

Selection of Peat Firefighting Foam from Palm Oil Fatty Acid Saponification with Simple Additive Weighting (SAW) Method

Purwo Subekti^{1,2*}, Erliza Hambali^{3,5}, Ani Suryani^{3,5}, Prayoga Suryadarma³, Bambang Hero Saharjo⁴, Mira Rivai⁵

¹Sekolah Pascasarjana, Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor – Bogor

²Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pasir Pengaraian – Rokan Hulu, Riau

³Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor - Bogor

⁴Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor - Bogor

⁵Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioergi Institut Pertanian Bogor - Bogor

*Corresponding author: purwos73@gmail.com

Abstract. Fire suppression on peatlands requires large amounts of water and a longer time, hence it is necessary to develop extinguishing material that needs less water and time. Thus the negative impact of the fire can be solved immediately. One alternative for fire suppression that saves water and time is the application of foaming agents as an extinguishing material. This study aims to select the raw material of foaming agent from palm oil fatty acid saponification using the SAW method. Analysis results revealed that the best raw materials were sodium laurate and potassium palmitate, with the highest weight values of 70, 08 and 53, 87. Both of these materials have complementary properties. Sodium laurate can produce a lot of foam and reduce large surface tension. Potassium Palmitate produces the foam which can last the longest so that with the formulation of the two ingredients it is expected to produce foam that can extinguish peat fires.

Abstrak. Pemadaman kebakaran gambut membutuhkan banyak air dan waktu yang lama, sehingga perlu adanya usaha untuk pengembangan pemadaman dengan menghemat air dan waktu lebih cepat sehingga dampak negatif dari kebakaran dapat segera teratasi. Salah satu alternatif untuk pemadaman yang hemat air dan mengurangi waktu pemadaman adalah penggunaan *foaming agent* sebagai media pemadam. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memilih bahan baku *foaming agent* dari hasil saponifikasi *fatty acid* minyak sawit dengan metode SAW. Dari hasil analisis dihasilkan bahan baku yang terbaik adalah natrium laurat dan potasium palmitat. Kedua bahan tersebut memiliki sifat yang saling melengkapi, natrium laurat mampu menghasilkan busa yang banyak dan menurunkan tegangan permukaan yang besar. Sementara itu, potasium palmitat menghasilkan busa yang mampu bertahan paling lama, sehingga dengan formulasi kedua bahan tersebut diharapkan mampu menghasilkan busa yang dapat memadamkan kebakaran gambut.

Kata kunci: minyak sawit, gambut, SAW, *foaming agent*, busa.

© 2018. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

Pendahuluan

Usaha untuk mengurangi penggunaan air dan mempercepat waktu pemadaman kebakaran lahan gambut terus dilakukan, salah satunya adalah penggunaan *foaming agent* sebagai media pemadam. Selain mempercepat proses pemadaman, penggunaan busa juga akan menghemat air sehingga pemadaman bisa dilakukan ke daerah yang lebih luas [1-3]. Selain membentuk busa, *foaming agent* berfungsi untuk menurunkan tegangan permukaan air, sehingga selain tidak mudah menguap cairan *foaming agent* mampu menembus pori-pori permukaan yang terbakar [4, 5]. Karena sifat busa yang menutupi dan mendinginkan permukaan areal yang terbakar sehingga asap yang keluar dari pori-pori gambut akan berhenti, dan dengan sendirinya luasan

sebaran asap akan berkurang [3]. Selain mampu memadamkan api, produk *foaming agent* juga diharapkan ramah lingkungan [3,2, 5].

Penggunaan *foaming agent* untuk pemadam kebakaran lahan gambut dari bahan alami berkembang terus, sebagai pengganti bahan sintesis dari turunan minyak bumi yang memiliki kecenderungan membutuhkan waktu yang lama untuk terurai ke lingkungan tanah dan air [4, 5]. Bahan baku *foaming agent* yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia adalah asam lemak yang bersumber dari minyak sawit [5-8].

Foaming agent dihasilkan dari proses saponifikasi *fatty acid* minyak sawit, setelah saponifikasi dilanjutkan dengan formulasi dengan bahan tambahan lainnya untuk mendapatkan karakteristik busa yang dihasilkan stabil pada waktu di aplikasikan [8]. Tujuan dari penelitian ini

adalah menganalisis sifat fisik dan pemilihan bahan baku *foaming agent* yang digunakan sebagai pemadam kebakaran dari hasil saponifikasi *fatty acid* minyak sawit.

Metode Penelitian

Penelitian ini diawali dengan seleksi bahan baku *foaming agent* dari hasil saponifikasi *fatty acid* minyak sawit. Bahan tersebut meliputi natrium (Na) palmitat, natrium laurat, natrium oleat, potasium (K) palmitat, potasium laurat dan potasium oleat. Masing-masing bahan berbentuk padat, sehingga sebelum *foaming agent* dianalisis terlebih dahulu di encerkan dengan aquades. Parameter fisik yang dianalisis adalah volume busa, umur busa, tegangan permukaan, tegangan antarmuka, sudut kontak, viskositas dan densitas. Untuk setiap parameter memerlukan sampel uji sebanyak 1 gram, sampel uji dimasukkan kedalam tabung *erlenmeyer* bersama dengan *aquades* sebanyak 10 ml. Pengencaan dilakukan dengan *hot plate stirrer* dengan temperatur 40-70°C dan kecepatan pengadukan 200-300 rpm selama 60 menit.

Setelah mendapatkan data analisis, penelitian selanjutnya adalah seleksi formula *foaming agent* yang terbaik dengan menggunakan metode *Fuzzy Simple Additive Weighting* (SAW). Metode Fuzzy SAW ini dipilih karena metode ini menentukan nilai bobot untuk setiap kriteria yaitu parameter uji yang nilainya di pilih oleh para pakar [9-12]. Proses perankingan dilakukan untuk menyeleksi alternatif yang terbaik dari sejumlah alternatif bahan *foaming agent* yang ada, sehingga diharapkan mendapatkan formula yang mampu membentuk busa sebagai alternatif pemadam kebakaran gambut.

Hasil perankingan didapatkan melalui penjumlahan dari perkalian matriks ternormalisasi dengan nilai bobot vektor sehingga didapatkan nilai yang dipilih sebagai alternatif terbaik sebagai bahan baku *foaming agent* [10-12].

Formula untuk melakukan normalisasi tersebut adalah sebagai berikut:

$\frac{X_{ij}}{\text{Max. } X_{ij}}$ Jika j adalah atribut keuntungan (*benefit*)

$R_{ij} = \frac{\text{Min. } X_{ij}}{X_{ij}}$ Jika j adalah atribut biaya (*cost*)

Dimana untuk R_{ij} adalah tingkatan kinerja ternormalisasi dari pilihan alternatif pada atribut C_j ; $i=1,2,\dots,m$ dan $j=1,2,\dots,n$.

Keterangan :

Max X_{ij} = nilai terbesar dari setiap kriteria i .

Min X_{ij} = nilai terkecil dari setiap kriteria i .

X_{ij} = nilai atribut yang dimiliki dari setiap kriteria.

Benefit = jika nilai terbesar adalah terbaik.

Cost = jika nilai terkecil adalah terbaik.

Nilai preferensi untuk setiap alternatif (vi) diberikan rumus sebagai berikut :

$$V_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij}$$

Keterangan :

V_i = rangking untuk setiap alternatif

W_j = nilai bobot rangking (dari setiap kriteria)

R_{ij} = nilai rating kinerja ternormalisasi

Hasil dan Pembahasan

Data pengukuran respon bahan baku *foaming agent* hasil saponifikasi asam lemak minyak sawit yang di cairkan disajikan pada Table 1, dari tabel tersebut terlihat *foaming agent* dari Na Laurat menghasilkan busa terbanyak. Banyaknya busa dihasilkan akan menentukan luasan areal kebakaran gambut yang dipadamakan, semakin banyak busa yang dihasilkan maka semakin luas areal yang tertutupi busa [2]. Umur busa paling lama adalah dari bahan Kalium Palmitat yang mampu bertahan 16 hari, ketahanan busa perlu diperhatikan karena kemampuan kinerja busa terhadap pengaruh temperatur panas merupakan salah satu yang terpenting [5].

Tabel 1. Hasil uji bahan baku *foaming agent*

Parameter Uji	Jenis Foaming Agent					
	Na Palmitat	Na Laurat	Na Oleat	K Palmitat	K Laurat	K Oleat
Volume Busa (ml)	1,33	8,85	6,71	2,02	7,52	7,92
Umur Busa (hari)	6	3	1	16	1	1
Tegangan Permukaan (dyne/cm)	18,79	11,08	14,59	39,3	19,81	17,93
Tegangan Antarmuka (dyne/cm)	2,47	0,87	2,11	1,31	2,89	2,12
Sudut Kontak (°)	97,24	95,3	58,045	82,225	57,945	65,81
Viskositas (cP)	4,68	1,36	1,81	1,05	1,06	1,82
Densitas (g/cm ³)	1	1	1	1	1	1

Selain beberapa parameter penting dalam pemilihan bahan baku *foaming agent* berdasarkan karakteristik fisik, perlu di dukung oleh pembobotan untuk mendukung hasil uji fisik yang dilakukan. Urutan pemilihan bahan baku melalui pembobotan adalah sebagai berikut [9]:

a. Menentukan jenis bahan baku

Jenis bahan baku yang digunakan adalah Natrium (Na) Palmitat, Natrium (Na) Laurat, Natrium (Na) Oleat, Kalium (K) Palmitat, Kalium (K) Laurat, Kalium (K) Oleat.

b. Menentukan kriteria

Tabel 2 merupakan kriteria respon dan variabel dari hasil uji fisik *foaming agent*.

Tabel 2. Kriteria respon uji fisik *foaming agent*

Kriteria	Variabel
Volume Busa	C1
Umur Busa	C2
Tegangan Permukaan	C3
Tegangan Antarmuka	C4
Sudut Kontak	C5
Viskositas	C6
Densitas	C7

c. Menentukan bobot dari kriteria

Nilai bobot dari kriteria ditentukan berdasarkan penilaian pakar terkait sebagai responden untuk menilai dari kriteria parameter uji yang meliputi volume busa, umur busa, tegangan permukaan, tegangan antarmuka, sudut kontak, viskositas dan densitas. Bobot dari kriteria hasil dari penilaian para pakar disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Bobot dari kriteria

Kriteria	Variabel	Bobot Kriteria
Volume Busa	C1	23, 33
Umur Busa	C2	32,50
Tegangan Permukaan	C3	11,67
Tegangan Antarmuka	C4	8,33
Sudut Kontak	C5	10,00
Viskositas	C6	7,50
Densitas	C7	6,67

d. Menentukan bobot dari kriteria bahan baku

Seleksi bahan baku *foaming agent* pemadam kebakaran gambut, dapat diberi nilai bobot untuk masing-masing bahan baku dari setiap respon uji. Tabel 4 merupakan nilai kriteria bahan baku *foaming agent* hasil saponifikasi asam lemak minyak sawit.

Tabel 4. Kriteria jenis bahan baku

Jenis Bahan Baku	Nilai Kriteria						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Na Palmitat	1,33	6	18,79	2,47	97,24	4,68	1
Na Laurat	8,85	3	11,08	0,87	95,30	1,36	1
Na Oleat	6,71	1	14,59	2,11	58,05	1,81	1
K Palmitat	2,02	16	39,3	1,31	82,23	1,05	1
K Laurat	7,52	1	19,81	2,89	57,95	1,06	1
K Oleat	7,92	1	17,93	2,12	65,81	1,82	1

e. Nilai maksimal dari setiap kriteria jenis bahan baku

Nilai maksimal dari masing-masing bahan baku disajikan pada Tabel 5, dari tabel tersebut terlihat bahwa nilai maksimal adalah C5.

Tabel 5. Nilai maksimal dari setiap kriteria jenis bahan baku

Kriteria	Nilai Maksimal
Nilai Max C1	8,85
Nilai Max C2	16
Nilai Max C3	39,3
Nilai Max C4	2,89
Nilai Max C5	97,24
Nilai Max C6	4,68
Nilai Max C7	1

f. Menentukan nilai normalisasi

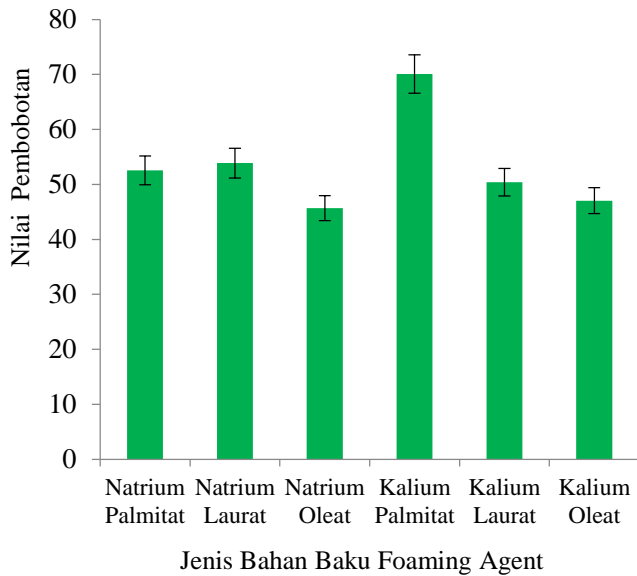
Nilai normalisasi matriks didapatkan dari pembagian nilai bobot kriteria bahan baku dengan nilai maksimal kriteria jenis bahan baku, nilai matriks normalisasi disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai normalisasi

Alternatif Bahan Baku	Nilai Normalisasi						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Na Palmitat	0,15	0,38	0,48	0,85	1,00	1,00	1,00
Na Laurat	1,00	0,19	0,28	0,30	0,98	0,29	1,00
Na Oleat	0,76	0,06	0,37	0,73	0,60	0,39	1,00
K Palmitat	0,23	1,00	1,00	0,45	0,85	0,22	1,00
K Laurat	0,85	0,06	0,50	1,00	0,60	0,23	1,00
K Oleat	0,89	0,06	0,46	0,73	0,68	0,39	1,00

g. Menentukan nilai maksimal

Untuk menentukan hasil akhir diperoleh dari proses perankingan, yaitu penjumlahan dari perkalian vektor bobot dengan matriks ternormalisasi sehingga diperoleh nilai terbesar yang dipilih sebagai alternatif bahan baku *foaming agent* terbaik. Nilai maksimal dari bahan baku *foaming agent* disajikan pada Gambar 1. Nilai tertinggi adalah Na Laurat sebesar 70,08 kemudian disusul yang ke dua adalah K Palmitat dengan 53, 87. Kedua bahan baku tersebut yang dipilih sebagai bahan baku *foaming agent* untuk aplikasi pemadaman kebakarn gambut.



Gambar 1. Nilai pembobotan

Kesimpulan

Bahan baku foaming agent yang akan digunakan sebagai formula untuk pembuatan konsentrat pembangkit busa untuk aplikasi kebakaran gambut adalah Natrium Laurat dan Kalium Palmitat, keduanya memiliki sifat fisik yang berbeda. Na Laurat menghasilkan busa yang banyak dan mampu menurunkan tegangan permukaan air yang baik, sedangkan Kalium Palmitat memiliki daya tahan busa yang dihasilkan bertahan paling lama dibanding bahan lain.

Penghargaan

Ucapan terimakasih disampaikan kepada:

1. Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi, atas pemberian beasiswa pendidikan dan hibah pendanaan penelitian disertasi doktor tahun 2018.
2. Badan Pengelola Dana Kelapa Sawit, Kementerian Keuangan, atas bantuan pendanaan Penelitian.

Referensi

- [1] Limin, S. H., 2006. Workshop Gambut Kerjasama antara BPPT dan CIMTROP. Universitas Palangkaraya.
- [2] Oguike, R. S., 2013. Study of Fire Fighting Foam Agent from Palm Oil for Extinguishing of Petrol Fires Bauchi (NG): Material Science Research Laboratory, University Bauchi, Nigeria.
- [3] Japan International Cooperation Agency., 2016. Standard Operating Procedure concerning Fire-Fighting Techniques against Peat-Land and

Forest Fires. The JICA Partnership Program for Enhancing Fire-Fighting Techniques against Peat-Land and Forest Fires in Balikpapan, Indonesia.

- [4] Mizuki, H., Ueza, K., Kawano, T., Kadono, T., Kobayashi, M., Hatae, S., Oba, Y., Iwamoto, S., Mitumune, S., Nagatomo, Y., Owari, M., Umeki, H., Yamaga, K., 2007. Novel Environmental Friendly Soap-Based Fire-Fighting Agent. *J. Environ. Eng. Manage*, 17, (6) 403-408 .
- [5] Kawahara, T., Hatae, S., Kanyama, T., Ishizaka, I.; Uezu, K., 2016. Development of Eco-Friendly Soap-based Firefighting From for Forest Fire. *Environmental Materials and Protocols Section: Short Communication*,. 54, (1) 75-78.
- [6] Subekti, P., Pradesi, J., Hambali. E., 2016. Studi awal pemanfaatan bahan baku lokal untuk membuat busa ramah lingkungan sebagai pemadam api pada kebakaran Lahan gambut. *Seminar Nasional Mesin dan Teknologi Kejuruan*, Jakarta.
- [7] Subekti, P., Hambali E., Suryani, A., P Suryadarma., 2017. Potential production of palm oil-based foaming agent as fire extinguisher of peatlands in Indonesia: Literature review. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 65, 012038. doi :10.1088/1755-1315/65/1/012038.
- [8] Rivai, M., Hambali, E., Suryani, A, Firmansyah, S., Pradesi, J., 2017. Synthesis of palm oil fatty acid as foaming agent for firefighting application. *IOP Conf. Series Earth and Environmental Science*,1265,401204.
- [9] Kusumadewi, S. Hartati, A. Harjoko and R. Wardoyo., 2006. Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (FUZZY MADM)., *Graha Ilmu*, Yogyakarta.
- [10] Fishburn, PC., 1967. Letter to the Editor— Additive Utilities with Incomplete Product Sets: Application to Priorities and Assignments. *Operations Research* 15(3):537-542. doi: 10.1287/opre.15.3.537.
- [11] Kaliszewski, I., and Podkopaev, D., 2016. Simple Additive Weighting - a metamodel for Multiple Criteria Decision Analysis methods, *Expert Systems With Applications*. doi:10.1016/j.eswa.2016.01.042.
- [12] Chou, SY., Chang, YH., & Shen, CY., 2008. A fuzzy simple additive weighting system under group decision-making for facility location selection with objective/subjective attributes. *European Journal of Operational Research*, 189(1),132–145. doi:10.1016/j.ejor.2007.05.006.