

SINTESIS SURFAKTAN DIETANOLAMIDA DARI METIL ESTER MINYAK BIJI BUNGA MATAHARI (*Helianthus annuus. L*) MELALUI REAKSI AMIDASI

SYNTHESIS OF DIETANOLAMIDE SURFACTANT FROM METHYL ESTER OF SUNFLOWER SEED OIL (*Helianthus annuus. L*) THROUGH AN AMIDATION REACTION

Nur Khasanah, Daniel*, Eva Marlina

Program Studi S1 Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman
Jalan Barong Tongkok No. 4 Kampus Gunung Kelua, Samarinda, Indonesia

*Corresponding Author: daniel_trg08@yahoo.com

ABSTRACT

Synthesis of dietanolamide surfactant from methyl ester of sunflower seed oil (*Helianthus annuus. L*) has been carried out through an amidation reaction. In the extraction process showed the oil content of sunflower seeds was 32.93% with an acid number of 3.25 mg KOH/g and ALB levels of 1.63%. Sunflower seed oil was then converted to methyl ester through the esterification process and obtained an acid number 1.84 mg KOH/g so that the ALB level dropped to 0.92% and obtained saponification numbers of 61.19 mg KOH/g. The most dominant composition of methyl ester of sunflower seed oil based on GC-MS analysis was methyl oleate at 23.28%. The FT-IR methyl ester spectrum gives a specific absorption peak for group C=O ester at wave number 1743 cm^{-1} . Methyl esters are converted to diethanolamide through an amidation process. The resulting diethanolamide has an acid number of 9.7 mg KOH/g and a saponification number of 3.08 mg KOH/g. The FT-IR spectrum provides specific absorption peaks for groups C=O amides at wave numbers 1622 cm^{-1} . The value of HLB dietanolamide in practice is 13.6495 and in theory is 14.291 which includes the surfactant in the oil in water (O/W) emulsifying class.

Keyword : *sunflower seed oil, esterification, amidation, dietanolamide*

PENDAHULUAN

Kebutuhan bahan baku dalam kehidupan sehari-hari semakin bertambah seiring dengan meningkatnya dunia perindustrian, dimana salah satunya yaitu surfaktan. Penggunaan surfaktan secara umum bervariasi seperti sebagai bahan kosmetik, deterjen, produk herbisida maupun industri tekstil. Di Indonesia harga surfaktan per liter yaitu US\$16 dengan kapasitas produksi surfaktan hanya 55 ribu ton sedangkan kebutuhan surfaktan dalam negeri mencapai 95 ribu ton tiap tahun. Sehingga masih kurang banyak untuk memenuhi keperluan surfaktan di Indonesia [1].

Surfaktan (*surface active agent*) yaitu senyawa yang mempunyai dua gugus sekaligus, yaitu gugus lipofilik dan gugus hidrofilik sehingga dapat digunakan untuk mencampurkan suatu senyawa yang memiliki perbedaan kepolaran misalnya minyak dan air [2]. Jenis surfaktan salah satunya yaitu alkanolamida. Senyawa alkanolamida dihasilkan melalui cara mereaksikan metil ester dengan amina menggunakan pelarut benzena serta bantuan natrium metoksida sebagai katalis yang dilakukan pada kondisi refluks. Setelah tercapai reaksi yang sempurna, pelarutnya diuapkan

menggunakan *rotary evaporator* untuk memperoleh alkanolamida campuran dan amina yang berlebih [3].

Secara umum, surfaktan disintesis dengan bahan baku yang berasal dari minyak bumi. Minyak bumi termasuk bahan baku yang tidak dapat diperbaharui. Selain itu, limbah dari surfaktan yang diproduksi dengan bahan baku dari minyak bumi sifatnya sukar terdegradasi. Maka dari itu untuk memproduksi surfaktan diperlukan bahan baku yang sifatnya mudah diperbaharui dan mudah terdegradasi sehingga ramah lingkungan, misalnya minyak nabati [4].

Biji bunga matahari biasanya hanya digunakan dalam industri makanan yang berupa kuwaci dan industri minyak sebagai penghasil minyak nabati. Minyak biji bunga matahari dapat digunakan lebih lanjut sebagai bahan pembuatan surfaktan yang sifatnya dapat diperbaharui (*renewable*). Hal ini disebabkan karena biji bunga matahari mengandung minyak sebesar 23-45% [5]. Surfaktan dietanolamida termasuk dalam senyawa alkanolamida. Pembuatan surfaktan dietanolamida dengan bahan baku dari minyak nabati sebelumnya pernah dilakukan oleh Rombe [6] dengan menggunakan minyak biji ketapang (*Terminalia*

catappa). Surfaktan dietanolamida yang dihasilkan memiliki nilai HLB yaitu 5,64. Penelitian lain dilakukan oleh Fadliannur [7] dengan menggunakan minyak biji karet (*Hevea brasiliensis*). Surfaktan dietanolamida yang dihasilkan memiliki nilai HLB sebesar 4,04.

Berdasarkan latar belakang di atas maka dilakukan penelitian tentang sintesis surfaktan dietanolamida dengan menggunakan bahan baku biji bunga matahari. Surfaktan dietanolamida yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu serangkaian alat soklet, serangkaian alat refluks, corong pisah, corong kaca, gelas ukur, gelas kimia, pipet volume, pipet tetes, *rotary evaporator*, klem, statif, buret, *magnetic stirer*, *thermometer*, neraca analitik, *hot plate*, instrumen GC-MS dan Spektrofotometer FT-IR.

Bahan

Bahan-bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu biji bunga matahari, n-heksana, KOH 0,1 N, H₂C₂O₄ 0,1 N, etanol 96%, KOH-alkoholis 0,5 N, metanol, indikator PP, dietanolamina, HCl 0,5 N, H₂SO_{4(P)}, Na₂SO₄ anhidrat dan NaOCH₃.

Prosedur Penelitian

Ekstraksi Minyak Biji Bunga Matahari

Biji bunga matahari yang telah dihaluskan dibungkus dalam kertas saring kemudian dimasukkan ke dalam alat soklet. Pelarut n-heksana dimasukkan sampai merendam sampel dan diekstraksi pada suhu (60-65) °C. Setelah diperoleh campuran minyak dari biji bunga matahari dan n-heksana, kemudian dipekatkan dengan *rotary evaporator* lalu ditimbang untuk menghitung rendemen minyak yang terkandung di dalam biji bunga matahari. Minyak biji bunga matahari yang dihasilkan kemudian diuji bilangan asam dan dihitung kadar ALB.

Esterifikasi Minyak Biji Bunga Matahari

Minyak biji bunga matahari sebanyak 200 gram dimasukkan ke dalam labu alas bulat leher tiga yang dihubungkan dengan alat refluks yang beserta *magnetic stirer*. Setelah itu ditambahkan metanol menggunakan perbandingan mol minyak dengan mol metanol (1 : 6) sambil diaduk menggunakan *magnetic stirer*. Kemudian ditambahkan H₂SO_{4(P)} 4% b/b minyak biji bunga matahari secara perlahan-lahan. Proses esterifikasi dilakukan selama 4 jam

pada suhu 65 °C. Kemudian hasil esterifikasi dimasukkan ke dalam corong pisah 500 mL dan didiamkan sampai terbentuk 2 fase. Setelah itu diambil fase atas yang berupa metil ester. Metil ester yang terbentuk lalu dicuci dengan aquades sampai pH netral. Setelah itu disaring dengan Na₂SO₄ anhidrat. Metil ester yang terbentuk kemudian diuji bilangan asam, dihitung kadar ALB, diuji bilangan penyabunan serta dianalisa GC-MS dan FT-IR.

Amidasi Metil Ester Minyak Biji Bunga Matahari

Metil ester sebanyak 25 gram dimasukkan ke dalam labu leher tiga yang dihubungkan dengan alat refluks yang dilengkapi dengan *magnetic stirer* dan es pendingin untuk labu. Setelah itu sambil diaduk dengan *magnetic stirer*, ditambahkan dietanolamina dengan perbandingan mol metil ester dengan mol dietanolamina (1 : 2) dengan menambahkan katalis NaOCH₃ 0,5 % secara perlahan-lahan. Proses amidasi dilakukan selama 4 jam dengan suhu (90-100) °C. Dietanolamida yang terbentuk diuji bilangan asam, bilangan penyabunan, dihitung nilai HLB dan dianalisa menggunakan FT-IR [3].

Uji Bilangan Asam dan Kadar ALB

Sebanyak 10 gram sampel dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 mL dan dilarutkan dalam 50 mL pelarut etanol 96%. Kemudian ditambahkan larutan indikator PP sebanyak 3 tetes sambil diaduk dan dititrasi menggunakan larutan standar KOH 0,1 N sampai warna larutan menjadi merah lembayung. Kemudian dicatat volume titrasi lalu dihitung bilangan asam dan kadar ALB dari minyak biji bunga matahari melalui perhitungan:

$$\text{Bilangan Asam} = \frac{V. \text{ KOH} \times N. \text{ KOH} \times 56,11}{\text{Berat Sampel}}$$

$$\text{Kadar ALB} = \frac{V. \text{ KOH} \times N. \text{ KOH} \times 282}{\text{Berat Sampel} \times 10} \%$$

Keterangan:

56,1 = Berat Molekul KOH

282 = Berat Molekul Asam Oleat

Uji Bilangan Penyabunan

Pembuatan Blanko

Larutan KOH alkoholis 0,5 N sebanyak 25 mL dimasukkan ke dalam labu penyabunan kemudian direfluks di atas penangas air secara hati-hati selama 1 jam. Setelah larutan mendidih, didiamkan larutan hingga dingin. Kondensor refluks dilepas lalu ditambahkan 3 tetes indikator PP

kemudian dititrasi dengan larutan HCl 0,5 N sampai warna larutan menjadi merah lembayung.

Pengujian Sampel

Sebanyak 5 gram sampel dimasukkan ke dalam labu penyabunan dan dididihkan dengan hati-hati. Setelah itu dimasukkan 25 mL KOH alkoholis 0,5 N dan beberapa batu didih lalu dibiarkan larutan menjadi dingin. Kondensor refluks dilepas kemudian ditambahkan 3 tetes indikator PP lalu dititrasi dengan larutan HCl 0,5 N sampai berubah warna menjadi merah lembayung.

$$E = \frac{56,1 (V_1 - V_2) \times N \text{ HCl}}{m}$$

Keterangan :

E = Bilangan Penyabunan

56,1 = Mr KOH

Penentuan *Hydrophile-Lipophile Balance* (HLB)

Penentuan HLB secara teori dapat ditentukan berdasarkan jumlah gugus hidrofil dan lipofilnya dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$HLB = \Sigma (\text{Gugus Hidrofil}) - \Sigma (\text{Gugus Lipofil}) + 7$$

Penentuan HLB dapat juga ditentukan dari harga bilangan asam dan harga bilangan penyabunan melalui titrasi dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$HLB = 20 \left(1 - \frac{S}{A} \right)$$

Keterangan:

S = Bilangan Penyabunan

A = Bilangan Asam

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi Minyak Biji Bunga Matahari

Biji bunga matahari diekstraksi sokletasi menggunakan pelarut n-heksana untuk memisahkan minyak yang terkandung di dalamnya. Hasil ekstraksi sokletasi berupa campuran minyak dan pelarut n-heksana, sehingga dipekatkan dengan *rotary evaporator* terlebih dahulu untuk memisahkan pelarutnya. Hasilnya berupa minyak biji bunga matahari yang berwarna kuning bening dengan persen rendemen sebesar 32,93%. Kadar minyak untuk masing-masing bahan biasanya berbeda. Untuk biji bunga matahari, kadar minyak tidak begitu tinggi yaitu hanya sekitar (30-35)% [8]. Minyak biji bunga matahari kemudian diuji bilangan asam dan dihitung kadar ALBnya. Hasil uji bilangan asam diperoleh sebesar 3,25 mg KOH/gr sampel dan kadar ALBnya sebesar 1,63%.

Esterifikasi Minyak Biji Bunga Matahari

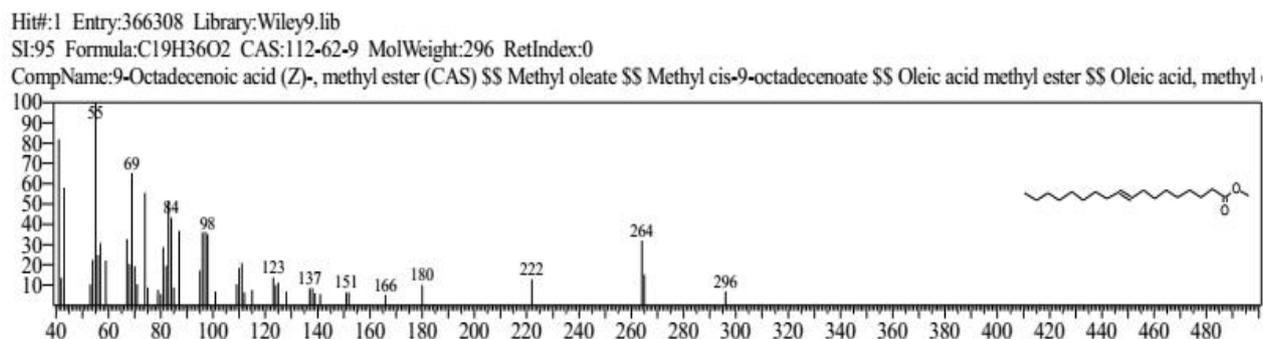
Esterifikasi merupakan suatu proses yang digunakan untuk mengkonversi asam lemak bebas dari trigliserida menjadi senyawa ester. Kandungan asam lemak bebas dalam minyak biji bunga matahari yang dihasilkan lebih dari 1% sehingga harus dilakukan esterifikasi dengan bantuan katalis asam. Apabila menggunakan katalis basa, maka dapat menyebabkan terbentuknya sabun karena mempunyai kadar asam lemak bebas lebih dari 1%. Proses esterifikasi dilakukan dengan cara merefluks minyak biji bunga matahari dengan metanol menggunakan perbandingan mol dari minyak biji bunga matahari dengan metanol yaitu 1 : 6. Reaksi ini dibantu dengan katalis $\text{H}_2\text{SO}_{4(P)}$ 4% dari berat minyak biji bunga matahari dan dilakukan selama 4 jam pada suhu 65°C. Pada proses esterifikasi kali ini digunakan perbandingan mol minyak biji bunga matahari dengan metanol yaitu 1 : 6 untuk mendorong reaksi ke arah kanan untuk memperoleh produk secara maksimal dengan karakteristik terbaik [9]. Minyak biji bunga matahari yang mengandung asam lemak bebas akan bereaksi dengan metanol yang berfungsi sebagai pendonor gugus metoksi yang akan berikatan dengan gugus ester pada asam lemak membentuk metil ester. $\text{H}_2\text{SO}_{4(P)}$ 4% berfungsi sebagai katalis untuk mempercepat proses esterifikasi karena reaksi akan berjalan lambat tanpa bantuan katalis. Pada reaksi esterifikasi yang telah dilakukan umumnya menggunakan konsentrasi katalis (1-4)% de (5) 0]. Penambahan $\text{H}_2\text{SO}_{4(P)}$ 4% dilakukan pada kondisi dingin agar tidak terjadi hidrolisis. Setelah ditambahkan katalis $\text{H}_2\text{SO}_{4(P)}$ 4% kemudian dipanaskan sampai suhu 65 °C karena merupakan titik didih metanol. Proses esterifikasi dilakukan selama 4 jam supaya pembentukan metil ester dapat berjalan secara maksimal. Hasil esterifikasi dimasukkan ke dalam corong pisah kemudian didiamkan selama 24 jam sampai terbentuk 2 lapisan. Dimana lapisan atas berupa metil ester dan lapisan bawah berupa gliserol yang merupakan hasil samping dari proses esterifikasi. Gliserol yang terdapat di lapisan bawah dipisahkan dari metil ester. Setelah tu, metil ester dimurnikan dengan cara dicuci menggunakan aquades sampai pH netral. Kemudian metil ester disaring dengan penambahan Na_2SO_4 anhidrat yang berfungsi menyerap kandungan air yang masih tersisa dalam metil ester sehingga diperoleh metil ester yang murni. Metil ester yang dihasilkan berupa cairan berwarna kuning dengan persen rendemen 87,4%. Metil ester kemudian diuji bilangan asam, dihitung kadar ALB, diuji bilangan penyabunan, dianalisa GC-MS dan FT-IR. Hasil uji bilangan asam sebesar 1,84 mg KOH/gr dan kadar ALB

sebesar 0,92%. Sedangkan hasil uji bilangan penyabunan sebesar 61,19 mg KOH/gr minyak.

Analisa Gas Chromatography-Mass Spectroscopy (GC-MS)

Gas Chromatography-Mass Spectroscopy (GC-MS) berfungsi untuk mengetahui komposisi senyawa

dalam metil ester yang terbentuk berdasarkan informasi nilai berat molekulnya. Analisa dengan GC-MS pada metil ester minyak biji bunga matahari diperoleh hasil bahwa kandungan metil ester yang paling dominan adalah metil oleat yang muncul pada peak ke 5.



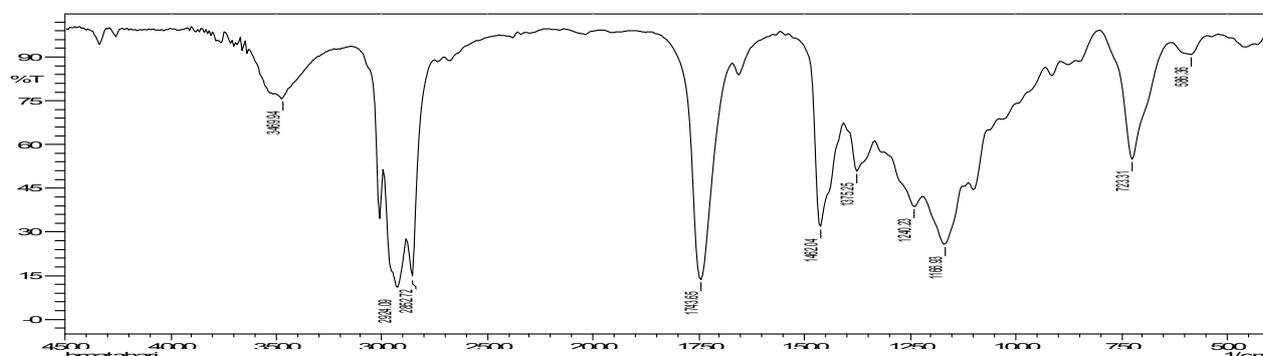
Gambar 1. Spektrum Massa Metil Oleat

Pada peak ke 5 diperoleh persen area yang paling tinggi yaitu sebesar 23,28% yang menunjukkan hasil spektrum massa dengan berat molekul 296 dan rumus molekul $C_{19}H_{36}O_2$. Berdasarkan data dari berat molekul dan struktur molekulnya diperoleh informasi bahwa pada peak ke 5 merupakan senyawa metil oleat. Sehingga dapat disimpulkan

bahwa komponen penyusun metil ester yang paling dominan pada metil ester minyak biji bunga matahari yaitu metil oleat.

Analisa FT-IR Metil Ester

Spektrum hasil analisa FT-IR pada metil ester ditunjukkan pada gambar di bawah:



Gambar 2. Spektrum FT-IR Metil Ester

Hasil karakterisasi spektrum FT-IR metil ester di atas menunjukkan bahwa terdapat serapan pada bilangan gelombang 2924 cm^{-1} dan 2852 cm^{-1} yang merupakan vibrasi *stretching* gugus C-H alifatik yang diperkuat dengan adanya serapan pada bilangan gelombang 1462 cm^{-1} dan 1375 cm^{-1} yang merupakan vibrasi *bending* dari gugus C-H alifatik. Kemudian pada bilangan gelombang 1743 cm^{-1} terdapat serapan yang merupakan vibrasi *stretching* dari gugus C=O ester yang didukung dengan vibrasi *bending* C-O pada bilangan gelombang 1166 cm^{-1} . Pada bilangan gelombang 1658 cm^{-1} muncul serapan yang merupakan vibrasi *stretching* pada gugus C=C dan pada bilangan gelombang 723 cm^{-1} muncul

serapan yang menunjukkan gugus $-(CH_2)_n-$ yang merupakan rantai dari metil ester. Berdasarkan data di atas menunjukkan bahwa senyawa yang dikarakterisasi mengandung gugus C=O ester yang merupakan karakteristik dari senyawa metil ester.

Amidasi Metil Ester Minyak Biji Bunga Matahari

Amidasi merupakan reaksi pembentukan senyawa amida dari suatu asam lemak atau metil ester dengan senyawa amina. Proses amidasi kali ini dilakukan untuk membentuk senyawa dietanolamida dari metil ester minyak biji bunga matahari dengan dietanolamina. Perbandingan mol metil ester dengan

dietanolamina yang digunakan yaitu 1 : 2 dengan bantuan katalis NaOCH_3 0,5%. Proses amidasi dilakukan selama 4 jam pada suhu (90-100) °C. Dietanolamina berfungsi sebagai penyedia gugus amina yang akan menggantikan gugus metoksi pada metil ester sehingga terbentuk dietanolamida dengan hasil samping metanol. Senyawa amina hanya dapat bereaksi dengan senyawa ester pada suhu tinggi. Apabila dilakukan pada suhu rendah, maka reaksi akan berjalan sangat lambat walaupun dengan bantuan katalis. Reaksi amidasi antara amina dan ester dengan bantuan katalis NaOCH_3 baru dapat terjadi pada suhu (100-120)°C. Apabila tidak menggunakan bantuan katalis, maka reaksi amidasi baru dapat terjadi pada suhu (150-250)°C [11]. Untuk memperoleh hasil yang maksimum, digunakan jumlah katalis (0,5-1,5)% dari berat metil ester. Jumlah katalis yang efektif yaitu 0,5% apabila menggunakan natrium metoksida dan 1,5% apabila menggunakan natrium hidroksida [12]. Sehingga pada reaksi amidasi kali ini ditambahkan katalis 0,5% karena menggunakan katalis natrium metoksida. Pada reaksi amidasi kali ini dilakukan selama 4 jam supaya menghasilkan produk secara maksimal. Hasil dietanolamida yang diperoleh pada proses amidasi kali ini berupa cairan yang sangat kental berwarna kuning kecoklatan dengan persen rendemen 161,7164%. Dietanolamida yang diperoleh dari proses amidasi kemudian dilakukan uji bilangan asam, uji bilangan penyabunan dan dianalisa dengan menggunakan Spektroskopi FT-IR. Hasil uji bilangan asam sebesar 9,7 mg KOH/gr sampel dan bilangan penyabunan sebesar 3,08 mg KOH/gr sampel.

Penentuan *Hydrophile-Lypophile Balance* (HLB)

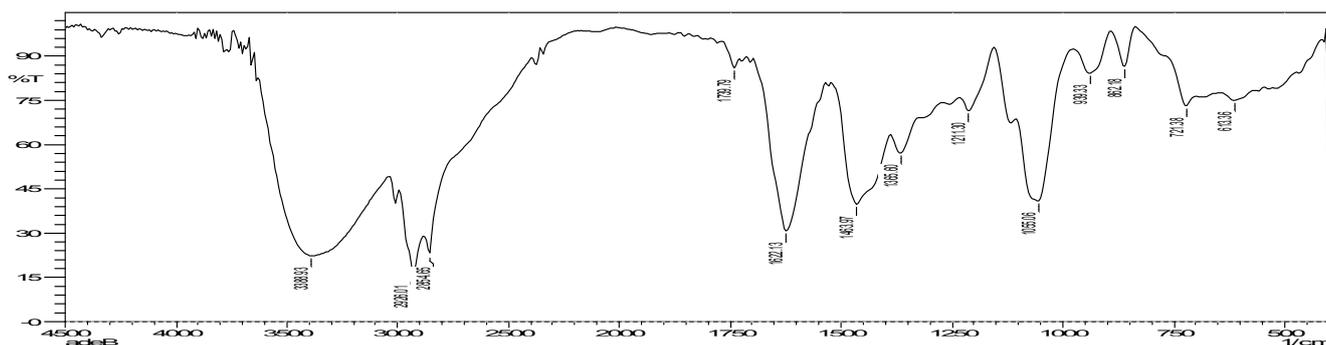
Penentuan HLB berfungsi untuk mengetahui kegunaan dari surfaktan yang dihasilkan. Nilai HLB diperoleh secara praktik dan teori. Besarnya nilai HLB pada dietanolamida secara praktik dapat dihitung berdasarkan hasil dari uji bilangan asam dan uji bilangan penyabunan dengan menggunakan persamaan (5), dimana S merupakan hasil uji bilangan penyabunan dan A merupakan hasil uji bilangan asam [13]. Sehingga dari rumus di atas diperoleh nilai HLB pada dietanolamida secara praktik yaitu sebesar 13,6495. Nilai HLB yang diperoleh secara praktik kemudian dibandingkan dengan nilai HLB secara teori.

Nilai HLB secara teori dapat dihitung berdasarkan jumlah dari harga HLB gugus hidrofil

dan gugus lipofilnya dengan persamaan (4). Dari persamaan di atas, diperoleh nilai HLB dietanolamida dari campuran metil ester minyak biji bunga matahari sebesar 14,291. Sehingga hasilnya nilai HLB secara praktik berbeda dengan nilai HLB secara teori. Perbedaan nilai HLB ini dapat disebabkan karena reaksi amidasi belum berjalan secara sempurna sehingga konversi metil ester menjadi dietanolamida tidak maksimal. Selain itu juga dapat dipengaruhi oleh kurangnya ketelitian dan ketepatan dalam analisa penentuan bilangan asam dan bilangan penyabunan. Tetapi nilai HLB dietanolamida yang diperoleh secara praktik maupun teori masih dalam rentang skala nilai HLB yang sama yaitu 8-18 yang termasuk dalam zat pengemulsi *oil in water* (O/W).

Analisa Spektroskopi *Fourier Transform-Infra Red* (FT-IR)

Spektrum hasil analisa FT-IR pada metil ester ditunjukkan pada gambar 3. Hasil karakterisasi spektrum FT-IR di atas memberikan informasi adanya serapan pada daerah bilangan gelombang 3388 cm^{-1} yang menunjukkan bahwa ada vibrasi *stretching* gugus O-H. Hal ini didukung dengan adanya serapan pada bilangan gelombang 1211 cm^{-1} yang menunjukkan vibrasi *bending* gugus C-O. Serapan pada daerah bilangan gelombang 2926 cm^{-1} dan 2854 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi *stretching* dari gugus C-H alifatik yang didukung dengan adanya serapan pada daerah bilangan gelombang 1463 cm^{-1} yang merupakan vibrasi *bending* dari gugus C-H. Pada daerah bilangan gelombang 1622 cm^{-1} terdapat serapan yang menunjukkan terdapat vibrasi *stretching* dari gugus C=O amida. Pada daerah bilangan gelombang 1650 cm^{-1} – 1515 cm^{-1} merupakan daerah serapan untuk gugus C=O amida. Hal ini didukung dengan munculnya serapan pada daerah bilangan gelombang 1055 cm^{-1} yang menandakan adanya vibrasi *bending* dari gugus C-N. Pada daerah bilangan gelombang 721 cm^{-1} muncul serapan yang menunjukkan bahwa terdapat vibrasi *bending* pada gugus $-(\text{CH}_2)_n-$ yang merupakan rantai dari hidrokarbon dari senyawa dietanolamida. Dari hasil karakterisasi spektrum FT-IR di atas maka senyawa yang dihasilkan mengandung gugus hidroksil (O-H), C-H alifatik, karbonil (C=O) amida, C-N dan $-(\text{CH}_2)_n-$ yang menunjukkan bahwa senyawa yang dihasilkan merupakan dietanolamida.



Gambar 3. Spektrum FT-IR Dietanolamida

KESIMPULAN

Metil ester minyak biji bunga matahari dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan dietanolamida melalui proses amidasi dengan cara mereaksikan metil ester minyak biji bunga matahari dengan dietanolamina pada perbandingan mol 1 : 2 menggunakan bantuan katalis NaOCH_3 0,5% pada suhu (90-100) °C selama 4 jam. Nilai HLB dietanolamida secara praktik 13,6495 dan secara teori sebesar 14,291 yang termasuk zat pengemulsi oil in water (O/W).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Swasono, A. W. P., Sianturi, P. D. E. dan Maryithah, Z. (2012). Sintesis Surfaktan Alkil Poliglikosida dari Glukosa dan Dodekanol dengan Katalis Asam. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 1(1), pp. 5–9.
- [2] Probawati, A., Giovanni, P. C. dan Ikhsan, D. (2012). Pembuatan Surfaktan dari Minyak Kelapa Murni (VCO) Melalui Proses Amidasi dengan Katalis NaOH. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 1(1), pp. 424–432.
- [3] Daniel. (2009). Pembuatan Senyawa Alkanolamida Tetrahidroksi Oktadekanoat yang Diturunkan dari Minyak Kemiri. *Indonesian Journal of Chemistry*, 9(2), pp. 271-277.
- [4] Murni, S. W., Santi, R. S. W., Budiawan, I., Perwitasari, I. dan Anggara, A. A. K. T. (2013). Pembuatan Surfaktan Berbahan Dasar Jerami Padi. *Eksergi*, 11(1), pp. 43–49.
- [5] Rukmana, R. (2004). *Budidaya Bunga Matahari*. Semarang: Aneka Ilmu.
- [6] Rombe, R. (2014), *Sintesis Surfaktan Dietanolamida dari Metil Ester Minyak Biji Ketapang (Terminalia catappa) Melalui Amidasi Pada Berbagai Suhu*, (Skripsi), Universitas Mulawarman.
- [7] Fadliannur, M. (2014), *Sintesis Surfaktan Dietanolamida Campuran dari Metil Ester Minyak Biji Karet (Hevea brasiliensis) Melalui Reaksi Amidasi*, (Skripsi), Universitas Mulawarman.
- [8] Zapsalis, C. 1986. (1986). *Food Chemistry and Nutritional Biochemistry*. New York: Mac Millan Publishing Company.
- [9] Gunadi, F. (1999). *Pemanfaatan Minyak Goreng Bekas sebagai Bahan Baku Ester Metilat*. Institut Pertanian Bogor.
- [10] Ketta, Mc., J. J. (1978). *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*. New York: Dekker.
- [11] Gabriel, R. (1984). Selective Amidation of Fatty Methyl Ester with N-(2- Aminoethyl)-Ethanolamine Under Base Catalysis. *Oil Chem.*
- [12] Freedman, B., Pryde, E. H., dan Mounts, T. L. (1984). Variable Affecting the Yields of Fatty Esters from Transesterified Vegetable Oils. *Journal of The American Oil Chemists' society*, 61(10), pp. 1638-1643.
- [13] Martin, A., Swarbrick, J. dan Cammarata, A. (1993). *Farmasi Fisik: Dasar-dasar Kimia Fisik dalam Ilmu Farmasetik*. Jakarta: Universitas Indonesia.