K-Oleat). Produk *foaming agent* yang dihasilkan dari saponifikasi netralisasi dipengaruhi oleh konsentrasi larutan alkali, suhu reaksi, pengadukan, dan waktu reaksi.

Kualitas *foaming agent* yang dihasilkan dapat dilihat dari karakteristik sifat fisiko-kimia produk yang dihasilkan. *Foaming agent* yang baik karakteristiknya diperlukan untuk aplikasi pemadam kebakaran di lapangan yang ditentukan oleh kualitas busa yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum, karakteristik sifat fisiko-kimia *foaming agent* yang dihasilkan berbeda tergantung dari jenis *lye* / larutan alkali yang digunakan dan juga dipengaruhi oleh suhu kondisi proses yang digunakan.

Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH merupakan angka yang menyatakan identitas atau derajat keasaman suatu larutan. Menurut Rondinini *et al.* (2001) nilai pH berkaitan dengan konsentrasi ion hidrogen sebagai bagian komponen keasaman dan konsentrasi ion hidroksil sebagai bagian komponen kebasahan. Apabila konsentrasi ion hidrogen lebih besar dibanding ion hidroksil maka larutan bersifat asam dengan $\text{pH} < 7$. NaOH dan KOH sebagai reaktan pada proses *foaming agent* bersifat basa kuat, sehingga *foaming agent* yang dihasilkan bersifat basa. Berdasarkan percobaan yang dilakukan, diperoleh hasil derajat keasaman *foaming agent* yang berkisar antara 7,71 – 8,67. Hasil pengujian derajat keasaman (pH) dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3. Pengaruh jenis jenis alkali dan suhu terhadap pH *foaming agent*

Gambar 3 menunjukkan bahwa suhu dan jenis alkali yang digunakan berpengaruh pada nilai derajat keasaman (pH) produk *foaming agent*. Peningkatan suhu sebanding dengan kenaikan derajat keasaman (pH) hingga dicapai suhu optimal, dan selanjutnya derajat keasaman turun nilainya seiring meningkatnya suhu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu optimum proses saponifikasi netralisasi diperoleh pada suhu 70°C. Hasil percobaan ini sejalan dengan penjelasan Karamah *et al.* (2010), bahwa apabila suhu optimum telah tercapai, maka penambahan suhu akan menurunkan efektivitas pH. Pada percobaan ini nilai pH tertinggi diperoleh pada perlakuan *foaming agent* Na-Oleat suhu 70°C yaitu 8,67 sedangkan pH terendah diperoleh pada perlakuan *foaming agent* K-Oleat suhu 50°C yaitu 7,71. Secara umum menunjukkan bahwa nilai derajat keasaman (pH) *foaming agent* yang dihasilkan bersifat basa. Derajat keasaman (pH) *Foaming agent* RCONa/Na-Oleat lebih tinggi dibanding derajat keasaman RCCOK/K-Oleat, yang diduga disebabkan oleh perbedaan efektifitas jenis alkali dalam proses saponifikasi netralisasi asam lemak oleat.

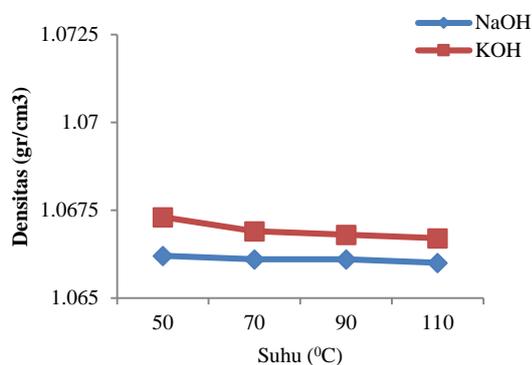
Apabila dibandingkan dengan hasil penelitian Pradesi *et al.* (2017) yang menggunakan asam laurat diperoleh nilai pH 9,63 – 9,99, maka nilai pH *foaming agent* yang dihasilkan pada penelitian ini lebih rendah diduga karena pengaruh jenis asam lemak dan jumlah alkali yang digunakan berbeda. Pada penelitian sintesis *foaming agent* ini jumlah alkali yang digunakan lebih sedikit disebabkan karena metode perhitungan kebutuhan *lye* berdasarkan pada nilai SAP (*saponification value*) asam oleat. Nilai *saponification value* asam oleat menunjukkan jumlah milligram NaOH/KOH yang diperlukan untuk menyabunkan satu gram asam oleat sehingga proses saponifikasi yang dilakukan lebih optimal. Karakteristik *foaming agent* yang dihasilkan sangat ditentukan oleh penggunaan jumlah alkali yang tepat. Penggunaan nilai SAP (*saponification value*) pada perhitungan kebutuhan *lye* (larutan alkali) untuk proses saponifikasi netralisasi dapat menghasilkan *foaming agent* dengan karakteristik dan kualitas kinerja lapangan yang lebih baik (Wahyuni, 2019). Menurut Sanford *et al.* (2009), nilai SAP suatu asam lemak dipengaruhi oleh panjang rantai karbonnya. Rantai karbon yang panjang akan memiliki nilai SAP yang kecil. Jika panjang rantai karbon asam lemak pendek maka dalam 1 g lemak atau minyak memiliki banyak kandungan asam lemak, sehingga kebutuhan NaOH/KOH untuk penyabunan tinggi. Demikian

pula dengan massa molar, apabila massa molar asam lemak besar, maka nilai *saponification value*-nya kecil karena dalam 1 g trigliserida, asam lemak penyusunnya sedikit sehingga NaOH/KOH yang diperlukan untuk penyabunan juga sedikit. Pada penelitian ini digunakan asam oleat yang memiliki rantai karbon panjang dan massa molarnya besar (282) sehingga nilai *saponification value*-nya kecil (196) dibanding asam laurat yang memiliki rantai karbon pendek dan massa molar kecil (200) sehingga *saponification value*-nya besar (281). Oleh karena itu, kebutuhan NaOH/KOH untuk penyabunan asam oleat lebih kecil dibanding penyabunan asam laurat dan diduga faktor ini yang berpengaruh pada derajat keasamaan produk yang dihasilkan.

Analisis ragam pada $\alpha = 0,05$ menunjukkan bahwa suhu dan jenis alkali berpengaruh signifikan, sedangkan interaksi kedua faktor tidak berpengaruh signifikan terhadap derajat keasamaan (pH) *foaming agent*. Pada hasil uji lanjut Tukey, suhu dan jenis alkali tiap tarafnya menunjukkan hasil saling berbeda nyata.

Densitas

Densitas merupakan salah satu sifat dasar fluida yang didefinisikan massa per satuan volume. Temperatur berpengaruh pada nilai densitas cairan karena cairan akan meregang mengikuti perubahan peningkatan suhu. Densitas umumnya dikaitkan dengan viskositas dimana cairan lebih kental maka viskositasnya lebih tinggi, hal ini tentunya berkorelasi dengan kandungan total padatan pada bahan. Pengujian densitas dilakukan untuk mengetahui kerapatan antar molekul dalam sintesis *foaming agent* yang dihasilkan. Adapun hasil pengujian densitas *foaming agent* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh jenis alkali dan suhu terhadap densitas *foaming agent*

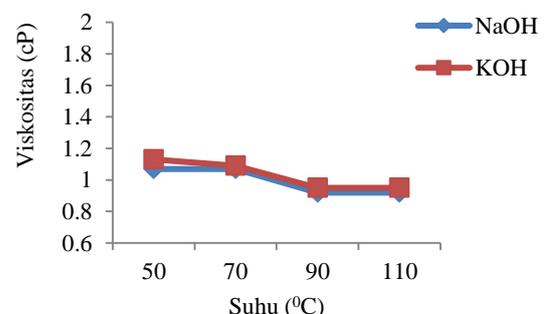
Secara umum pada Gambar 4 menunjukkan adanya penurunan nilai densitas. Semakin tinggi suhu yang digunakan semakin rendah nilai densitas *foaming agent* (RCOONa/K atau Na-Oleat/ K-Oleat) yang dihasilkan. Nilai densitas tertinggi diperoleh dari *foaming agent* K-Oleat suhu 50°C yaitu 1,0673 g/cm³, sedangkan densitas terendah diperoleh pada pengamatan *foaming agent* Na-Oleat suhu 110°C

yaitu 1,0660 g/cm³. Hal ini diduga dipengaruhi oleh konsentrasi *lye* karena perbedaan massa molar masing-masing alkali. Konsentrasi larutan NaOH yang digunakan lebih kecil dari pada konsentrasi larutan KOH, sehingga keberadaan alkali dengan jumlah yang lebih banyak juga akan mempengaruhi nilai densitas produk *foaming agent* (Wahyuni 2019). Rivai *et al.* (2017) menjelaskan bahwa jenis alkali yang ditemukan pada produk akhir, akan mempengaruhi berat jenis produk itu sendiri. Peningkatan jumlah alkali yang ditambahkan akan meningkatkan nilai densitas. Apabila dibandingkan dengan penelitian Rivai *et al.* (2017) yang menggunakan bahan baku asam oleat, asam laurat dan palmitat pada suhu 70°C menghasilkan nilai densitas yang lebih rendah dari hasil penelitian yaitu 0,9958 g/cm³.

Berdasarkan hasil analisis ragam juga menunjukkan bahwa perbedaan yang signifikan terhadap nilai densitas dipengaruhi oleh jenis alkali, sedangkan suhu dan interaksi antara kedua faktor tersebut tidak memberikan pengaruh secara signifikan pada $\alpha = 0,05$. Hasil uji lanjut Tukey menunjukkan bahwa penggunaan jenis alkali NaOH memberikan hasil nilai densitas yang berbeda nyata dengan penggunaan alkali KOH.

Viskositas

Viskositas merupakan ukuran kekentalan fluida yang menyatakan besar kecilnya gesekan antara molekul-molekul cairan satu dengan yang lain di dalam fluida. Makin besar viskositas suatu fluida, maka makin sulit suatu fluida mengalir dan makin sulit suatu benda bergerak di dalam fluida tersebut atau sebaliknya. Sifat alir bahan tergantung pada viskositas dan densitas cairan. Cairan yang mudah mengalir dikatakan memiliki viskositas rendah (encer) dan sebaliknya bahan-bahan yang sulit mengalir memiliki viskositas yang tinggi. Adapun hasil pengujian viskositas *foaming agent* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh jenis alkali dan suhu terhadap viskositas *foaming agent*

Berdasarkan grafik pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa jenis alkali dan suhu memberikan pengaruh terhadap nilai viskositas. Nilai viskositas tertinggi diperoleh dari perlakuan *foaming agent* K-Oleat pada suhu 50°C yaitu 1,13 cP, sedangkan

viskositas terendah diperoleh dari perlakuan *foaming agent* Na-Oleat pada suhu 110°C yaitu 0,92 cP. Viskositas produk akan turun dengan meningkatnya suhu proses. Pemanasan zat cair menyebabkan molekul-molekulnya memperoleh energi sehingga molekul cairan akan bergerak yang menyebabkan gaya interaksi antar molekul melemah.

Foaming agent Na-Oleat memiliki nilai viskositas yang lebih rendah dibanding *foaming agent* K-Oleat. Hal ini diduga karena pengaruh jenis dan jumlah alkali yang digunakan. Penggunaan alkali KOH lebih banyak dibandingkan NaOH karena pengaruh massa molar masing-masing alkali. Massa molar KOH lebih tinggi maka jumlah alkali yang digunakan juga lebih banyak sehingga meningkatkan peluang terjadinya tumbukan dan interaksi antara reaktan yang berpengaruh pada nilai viskositas menjadi besar demikian juga sebaliknya. Pengaruh jumlah alkali yang ditambahkan berbanding lurus dengan peningkatan nilai viskositas produk. Menurut Holmberg *et al.* (2002), kenaikan viskositas disebabkan karena meningkatnya kecepatan tumbukan antar partikel, pemanasan pada zat cair menyebabkan molekul-molekulnya memperoleh energi. Molekul-molekul cairan bergerak sehingga gaya interaksi antar molekul melemah, dengan demikian viskositas cairan akan turun dengan kenaikan temperatur.

Berdasarkan hasil analisis ragam didapatkan bahwa jenis alkali dan suhu berpengaruh secara signifikan terhadap nilai viskositas *foaming agent*, akan tetapi tidak terdapat interaksi antara kedua faktor tersebut pada $\alpha = 0,05$. Hasil uji lanjut Tukey menunjukkan bahwa nilai viskositas dari *foaming agent* Na-Oleat berbeda nyata dengan K-Oleat. Adapun suhu proses antara taraf 50°C, 70°C dan 90°C saling berbeda nyata, akan tetapi ketiga taraf tersebut tidak berbeda nyata dengan taraf 110°C.

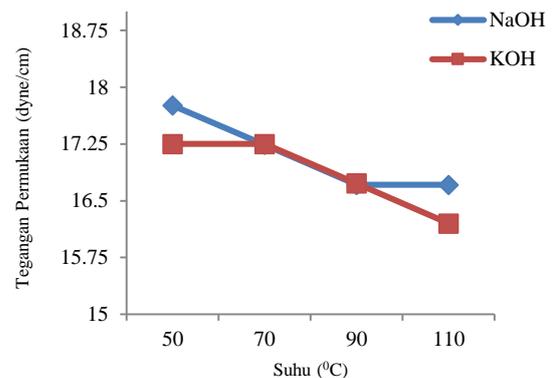
Tegangan Permukaan

Tegangan permukaan adalah kerja yang dilakukan untuk memperluas permukaan cairan dalam satuan luas. Tegangan permukaan terjadi karena permukaan zat cair cenderung untuk menegang, sehingga permukaannya tampak seperti selaput tipis. Hal ini dipengaruhi oleh adanya gaya kohesi antara molekul air. Berdasarkan grafik pada Gambar 6 menunjukkan bahwa hasil analisis tegangan permukaan *foaming agent* Na-Oleat berkisar antara 17,76 – 16,71 dyne/cm, sedangkan *foaming agent* K-Oleat berkisar antara 17,25 – 16,20 dyne/cm. Hasil pengujian tegangan permukaan *foaming agent* dapat dilihat pada Gambar 6.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai tegangan permukaan menurun dengan meningkatnya suhu, hal ini diduga karena terjadi peningkatan energi kinetik pada molekul *foaming agent* yang dihasilkan. Tegangan permukaan terbaik diperoleh dari nilai terendah. Nilai terendah diperoleh pada

foaming agent K-Oleat 110°C dengan nilai tegangan permukaan yaitu 16,20 dyne/cm. Nilai tegangan permukaan dapat menunjukkan kualitas kinerja *foaming agent* yang dihasilkan. Makin rendah nilai tegangan permukaan maka makin bagus kualitas kinerja *foaming agent*. Pada umumnya nilai tegangan permukaan zat cair berkurang dengan adanya kenaikan suhu karena meningkatnya energi kinetik molekul (Juliyanto *et al.*, 2011).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa suhu, jenis alkali dan interaksi kedua faktor tersebut tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai tegangan permukaan dari *foaming agent* ($\alpha = 0,05$).



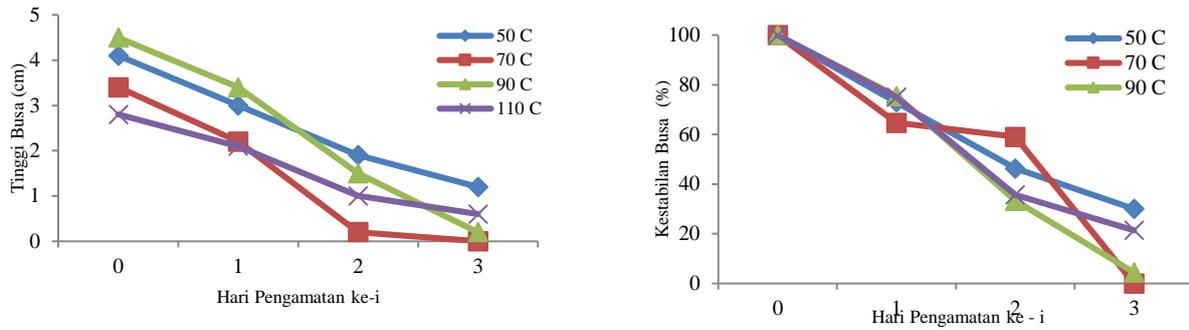
Gambar 6. Pengaruh jenis alkali dan suhu terhadap tegangan permukaan *foaming agent*

Uji Kualitas Kinerja *Foaming Agent*

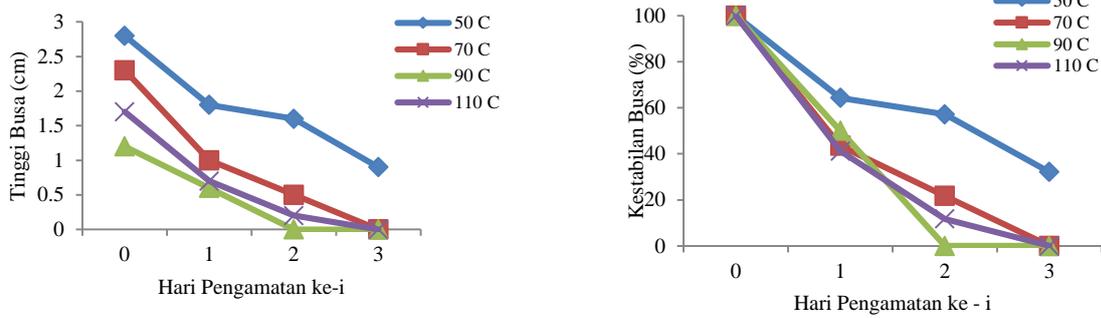
Stabilitas Busa

Stabilitas busa adalah kemampuan busa untuk mempertahankan parameter utamanya seperti ukuran gelembung, kandungan cairan, dan total volume busa dalam keadaan konstan selama waktu tertentu. Analisis stabilitas busa dilakukan dengan tujuan mengetahui kemampuan busa untuk bertahan atau tidak hilang selama jangka waktu 3 hari. Hasil pengujian stabilitas busa *foaming agent* diperoleh dari selisih tinggi busa setelah dihomogenkan pada menit ke-0 dengan tinggi busa pada hari ke-3. Tinggi busa pada menit ke-0 dijadikan *baseline* untuk menganalisis stabilitas busa (Goon *et al.*, 1999; Rivai *et al.*, 2017; Pradesi, 2018). Hasil pengujian stabilitas busa *foaming agent* disajikan pada Gambar 7.

Pada Gambar 7 diperoleh informasi bahwa secara umum seluruh perlakuan mengalami penurunan tinggi busa pada pengamatan hari ke-3. Nilai stabilitas busa tertinggi diperoleh dari *foaming agent* Na-Oleat dan *foaming agent* K-Oleat pada perlakuan suhu 50°C dengan penurunan tinggi busa masing-masing secara berurutan yaitu dari 2,8 cm menjadi 0,9 cm dengan nilai kestabilan busa dalam persen adalah sebesar 32,1% (Na-Oleat) dan dari 4,1 cm menjadi 1,2 cm dengan nilai kestabilan busa dalam persen adalah sebesar 30% (K-Oleat).



(a) Foaming Agent K-Oleat



(b) Foaming Agent Na-Oleat

Gambar 7. Pengaruh jenis alkali dan suhu terhadap stabilitas busa foaming agent : (a) K-Oleat (b) Na-Oleat

Sementara untuk stabilitas busa terendah berdasarkan data dengan nilai 0% yang berarti busa tidak memiliki kestabilan yang ditunjukkan dengan penurunan tinggi busa yang besar pada setiap waktu pengamatan hingga busa habis pada pengamatan hari ke-3 yang terlihat pada perlakuan foaming agent K-Oleat suhu 70°C, foaming agent Na-Oleat suhu 70°C, foaming agent Na-Oleat suhu 90°C dan foaming agent Na-Oleat suhu 110°C. Penurunan tinggi busa ini menunjukkan bahwa kualitas busa tidak stabil yang disebabkan oleh pecahnya busa-busa yang dihasilkan. Pecahnya busa disebabkan terjadinya penipisan pada lapisan film dan bergabungnya busa-busa menjadi busa yang lebih besar (Tadros, 2005).

Penipisan lapisan film tersebut karena busa memiliki kecenderungan untuk naik ke permukaan namun pada saat yang sama sekaligus ditarik ke bawah yang disebabkan gaya gravitasi aliran cairan. Karena ditarik dari dua arah maka film busa menjadi semakin tipis dan kemudian menjadi lebih mudah pecah. Ukuran busa yang bervariasi menyebabkan adanya gradien tekanan gas sehingga terjadi difusi gas, sehingga busa-busa kecil akan bergabung menjadi busa-busa yang lebih besar. Ukuran busa yang besar menunjukkan bahwa tegangan permukaan cairan dengan udara juga besar sehingga busa lebih mudah pecah (Schramm, 2005).

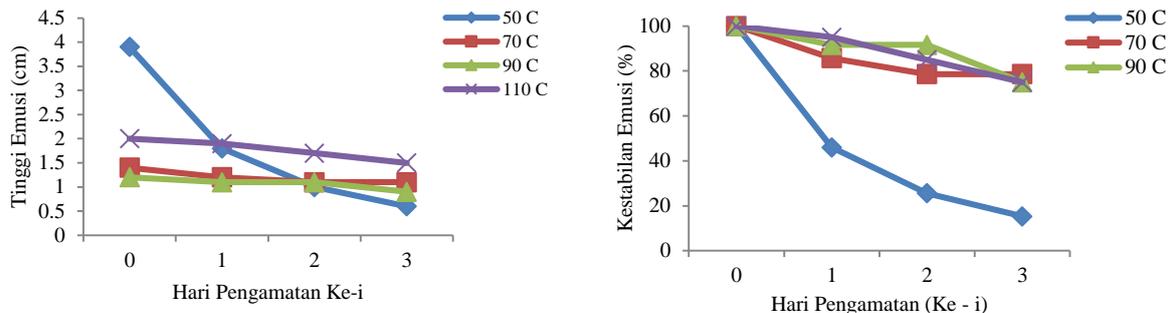
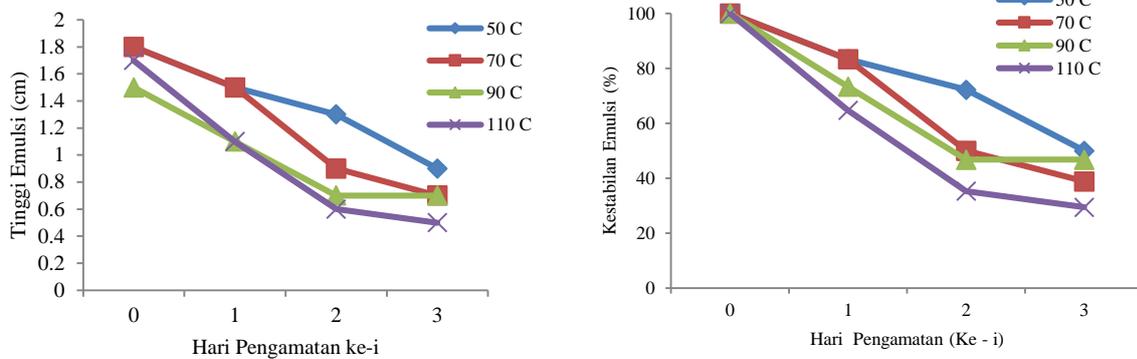
Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa suhu dan jenis alkali berpengaruh signifikan pada

kualitas kinerja foaming agent yang dihasilkan. Peningkatan suhu proses menyebabkan kestabilan busa menurun. Sementara berdasarkan jenis alkali, foaming agent K-Oleat lebih banyak menghasilkan busa dari pada foaming agent K-Na, hal ini diduga karena adanya pengaruh jumlah alkali yang digunakan untuk proses saponifikasi netralisasi.

Stabilitas Emulsi

Emulsi merupakan sistem dispersi yang terdiri atas dua cairan yang imisibel (tidak dapat bercampur), yaitu pada kondisi droplet suatu cairan (fase terdispersi) terdispersi pada cairan media yang lain (fase kontinyu). Untuk mendispersikan dua cairan yang imisibel diperlukan komponen ketiga, yaitu emulsifier. Nilai stabilitas emulsi didapatkan dari selisih tinggi emulsi pada menit ke-0 setelah dihomogenkandengan tinggi emulsi pada hari ke-3 yang dinyatakan dalam satuan cm lalu dipersentasekan. Hasil pengujian nilai stabilitas emulsi memberikan kisaran 0-100%. Adapun hasil pengujian stabilitas emulsi foaming agent dapat dilihat pada Gambar 8.

Kestabilan emulsi merupakan kekuatan sistem emulsi yang berfungsi untuk mempertahankan kestabilannya dalam berbagai kondisi. Emulsi yang baik tidak membentuk lapisan-lapisan, tidak terjadi perubahan warna dan memiliki konsistensi tetap (Suryani *et al.*, 2002).

(a) *Foaming Agent*K-Oleat(b) *Foaming Agent*Na-OleatGambar 8. Pengaruh jenis alkali dan suhu terhadap stabilitas emulsi *foaming agent* : (a) K-Oleat (b) Na-Oleat

Hasil analisis menunjukkan bahwa, nilai kestabilan emulsi *foaming agent* tertinggi diperoleh dari perlakuan *foaming agent* K-oleat pada suhu 70°C (78,6%). Sementara itu, kestabilan emulsi terendah diperoleh pada perlakuan *foaming agent* K-Oleat pada suhu 110°C (15,3%). Stabilitas emulsi berhubungan dengan tegangan permukaan dan tegangan antarmuka. Apabila nilai tegangan permukaan dan tegangan antarmuka kecil maka stabilitas emulsi akan meningkat (Hasenhuetti, 2000).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa kualitas *foaming agent* terbaik dihasilkan dari *foaming agent* K-oleat pada suhu 70°C dengan karakteristik sebagai berikut nilai pH 8,30, densitas 1,0669 gr/cm³, viskositas 1,09 cP, tegangan permukaan 17,25 dyne/cm. Berdasarkan hasil uji stabilitas busa dan stabilitas emulsi, *foaming agent* K-oleat pada suhu 50°C memiliki kinerja terbaik dimana busa mampu bertahan selama 3 hari pada suhu ruang.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan mixer dengan tipe pengadukan yang lebih lebar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada DRPM Ristek Dikti atas *financial support* dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amran YHM, Farzadnia N, Ali AAA. 2015. Properties and applications of foamed concrete; a review. *Constr Build Mater.* 101(1):990-1005.
- Cavitch SM. 1997. *The Soapmaker's Companion ; A Comprehensive Guide With Recipes, Techniques & Know-How.* United States: Versa Press.
- Clariant. 2009. *The Foam, defoaming mechanism and products.*[diunduh 2017 Januari 10].Tersedia pada: <http://fun.clariant.com>
- Exerowa D dan Kruglyakov PM. 1998. *Foam and Foam Films: Theory, Experiment, Application.* Netherlands (NL): Elsevier Science.
- Goon P, Bhirud RG, dan Kumar VV. 1999. Detergency and foam studies on linear alkylbenzene sulfonate and secondary alkyl sulfonate. *JSurfactant Deterg.* 2(4):489–493.doi:10.1007/s11743-999-0097-0.

- Hassenhuetti GH. 2000. Design and Application of Fat-Based Surfactants. Di dalam: O'Brien RD, Farr WE, Wan PJ, editor. *Introduction to Fat and Oil Technology*. 2nd Ed. Lllionus (US): AOAC Pr.
- Holmberg K, Jonsson B, Kronberg B, Lindman B. 2002. *Surfactants and Polymers in Aqueous Solution*. London (UK): John Wiley & Sons Ltd.
- Juliyanto E, Rofingah J, Sejati AF, Hakim FN. 2005. *Menentukan Tegangan Permukaan Zat Cair*. Wonosobo (ID): Universitas Sains Al-Quran.
- Karamah E dan Septiyanto A. 2010. Pengaruh Suhu dan Tingkat Keasaman (pH) Pada Tahap Perlakuan Koagulasi (Koagulan Aluminium Sulfat) dalam Proses Pengolahan Air Menggunakan Membran Mikrofiltrasi Polipropilen *Hollow Fibre*. Jakarta (ID): UI.
- Kawahara T, Hatae S, Kanyama T, Ishizaki Y, Uezu K. 2016. Development of ecofriendly soap-based firefighting foam for forest fire. *Environ Control Biol*. 54(1):75-78.
- Ketaren S. 2012. *Pengantar Teknologi Minyak Lemak Pangan*. Jakarta (ID): UI Pr.
- Kozeta V, Mevlude D, dan Marku J. 2011. Production of the anionic surfactant from soapstock of the sunflower oil. *Journal Natura Montenegrina*. 9(3):773-783.
- Król B, Prochaska K, dan Chrzanowski Ł. 2012. Biodegradability of firefighting foams. *Journal Fire Technology*. 48 (2): 173-181.
- Mizuki H, Kazuya U, Tomonori K, Takashi K, Masataka K, Shuichi H, Yoshihiko O, Shinji I, Shota M, Yoshio N. 2007. Novel environmental friendly soap-based fire-fighting agent. *Journal Environ Eng Manage*. 17(6):403-408.
- Mizuki H, Toyomura M. Uesu K, Yasui H. 2010. Microbial degradation of soap based fire fighting agent in activated sludge. *J Environ Eng Manage*. 20(2):109-113.
- [MSDS] Material Safety Data Sheet. 2018. Product Safety Summary. INVOICE NO: 2018JT5090. Bratachem Chemical.
- Oguike RS. 2013. Study of fire fighting foam agent from palm oil for extinguishing of petrol fires. *Science Postprint*. 1(1): e00007.
- Pradesi J, Hambali E, dan Warsiki E. 2017. Sintesis foaming agent asam laurat sawit dan karakteristik sifat fisikokimia. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 27(3):291-297.
- Pradesi J. 2018. Sintesis dan karakterisasi sifat fisiko kimia *foaming agent* dari asam lemak sawit. Bogor. (ID): IPB.
- Rafiq A, Sodik J, dan Sumarno. 2015. Penggunaan *Blowing Agent* Karbondioksida pada Pembuatan *Polyurethane Faom* Berbasis *Castor Oil*. Surabaya. (ID): ITS.
- Rais F, Baati R, Damak N, Kamaun A. 2008. The use of a eutetic mixture of olive pomace oil fatty amides to easilly prepared sulfated amides applied as lime soap dispersant. *Dispersant*. 85:869-877. doi:10.1007/s11746-008-1266-2.
- Rivai M, Hambali E, Suryani A, Fitria R, Firmansyah S, Pradesi J. 2017. Synthesis of palm oil fatty acid as foaming agent for firefighting agent application. *IOPConf Ser: Earth Environ Sci*. 65.doi:10.1088/17551315/65/1/012047.
- Rondinini S, Buck RP, dan Covington AK. 2001. The measurement of pH-definition, standards and procedures. *Journal Pure Applied Chemistry*. 74 (11):2169-2200.
- Sanford SD, White JM, Shah PS, Wee C, Valverde MA, Meier GR. 2009. *Feedstock and Biodiesel Characteristics Report*. Iowa (US): Renewable Energy Group Inc.
- Schramm LL. 2005. *Emulsion, Foam, and Suspensions*. New Jersey (US): Wiley-VCH Verlag GmbH&Co. KGaA, Weinheim. Page: 47-49.
- Shinde UP, Chougule SS, Dighavkar SG, Jagadale BS, Halwar DK. 2015. Surface tension as a function of temperature and concentration of liquids. *International Journal Chemical and Physical Sciences*. 4(3):1-7.
- Spitz L. 1996. *Soaps and Detergents: A Theoretical and Practical Review*. Lllinois (US): AOAC Pr.
- Sudarmadji S, Haryono B, dan Suhardi. 1989. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta (ID): UGM.
- Suryani A, Sailah I, dan Hambali E. 2002. *Teknologi Emulsi*. Bogor (ID): IPB Pr.
- Tadros TF. 2005. *Applied Surfactants-Principles and Applications*, 259-263. New Jersey (US): Wiley VCH Verlag GmbH&Co.Kga.