

KARAKTERISTIK SUKROSA ESTER DARI METIL MIRISTAT MENGUNAKAN KATALIS K_2CO_3 dan Na_2CO_3

CHARACTERISTICS of SUCROSE ESTER FROM METHYL MYRISTIC USING K_2CO_3 AND Na_2CO_3 as CATALYSTS

Rahmadanis^{1*}, Erliza Hambali²⁾, dan Obie Farobie³⁾

¹⁾Program Studi Teknik Industri Pertanian, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor
Jl. Raya Dramaga, Kampus IPB Dramaga Bogor 16680, Jawa Barat Indonesia
Email: rahmadanis180@gmail.com

²⁾Departemen Teknik Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

³⁾Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

Makalah: Diterima 13 Juni 2023; Diperbaiki 14 Agustus 2023; Disetujui 20 Agustus 2023

ABSTRACT

Sucrose ester is a renewable raw material that is environmentally friendly, non-toxic, biocompatible, and biodegradable with emulsification, stabilizing, and conditioning characteristics, so it is widely used in emulsion product applications. This study aims to characteristics the sucrose ester from methyl Myristic using K_2CO_3 and Na_2CO_3 as catalysts. The synthesis of sucrose ester uses methyl Myristic, which is a renewable raw material. Synthesis of methyl myristic was carried out by the esterification method, the synthesis of sucrose ester was carried out by the transesterification method with free solvent, the catalyst used was alkaline K_2CO_3 and Na_2CO_3 (6%), the reaction was carried out at 60°C for 30 minutes then 110°C for 90 minutes. The analyzes carried out were FTIR, HPLC, pH, foam stability, emulsion stability, surface tension, interfacial tension, contact angle, particle size, and polydispersity index. The results showed the characteristics of sucrose ester using K_2CO_3 were better than Na_2CO_3 . The resulting characteristics are the sucrose ester group present at a wave number of 1726 nm, sucrose ester content 96,87%; the pH 10.73, foam stability 88,06%, the emulsion stability 63,68%, the surface tension 29.64 cm/dyne, interfacial tension 2,96 cm/dyne, contact angle 36,85°, particle sizes in the range of 2,35-9,74 μm , and a polydispersity index value 0.412. The resulting sucrose myristate can be applied to the cleaning, personal care, and cosmetic industries

Keywords: catalysts, methyl myristic, sucrose ester

ABSTRAK

Sukrosa ester adalah salah satu surfaktan dengan bahan baku terbarukan yang ramah lingkungan, non-toksik, biocompatible, dan mudah terdegradasi dengan karakteristik emulsifikasi, stabilisasi, dan kondisioning, sehingga banyak digunakan dalam aplikasi produk emulsi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi sukrosa ester dari metil miristat dengan menggunakan katalis K_2CO_3 dan Na_2CO_3 . Sintesis sukrosa ester menggunakan bahan baku metil miristat yang merupakan bahan baku yang *renewable*, sintesis metil ester dilakukan dengan metode esterifikasi, sedangkan sintesis sukrosa ester dilakukan dengan metode transesterifikasi tanpa menggunakan pelarut, menggunakan katalis K_2CO_3 dan Na_2CO_3 (6%). Reaksi dilakukan pada suhu 60°C selama 30 menit, kemudian 110°C selama 90 menit. Analisis yang dilakukan meliputi FTIR, HPLC, pH, stabilitas busa, stabilitas emulsi, tegangan permukaan, tegangan antarmuka, sudut kontak, ukuran partikel, dan polidispersiti indeks. Hasil penelitian menunjukkan karakteristik sukrosa ester dengan menggunakan katalis K_2CO_3 lebih baik daripada menggunakan Na_2CO_3 . Karakteristik yang dihasilkan adalah: hasil FTIR menunjukkan gugus fungsi sukrosa ester muncul pada angka gelombang 1726 nm, kadar sukrosa ester adalah 96,87%, pH 10,73, stabilitas busa 88,06%, stabilitas emulsi 63,68%, tegangan permukaan 29,64 dyne/cm, tegangan antarmuka 2,96 dyne/cm, sudut kontak 36,85°, ukuran partikel dengan rentang 2,35-9,74 μm , dan polidispersiti indeks 0,412. Sukrosa miristat yang dihasilkan bisa diaplikasikan dalam industri detergen, personal care, dan kosmetik.

Kata kunci: katalis, metil miristat, sukrosa ester

PENDAHULUAN

Sukrosa ester termasuk golongan bahan aktif nonionik berbasis bio surfaktan an termasuk kategori *green chemical*, memiliki kelebihan biodegradabilitas yang cepat, bersifat biokompatibilitas, non-toksik, dan biosida potensi mikroorganisme tertentu (Baker *et al.*, 2000); (Shao *et al.*, 2018). Sukrosa ester secara

luas digunakan pada berbagai produk seperti kosmetika, farmasi/obat-obatan, pangan, minuman, *cleaning* dan *personal care*, dan sebagainya (Baker *et al.*, 2000); (Vassilev *et al.*, 2022). Sukrosa ester dapat disintesis dengan metode transesterifikasi, umumnya proses transesterifikasi banyak disukai dalam proses produksi sukrosa ester dengan tujuan untuk menghindari terbentuknya air dan diperlukan

pemisahan lebih lanjut, beroperasi dengan lebih sedikit korosif, dan membatasi saponifikasi asam lemak oleh katalis basa, (Marfa *et al.*, 2018).

Proses transesterifikasi dilakukan dengan mereaksikan antara sukrosa dan metil ester (FAME), dengan bantuan katalis basa. Metil ester bisa disintesis dari minyak kelapa sawit. Minyak kelapa sawit terdiri atas kandungan asam lemak jenuh dan tidak jenuh. Salah satu komponen yang dimiliki asam lemak jenuh adalah miristat sebesar %, berdasarkan karakteristiknya asam miristat cenderung menghasilkan sifat deterjensi yang baik dan jumlah busa yang sedikit.

Vassilev *et al.* (2021) melakukan perbandingan sintesis sukrosa ester dengan menggunakan dua metode berbeda yaitu metode transesterifikasi dan metode ultrasonik, dengan bahan baku asam laurat, asam palmitat, pada suhu 40 dan 65°C menggunakan katalis CH₃ONa, NaH₂PO₄, dan K₂CO₃. Hasil yang diperoleh yaitu penggunaan katalis K₂CO₃ dan CH₃ONa lebih sesuai karena peningkatan rendemen yang signifikan (Vassilev *et al.*, 2021).

Cruces *et al.* (2001), melakukan sintesis sukrosa asam miristat dengan menggunakan pelarut dimetilsulfoxide (DMSO) dan katalis disodium hydrogen, dengan suhu reaksi 40°C. Hasil yang diperoleh yaitu lebih dari 85%, dengan kandungan sukrosa ester sebesar 94% namun kelemahan dari penelitian tersebut adalah menggunakan pelarut DMSO yang bersifat toksik terhadap lingkungan.

Nurdin (2021) melakukan sintesis metil ester dengan menggunakan metil ester dan etil ester, katalis K₂CO₃ dan Na₂CO₃ dengan konsentrasi 2%, 4%, dan 6%, dan suhu reaksi 110 °C. Hasil yang diperoleh adalah sukrosa ester dengan perlakuan terbaik diperoleh dengan konsentrasi katalis 6% (Nurdin, 2021). Keterbaruan dari penelitian ini adalah memanfaatkan asam lemak miristat sawit (fraksi padat) sebagai produk yang bernilai tambah, sintesis sukrosa ester menggunakan bahan baku asam lemak miristat dari tanaman sawit di Indonesia, dan pengembangan surfaktan sukrosa ester yang ramah lingkungan karena bahan baku yang bersifat renewable. Kelebihan dari penelitian ini adalah menggunakan bahan baku asam miristat yang ramah lingkungan, sehingga sukrosa ester yang dihasilkan bersifat ramah lingkungan, sintesis sukrosa ester bersifat *solvent-free* (tanpa pelarut) sehingga hasil samping product sukrosa ester tidak mencemari lingkungan.

Tujuan penelitian ini adalah mengkarakteristik sukrosa ester dari asam miristat dengan menggunakan dua jenis katalis yaitu K₂CO₃ dan Na₂CO₃, dan manfaat dari penelitian ini untuk memberikan informasi ilmiah karakteristik sukrosa ester dari metil miristat, karena di Indonesia belum ada penelitian sukrosa ester dari asam miristat kelapa sawit.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan adalah labu leher 3 (Pyrex), serangkaian alat kondensor (Pyrex), pompa vakum, *high performance liquid chromatography* (HPLC Agilent Technology 1200 Series, RID Detector), *fourier transform infrared* (FTIR IRPrestige-21, Shimadzu), density meter (Anton Paar DMA 4500 M), viscometer (Brookfield), tensiometer spinning drop TX 500, *coordinate measuring machine contact angle meter*, mastersizer 3000. Bahan yang digunakan adalah asam miristat (Pt. Wilmar), methanol (teknis grade), H₂SO₄ (Merck, 99 %), sukrosa (teknis grade), dan aquades.

Prosedur Penelitian

Esterifikasi Metil Miristat

Asam lemak miristat ditimbang sebanyak 500 gram, kemudian dimasukkan ke dalam labu leher 3 kapasitas 2 L, lalu dipanaskan pada suhu 50°C hingga asam lemak mencair, selanjutnya ditambahkan metanol dengan perbandingan mol 1:5 dan katalis asam sulfat 98% sebanyak 3%. Selanjutnya diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 2 jam dan suhu 60°C. Hasil reaksi esterifikasi dipindahkan ke dalam corong pisah dan didiamkan hingga terbentuk dua lapisan, lapisan bawah dibuang dan diambil lapisan bagian atas yang merupakan metil ester. Lapisan metil ester dicuci dengan menggunakan aquades hangat (suhu 50°C) sebanyak tiga kali. Metil ester yang diperoleh dihangatkan di dalam oven pada suhu 105°C dengan tujuan menguapkan sisa air atau aquades yang ada di dalam metil ester. Selanjutnya metil ester dianalisis.

Sintesis Sukrosa Ester

Sukrosa dihaluskan menggunakan *waring blander*, kemudian diayak menggunakan ayakan 100 mesh untuk mendapatkan ukuran sukrosa halus. Sukrosa ditimbang sebanyak 100 gram, kemudian dimasukkan ke dalam labu leher 3 kapasitas 1 liter, lalu direaksikan dengan metil ester dengan perbandingan mol 1:3 dan ditambahkan katalis (K₂CO₃ dan Na₂CO₃) sebanyak 6%. Campuran bahan dipanaskan terlebih dahulu pada suhu 60°C selama 30 menit, kemudian suhu dinaikan secara perlahan hingga suhu 120 °C, dan suhu dipertahankan selama 90 menit. Setelah reaksi selesai, selanjutnya sampel sukrosa ester disaring menggunakan corong buchner. Selanjutnya sukrosa dianalisis

Analisis Produk dan Analisis Data

Analisis yang dilakukan untuk metil ester mengacu pada SNI Biodiesel 7182:2015 yaitu densitas, viskositas, kadar air, bilangan asam, bilangan iod, gliserol bebas, gliserol total, dan kadar metil ester. Analisis yang dilakukan untuk produk sukrosa ester adalah pH (pH meter), stabilitas emulsi, stabilitas busa, tegangan permukaan dan tegangan

antar muka (spinning drop tensiometer), sudut kontak (*Coordinate Measuring Machine Contact Angle Meter*), gugus fungsi bahan baku dan sukrosa ester (FTIR, IRPrestige-21, Shimadzu, Kandungan sukrosa ester (HPLC, *Agilent Technology 1200 Series*, RID Detector, ukuran partikel dan indeks polidispersi untuk melihat keseragaman ukuran partikel (Mastersizer 3000). Pengolahan data dilakukan secara deskriptif berupa grafik, tabel, dan gambar

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Metil Miristat

Sifat fisikokimia metil ester dibutuhkan untuk mengetahui karakteristik sifat-sifat fisiko kimia metil ester asam lemak kelapa sawit hasil esterifikasi untuk mengetahui kesempurnaan konversi asam lemak kelapa sawit menjadi metil ester, dan karakteristik metil ester yang diperoleh memberikan informasi nilai bahan baku yang digunakan sebelum dilakukan proses sintesis sukrosa ester. Sifat fisiko kimia metil ester asam lemak yang dianalisis mengacu pada standar Biodiesel SNI 7183:2015. Hasil analisis sifat fisikokimia karakteristik metil miristat disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Metil Miristat

Karakteristik	Satuan	Hasil
Massa Jenis	-	0,85
Viskositas (suhu 40 °C)	cSt	3,10
Kadar Air	%	0,14
Bilangan Asam	mgKOH/g	0,01
Bil. Penyabunan	mgKOH/g	147,74
Bil. Iod	g-I ₂ /100gr	1,90
gliserol total	%-massa	0,019
gliserol bebas	%-massa	0,013
Bil. Ester	%-massa	99,76

Berdasarkan Tabel 1, karakteristik metil miristat yang diperoleh hampir memenuhi Standar Biodiesel SNI 7183:2015, dan hanya kadar air yang tidak memenuhi persyaratan SNI Biodiesel yaitu maksimal 0,05%, sedangkan kadar air metil miristat yang diperoleh adalah sebesar 0,14%.

Karakteristik Sukrosa Ester

Proses transesterifikasi sintesis sukrosa ester adalah proses transesterifikasi antara metil ester (metil miristat) dan sukrosa menggunakan katalis

Tabel 2. Karakteristik Sukrosa Ester Miristat

Karakteristik	Satuan	SM K ₂ CO ₃	SM Na ₂ CO ₃
pH		10,73	10,48
Stabilitas Busa	(%)	88,06	74,50
Stabilitas Emulsi	(%)	63,68	49,94
Tegangan Permukaan	(dyne/cm)	29,64	29,67
Tegangan Antarmuka	(dyne/cm)	2,96	3,86
Sudut Kontak	derajat (°)	36,85	40,63

Keterangan:

SM K₂CO₃ = Sukrosa ester miristat dengan katalis K₂CO₃

SM Na₂CO₃ = Sukrosa ester miristat dengan katalis Na₂CO₃

basa (K₂CO₃ dan Na₂CO₃) menghasilkan sukrosa ester dan hasil samping methanol. Produksi methanol dilakukan secara berkelanjutan untuk menggeser reaksi kesetimbangan sehingga menghasilkan produk yang diinginkan yaitu sukrosa ester (Ma Fernanda Gutiérrez *et al.*, 2018). Sukrosa ester miristat dikarakterisasi dan dibandingkan dengan penelitian terdahulu, hal ini dikarenakan di Indonesia belum terdapat standar mutu sukrosa ester miristat. Karakteristik sukrosa ester disajikan pada Tabel 2.

pH

Pengukuran pH pada sukrosa ester bertujuan untuk mengetahui derajat keasaman sukrosa ester yang dihasilkan. pH sukrosa ester miristat yang diperoleh dengan menggunakan katalis K₂CO₃ dan Na₂CO₃ secara berturut-turut adalah 10,73 dan 10,48. Nilai pH yang dihasilkan masih dalam rentang nilai pH sukrosa ester komersial (Mitsubishi Kagaku Foods Co, 2003) yang berkisar antara 5-10, dan pH yang diperoleh sesuai dengan penelitian Okumura *et al.* (2011) yaitu nilai pH sukrosa monoester diantara 8-11.

Tingginya nilai pH pada sukrosa ester terjadi karena sukrosa ester yang dihasilkan belum dilakukan tahap purnaman sehingga masih ada residu katalis yang bersifat basa (pH 13) berpengaruh terhadap pH sukrosa ester. Perbedaan katalis pada sintesis sukrosa ester menyebabkan nilai pH juga berbeda, Malins (2018) menyatakan bahwa katalis K₂CO₃ merupakan katalis basa yang memiliki aktivitas katalitik yang tinggi dibandingkan katalis Na₂CO₃ dalam proses transesterifikasi. Hal tersebut berpengaruh terhadap pH produk sukrosa ester miristat dengan katalis K₂CO₃ lebih tinggi dibandingkan pH sukrosa miristat dengan katalis Na₂CO₃.

Stabilitas Busa

Pengukuran stabilitas busa bertujuan untuk mengetahui kemampuan suatu surfaktant menghasilkan busa, mempertahankan busa, dan akan berhubungan dengan pengurangan tegangan permukaan suatu larutan yang digunakan (Bai *et al.*, 2019). Kestabilan busa diperoleh dari adanya zat pembusa (surfaktan), zat pembusa ini teradsorpsi ke daerah antarfase dan mengikat gelembung-gelembung udara sehingga diperoleh suatu kestabilan pada busa.

Nilai stabilitas busa sukrosa miristat katalis K_2CO_3 dan Na_2CO_3 berturut-turut adalah 88,06% dan 74,50%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis katalis mempengaruhi nilai stabilitas busa. Hal ini disebabkan karena katalis K_2CO_3 Hal ini disebabkan karena katalis K_2CO_3 merupakan katalis yang lebih stabil dan bersifat non-saponifikasi, sehingga busa yang dihasilkan juga lebih stabil.

Rendahnya stabilitas busa pada sukrosa miristat dengan katalis Na_2CO_3 disebabkan oleh sifat sukrosa miristat dengan sifat yang lebih padat pada suhu ruang, sehingga pengujian stabilitas busa sukrosa miristat dengan katalis Na_2CO_3 dilakukan proses pendahuluan yaitu pemanasan, dengan tujuan supaya sukrosa miristat bisa larut dan membentuk busa. Busa yang terbentuk pada uji stabilitas busa ditandai dengan adanya volume udara yang terperangkap setelah proses larutan di kocok, sedangkan stabilitas busa ditandai oleh waktu *defoaming*, yang didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan setengah dari permukaan larutan yang bebas dari gelembung (Babu *et al.*, 2015)

Stabilitas Emulsi

Pengukuran stabilitas emulsi bertujuan untuk mengetahui kemampuan sukrosa ester dalam menstabilkan emulsi yang terbentuk antara minyak dan air dengan perbandingan (6:4). Nilai stabilitas emulsi sukrosa miristat katalis K_2CO_3 dan Na_2CO_3 berturut-turut adalah 63,68% dan 49,94%. Nilai stabilitas emulsi sesuai dengan hasil penelitian Nurdin (2021), nilai stabilitas emulsi sukrosa ester dari metil ester ialah sekitar 50% hingga 70%.

Nilai stabilitas emulsi sukrosa miristat dengan menggunakan katalis K_2CO_3 lebih tinggi yaitu 63,68% dibandingkan dengan katalis Na_2CO_3 hanya 49,94%. Jenis katalis berpengaruh terhadap stabilitas emulsi sukrosa ester miristat karena sifat katalis K_2CO_3 memiliki sifat ion yang berbeda dengan katalis Na_2CO_3 . Katalis K_2CO_3 memiliki kemampuan meningkatkan interaksi antara ion sehingga bisa merubah sifat kestabilan pada saat terbentuknya emulsi (Castellano, 2020) jika dibandingkan dengan katalis Na_2CO_3 yang memiliki tingkat sensitifitas yang rendah (Sergeev *et al.*, 2019).

Sukrosa ester memiliki kemampuan untuk menstabilkan emulsi karena memiliki gugus hidrofilik dan gugus hidrofobik. Gugus hidroksil merupakan gugus yang bersifat hidrofilik yang diperoleh dari sukrosa, sedangkan gugus lipofilik berasal dari gugus karboksil ester asam lemak yang digunakan. Semakin tinggi nilai stabilitas emulsi surfaktan maka semakin bagus kemampuan suatu surfaktan sebagai agen pengemulsi suatu bahan (Hambali *et al.*, 2019).

Tegangan Permukaan

Tegangan permukaan adalah tegangan dari dalam yang terjadi pada permukaan zat cair akibat

adanya gaya tarik molekul ke bawah permukaan. Tegangan permukaan zat cair dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain jenis zat cair, temperature, tekanan, dan densitas. Analisis tegangan permukaan bertujuan untuk mengetahui kinerja sifat aktif permukaan suatu senyawa aktif sukrosa ester untuk menurunkan tegangan permukaan (Rusdiana *et al.*, 2020).

Nilai tegangan permukaan sukrosa miristat katalis K_2CO_3 dan Na_2CO_3 berturut-turut adalah 29,64 dyne/cm dan 29,67 dyne/cm. Nilai tegangan permukaan sesuai dengan pernyataan Zheng *et al.* (2015), nilai tegangan permukaan sukrosa ester dari bahan baku asam lemak berada pada rentang 28 dyne/cm hingga 36 dyne/cm. Katalis yang berbeda memberikan pengaruh terhadap nilai tegangan permukaan sukrosa ester miristat. Sukrosa dengan katalis K_2CO_3 memiliki nilai tegangan permukaan yang lebih rendah dibandingkan dengan katalis Na_2CO_3 . Desmaele *et al.* (2019) menyatakan bahwa ukuran kation berpengaruh terhadap tegangan permukaan, semakin besar ukuran kation semakin kecil nilai tegangan permukaan suatu larutan.

Semakin kecil nilai tegangan permukaan maka semakin bagus kinerja suatu surfaktan. Penambahan surfaktan sukrosa ester pada air dapat menurunkan tegangan permukaan air. Air memiliki tegangan permukaan yang tinggi karena memiliki jumlah ikatan hydrogen yang relatif banyak. Nilai tegangan permukaan air yaitu sebesar 74 dyne/cm, dengan adanya penambahan surfaktant sukrosa ester maka tegangan permukaan air turun lebih dari 50%.

Tegangan Antar Muka

Tegangan antar muka merupakan jumlah energi yang dibutuhkan agar sistem tetap dalam dua fase yang tidak bercampur dan memperluas daerah antar muka, sehingga terbentuk batas antar muka diantara dua fase tersebut (Ravera *et al.*, 2021). Pengukuran tegangan antarmuka merupakan salah satu parameter yang menentukan kinerja dari suatu surfaktan, dengan harapan surfaktan bisa menurunkan tegangan antar muka antara minyak dan air dengan mencapai nilai rendah.

Nilai tegangan antar muka sukrosa miristat dengan katalis K_2CO_3 dan Na_2CO_3 berturut-turut adalah 2,96 dyne/cm dan 3,86 dyne/cm. Nilai tegangan antar muka penelitian tersebut lebih kecil dibandingkan dengan penelitian Nurdin (2020) yang berkisar antar 20-30 dyne/cm, hal ini dikarenakan adanya perbedaan bahan baku yaitu asam lemak yang digunakan. Tegangan antar muka sukrosa ester dengan katalis K_2CO_3 lebih bagus dibandingkan dengan menggunakan katalis Na_2CO_3 . Semakin kecil nilai tegangan antarmuka suatu surfaktan maka kinerjanya semakin bagus jika dijadikan suatu agen pembersih. Semakin Rendahnya nilai tegangan antarmuka akan memperbesar nilai kapilaritas, serta mengubah kondisi suatu larutan menjadi suka air (Rusdiana *et al.*, 2020).

Pada penelitian ini menggunakan air dan xylene dijadikan sebagai acuan pengukuran tegangan antarmuka. Nilai tegangan antarmuka air dan xylene adalah 42 dyne/cm. Berdasarkan hasil pengukuran nilai tegangan antarmuka sukrosa ester menunjukkan kinerja yang baik karena penurunan nilai tegangan antar muka hingga 4,72 dyne/cm. Adsorpsi surfaktan akan menyebabkan penurunan energi bebas pada daerah antarmuka. Semakin banyak surfaktan yang teradsorpsi, maka nilai penurunan tegangan antarmuka akan semakin besar (Ravera *et al.*, 2021).

Sudut Kontak

Sudut kontak merupakan hasil dari keseimbangan antara tiga tegangan permukaan, yaitu tegangan permukaan cair, tegangan permukaan padat, dan tegangan antar muka cair- padat. Analisis sudut kontak bertujuan untuk mengukur sifat pembasahan suatu larutan surfaktan (Law dan Zhao, 2015).

Nilai sudut kontak sukrosa palmitat katalis K_2CO_3 dan Na_2CO_3 berturut-turut adalah $36,85^\circ$ dan $40,63^\circ$. Nilai sudut kontak sukrosa ester dengan katalis K_2CO_3 lebih bagus dibandingkan dengan menggunakan katalis Na_2CO_3 . Sudut kontak yang kecil menunjukkan kinerja surfaktan sebagai bahan pembasah serta penyebaran cairan yang baik pada permukaan benda padat. Sudut kontak mendekati 0° menunjukkan bahwa surfaktant dapat menyebar sangat baik, sedangkan sudut yang mendekati 90° menunjukkan bahwa tetesan larutan surfaktant hanya dapat menempel tapi tidak dapat menyebar merata (Rusdiana *et al.*, 2020)

Ukuran Partikel dan Polidisperi Indeks

Ukuran partikel merupakan salah satu parameter penting dalam pembuatan produk yaitu berpengaruh langsung terhadap sifat produk, seperti: stabilitas dalam suspensi, tekstur, viskositas, dan kerapatan. Penentuan ukuran partikel berdasarkan pada ukuran diameter partikel yang berdasarkan pada volume atau massanya (Malvern, 2015). Polidispersi

indeks adalah ukuran heterogenitas sampel berdasarkan ukuran. Polidispersi dapat terjadi karena distribusi ukuran dalam sampel atau aglomerasi sampel atau agregasi sampel (Mudalige *et al.*, 2018). Hasil analisis ukuran droplet dan polidispersi indeks disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 1.

Tabel 3. Nilai ukuran partikel dan podispersi indeks sukrosa ester palmitat

Ukuran Partikel	SM K_2CO_3	SM Na_2CO_3
D(3:2) (μm)	4,47	4,06
D(4,3) (μm)	5,8	5,05
D10 (μm)	2,45	2,35
D50 (μm)	5,43	4,72
D90 (μm)	9,74	8,28
PDI	0,412	0,385

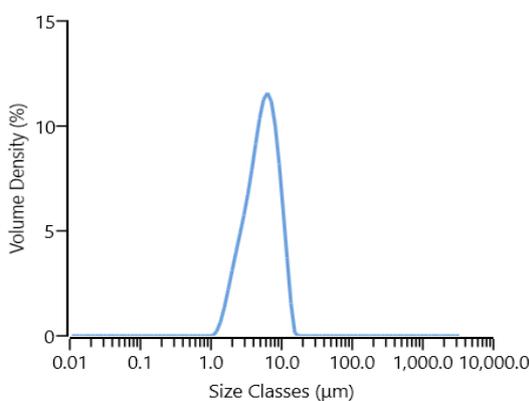
Keterangan:

SM K_2CO_3 = Sukrosa ester miristat dengan katalis K_2CO_3

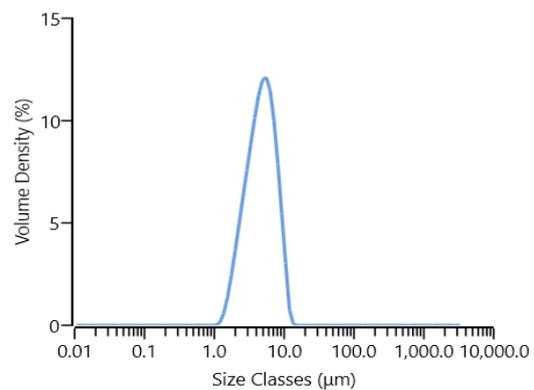
SM Na_2CO_3 = Sukrosa ester miristat dengan katalis Na_2CO_3

Nilai ukuran partikel sukrosa miristat katalis K_2CO_3 dan Na_2CO_3 ketika dijadikan emulsi adalah 2,35-9,74 μm . Malvern (2015) menjelaskan ukuran partikel secara umum diukur dengan beberapa cara yaitu:

1. D (3,2) yaitu berdasarkan momen luas permukaan rata-rata. Nilai D(3,2) sensitif terhadap ukuran partikel yang kecil dalam distribusi ukuran
2. D (4,3) yaitu berdasarkan momen volume, yang mencerminkan ukuran partikel yang merupakan bagian terbesar dalam volume sampel. Nilai D (4,3) sensitive terhadap ukuran partikel yang besar
3. D10, D50, dan D90 merupakan persentil distribusi ukuran partikel berdasarkan volume. D10 merupakan diameter partikel maksimal di bawah 10% volume sampel yang ada, D50 merupakan diameter partikel maksimal dibawah 50% volume sampel yang ada, dan D90 merupakan diameter partikel maksimal dibawah 90% volume sampel yang ada



(a)



(b)

Gambar 1. Grafik ukuran partikel sukrosa ester a) dengan menggunakan katalis K_2CO_3 , b) dengan menggunakan katalis Na_2CO_3

Nilai polidispersi indeks sukrosa miristat katalis K_2CO_3 dan Na_2CO_3 secara berturut-turut adalah 0,412 dan 0,385. Semakin kecil nilai polidispersi indeks maka tingkat heterogenitas sampel semakin kecil. Nilai polidispersi indeks memiliki hubungan dengan stabilitas emulsi larutan surfaktan. Semakin seragam distribusi partikel maka semakin baik stabilitas emulsi yang dihasilkan (Iyer *et al.* 2015). Mudalige *et al.* (2018) menjelaskan bahwa organisasi standar internasional menetapkan nilai polidispersi indeks menjadi dua kategori yaitu: jika nilai $<0,05$ menunjukkan bahwa lebih banyak sampel dalam bentuk monodisperse, dan jika nilai $>0,7$ menunjukkan bahwa ukuran semakin luas.

FTIR Bahan Baku dan Sukrosa Ester

Analisis FTIR dilakukan untuk mengetahui pembentukan gugus fungsi baru yang terjadi dalam proses sintesis sukrosa ester, dengan mengetahui perbedaan serapan pada gugus fungsi hidroksil dan karbonil sebelum dan sesudah proses transesterifikasi (Destiana *et al.*, 2009). Hasil analisis FTIR bahan baku asam lemak miristat, sukrosa, dan sukrosa ester miristat disajikan pada Tabel 4, dan Gambar 2.

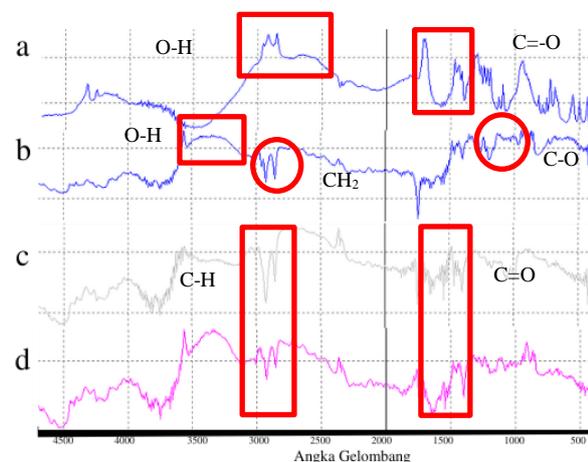
Tabel 4. Hasil Analisa FTIR sukrosa miristat

Gugus	Angka Gelombang	
	SM K_2CO_3	SM Na_2CO_3
C=O	1726,29	1726,29
CH ₂	2879,72	2879,72
C-H	3039,81	3039,81

Keterangan:

SM K_2CO_3 = Sukrosa ester miristat dengan katalis K_2CO_3

SM Na_2CO_3 = Sukrosa ester miristat dengan katalis Na_2CO_3



Gambar 2. Grafik FTIR bahan baku dan sukrosa ester a) asam miristat, b) Sukrosa, c) sukrosa miristat dengan katalis K_2CO_3 , d) katalis Na_2CO_3

Karakteristik utama asam lemak (asam karboksilat) di dalam suatu spektrum dengan mengetahui keberadaan serapan gugus hidroksil (O-H) pada rentang angka gelombang 3400 hingga 2400

cm^{-1} dan serapan gugus karboksil (C=O) yang berada pada kisaran angka gelombang 1730 hingga 1700 cm^{-1} (Nelson, 2017). Gugus karbonil asam miristat muncul pada angka gelombang 1712 cm^{-1} , dan gugus hidroksil muncul pada angka gelombang 2870 cm^{-1} .

Karakteristik sukrosa dengan mengetahui keberadaan serapan gugus hidroksil (O-H) pada angka gelombang 3566 hingga 3244 cm^{-1} . Keberadaan gugus C-H diprediksi muncul pada angka gelombang 1490-1145 cm^{-1} , gugus CH₂ yang merupakan 6 gugus cincin pada sukrosa muncul pada spektrum masing-masing pada angka gelombang dengan rentang 2943 sampai dengan 1913 cm^{-1} . Gugus C-O pada sukrosa yang terikat pada gugus OH diprediksi muncul pada spektrum angka gelombang 1138 sampai dengan 1087 cm^{-1} (Brizuela *et al.*, 2012). Hasil FTIR sukrosa, gugus O-H muncul pada angka gelombang 3562 cm^{-1} hingga 3248 cm^{-1} . Gugus C-H muncul pada angka gelombang 1344 cm^{-1} hingga 1234 cm^{-1} . Gugus C-O muncul pada angka gelombang 1126 cm^{-1} hingga 1103 cm^{-1} .

Deshpande *et al.* (2015) menyatakan pengurangan intensitas gugus hidroksil dan pembentuk gugus karbonil (C=O) ester yang kuat dan regangan gugus C-H pada CH₂ dapat terlihat pada spektrum FTIR pada rentang angka gelombang 1700 cm^{-1} hingga 1750 cm^{-1} merupakan sukrosa ester. Hasil FTIR sukrosa miristat, gugus C=O terlihat jelas pada angka gelombang 1726 cm^{-1} , dan gugus C-H pada angka gelombang 2879 cm^{-1} , serta gugus CH₂ pada rentang 3039 cm^{-1}

Kadar Sukrosa Ester

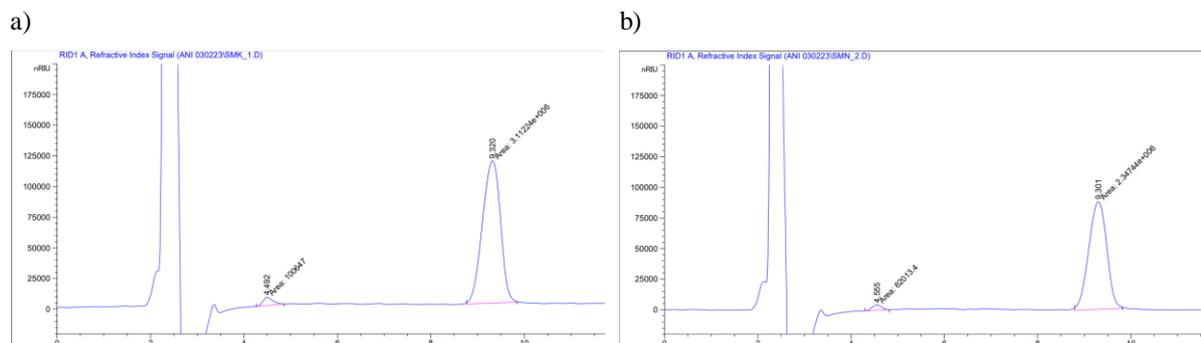
Kandungan sukrosa ester dianalisis dengan menggunakan HPLC. HPLC merupakan suatu metode analisis untuk mengidentifikasi suatu senyawa secara kuantitas dengan menggunakan tekanan yang tinggi, serta kemampuan pengukuran yang sensitif terhadap suatu komponen senyawa yang sangat kompleks (Moldoveanu dan David, 2022). Hasil Analisis HPLC disajikan pada Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan puncak fase gerak muncul pertama dan dilanjutkan dengan sukrosa miristat dengan katalis K_2CO_3 dan Na_2CO_3 . Peak pertama merupakan kadar monoester pada sukrosa ester palmitat katalis K_2CO_3 dan Na_2CO_3 dengan kadar yang diperoleh secara berturut-turut sebesar 3,13% dan 2,58%. Peak kedua merupakan kandungan diester sukrosa miristat dengan katalis K_2CO_3 dan Na_2CO_3 dengan kadar secara berturut-turut 96,87% dan 97,42%.

KESIMPULAN dan SARAN

Kesimpulan

Sukrosa ester miristat diperoleh dengan reaksi transesterifikasi antara sukrosa dan metil ester miristat (sintesis dengan metode esterifikasi) dengan bantuan katalis K_2CO_3 dan Na_2CO_3 (konsentrasi 6%) dan suhu reaksi 60°C selama 30 menit, kemudian dilanjutkan pada suhu 110 °C selama 90 menit.



Gambar 3. Hasil HPLC kandungan sukrosa ester a) dengan katalis K_2CO_3 , b) dengan katalis Na_2CO_3

Hasil penelitian menunjukkan karakteristik sukrosa ester dengan menggunakan katalis K_2CO_3 lebih baik daripada menggunakan Na_2CO_3 . Karakteristik yang dihasilkan adalah: hasil FTIR menunjukkan gugus fungsi sukrosa ester muncul pada angka gelombang 1726 nm, kadar sukrosa ester adalah 96,87%, pH 10,73, stabilitas busa 88,06%, stabilitas emulsi 63,68%, tegangan permukaan 29,64 dyne/cm, tegangan antarmuka 2,96 dyne/cm, sudut kontak $36,85^\circ$, ukuran partikel dengan rentang 2,35-9,74 μm , dan polidispersiti indeks 0,412.

Saran

Berdasarkan penelitian tersebut disarankan untuk penelitian selanjutnya melakukan pemurnian sukrosa ester yang diperoleh, dengan harapan bisa memperbaiki beberapa karakteristik sukrosa ester seperti menurunkan nilai pH hingga mendekati pH netral.

DAFTAR PUSTAKA

Babu K, Maurya NK, Mandal A, Saxena VK 2015. Synthesis and characterization of sodium methyl ester sulfonate for chemically-enhanced oil recovery. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 32(03) : 795-803, doi: [10.1590/0104-6632.20150323s00003642](https://doi.org/10.1590/0104-6632.20150323s00003642)

Bai T, Liu Y, Liu J, Yu C, Jiang W, Fan Y. 2019. A comparison of different surfactants on foam stability in foam sclerotherapy in vitro. *Journal of Vascular Surgery*. 69(2) : 581-591.e1, doi:10.1016/j.jvs.2018.02.033.

Baker IJA, Furlong DN, Grieser F, Drummond CJ. 2000. Sugar fatty acid ester surfactants: Base-catalyzed hydrolysis. *Journal of Surfactants and Detergents*. 3(1) : 29-32, doi:10.1007/s11743-000-0109-0.

Brizuela AB, Bichara LC, Romano E, Yurquina A, Locatelli S, Brandán SA. 2012. A complete characterization of the vibrational spectra of sucrose. *Carbohydrate Research*. 361(-): 212–218, doi:10.1016/j.carres.2012.07.009.

Castellano A. 2020. ScholarWorks @ UTEP The Effect Of K_2CO_3 Concentration In Kerosene Emulsions On Spray Droplet Sizes For A Magnetohydrodynamic Power Generator.

[Thesis] El Paso. University of Texas

Cruces MA, Plou FJ, Ferrer M, Bernabé M, Ballesteros A. 2001. Improved synthesis of sucrose fatty esters. *JAOCS*. 78(5) : 541-546

Deshpande PS, Patil VJ, Mahulikar PP, Patil UD, Kulkarni RD. 2015. Interfacial analysis and reaction engineering of sucrose ester mediated solution spray synthesis of lead chromate nanorods. *Journal Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*. 95(-) : 390–402. doi:10.1016/j.cep.2015.07.026.

Desmaele E, Sator N, Vuilleumier R, Guillot B. 2019. Atomistic simulations of molten carbonates: Thermodynamic and transport properties of the Li_2CO_3 - Na_2CO_3 - K_2CO_3 system. *Journal Chemical Physics*. 150(9). doi:10.1063/1.5082731.

Destiana AN, Ismiyanto I, dan Ngadiwiyana N. 2009. Sintesis emulsifier ester sukrosa asam lemak (FACE) dari minyak jagung menggunakan Na_2CO_3 . *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*. 12(3) : 88–92, doi:10.14710/jksa.12.3.88-92.

Gutiérrez Ma Fernanda, Orjuela Á, Rivera JL, Suaza A. 2018. Production of sucroesters using solvent-free reactive systems containing emulsifiers. *Journal Ingenieria e Investigacion*. 38(1) : 16–23, doi:10.15446/ing.investig.v38n1.61432.

Gutiérrez María F., Rivera JL, Suaza A, Orjuela A. 2018. Kinetics of the transesterification of methyl palmitate and sucrose using surfactants. *Chemical Engineering Journal*. 347(-) : 877–888, doi:10.1016/j.cej.2018.04.085.

Hadler K dan Cilliers JJ. 2019. The Effect of particles on surface tension and flotation froth stability. *Journal Mining, Metallurgy and Exploration*. 36(1):63–69. doi:10.1007/s42461-018-0020-z.

Hambali E, Suryani A, Rivai M, Permadani P. 2019. *Teknologi Sudrfaktan dan Aplikasinya*. Ed ke-1. Volume ke-1. Kota Bogor: IPB Press.

Iyer V, Cayatte C, Guzman B, Schneider-Ohrum K, Matuszak R, Snell A, Rajani GM, McCarthy MP, Muralidhara B. 2015. Impact of formulation and particle size on stability and immunogenicity of oil-in-water emulsion

- adjuvants. *Journal Human Vaccines and Immunother.* 11(7):1853–1864. doi:10.1080/21645515.2015.1046660.
- Law KY dan Zhao H. 2015. *Surface Wetting: Characterization, Contact Angle, and Fundamental.* Springer International Publishing, Switzerland.
- Malins K. 2018. The potential of K₃PO₄, K₂CO₃, Na₃PO₄ and Na₂CO₃ as reusable alkaline catalysts for practical application in biodiesel production. *Journal Fuel Process and Technology.* 179 July:302–312. doi:10.1016/j.fuproc.2018.07.017.
- Malvern. 2015. *A Basic Guide to Particle Characterization.* Malvern Instruments Worldwides
- Moldoveanu S dan David V. 2022. *Essentials in Modern HPLC Separations.* 2nd Ed. Elsevier Inc.
- Mudalige T, Qu H, Van Haute D, Ansar SM, Paredes A, Ingle T. 2018. Di dalam Nanomaterial fo Food Applications. *Characterization of Nanomaterials: Tools and Challenges.* Elsevier Inc: 313-353.
- Nelson DL. 2017. *Introduction to Spectroscopy.* 5th Ed. USA: Cengage Learning
- Nurdin YA. 2021. Pengaruh jenis ester asam lemak dan konsentrasi katalis pada proses sintesis surfaktan sukrosa ester. [Skripsi] Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Okumura H, Kitazawa N, Wada S, Hotta H. 2011. Stability of sucrose fatty acid esters under acidic and basic conditions. *Journal Oleochemical Science.* 60(6):313–320. doi:10.5650/jos.60.313.
- Ravera F, Dziza K, Santini E, Cristofolini L, Liggieri L. 2021. Emulsification and emulsion stability: The role of the interfacial properties. *Advances in Colloid and Interface Sci.* 288(-) : 1-22, doi:10.1016/j.cis.2020.102344.
- Rusdiana IA, Hambali E, Rahayuningsih M. 2020. Utilization of diethanolamide surfactant from methyl esters of palm oil in herbicide formulation with active isopropylamine glyphosate. *Planta Tropika: Journal of Agro Science.* 8(1) : 44-53. doi:10.18196/pt.2020.113.44-53.
- Sergeev D, Yazhenskikh E, Kobertz D, Müller M. 2019. Vaporization behavior of Na₂CO₃ and K₂CO₃. *Journal Calphad: Computer Coupling Phase Diagrams Thermochemistry.* 65 February:42–49. doi:10.1016/j.calphad.2019.02.004.
- Shao SY, Shi YG, Wu Y, Bian LQ, Zhu YJ, Huang XY, Pan Y, Zeng LY, Zhang RR. 2018. Lipase-catalyzed synthesis of sucrose monolaurate and its antibacterial property and mode of action against four pathogenic bacteria. *Journal Molecules.* 23(5): 1-18, doi:10.3390/molecules23051118.
- Vassilev D, Petkova N, Atanasova M, Koleva M, Denev P. 2022. Sonochemical synthesis of laurate sucrose ester as biobased plasticizer and bio-additive for pvc. *Journal Biointerface Research in Applied Chemistry.* 12(6) : 7394–7403, doi:10.33263/BRIAC126.73947403.
- Vassilev D, Petkova N, Koleva M, Denev P. 2021. Optimization of ultrasound synthesis of sucrose esters by selection of a suitable catalyst and reaction conditions. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy.* 56(2) : 268–274, doi.org/10.7569/JRM.2015.634125
- Zheng Y, Zheng M, Ma Z, Xin B, Guo R, Xu X. 2015. *Sugar Fatty Acid Esters.* AOCS Press