

FORMULASI DISPERSAN MINYAK BUMI DARI SURFAKTAN DIETANOLAMIDA (DEA) DAN METIL ESTER SULFONAT (MES)

FORMULATION OF OIL SPILL DISPERSANT (OSD) FROM DIETHANOLAMIDE (DEA) AND METHYL ESTER SULFONATE (MES) SURFACTANTS

Wica Elvina^{1)*}, Erliza Hambali^{1,2)}, dan Mohamad Yani¹⁾

¹⁾Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680
Email: wicaelvina@yahoo.com

²⁾Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi, LPPM IPB
Jalan Raya Pajajaran, Kampus IPB Baranangsiang, Bogor 16153

Makalah: Diterima 9 April 2015; Diperbaiki 1 Agustus 2015; Disetujui 1 September 2015

ABSTRACT

Utilisations of surfactant from palm oil, such as diethanolamide (DEA) and methyl ester sulfonate (MES) develop for variety products. One of the potential utilisations from both surfactants is a product of petroleum dispersant (oil spill dispersant/OSD). This research conducted to find a formulation for produce the OSD product. OSD formulation of this research had been found. Nonionic surfactant was DEA solution, and anionic surfactant was MES solution, both of surfactant mixed on various concentrations and certain ratio, with heated at 50 °C for 60 minutes. The OSD product was analysed for emulsion stability, density, surface tension, pH, and viscosity. The best product was applied to simulation testing on oil pollution of seawater. The best result of OSD formulation was at ratio 1 : 3 and the formulated of DEA 3% and MES 5%. The OSD product was indicated good stability (>80%) with physical and chemical properties of density of 0.90 g/cm³, surface tension of 25.59 mN/m, pH of 9.1, and the viscosity of 131 cP. The testing result of applied OSD simulation for oil pollutin handling in seawater (10 mL/L) showed the dispersed ability for oil spill was good (>80%). The mixture of oil spill and OSD soluble on seawater showed significant increase of COD and BOD value.

Keywords: diethanolamide (DEA), methyl ester sulfonate (MES), Oil Spill Dispersant (OSD), surfactant

ABSTRAK

Pemanfaatan produk surfaktan dari minyak sawit, berupa dietanolamida (DEA) dan metil ester sulfonat (MES) terus dikembangkan untuk berbagai produk, antara lain dispersan minyak bumi (OSD, *oil spill dispersant*). Formulasi OSD dari DEA dan MES telah berhasil ditemukan. Larutan surfaktan nonionik DEA dan larutan surfaktan anionik MES pada berbagai konsentrasi dicampur dengan rasio tertentu, pada suhu 50°C selama 60 menit. Selanjutnya produk OSD dianalisis stabilitas emulsi, densitas, tegangan permukaan, pH dan viskositas. Produk terbaik dilakukan pengujian simulasi pada pencemaran minyak pada air laut. Hasil formulasi OSD terbaik diperoleh pada konsentrasi DEA 3% dan MES 5% dengan rasio 1:3. Produk OSD tersebut menunjukkan stabilitas yang sangat baik (>80%) dengan sifat fisik-kimia baik meliputi densitas sebesar 0,90g/cm³, tegangan permukaan 25,59 mN/m, pH 9,1, dan viskositas sebesar 131 cP. Hasil pengujian simulasi penggunaan produk OSD terbaik pada penanganan pencemaran minyak dalam air laut (10 mL/L) menunjukkan kemampuan untuk mendispersikan minyak yang baik (> 80%). Campuran minyak dan OSD yang terdispersi dalam air laut menunjukkan peningkatan nilai COD dan BOD yang signifikan.

Kata kunci : *diethanolamide (DEA), methyl ester sulfonate (MES), Oil Spill Dispersant (OSD)*, surfaktan

PENDAHULUAN

OSD (*oil spil dispersant*) merupakan campuran dari surfaktan (zat aktif permukaan) dan pelarut yang didesain untuk menguraikan limbah minyak menjadi butiran kecil sehingga dapat didispersi secara alami di perairan. Menurut Fiocco *et al.* (1999), OSD modern merupakan campuran dari surfaktan nonionik dan surfaktan anionik. Surfaktan merupakan senyawa yang memiliki kemampuan untuk menurunkan tegangan permukaan dan tegangan antar muka. Surfaktan pada produk OSD berfungsi untuk melakukan gaya adhesi dengan adanya gugus R pada surfaktan, sedangkan

fungsi pelarut untuk melarutkan surfaktan sehingga mengurangi viskositas agar lebih mudah diaplikasikan pada perairan. Menurut Volkering *et al.* (1995), surfaktan dapat meningkatkan bioavailabilitas minyak terhadap bakteri dengan cara mendispersi minyak dalam media air. Secara mekanis surfaktan menurunkan tegangan permukaan minyak sehingga meningkatkan kontak area antar minyak dan bakteri, selain itu surfaktan juga meningkatkan kelarutan minyak dengan pembentukan misela pada media air tersebut.

Komposisi OSD dari beberapa penelitian sebelumnya berupa surfaktan seperti sorbitan *monolaurat*, *sodium lauryl sulfate*, *ethoxylated*

*Penulis untuk korespondensi

sorbitan trioleate, dan *isopopylamibe dodecyl benzene sulfonate* (Fiocco *et al.*, 1999), tween 80, span 80 dan bis (2-ethylexyl) sulfosuccinate (Place *et al.*, 2010), polysorbate 85 dan sorbet-40 tetraoleat (Song *et al.*, 2013). Sedangkan kriteria OSD diantaranya toksisitas yang rendah untuk mamalia, toksisitas yang rendah untuk lingkungan perairan, mudah terbiodegradasi, dan bersifat bioakumulasi (FEA, 1999).

Produk OSD pada penelitian ini menggunakan surfaktan DEA (nonionik) dan MES (anionik). Pemilihan terhadap kedua surfaktan ini karena kedua surfaktan tersebut memiliki sifat pendispersi yang baik. DEA disintesa dari metil ester olein dan dietanolamina dengan proses amidasi, sedangkan MES disintesa dari metil ester melalui proses sulfonasi. Pada penelitian sebelumnya, surfaktan DEA biasa digunakan pada pembuatan produk *personal care*, kosmetik dan bahan makanan. Surfaktan MES juga biasa digunakan sebagai *enhanced oil recovery* (EOR), deterjen dan sabun.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk OSD yang terdiri dari DEA dan MES serta pengujian kinerja produknya pada simulasi pencemaran minyak di perairan laut.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah seperangkat reaktor berupa wadah erlemeyer 1 L dengan *hot plate*, pengaturan suhu, pengaduk (*magnetic stirrer*) untuk mencampur surfaktan. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah DEA dan MES serta metil ester, dan air.

Metode

Pembuatan DEA dan MES

Formulasi OSD dimulai dengan persiapan bahan baku berupa surfaktan anionik dan nonionik serta media pelarut berupa metil ester dan air. Surfaktan nonionik yang digunakan adalah DEA yang disintesis dari metil ester olein dengan reaktan dietanolamina dan katalis NaOH pada suhu 140°C. Sedangkan surfaktan anionik yang digunakan adalah MES yang disintesis dari metil ester yang direaksikan dengan reaktan gas SO₃ pada suhu 90 - 100°C menggunakan reaktor sulfonasi. Selain kedua surfaktan tersebut bahan lain yang digunakan pada penelitian ini adalah metil ester yang diperoleh melalui proses transesterifikasi dan esterifikasi minyak nabati yang dicampur dengan metanol.

Proses Formulasi OSD

Proses formulasi OSD dilakukan melalui tiga tahapan. Tahap pertama adalah melarutkan DEA dengan air pada konsentrasi 1, 2, 3, 4, dan 5% dan melarutkan surfaktan MES dengan metil ester

pada konsentrasi 1, 2, 3, 4, 5, 10 dan 15%. Selanjutnya larutan DEA dan MES dicampur dengan rasio 1 : 3, 1 : 1, dan 3 : 1. Proses formulasi dilakukan pada suhu 50°C, kecepatan pengadukan 500 rpm, selama 60 menit.

Uji stabilitas emulsi dilakukan untuk semua sampel OSD yang dihasilkan. Produk OSD yang dianggap stabil adalah produk dengan kestabilan emulsi >80%. Produk OSD yang menunjukkan stabilitas yang baik dilanjutkan dengan analisis fisiko-kimia meliputi densitas, tegangan permukaan, pH dan viskositas.

Analisa uji tegangan permukaan dilakukan dengan menggunakan *Spinning Drop Tensiometer* merek TV 500c, pengukuran densitas atau bobot jenis dilakukan dengan *density* meter *Anton Paar* DMA 4500m, pH dengan menggunakan pH meter *Schott*, analisa viskositas menggunakan viscometer *Brookfield DV-III Ultra* dan pengukuran *droplet size* dengan menggunakan mikroskop perbesaran 100x.

Uji Kinerja OSD pada Limbah Tumpahan Minyak

Pengujian kinerja dilakukan menggunakan simulasi limbah tumpahan minyak pada air laut. Untuk membuat simulasi tumpahan minyak di air laut digunakan wadah plastik berbentuk tabung dengan dimensi diameter 20 dan tinggi 30 cm, lalu ke dalam wadah ini dimasukkan 1 L air laut dan 10 mL minyak mentah (yang berasal dari lapangan minyak). Pada simulasi limbah minyak tersebut ditambahkan OSD sebanyak 1, 2, 4, 6, 8 dan 10 mL, setelah itu wadah diaduk dengan kecepatan 10 rpm. Jumlah minyak yang tertinggal di permukaan air laut dipisahkan menggunakan corong pemisah untuk diambil fraksi air. Selanjutnya analisis efisiensi pendispersian minyak mentah oleh OSD dihitung berdasarkan volume minyak yang terdispersi dibagi dengan volume minyak mentah awal yang ditambahkan (10 mL). Aplikasi OSD terbaik pada penelitian ini ditentukan berdasarkan efisiensi pendispersian minyak.

Selanjutnya dilakukan analisis terhadap minyak yang terdispersi dalam simulasi air laut yang dipisahkan. Analisis yang dilakukan meliputi pengukuran COD (Clesceri *et al.*, 2005), BOD (Saeni, 1989), pH dan viskositas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Formulasi OSD

Hasil analisis stabilitas emulsi produk OSD diketahui bahwa larutan DEA 1, 2, 3, 4, 5 % yang dicampurkan dengan larutan MES 1, 2, 3, dan 4% emulsinya tidak stabil (< 80%) baik pada rasio 1 : 3, 1 : 1, dan 3 : 1. Pada hasil produk yang emulsinya tidak stabil terlihat membentuk 2 hingga 3 lapisan. Sedangkan hasil formulasi yang emulsinya stabil membentuk produk yang homogen atau tidak membentuk lapisan. Analisis stabilitas emulsi juga dapat dibuktikan dengan pengukuran *droplet size*.

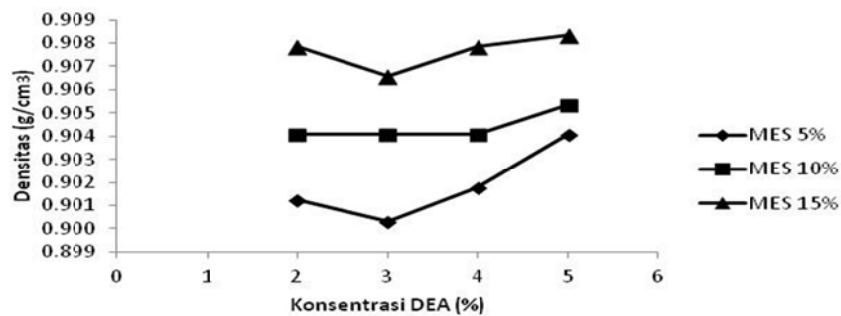
Droplet size hasil produk OSD yang emulsinya stabil berkisar antara 4 – 14 μm dengan ukuran yang cukup seragam pada setiap formulasinya, sedangkan untuk produk yang emulsinya tidak stabil ukuran *droplet* nya tidak seragam yaitu berkisar antara 5 – 50 μm . Menurut Raymundo *et al.* (2005), ukuran *droplet* pada suatu sistem emulsi sangat berpengaruh pada faktor stabilitas emulsi, dimana semakin kecil diameter *droplet* maka emulsi yang terbentuk juga akan lebih stabil. Selain ukuran *droplet* yang kecil, stabilitas emulsi juga ditunjukkan dari keseragaman ukuran *droplet* pada sistem emulsi tersebut. Untuk hasil pengukuran produk yang tidak stabil diperoleh ukuran *droplet* yang tidak seragam, sehingga terjadi fenomena flokulasi yang menyebabkan produk tidak stabil. Menurut Fingas *et al.* (2008), ukuran *droplet* emulsi produk OSD disarankan berukuran kecil dan seragam, namun terdapat beberapa hasil penelitian yang memiliki ukuran *droplet* cukup besar, namun untuk mencapai emulsi yang stabil harus didukung oleh viskositas yang tinggi.

Dari hasil pengukuran stabilitas emulsi, produk yang stabil diperoleh dari campuran produk OSD yang terdiri dari larutan DEA 2, 3, 4, 5% yang dicampurkan larutan MES 5, 10, 15% dengan rasio 1 : 3, sedangkan pada rasio 1:1 dan 3 : 1 menunjukkan formulasi yang tidak stabil. Dari hasil rasio yang diperoleh diketahui bahwa produk yang emulsinya

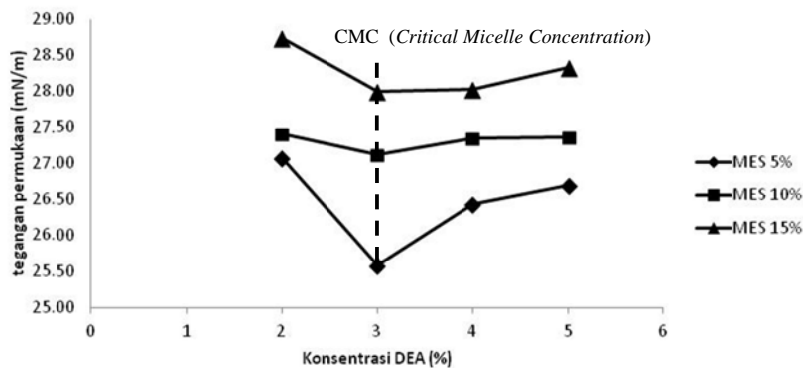
stabil merupakan produk emulsi *water in oil* (W/O), sehingga rasio MES lebih besar dari DEA. Menurut Schramm (2005) pada produk emulsi W/O salah satu cara yang dapat menstabilkan emulsi adalah meningkatkan viskositas produk sehingga dapat menghambat terjadinya pemisahan kedua produk OSD (*breaking*). Pada penelitian ini diketahui penggunaan MES lebih besar dari DEA untuk dapat meningkatkan viskositas agar diperoleh emulsi yang stabil.

Dari hasil pengujian stabilitas emulsi dapat diketahui bahwa sampel yang dapat diuji lanjut adalah sebanyak 12 sampel yang terdiri dari produk OSD dengan komposisi DEA 2, 3, 4, 5% dan MES 5, 10, 15% pada rasio 1 : 3. Produk OSD yang stabil dilakukan uji densitas, tegangan permukaan, viskositas, dan pH untuk mengetahui hasil terbaik produk OSD.

Parameter densitas merupakan salah satu parameter yang menentukan nilai tegangan permukaan cairan, dimana semakin besar densitas maka akan semakin besar pula nilai tegangan permukaan. Hasil pengukuran densitas produk OSD (Gambar 1) menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi DEA dan MES maka semakin besar pula densitas produk OSD tersebut. Penambahan senyawa DEA dan MES akan menambah berat produk OSD sehingga densitasnya meningkat.



Gambar 1. Pengaruh rasio DEA dan MES terhadap densitas produk OSD



Gambar 2. Pengaruh rasio DEA dan MES terhadap tegangan permukaan produk OSD

Pengaruh peningkatan konsentrasi DEA dan MES terhadap tegangan permukaan produk OSD (Gambar 2) menunjukkan bahwa semakin kecil konsentrasi MES maka tegangan permukaan akan semakin kecil dan sebaliknya. Hal ini menunjukkan bahwa surfaktan MES (anionik) lebih berperan dalam penurunan tegangan permukaan OSD. Nilai tegangan permukaan terkecil diperoleh pada kandungan MES 5%. Pada Gambar 1 hasil formulasi menunjukkan bahwa semakin kecil densitas maka tegangan permukaan semakin kecil pula (Gambar 2) dan sebaliknya. Hal ini disebabkan oleh densitas yang kecil memiliki kerapatan muatan partikel yang kecil, sehingga gaya yang diperlukan untuk memecahkan permukaan cairan tersebut akan kecil pula (Young, 2004).

Penambahan konsentrasi DEA dalam produk akan menurunkan tegangan permukaan pada konsentrasi 3%, setelah itu semakin besar konsentrasi DEA menyebabkan tegangan permukaan meningkat dan mencapai titik stabil. Hal ini sesuai dengan pemaparan Charlena *et al.* (2009), bahwa nilai tegangan permukaan untuk formulasi surfaktan akan terus menurun sebelum produk mencapai titik *critical micelle concentration* (CMC), dimana setelah nilai CMC mencapai titik minimum (titik jenuh), maka selanjutnya hanya sedikit terjadi perubahan pada nilai tegangan permukaan. Menurut Asadov *et al.* (2012) untuk mengetahui CMC dapat diukur melalui pengukuran tegangan permukaan, dimana tegangan permukaan terendah diketahui sebagai CMC dari surfaktan tersebut.

Parameter viskositas dan pH merupakan indikator keberhasilan OSD lainnya. Untuk analisis viskositas memiliki kaitan dengan stabilitas emulsi. Menurut Schramm (2005), besarnya viskositas dapat meningkatkan stabilitas emulsi karena dapat menghambat proses *coalescence* atau bersatunya misela yang terkandung pada produk emulsi. Menurut Elfiani (2013), nilai viskositas yang tinggi dapat membentuk misela-misela yang lebih sempurna pada formulasi surfaktan. Hasil viskositas sampel pada penelitian ini yaitu 87 – 153 cP. Besarnya viskositas produk OSD ini telah memenuhi standar OSD komersial sebesar 70 – 250 cP. Sedangkan untuk parameter pH pada penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai konsentrasi DEA dan MES, maka semakin tinggi pula nilai pH. Nilai pH seluruh produk OSD hasil penelitian ini berkisar antara 8 – 9,5. Nilai pH produk OSD ini masih pada pH normal surfaktan.

Dari beberapa parameter pengujian yang dilakukan terhadap sampel OSD dapat diketahui bahwa produk OSD terbaik adalah produk dengan komposisi DEA 3% dan MES 5% dengan rasio 1 : 3. Pemilihan hasil terbaik sampel OSD ini berdasarkan hasil analisis tegangan permukaan dan densitas terkecil, stabilitas emulsi >80%, viskositas berkisar 70-250 cP, dan memiliki pH normal.

Uji Kinerja OSD pada Limbah Tumpahan Minyak

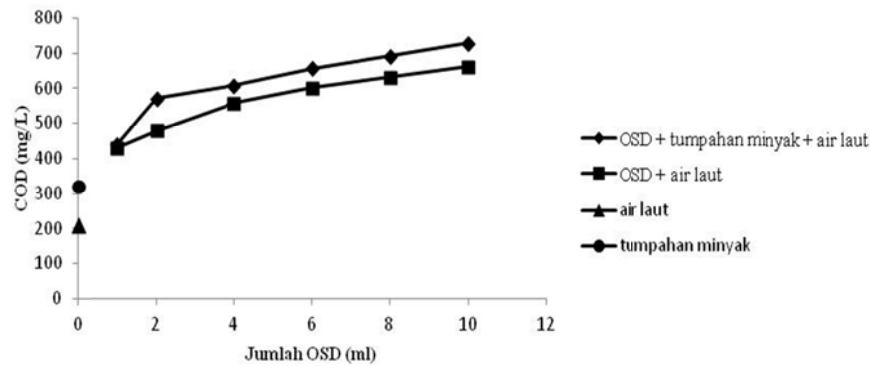
Penggunaan OSD komersial dalam menangani limbah tumpahan minyak yaitu menggunakan rasio 1 : 1, untuk menangani 1 L limbah tumpahan minyak digunakan 1 L OSD. Rasio OSD terhadap limbah tumpahan minyak tersebut dianggap kurang efisien. Oleh sebab itu, perlu dikembangkan produk OSD yang dalam aplikasinya rasio antara OSD lebih rendah dibandingkan limbah tumpahan minyak. Sehubungan dengan hal tersebut, maka dalam penelitian ini OSD yang dihasilkan dicobakan pada rasio 1:10, 2:10, 4:10, 6:10, 8:10, dan 10:10. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase pendispersian OSD terhadap tumpahan minyak sebesar 87,92 – 92,44%. Hasil menunjukkan bahwa OSD yang dihasilkan bekerja dengan baik. Minyak yang telah terdispersi oleh OSD diharapkan dapat didegradasi lebih mudah oleh mikroba. Minyak yang terdispersi dalam sampel simulasi air laut selanjutnya dianalisis *chemical oxygen demand* (COD) dan *biological oxygen demand* (BOD).

Analisis penanganan limbah tumpahan minyak oleh OSD diawali dengan pengukuran blanko air laut dan air laut dengan minyak. Analisis ini dilakukan untuk mengukur nilai awal dari masing-masing blanko sehingga dapat diketahui pengaruh perlakuan terhadap parameter uji kinerja. Nilai COD dari campuran air dan limbah tumpahan minyak sebesar 321 mg/L. Diduga dengan penambahan OSD dapat meningkatkan COD perairan karena adanya dispersi minyak dan OSD dalam air laut (Gambar 3).

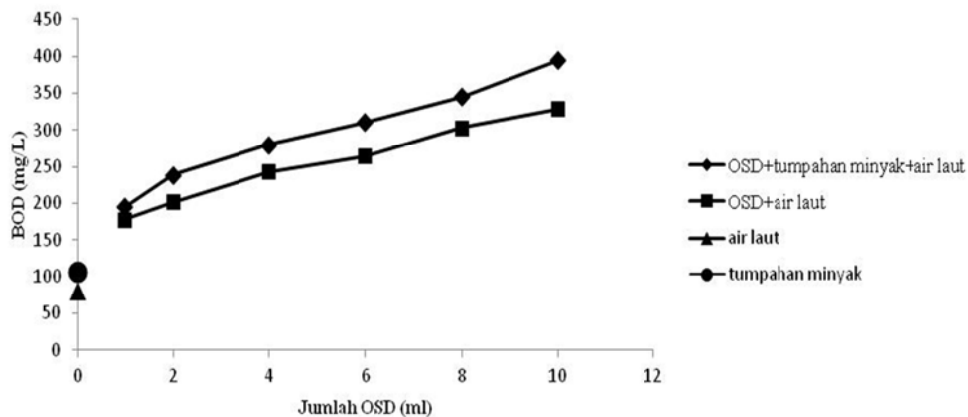
Kadar COD yang terukur pada fraksi air dari perlakuan aplikasi ini (campuran OSD, tumpahan minyak dan air laut) berkisar antara 439 - 727 mg/L. Fenomena ini dapat disebabkan oleh semakin banyak OSD yang diaplikasikan, maka OSD yang terdispersi pada fasa air semakin banyak, sehingga hal tersebut menyebabkan semakin besarnya kadar COD seiring dengan semakin banyak OSD yang diterapkan. Semakin banyak OSD yang ditambahkan maka semakin banyak surfaktan yang dapat bereaksi pada limbah berminyak. Menurut pengamatan Charlena (2009), sifat hidrofilik dari surfaktan yang mengikat air, maka surfaktan akan terdispersi pada air. Sehingga semakin banyaknya surfaktan (bahan aktif) akan lebih mempermudah proses pendispersian. Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa perubahan kadar COD terjadi setelah penambahan sebanyak 2 mL OSD pada simulasi limbah tumpahan minyak. Adanya peningkatan kadar COD pada perlakuan penambahan OSD dibandingkan dengan blanko tanpa penambahan OSD, dan blanko air laut yang ditambahkan dengan OSD. Peningkatan nilai COD diakibatkan kinerja OSD sudah mulai terlihat dalam mendispersikan limbah tumpahan minyak yang sebelumnya menutupi permukaan air laut.

Dari Gambar 3, terlihat terjadi titik belok kadar COD mulai pada penambahan 2 mL. Setelah itu, penambahan OSD 4, 6, 8, dan 10 mL menunjukkan peningkatan kadar COD sebanding dengan peningkatan jumlah aplikasi OSD. Untuk mengetahui kemampuan biodegradasi senyawa organik (minyak, MES dan DEA) yang terdispersi dalam air laut, maka dilakukan pengukuran BOD. Parameter BOD merupakan indikator banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme perairan dalam proses oksidasi untuk menguraikan bahan organik dari limbah yang mencemari (Sugiharto, 1987). Bahan organik pada limbah berminyak dapat mengurai secara alami pada konsentrasi rendah. Sementara itu, bahan yang tidak dapat terurai secara alami akan terurai melalui proses oksidasi (Filosofia, 2013). Nilai ambang batas BOD pada perairan laut di lingkungan industri minyak dan gas diatur oleh Permen LH No. 19 tahun 2010,

dimana BMAL kegiatan MIGAS yaitu sebesar 80 mg/L. Pada penelitian ini, hasil analisis parameter BOD air laut adalah 80 mg/L, sedangkan setelah air laut tercemar minyak (10 mL/L) adalah 106 mg/L. Perlakuan penambahan OSD terhadap air laut tercemar minyak (10 mL/L) meningkatkan kadar BOD menjadi sekitar 195 – 395 mg/L (Gambar 4). Data ini menunjukkan bahwa OSD dapat mendispersikan minyak dalam air laut dan terukur sebagai BOD dan COD. Hasil analisis BOD maksimum 395 mg/L (Gambar 4) sedangkan nilai COD maksimum 727 mg/L (Gambar 3), sehingga kemampuan biodegradasi sekitar 54%. Dengan demikian, dugaan aplikasi produk OSD pada pencemaran di laut dapat membantu pendispersian limbah tumpahan minyak ke air laut, sehingga dapat dibiodegradasi lebih baik oleh mikroba yang ada di perairan tercemar.



Gambar 3. Pengaruh jumlah penambahan OSD pada tumpahan minyak terhadap COD



Gambar 4. Pengaruh jumlah penambahan OSD pada tumpahan minyak terhadap BOD

Menurut Feachem *et al.* (1977), penguraian limbah secara oksidasi biologis membutuhkan mikroba sebagai pendegradasi pertama, dan kebanyakan mikroba menggunakan bahan organik sebagai sumber energi. Dengan adanya kandungan bahan organik dari limbah yang terdispersi oleh OSD, maka akan membantu mikroba untuk mendegradasi limbah tersebut. Sedangkan Marraskuranto *et al.* (2012) melaporkan bahwa dengan penambahan OSD dapat meningkatkan aktivitas mikroba dalam mendegradasi minyak. Penambahan OSD tersebut dapat menyebabkan kekeruhan pada perairan karena adanya peningkatan karbon terlarut dalam air yang merupakan hasil dari aktivitas bakteri dalam menguraikan limbah tumpahan minyak.

Analisis pH produk berkisar antara 6,44 – 7,72. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dengan pH ini produk OSD aman bagi biota perairan. Menurut Novotny *et al.* (1993) biota perairan (*aquatic species*) dapat bertahan pada rentang pH 6,0 – 8,5. Penurunan pH pada penelitian ini dapat disebabkan oleh terbentuknya asam-asam organik yang terkandung di perairan sebagai hasil dari proses oksidasi yang diperankan oleh keberadaan mikroba.

Hasil analisis viskositas produk OSD menghasilkan nilai sekitar 1,075 – 1,080 cP, hasil ini hampir sama dengan viskositas air laut normal (1,00 cP). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah disperse minyak dalam air laut relatif kecil atau tidak menunjukkan peningkatan viskositas yang nyata. Walaupun secara visual terlihat terjadinya peningkatan kekeruhan, sebagaimana dijelaskan oleh Marraskuranto *et al.* (2012).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Formulasi OSD dari dua jenis surfaktan nonionik (DEA) dan surfaktan anionik (MES) telah berhasil ditemukan. Hasil penelitian menunjukkan dari beberapa konsentrasi DEA dan MES diperoleh produk campuran larutan DEA 1- 5% dan larutan MES 1 – 4% dengan setiap rasio volume tidak menghasilkan emulsi yang stabil (< 80%). Sedangkan formulasi yang stabil (> 80%) didapatkan pada campuran larutan DEA 2-5% dan larutan MES 5-15% dengan rasio 1:3. Hasil formulasi tersebut menunjukkan kebutuhan larutan MES lebih besar daripada larutan DEA untuk memperoleh formulasi yang stabil.

Formulasi *Oil Spill Dispersant* (OSD) terbaik diperoleh dengan pencampuran larutan dietanolamida (DEA) 3% dalam air dan larutan metil ester sulfonat (MES) 5% dalam pelarut metil ester. dengan rasio volume 1 : 3. Produk OSD tersebut menunjukkan stabilitas yang sangat baik (>80%) dengan sifat fisik-kimia baik meliputi densitas

sebesar 0,90 g/cm³, tegangan permukaan 25,59 mN/m, pH 9,1, dan viskositas sebesar 131 cP.

Hasil pengujian simulasi penggunaan produk OSD terbaik pada penanganan pencemaran minyak dalam air laut (10 mL/L) menunjukkan kemampuan untuk mendispersikan minyak yang baik (> 80%). Campuran minyak dan OSD yang larut dalam air laut menunjukkan peningkatan nilai COD dan BOD yang signifikan. Hasil uji parameter uji kinerja yang dihasilkan terdiri dari COD 569 mg/L, BOD 219 mg/L, pH 6,87, viskositas 1,02 cP, dan persentase pendispersian minyak sebesar 85,75%.

Saran

Untuk menyempurnakan kinerja OSD yang lebih baik dalam penanganan berbagai jenis limbah minyak bumi perlu dilakukan penambahan senyawa tertentu yang dapat meningkatkan pendispersian minyak dan membantu proses biodegradasi oleh mikroba. Pengujian kinerja produk OSD perlu dilakukan dengan simulasi pada pencemaran air laut pada skala pilot atau di lapangan dengan atau tanpa penambahan mikroba pendegradasi minyak bumi.

DAFTAR PUSTAKA

- Asadov ZH, Tantawy AH, Zarbaliyewa IA, Rahimov RA, Ahmadova GA. 2012. Surfactants based on palmitic acid and nitrogenous bases for removing thin oil slick from water surface. *Chem J.* 2(4): 136-145.
- Charlena, Mas'ud ZA, Syahreza A. Purwadayu AS. 2009. Solubility profile of pteroleum waste in water as effect of nonionic surfactant and stirring rate. *Chem Prog J.* 2(2): 69-78.
- Clesceri RW, Greenberg AE, dan Eaton AD. 2005. *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater edisi 20th*. Washington (US): American Public Health Association Pr.
- Diemand R dan Kareem F. 2011. *Dispersant for Crude Oil Spills : Dispersant Behavior Studies*. Worcester (GB): Worcester Polytechnic Institute.
- Elfiyani R, Yati K, Nurhayati S, Lestari NM. 2013. Perbandingan penggunaan setil alkohol dan setostearil alkohol sebagai thickening agent terhadap stabilitas fisik scalp lotion ekstrak etanol 96% buah mengkudu (*Morinda citrifolia. L.*) *Farmasains.* 2(1):31-37
- [EPA] Environmental Protection Agency. 1998. *Fate, Transport, and Transformation Test Guidelines. OPPTS 835.3110 I Ready Biodegradation*. Washington (US): EPA Pr.
- [FEA] Federal Environmental Agency. 1999. *Classification of Substance and Mixtures into Water Hazard Classes according to the Administrative Regulation on the Classification of Substance Hazardous to Water*. Jerman (GE) : FEA Pr.

- Feachem GM, Geyer JC, dan Morris JC. 1967. *Water, Wastes and Health in Hot Climates*. Chicester (GB): J Wiley.
- Filosofia. 2011. *Biodegradasi Dispersan Tumpahan Minyak dengan Metode Doc Die-Away dan Metode Botol Tertutup*. Bogor (ID): IPB Pr.
- Fingas M, Science S, dan Edmonton A. 2008. A review of literature related to oil spill dispersant especially relevant to Alaska. Tersedia dari : <http://citeseerx.ist.psu.edu> [22Januari 2015].
- Fiocco RJ dan Lewis A. 1999. Oil spill dispersant. *Pure Appl Chem*. 71(2):27-42.
- Hambali E, Bunasor TK, Suryani A, Kusumah GA. 2005. Aplikasi dietanolamida dari asam laurat minyak inti sawit pada pembuatan sabun transparan. *J Tek Ind Pert*. 15(2): 46-53.
- Hidayati S, Suryani A, Permadi P, Hambali E, Syamsu K, Sukardi. 2005. Optimasi proses pembuatan metil ester sulfonat dari minyak inti sawit. *J Tek Ind Pert*. 15 (3): 96-100.
- Marraskuranto E, Januar HI, dan Pratitis A. 2012. Application of micro morr e-3360 as bioremediation material for marine oil spill. *JPB Perikanan*. 7(2):97-104.
- Novotny V dan Olem H. 1993. *Water Quality: Prevention, Identification, and Management of Diffuse Pollution*. New York (US): Van Nostrand Reinhold.
- Nurminah M. 2005. *Kajian Pengaruh Rasio Mol Reaktan Suhu dan Lama Reaksi dalam Pembuatan Surfaktan Dietanolamida dari Metil Ester Dominan c12 Minyak Inti Sawit*. Bogor (ID): IPB Pr.
- Place B, Anderson B, Mekebri A, Furlong ET, Gray JL, Tjeerdema R, Field J. 2010. A role for analytical chemistry in advancing our understanding of the occurrence, fate, and effect of corexit oil dispersant. *Environ Sci Technol*. 44: 6016-6018.
- Raymundo A, Gouveia L, Batista AP, Empis J, Sousa I. 2005. Fat Mimetic Capacity of *Chlorella vulgaris* Biomass in Oil-in-water Food Emulsion Stabilized by Pea Protein. *J Food Res Int*. 38 : 961-965.
- Saeni MS. 1989. *Kimia Lingkungan*. Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat. Bogor (ID): IPB Pr.
- Schramm LL. 2005. *Emulsions, Foams, and Suspension: Fundamentals and Applications*. Weinheim (GE): Willey-VCH.
- Song D, Liang S, Qianqian Z, Wang J, Limey Y. 2013. Development of high efficient and low toxic oil spill dispersants based on sorbitol derivants non ionic surfactants and glycolipid biosurfactants. *J Environ Protec*. 4:16-22.
- Volkering F, Breure AM, van Anel JG, Rulkens WH. 1995. Influence of nonionic surfactant on bioavailability and biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons. *Appl Environ Microbiol*. 61:1699-1705.
- Young FD. 2004. *Mekanika Fluida*, Herinaldi, penerjemah. Jakarta (ID): Erlangga. Terjemahan dari: *Fundamental of Fluids Mechanic*.