

**TOKSISITAS WATER ACCOMMODATED FRACTION (WAF), CHEMICALLY
ENHANCED WATER ACCOMMODATED FRACTION (CEWAF) MINYAK SOLAR
DAN DISPERSANT TERHADAP PERTUMBUHAN FITOPLANKTON
Chaetoceros calcitrans DAN *Tetraselmis chuii***

**ARTIKEL SKRIPSI
PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

Oleh :

**DIAH RINANI
NIM. 125080607111003**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016**

**TOKSISITAS WATER ACCOMMODATED FRACTION (WAF), CHEMICALLY
ENHANCED WATER ACCOMMODATED FRACTION (CEWAF) MINYAK SOLAR
DAN DISPERSANT TERHADAP PERTUMBUHAN FITOPLANKTON
Chaetoceros calcitrans DAN *Tetraselmis chuii***

**ARTIKEL SKRIPSI
PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Kelautan di
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya

Oleh:

**DIAH RINANI
NIM. 125080607111003**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016**

ARTIKEL SKRIPSI

**TOKSISITAS WATER ACCOMMODATED FRACTION (WAF), CHEMICALLY
ENHANCED WATER ACCOMMODATED FRACTION (CEWAF) MINYAK SOLAR
DAN DISPERSANT TERHADAP PERTUMBUHAN FITOPLANKTON
Chaetoceros calcitrans DAN *Tetraselmis chuii***

Oleh :
DIAH RINANI
NIM. 125080607111003

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I



Feni Iranawati, S.Pi., M.Si., Ph.D
NIP. 19740812 200312 2 002
Tanggal : 16 AUG 2016

Dosen Pembimbing II



M. Arif As'adi S.Kel., M.Sc
NIP.19821106 200812 1 002
Tanggal : 16 AUG 2016

Mengetahui,
Ketua Jurusan PSPK



Dr. Ir. Daduk Setyohadi, MP.
NIP. 19630608 198703 1 003
Tanggal : 16 AUG 2016

TOKSISITAS WATER ACCOMMODATED FRACTION (WAF), CHEMICALLY ENHANCED WATER ACCOMMODATED FRACTION (CEWAF) MINYAK SOLAR DAN DISPERSANT TERHADAP PERTUMBUHAN FITOPLANKTON *Chaetoceros Calcitrans* DAN *Tetraselmis chuii*

Diah Rinani⁽¹⁾, Feni Iranawati⁽²⁾, dan M. Arif As'adi⁽²⁾

ABSTRAK

Tumpahan minyak dapat menjadi permasalahan serius yang diakibatkan oleh meningkatnya penggunaan minyak seperti transportasi dan produksi. Fitoplankton merupakan salah satu organisme yang menjadi dampak dari tumpahan minyak. Penanggulangan tumpahan minyak dapat menggunakan dispersant. Beberapa bahan yang memiliki komposisi kandungan minyak dan dispersant yang berbeda adalah WAF, CEWAF dan Dispersant. WAF, CEWAF dan dispersant merupakan bahan kimia yang umumnya digunakan dalam uji toksisitas karena mengandung senyawa dengan bioavailability yang tinggi. Penelitian ini menggunakan konsentrasi WAF, CEWAF dan dispersant sebesar 0%, 5%, 10%, 20%, 40% dan 80% untuk mengetahui pertumbuhan dan kematian serta nilai LC₅₀. Konsentrasi WAF, CEWAF dan dispersant yang mampu membunuh 50% *Chaetoceros calcitrans* berturut-turut sebesar 86 ml/L, 1.03 ml/L, dan 5×10^{-4} ml/L, sedangkan konsentrasi WAF, CEWAF dan dispersant yang dapat membunuh 50% *Tetraselmis chuii* berturut-turut sebesar 8.55 ml/L, 7.05 ml/L, 1.8 ml/L. Analisa *Two Way ANOVA* dan *Tukey* menunjukkan bahwa hanya penggunaan WAF saja yang berpengaruh terhadap pertumbuhan *Chaetoceros calcitrans*. Tidak ada perbedaan antara penggunaan WAF, CEWAF dan dispersant terhadap pertumbuhan *Tetraselmis chuii*. Tidak ada pengaruh perbedaan konsentrasi WAF, CEWAF dan dispersant terhadap pertumbuhan *Chaetoceros calcitrans* dan *Tetraselmis chuii* kecuali pada kontrol.

Kata Kunci : WAF, CEWAF, Dispersant, *Chaetoceros calcitrans*, *Tetraselmis chuii*, LC₅₀

⁽¹⁾Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya

⁽²⁾Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya

TOXICITY WATER ACCOMMODATED FRACTION (WAF), CHEMICALLY ENHANCED WATER ACCOMMODATED FRACTION (CEWAF) DIESEL OIL AND DISPERSANT ON PHYTOPLANKTON GROWTH *Chaetoceros Calcitrans* AND *Tetraselmis cuii*

Diah Rinani⁽¹⁾, Feni Iranawati⁽²⁾, and M. Arif As'adi⁽²⁾

ABSTRACT

Increasing oil production and transportation can lead seriously problem as the oil spill increase. Phytoplankton is one of organisms that is likely to be impacted by oil spill. Responders usually use dispersant to remedy oil spills. This experiment use different ratio of diesel oil fuel and dispersant concentration, mentioned as WAF, CEWAF and Dispersant as the toxicant highly bioavailable to phytoplankton. Our experiments use concentration of WAF, CEWAF and Dispersant 0%, 5%, 20%, 40%, 80% to asses growth, mortality and LC₅₀ value by probit analysis. The 24 h LC₅₀ *Chaetoceros calcitrans* exposed to WAF, CEWAF and Dispersant was 86 ml/L, 1.03 ml/L, dan 5×10^{-4} ml/L respectively, while in *Tetraselmis chuii* it was 8.55 ml/L, 7.05 ml/L, 1.8 ml/L. Analysis *Two Way ANOVA* and *Tukey* showed only WAF that influence the growth of *Chaetoceros calcitrans*. There is no difference on the use of WAF, CEWAF and dispersant on the growth *Tetraselmis chuii*. No differences on WAF, CEWAF and Dispersant concentration to growth of *Chaetoceros calcitrans* and *Tetraselmis chuii* except in control.

Keywords: WAF, CEWAF, Dispersant, *Chaetoceros calcitrans*, *Tetraselmis chuii*, LC₅₀

⁽¹⁾Student Faculty of Fisheries and Marine Science, University of Brawijaya

⁽²⁾Lecturer Faculty of Fisheries and Marine Science, University of Brawijaya

I. Pendahuluan

Tumpahan minyak di laut dapat menjadi permasalahan serius hal ini diakibatkan oleh meningkatnya penggunaan minyak seperti transportasi, dan produksi. Sumber tumpahan minyak berasal dari penyulingan minyak, penambangan lepas pantai, kecelakaan kapal tanker dan transportasi laut (Harrould - Kolieb *et al.*, 2009). Tumpahan minyak di laut dapat merugikan organisme laut karena mengandung campuran *hydrocarbon complex* (termasuk *alkana*, *cycloalkana* dan *aromatic hydrocarbon*) dan *non-hydrocarbon* (termasuk aspal dan resin) (Jiang *et al.*, 2010).

Salah satu yang terkena dampak dari tumpahan minyak adalah fitoplankton. Fitoplankton memainkan peranan penting dalam perairan sebagai produktivitas primer pada rantai makanan sehingga perubahan fitoplankton dapat menyebabkan kerusakan yang signifikan terhadap fungsi ekosistem laut (Hallare *et al.*, 2011) dalam (Podkuiko *et al.*, 2013). Fitoplankton yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Chaetoceros calcitrans* dan *Tetraselmis chuii* yang merupakan merupakan salah satu spesies penting yang menjadi dasar dari rantai makanan dan memiliki kelimpahan yang sangat tinggi dalam perairan yang dominan di perairan laut (Putri *et al.*, 2009).

Salah satu cara mengatasi adanya tumpahan minyak di laut adalah dengan menggunakan dispersant. Dispersant terdiri dari campuran *surfaktan* (bahan aktif) dalam pelarut yang memberikan kontribusi untuk pembentukan tetesan minyak yang berukuran lebih kecil yang dapat bercampur dengan air kemudian akan terdegradasi (Brandvik *et al.*, 2006). Dispersant tidak dapat mengurangi jumlah minyak tetapi dapat meningkatkan *polycyclic aromatic hydrocarbons* (Lyons *et al.*,

2011). Banyak penelitian di laboratorium dilakukan untuk mengetahui perbedaan toksisitas dispersant dan minyak pada organisme laut yang berbeda (Almeda *et al.*, 2014), namun perbedaan jenis minyak dan dispersant akan memberikan dampak yang berbeda terhadap lingkungan, (Jiang *et al.*, 2010). Beberapa bahan yang memiliki komposisi kandungan minyak dan dispersant yang berbeda adalah *WAF* dan *CEWAF*.

WAF, *CEWAF* dan Dispersant merupakan bahan kimia yang umumnya digunakan dalam uji toksisitas karena mengandung senyawa dengan *bioavailibilty* yang tinggi. *WAF* mewakili senyawa minyak yang dapat larut dalam air, sedangkan *CEWAF* merupakan campuran dari *WAF* dan dispersant (Singer *et al.*, 2000).

II. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hidrobiologi dan Laboratorium Keamanan Hasil Pangan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya yang dimulai pada bulan Januari - Mei 2016.

Metode yang digunakan metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF). Tahapan penelitian yang dilakukan diantaranya Sterilisasi alat dan media kultur, penyiapan air laut sebagai medium kultur, penyiapan bibit fitoplankton dan pupuk, pengaturan intensitas cahaya, kultur fitoplankton, penyiapan *WAF*, *CEWAF* dan minyak Dispersant. Prosedur pengambilan data penelitian diantaranya penghitungan kepadatan *Chaetoceros calcitrans* dan *Tetraselmis chuii* serta pengukuran parameter pendukung meliputi parameter suhu, pH, dan salinitas.

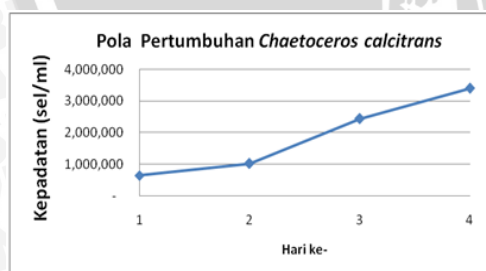
Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu analisis probit, Two Way ANOVA yang dilanjutkan dengan uji lanjut *Tukey*. Analisis probit digunakan untuk mendapatkan nilai LC_{50} . *Two way* Anova berfungsi untuk melihat pengaruh yang diberikan *WAF*, *CEWAF*, dan dispersant terhadap mortalitas *Chaetoceros calcitrans* dan *Tetraselmis chuii*. Jika dalam uji statistik yang dilakukan terdapat perbedaan yang nyata atau signifikan maka dilanjutkan dengan uji *Tukey* untuk mengetahui perlakuan mana saja yang memberikan hasil yang berbeda.

III. Pembahasan

3.1 Persiapan Stok Fitoplankton

3.1.1 *Chaetoceros calcitrans*

Kultur *Chaetoceros calcitrans* dilakukan untuk mendapatkan fitoplankton pada kondisi laboratorium. Hasil pengamatan kepadatan kultur *Chaetoceros calcitrans* dilakukan selama 4 hari dalam media kultur air laut dengan penambahan medium pupuk diatom, silikat serta vitamin. Hasil pengamatan pertumbuhan fitoplankton *Chaetoceros calcitrans* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva pertumbuhan *Chaetoceros calcitrans*

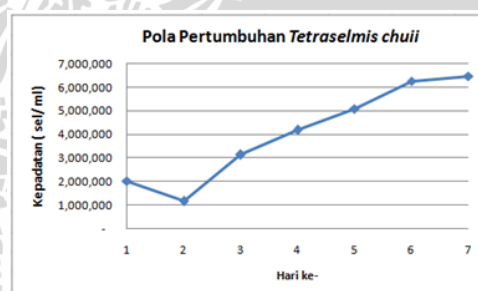
Berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 1, waktu pertumbuhan yang dibutuhkan oleh fitoplankton *Chaetoceros calcitrans* untuk beradaptasi terhadap media kultur sangat singkat, yakni satu hari (hari 1-2). Pada fase ini terjadi penyesuaian terhadap

lingkungan yang baru sehingga penambahan populasi fitoplankton cenderung sedikit. Pertumbuhan yang signifikan atau eksponensial mulai terjadi pada hari ke 3 sampai hari ke 4 yang ditandai dengan bertambahnya jumlah sel pada kultur secara cepat, dimana proses pembelahan sel mulai optimal.

Kisaran kualitas air selama kultur *Chaetoceros calcitrans* meliputi suhu, pH, salinitas yang berturut-turut 27°C-29°C, 7.9-8.3, 30-32.5 ‰.

3.1.2 *Tetraselmis chuii*

Hasil pengamatan kultur *Tetraselmis chuii* dilakukan selama 7 hari dalam media kultur air laut dengan penambahan walne dan vitamin. Hasil pengamatan pertumbuhan fitoplankton *Tetraselmis chuii* dapat dilihat pada Gambar 2.



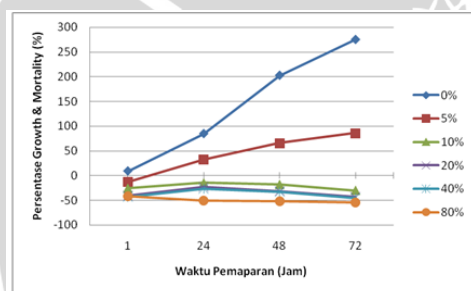
Gambar 2. Kurva pertumbuhan *Tetraselmis chuii*

Tetraselmis chuii dikultur pada kepadatan awal 2.019.583 sel/ mL mengalami penurunan jumlah populasi terhadap media pertumbuhannya hingga mencapai 1.152.083 sel/mL. Hari ke 1 hingga ke 2 *Tetraselmis chuii* mengalami fase lag atau fase adaptasi dimana laju pertumbuhan yang sangat kecil dikarenakan *Tetraselmis chuii* menyesuaikan diri pada lingkungan yang baru. Fase eksponensial terjadi pada hari ke 3 hingga hari ke 7 dengan kepadatan *Tetraselmis chuii* mencapai 6.459.583 sel/mL.

Kisaran kualitas air selama kultur *Tetraselmis chuii* meliputi suhu, pH, salinitas yang berturut-turut 27°C-29°C, 8.15-8.33, 25-30‰

3.2 Persentase Pertumbuhan dan Mortalitas *Chaetoceros calcitrans* Setelah Pemaparan WAF, CEWAF dan Dispersant

Dampak dari WAF, CEWAF dan dispersant terhadap pertumbuhan dan mortalitas *Chaetoceros calcitrans* bervariasi tergantung pada spesies dan tingkatan pemaparan Almeda *et al.* (2014). Berikut merupakan grafik persentase pertumbuhan dan mortalitas *Chaetoceros calcitrans* terhadap WAF, CEWAF dan dispersant selama 72 jam.

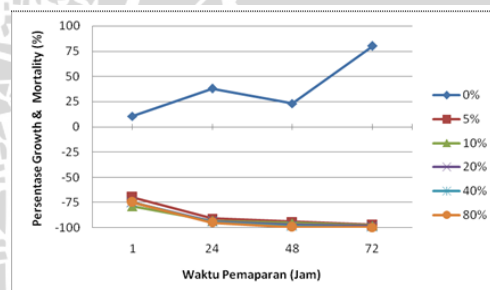


Gambar 3. Persentase pertumbuhan dan mortalitas *Chaetoceros calcitrans* terhadap Water Accommodated Fraction (WAF) selama waktu pemaparan 72 jam

Grafik diatas menunjukkan konsentrasi WAF 0% (kontrol) semakin hari semakin mengalami pertumbuhan yang berturut-turut sebesar 9.01%, 84.69%, 202.85% dan 275.40%. Kenaikan pertumbuhan *Chaetoceros calcitrans* juga terjadi pada konsentrasi 5% WAF pada jam ke 24 hingga 72 jam berturut-turut 32.47%, 65.48%, 85.96% meskipun pertumbuhan yang dialaminya tidak sebanyak pada pertumbuhan 0% (kontrol), tetapi pada jam ke 1 *Chaetoceros calcitrans* mengalami mortalitas sebesar 13.05%. Kemungkinan yang terjadi pada jam ke 1, *Chaetoceros calcitrans* mengalami mortalitas dikarenakan masih

menyesuaikan diri dengan medianya yang baru, sedangkan pada jam ke 24 hingga jam ke 72 *Chaetoceros calcitrans* mulai mengalami pertumbuhan hal ini mengindikasikan bahwa pada konsentrasi 5% WAF belum mampu menghambat pertumbuhan *Chaetoceros calcitrans*.

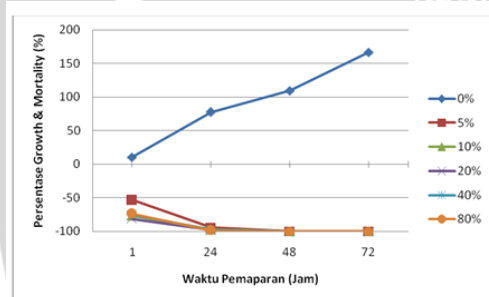
Hasil pengamatan pada jam ke - 72 untuk konsentrasi 10% menunjukkan mortalitas fitoplankton hingga mencapai 30.10%, untuk konsentrasi 20% pada jam yang sama mortalitas *Chaetoceros calcitrans* mencapai 43.18% dan pada konsentrasi 40% dan 80% mortalitas *Chaetoceros calcitrans* berturut-turut mencapai 45.36% dan 54.85% dari pertumbuhan awal sebelum pemaparan WAF. Hal ini mengindikasikan bahwa WAF pada konsentrasi 10%, 20%, 40% dan 80% dapat menghambat pertumbuhan atau dapat menyebabkan mortalitas terhadap fitoplankton *Chaetoceros calcitrans*.



Gambar 4. Persentase pertumbuhan dan mortalitas *Chaetoceros calcitrans* terhadap Chemically Enhanced Water Accommodated Fraction (CEWAF) selama waktu pemaparan 72 jam

Grafik diatas menunjukkan pada konsentrasi CEWAF 0% (kontrol) *Chaetoceros calcitrans* mengalami pertumbuhan pada jam ke 1 jam, 24 jam dan 72 jam berturut-turut sebesar 10.48%, 38.05%, 79.98% akan tetapi pada jam ke 48 jam *Chaetoceros calcitrans* mengalami mortalitas sebesar 23.21%, hal ini dapat terjadi dikarenakan kemungkinan

Chaetoceros calcitrans masih beradaptasi terhadap lingkungannya sehingga mengalami pertumbuhan yang sedikit dibandingkan dengan 1 jam, 24 jam dan 72 jam. Berbeda dengan konsentrasi CEWAF 5%, 10%, 20%, 40% dan 80% *Chaetoceros calcitrans* menunjukkan tren mortalitas. Pada konsentrasi CEWAF 5%, *Chaetoceros calcitrans* mengalami mortalitas hingga 97.21%, untuk konsentrasi CEWAF 10%, 20%, 40% dan 80% seiring dengan lamanya pemaparan dan bertambahnya konsentrasi *Chaetoceros calcitrans* mengalami mortalitas dengan jumlah berturut-turut sebesar 97.62%, 98.32%, 99.25% dan 99.63% selama 72 jam pemaparan oleh CEWAF.



Gambar 5. Persentase pertumbuhan dan mortalitas *Chaetoceros calcitrans* terhadap Dispersant selama waktu pemaparan 72 jam

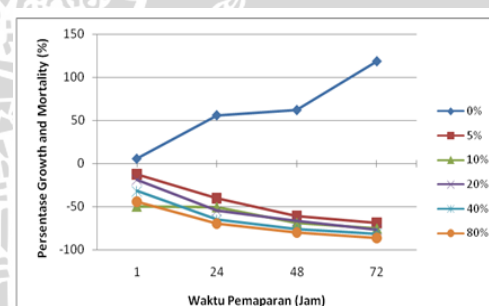
Grafik diatas menunjukkan pada konsentrasi dispersant 0% (kontrol) juga mengalami peningkatan pertumbuhan seiring dengan bertambahnya waktu hingga 72 jam yang berturut-turut 10.27%, 77.62%, 109.34%, 166.42%. Pada konsentrasi dispersant 5% hingga 80% dengan lama pemaparan 48 jam hingga 72 jam menunjukkan bahwa *Chaetoceros calcitrans* mengalami mortalitas hingga 100 %.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Almeda *et al.*, (2014) pada konsentrasi paparan tertinggi dan lamanya pemaparan, dispersant secara signifikan lebih beracun dari minyak mentah sendiri. Almeda *et al.*, (2014) juga

menyatakan bahwa dampak yang ditimbulkan dari minyak mentah, dispersant dan dispersant yang diperlakukan pada minyak mentah (CEWAF) pada pertumbuhan atau mortalitas mikrozooplankton bervariasi tergantung pada spesies dan tingkatan pemaparan. Semakin lama waktu pemaparan, akan memberikan dampak persentase mortalitas yang besar terhadap *Chaetoceros calcitrans*.

3.3 Persentase Pertumbuhan dan Mortalitas *Tetraselmis chuii* Setelah Pemaparan WAF, CEWAF dan Dispersant

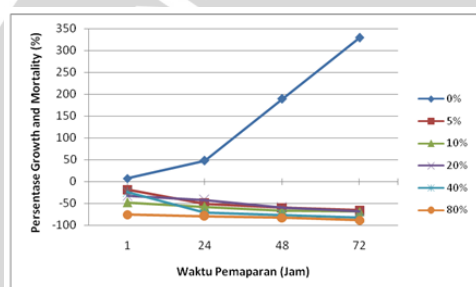
Dampak yang ditimbulkan oleh WAF, CEWAF, dan Dispersant sangat bervariasi tergantung pada spesies yang digunakan dalam percobaan dan tingkatan pemaparan (Almeda *et al.*, 2014). Grafik persentase pertumbuhan dan mortalitas *Tetraselmis chuii* terhadap WAF, CEWAF dan Dispersant dapat dilihat pada Gambar 6-8.



Gambar 6. Persentase pertumbuhan dan mortalitas *Tetraselmis chuii* terhadap Water Accommodated Fraction (WAF) selama waktu pemaparan 72 jam

Gambar 6 menunjukkan pada konsentrasi WAF 0% (kontrol) dari waktu 1 jam hingga 72 jam mengalami peningkatan persentase pertumbuhan berturut-turut sebesar 5.83%, 56.23%, 62.26%, 118.75% hal ini diduga pada jam ke-24 *Tetraselmis chuii* mengalami fase eksponensial karena ditandai dengan pesatnya laju pertumbuhan. Sesuai dengan pernyataan (Suantika & Hendrawandi, 2010), fase

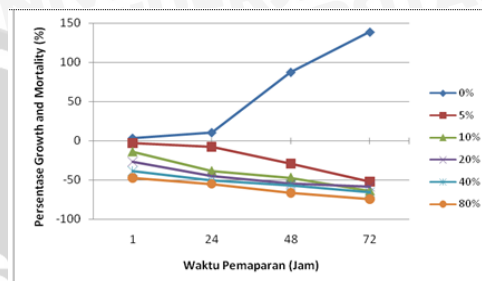
eksponensial terjadi ketika nutrient, pH dan intensitas cahaya pada medium masih dapat memenuhi kebutuhan fisiologis mikroorganisme sehingga dalam fase ini mikroorganisme masih memiliki kemampuan untuk bereproduksi hingga kepadatannya terus bertambah. Pada konsentrasi 5% hingga 80% selama pemaparan 72 jam *Tetraselmis chuii* mengalami kematian (mortalitas) berturut-turut sebesar 69.21%, 75.63%, 81.55% dan 86.46%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin bertambah konsentrasi *WAF* yang diberikan terhadap *Tetraselmis chuii* dan semakin lama pemaparan, akan mempengaruhi jumlah dari fitoplankton tersebut.



Gambar 7. Persentase pertumbuhan dan Mortalitas *Tetraselmis chuii* terhadap *Chemically Enhanced water Accommodated Fraction* (CEWAF) selama waktu pemaparan 72 jam

Gambar 7 menunjukkan pada konsentrasi CEWAF 0% (kontrol) persentase pertumbuhan *Tetraselmis chuii* dari waktu 1 jam hingga 72 jam berturut-turut mencapai 6.96%, 47.56%, 189.29% dan 328.8%. *Tetraselmis chuii* mengalami mortalitas pada konsentrasi CEWAF 5% hingga 80% selama waktu pemaparan 72 jam berturut-turut sebesar 65.63%, 68.92%, 68.59%, 82.75% dan 88.46%. Pada konsentrasi 20% mortalitas *Tetraselmis chuii* tidak sebesar pada konsentrasi 10%, hal ini mungkin terjadi karena pada saat pengambilan sampel menggunakan pipet tetes fitoplankton yang ada pada Erlenmeyer menyebar sehingga pada saat perhitungan,

tidak sebanyak pada konsentrasi 5%. Sesuai dengan pernyataan dari (Adams *et al.*, 2014), bahwa CEWAF dapat 100 kali lebih beracun dari *WAF* yang disebabkan oleh peningkatan paparan hidrokarbon dengan bahan kimia.



Gambar 8. Persentase pertumbuhan dan mortalitas *Tetraselmis chuii* terhadap Dispersant selama waktu pemaparan 72 jam

Gambar 8 menunjukkan persentase pertumbuhan *Tetraselmis chuii* pada konsentrasi dispersant 0% (kontrol) seiring dengan bertambahnya waktu, persentase pertumbuhan *Tetraselmis chuii* mengalami peningkatan pertumbuhan berturut-turut sebesar 3.3%, 10.46%, 87.45% dan 138.75%. Pada konsentrasi dispersant 5%, 10%, 20%, 40% dan 80% selama pemaparan 72 jam, pertumbuhan *Tetraselmis chuii* mengalami mortalitas, dengan kata lain besarnya konsentrasi dispersant berbanding terbalik dengan pertumbuhan fitoplankton *Tetraselmis chuii* yang berturut turut sebesar 52.15%, 63.93%, 58.77% dan 74.51%.

3.4 Analisis Statistik Two Way Anova dan Tukey

• *Chaetoceros calcitrans*

Analisis data dengan uji Two Way ANOVA dilakukan untuk melihat pengaruh perlakuan (bahan kimia, konsentrasi dan interaksi antar keduanya) terhadap pertumbuhan fitoplankton. Hasil analisis untuk *Chaetoceros calcitrans* disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil uji Statistika Two Way Anova pada Spesies *Chaetoceros calcitrans*

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
Corrected Model	362417.547 ^a	17	21318.679	16.651	.000
Intercept	123184.970	1	123184.970	96.215	.000
Bahan kimia	85005.052	2	42502.526	33.197	.000
Konsentrasi	259785.077	5	51957.015	40.582	.000
Bahan kimia*konsentrasi	17627.418	10	1762.742	1.377	.216
Error	69136.684	54	1280.309		
Total	554739.201	72			
Corrected Total	431554.231	71			

a. R Squared = .840 (Adjusted R Squared = .789)

Tabel 1 menunjukkan bahwa bahan kimia (*WAF*, *CEWAF*, Dispersant) dan konsentrasi berpengaruh nyata terhadap persentase pertumbuhan *Chaetoceros calcitrans*, sedangkan interaksi antara bahan kimia (*WAF*, *CEWAF* dan Dispersant) dengan berbagai konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh tidak berbeda nyata terhadap persentase pertumbuhan *Chaetoceros calcitrans*. Dengan kata lain tidak ada perbedaan antar perlakuan bahan kimia (*WAF*, *CEWAF* dan Dispersant) dengan berbagai konsentrasi yang berbeda antara satu dengan yang lainnya, sehingga untuk mengetahui signifikansi pengaruh antara bahan kimia dan konsentrasi perlakuan satu dengan perlakuan lain maka, analisis dilanjutkan dengan uji statistik *Tukey*.

Tabel 2. Hasil uji *Tukey* untuk bahan kimia (*WAF*, *CEWAF*, Dispersant)

(I) Bahan Kimia	(J) Bahan Kimia	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	76.3396*	10.32920	.000	51.4464	101.2328
	3	68.8621*	10.32920	.000	43.9689	93.753
2	1	-76.339*	10.32920	.000	-101.2328	-51.4464
	3	-7.4775	10.32920	.750	-32.3707	17.4157
3	1	-68.8621*	10.32920	.000	-93.7553	-43.9689
	2	7.4775	10.32920	.750	-17.4157	32.3707

Based on observed means

The error term is Mean Square (Error) = 1280.309.

*.The mean difference is significant at the .05 level

Keterangan :

1 = *WAF*

2 = *CEWAF*

3 = Dispersant

Hasil uji *Tukey* menunjukkan bahwa perlakuan yang menggunakan *WAF* berbeda nyata dengan perlakuan yang menggunakan *CEWAF* dan dispersant, artinya pemberian *WAF* memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap persentase pertumbuhan *Chaetoceros calcitrans* dibandingkan dengan pemberian *CEWAF* dan dispersant. Tabel 2 juga

menunjukkan bahwa perlakuan yang menggunakan *CEWAF* tidak berbeda nyata dengan perlakuan yang menggunakan dispersant, artinya pemberian *CEWAF* dan dispersant tidak memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap pertumbuhan *Chaetoceros calcitrans*. Sedangkan hasil uji *Tukey* untuk mengetahui konsentrasi yang paling berbeda menunjukkan bahwa konsentrasi 0% (kontrol) berbeda nyata secara signifikan dengan konsentrasi yang lain, sedangkan konsentrasi 5%, 10%, 20%, 40% dan 80% tidak berbeda nyata, meskipun pertumbuhan *Chaetoceros calcitrans* pada konsentrasi *WAF* 5% menunjukkan adanya peningkatan pertumbuhan *Chaetoceros calcitrans* tetapi hasilnya berbeda nyata secara significant (0.05) dengan konsentrasi *WAF* yang lain.

• *Tetraselmis chuii*

Analisis data dengan uji Two Way ANOVA dilakukan untuk melihat pengaruh pengaruh perlakuan (bahan kimia, konsentrasi dan interaksi antar keduanya) terhadap pertumbuhan fitoplankton. Hasil analisis untuk *Tetraselmis chuii* disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil uji Statistika Two Way Anova

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	233250.987 ^a	17	13720.646	7.482	.000
Intercept	69978.523	1	69978.523	38.162	.000
Bahan kimia	2241.404	2	1120.702	.611	.546
Konsentrasi	210996.095	5	42199.219	23.013	.000
Bahan kimia*konsentrasi	20013.488	10	2001.349	1.091	.385
Error	99021.511	54	1833.732		
Total	402251.020	72			
Corrected Total	332272.498	71			

a. R Squared = .702 (Adjusted R Squared = .608)

Tabel 3 menunjukkan bahwa pemberian bahan kimia (*WAF*, *CEWAF* dan Dispersant) memberikan pengaruh tidak berbeda nyata, begitu juga dengan interaksi bahan kimia (*WAF*, *CEWAF*, Dispersant) dengan berbagai macam konsentrasi yang berbeda memberikan

pengaruh tidak berbeda nyata atau berpengaruh tetapi tidak signifikan terhadap persentase pertumbuhan *Tetraselmis chuii*. Dengan kata lain tidak ada perbedaan antar perlakuan bahan kimia (*WAF*, *CEWAF* dan Dispersant) dengan berbagai macam konsentrasi yang berbeda antara satu dengan yang lainnya sedangkan perlakuan konsentrasi memberikan pengaruh berbeda nyata, sehingga untuk mengetahui signifikansi pengaruh dari konsentrasi perlakuan satu dengan perlakuan lain maka analisis dilanjutkan dengan uji statistik *Tukey*. Hasil uji statistik *Tukey* menunjukkan bahwa hanya perlakuan konsentrasi 0% (kontrol) saja yang memberikan pengaruh berbeda nyata dengan konsentrasi yang lainnya sedangkan konsentrasi 5%, 10%, 20%, 40% dan 80% tidak memberikan pengaruh berbeda nyata.

3.5 Penentuan Nilai LC_{50}

Tabel 4. Hasil nilai LC_{50} pada *Chaetoceros calcitrans* dan *Tetraselmis chuii*

Waktu Pemaparan	Biota Uji	Nilai LC_{50}		
		WAF	CEWAF	Dispersant
24 jam	<i>Chaetoceros calcitrans</i>	86 ml/L	1.03 ml/L	5×10^{-4} ml/L
	<i>Tetraselmis chuii</i>	8.55 ml/L	7.05 ml/L	1.8 ml/L

Tabel 4 menunjukkan konsentrasi *WAF*, *CEWAF* dan dispersant yang dapat membunuh 50% *Chaetoceros calcitrans* berturut-turut yaitu 86 ml/L, 1.03 ml/L dan 5×10^{-4} ml/L, sedangkan konsentrasi *WAF*, *CEWAF* dan dispersant yang dapat membunuh 50% *Tetraselmis chuii* berturut-turut sebesar 8.55 ml/L, 7.05 ml/L dan 1.8 ml/L.

Dispersant memiliki nilai LC_{50} yang paling kecil diantara *WAF* dan *CEWAF* terhadap *Chaetoceros calcitrans*, hal ini mengindikasikan bahwa dispersant lah yang lebih toksik diantara *WAF* dan *CEWAF* terhadap *Chaetoceros calcitrans*. Sama halnya dengan *Tetraselmis chuii*, dispersant memiliki nilai LC_{50}

paling kecil diantara *WAF* dan *CEWAF* yang mengindikasikan bahwa dispersant juga lebih toksik bagi *Tetraselmis chuii*. Sesuai dengan pernyataan dari Sumihe (2014) bahwa, semakin kecil nilai LC_{50} dari suatu sampel maka semakin tinggi senyawa bioaktifnya sedangkan semakin besar nilai LC_{50} berarti toksisitasnya semakin kecil.

IV. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian Skripsi ini adalah :

- Penggunaan *WAF* berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan *Chaetoceros calcitrans*. Penggunaan *CEWAF* dan Dispersant tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan *Chaetoceros calcitrans*. Tidak ada perbedaan antara penggunaan *WAF*, *CEWAF* dan Dispersant terhadap pertumbuhan *Tetraselmis chuii*.
- Tidak ada pengaruh perbedaan konsentrasi *WAF*, *CEWAF*, dan Dispersant terhadap pertumbuhan *Chaetoceros calcitrans* dan *Tetraselmis chuii* kecuali pada kontrol.
- Konsentrasi *WAF*, *CEWAF* dan dispersant yang mampu membunuh 50% terhadap mortalitas *Chaetoceros calcitrans* berturut turut adalah 86 ml/L, 1.03 ml/L dan 5×10^{-4} ml/L, sedangkan konsentrasi *WAF*, *CEWAF* dan dispersant yang dapat membunuh 50% *Tetraselmis chuii* berturut-turut sebesar 8.55 ml/L, 7.05 ml/L dan 1.8 ml/L

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, J., Swezey, M., Hodson, P.V., 2014. Oil and oil dispersant do not cause synergistic toxicity to fish embryos. Environ. Toxicol. Chem. 33, 107–114.
- Almeda, R., Hyatt, C., Buskey, E.J., 2014. Toxicity of dispersant Corexit 9500A and

- crude oil to marine microzooplankton. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 106, 76–85.
- Brandvik, P.J., Sørheim, K.R., Singaas, I., Reed, M., 2006. Short state-of-the-art report on oil spills in ice-infested waters. *JIP Rep. SINTEF Materials and Chemistry. Marine Environ Technol.* 8, 58–63.
- Hallare, A.V., Lasafin, K.J.A., Magallanes, J.R., 2011. Shift in phytoplankton community structure in a tropical marine reserve before and after a major oil spill event. *Int. J. Environ. Res.* 5, 651–660.
- Harrould - Kolieb, E., Savitz, J., Short, J., Veach, M., 2009. Toxic Legacy: LongTerm Effects of Offshore Oil on Wildlife and Public Health. Oceana URL [Http://oceana.org/sites/default/files/rep](http://oceana.org/sites/default/files/rep)
- Jiang, Z., Huang, Y., Xu, X., Liao, Y., Shou, L., Liu, J., Chen, Q., Zeng, J., 2010. Advance in the toxic effects of petroleum water accommodated fraction on marine plankton. *Acta Ecol.Sin.* 30, 8–15.
- Lyons, M.C., Wong, D.K.H., Mulder, I., Lee, K., Burrige, L.E., 2011. The influence of water temperature on induced liver EROD activity in Atlantic cod (*Gadus morhua*) exposed to crude oil and oil dispersants. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 74, 904–910.
- ortsToxicLegacy Final Pdf.
- Podkuiko, L. 2013. The effects of two crude oil solutions to phytoplankton species. Tartu Ülikool. Thesis. University of Tartu. Tartu, Estonia.
- Putri, B., Vickry., H.A., Maharani, H.W. 2013. Pemanfaatan Air Kelapa Sebagai Pengkaya Media Pertumbuhan Mikroalga *Tetraselmis* sp. Prosiding Semirata. Universitas Lampung. Lampung.
- Singer, M.M., Aurand, D., Bragin, G.E., Clark, J.R., Coelho, G.M., Sowby, M.L., Tjeerdema, R.S., 2000. Standardization of the preparation and quantitation of water-accommodated fractions of petroleum for toxicity testing. *Mar. Pollut. Bull.* 40, 1007–1016.
- Suantika, G., Hendrawandi, D., 2010. Efektivitas Teknik Kultur menggunakan Sistem Kultur Statis, Semi-kontinyu, dan Kontinyu terhadap Produktivitas dan Kualitas Kultur *Spirulina* sp. *J. Mat. Sains* 14, 41–50.
- Sumihe, G., Runtuwane, M.R.J., Rorong, J.A. Analisis Fitokimia dan Penentuan Nilai LC₅₀ Ekstraks Metanol Daun Liwas. *Jurnal Ilmiah Sains* Vol. 14 No. 2, 1–4.