

JURNAL

**PENGARUH PENAMBAHAN DETERJEN *ATTACK* DENGAN
KONSENTRASI DAN LAMA PENDEDAHAN BERBEDA TERHADAP
PERTUMBUHAN BAKTERI HETEROTROFIK
DI DALAM AIR LAUT**

**OLEH
ROIMAN PAKPAHAN
1304115352**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN
UNIVERSITAS RIAU
PEKANBARU
2017**

Pengaruh Penambahan Deterjen *Attack* dengan Konsentrasi dan Lama Pendedahan Berbeda Terhadap Pertumbuhan Bakteri Heterotrofik Di Dalam Air Laut

Oleh

Roiman Pakpahan¹, Irwan Efendi², Nursyirwani²

Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau, Pekanbaru, Provinsi Riau
roiman.pakpahan05051994@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan deterjen *attack* dengan konsentrasi dan lama pendedahan berbeda terhadap pertumbuhan bakteri heterotrofik di dalam air laut. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Februari sampai April 2017 menggunakan metode eksperimen. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata jumlah bakteri heterotrofik tertinggi terdapat pada perlakuan A5 pendedahan hari ke-1 sebesar $6,69 \times 10^7$ (CFU/ml) dan terendah terdapat pada perlakuan A5 pendedahan hari ke-16 sebesar $0,098 \times 10^7$ (CFU/ml). Pendedahan hari ke-1, nilai koefisien korelasi (r) yang didapat sebesar 0,277 menunjukkan hubungan dua variabel sedang dengan kelinieran positif, sedangkan pendedahan hari ke-6 sampai hari ke-21, koefisien korelasi (r) yang didapat berturut-turut sebesar 0,982, 0,9426, 0,9778, 0,986, menunjukkan hubungan dua variabel sangat kuat dengan kelinieran negatif. Hubungan regresi antara lama pendedahan dengan pertumbuhan bakteri menunjukkan hubungan sangat kuat dengan kelinieran negatif, dimana nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,87. Signifikan perlakuan konsentrasi deterjen berbeda yaitu sebesar $0,00 < \alpha$ (0,05) dan lama pendedahan yaitu sebesar $0,00 < \alpha$ (0,05). Pertumbuhan bakteri heterotrofik pada perlakuan A1 (kontrol) berbeda signifikan dengan perlakuan A2, A3, A4 dan A5 dan lama pendedahan hari ke-1 berbeda signifikan dengan pendedahan hari ke-6, 11, 16 dan 21. Berdasarkan hasil penelitian ini, terdapat pengaruh negatif penambahan deterjen *attack* dengan konsentrasi dan lama pendedahan berbeda terhadap pertumbuhan bakteri heterotrofik di dalam air laut.

Kata Kunci: Deterjen, Konsentrasi, Pendedahan, Pertumbuhan, Bakteri Heterotrofik.

¹) Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau, Pekanbaru

²) Dosen Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau, Pekanbaru

Effect of Addition “Attack” Detergent at Different Concentration and Exposure Time on Heterotrophic Bacterial Growth in Sea Water

Oleh

Roiman Pakpahan¹⁾, Irwan Efendi²⁾, Nursyirwani²⁾

Faculty of Fisheries and Marine University of Riau, Pekanbaru, Riau Province
roiman.pakpahan05051994@gmail.com

ABSTRACT

This research aims to determine the effect of “Attack” detergent addition at different concentration and exposure time on heterotrophic bacterial growth in sea water. The research was conducted from February to April 2017 used experimental method. The results showed that the highest number of heterotrophic bacteria was observed on the A5 day 1st exposure treatment of $6,69 \times 10^7$ (CFU/ml) and the lowest was in the 16th day of exposure treatment of $0,098 \times 10^7$ (CFU/ml). At day 1st, the value of the correlation coefficient (r) obtained by 0.277 showed the relationship between two variables with positive linearity, while day 6th to day 21th, the correlation coefficient (r) are 0,982, 0,9426, 0,9778 and 0,986, showed the relationship between moderate two was very strong variables with negative linearity. The regression relationship between exposure time and bacterial growth showed a strong correlation with negative linearity, where the coefficient value (r) was 0,87. Significant treatment of detergent concentration that was equal to 0,00 and exposure time that was equal to $0,00 < \alpha (0,05)$. The bacterial growth on treatment A1 (control) was significantly different with treatment A2, A3, A4 and A5. Bacterial growth at day 1st was significantly different from 6th, 11th, 16th and day 21th. The result of this research showed that there were a effect of “Attack” detergent addition with different concentration and exposure time to the growth of heterotrophic bacteria in seawater.

Keyword: Detergent, Concentration, Exposure, Growth, Heterotrophic Bacteria,

¹⁾ Student at the Faculty of Fisheries and Marine University of Riau

²⁾ Lecturer at the Faculty of Fisheries and Marine University of Riau

1. PENDAHULUAN

Perairan muara yang berada di sekitar kawasan Desa Kayu Ara, Kecamatan Sungai Apit, Kabupaten Siak, Provinsi Riau merupakan perairan yang terhubung dengan perairan laut Selat Malaka, sangat dipengaruhi oleh berbagai aktivitas antara lain pelayaran, industri, aktivitas rumah tangga dan lain sebagainya. Salah satu aktivitas yang dapat menimbulkan pencemaran yang berpotensi dapat menurunkan dan merusak daya dukung lingkungan adalah pencemaran minyak, limbah industri, limbah pertanian dan buangan limbah rumah tangga yaitu limbah deterjen.

Deterjen adalah salah satu bahan pencuci yang sering digunakan baik dalam industri maupun rumah tangga. Umumnya perkembangan industri deterjen sangat cepat, sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk. Perkembangan industri ini disatu pihak mempunyai dampak positif yaitu, berupa penambahan penghasilan serta penyediaan lapangan pekerjaan bagi masyarakat, tetapi dilain pihak juga membawa dampak negatif yang ditimbulkan oleh air buangan dari air limbah deterjen tersebut (Bisono dan Adhithiaastuti, 2008).

Lingkungan perairan yang tercemar limbah deterjen kategori keras, dalam konsentrasi tinggi akan mengancam dan membahayakan kehidupan biota air dan manusia yang mengkonsumsi biota tersebut (Lichtenberg *et al.*, 2013).

Buangan jenis limbah deterjen LAS dalam sistem pembuangan dapat menimbulkan masalah keracunan pada biota air dan penurunan kualitas air. LAS mempunyai karakteristik lebih baik, meskipun belum dapat dikatakan

ramah lingkungan. LAS mempunyai gugus alkil lurus atau tidak bercabang yang dengan mudah dapat diuraikan oleh mikroorganisme (Susana dan Suyarso, 2008).

Bakteri heterotrofik merupakan komponen pada ekosistem laut yang berfungsi sebagai pengurai. Fungsi bakteri heterotrofik sebagai pengurai dan terkait erat dengan siklus hara terutama nitrat dan fosfat. Bakteri ini tidak dapat berfotosintesis atau memakan partikel organik tetapi dengan exoenzimnya dapat memecah molekul organik yang kompleks menjadi satuan kecil yang mudah diserap dan diasimilasi.

Bakteri heterotrofik adalah bakteri yang membutuhkan karbon organik dan nitrogen anorganik sebagai sumber energi. Selain karbon, bahan yang dibutuhkan oleh bakteri adalah nitrogen, yang dapat ditemukan pada bahan organik dan anorganik. Bakteri heterotrof adalah bakteri pengurai senyawa organik (mineralisasi) (Avnimelech dalam Ernawati, 2014).

Kelemahan bakteri dalam menguraikan senyawa deterjen di suatu perairan adalah membutuhkan waktu yang lama dalam proses degradasinya dan hanya beberapa jenis bakteri yang mampu menguraikan deterjen yaitu golongan bakteri heterotrof yang bersifat saprofit (pengurai) dan golongan bakteri anaerob.

Pertumbuhan bakteri secara umum sangat dipengaruhi sumber nutrisi, media tumbuh, suhu, oksigen terlarut, pH, dan kondisi lingkungan. Kebanyakan organisme heterotrof menggunakan komponen organik yang mengandung nitrogen sebagai sumber N, tetapi beberapa dapat menggunakan sumber nitrogen

anorganik (Madigan dan Martinko, 2011).

Pertumbuhan bakteri secara umum, terdiri dari 4 fase, yaitu fase adaptasi, fase eksponensial, fase stasioner dan fase kematian (Purwoko, 2007).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan deterjen *attack* dengan konsentrasi dan lama pendedahan berbeda terhadap pertumbuhan bakteri heterotrofik dalam air laut.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Februari sampai April 2017. Pengambilan sampel air laut dilakukan di perairan Desa Kayu Ara, Kecamatan Sungai Apit, Kabupaten Siak, Provinsi Riau. Analisis sampel dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Laut, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau.

Alat yang digunakan pada saat pengambilan sampel dan pengukuran kualitas perairan antara lain: termometer, kertas pH, *hand refractometer*, pipet tetes, akuades, botol sampel, DO meter, *ice box*. Peralatan yang digunakan di laboratorium antara lain; autoklaf, inkubator, botol mikrokosom, cawan petri, *spreader stick*, timbangan analitik, mikro pipet, tabung reaksi, botol pengenceran, erlenmeyer, gelas ukur, botol sampel, aluminium foil dan lain lain.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain adalah; deterjen *attack* (konsentrat violet aroma) yang diproduksi PT. Kao Indonesia, air laut (diambil dari perairan Desa Kayu Ara, Kabupaten Siak), batu es, *Nutrient Agar*

(*Oxoid*), akuades, larutan NaCl 0,9 %, alkohol 70% dan lain sebagainya.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei dan metode eksperimen. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan dua faktor yaitu, konsentrasi deterjen *attack* berbeda (faktor A) dan lama pendedahan berbeda (faktor B). Faktor A terdiri dari 5 taraf yaitu, A1 (0 %) sebagai kontrol, A2 (0,3 %), A3 (0,6 %), A4 (0,9 %) dan A5 (1,2 %), dengan komposisi gram deterjen *attack* masing-masing A1 (0 gram), A2 (1,5 gram), A3 (3 gram), A4 (4,5 gram) dan A5 (6 gram). Faktor B terdiri dari pendedahan 1 hari, 6 hari, 11 hari, 16 hari dan 21 hari. Perhitungan jumlah bakteri heterotrofik dilakukan dengan Metode *Plate Count* (MPC).

Prosedur Penelitian

Pengambilan sampel air laut dilakukan dengan menggunakan botol steril dan disimpan di *ice box* untuk dibawa ke laboratorium dan dianalisis. Pengukuran kualitas air ini dilakukan untuk melihat secara langsung kondisi perairan yang stabil, untuk mendukung pertumbuhan mikroorganisme meliputi bakteri heterotrofik dan menghindari kondisi ekstrim pada saat pengambilan sampel. Parameter perairan yang diukur antara lain: suhu (°C), derajat keasaman (pH) dan salinitas (‰) dan oksigen terlarut (OD).

Suhu diukur dengan menggunakan termometer yang dicelupkan ke bagian permukaan perairan. Perhatikan nilai yang ditunjukkan, kemudian dicatat suhu perairan yang didapat.

Salinitas diukur dengan menggunakan *hand refractometer*

yang sudah lebih dahulu dikalibrasi menggunakan aquades sampai menunjukkan angka nol. Sampel air dimasukkan dari pipet tetes ke alat ini, kemudian dilihat dan catat angka salinitas yang ditunjukkan.

Pengukuran derajat keasaman (pH) air diukur dengan menggunakan kertas indikator pH yaitu dengan mencelupkan kertas pH kedalam perairan. Perhatikan kertas pH sehingga terlihat perubahan warna, kemudian cocokkan warna yang ada dikertas pH yang tertera pada kertas indikator pH.

Oksigen terlarut dapat dianalisis dengan menggunakan metode elektrokimia. Cara penentuan oksigen terlarut dengan metoda elektrokimia adalah cara langsung untuk menentukan oksigen terlarut dengan alat DO meter. Prinsip kerjanya adalah menggunakan probe oksigen yang terdiri dari katoda dan anoda yang direndam dalam larutan elektrolit. Pada alat DO meter, probe ini biasanya menggunakan katoda perak (Ag) dan anoda timbal (Pb). Secara keseluruhan, elektroda ini dilapisi dengan membran plastik yang bersifat semi permeable terhadap oksigen. Aliran reaksi yang terjadi tersebut tergantung dari aliran oksigen pada katoda. Difusi oksigen dari sampel ke elektroda berbanding lurus terhadap konsentrasi oksigen terlarut.

Prosedur Kerja untuk Sampel Uji

Dalam penelitian ini pengukuran kepadatan bakteri heterotrofik menggunakan metode *total plate count* (APHA 2005). Sampel air laut diambil dari perairan Desa Kayu Ara dengan botol sampel steril, kemudian disimpan ke dalam *ice box* untuk dibawa ke laboratorium. Alat yang digunakan

berupa labu erlenmeyer 500 ml. Labu diisi sampel air laut yang telah dibawa ke laboratorium sebanyak 500 ml. Setiap labu dituangi deterjen attack dengan konsentrasi 0% (kontrol), 0,3%, 0,6%, 0,9% dan 1,2 %. Labu dibalut dengan aluminium foil untuk meminimasi efek cahaya terhadap pertumbuhan mikroba. Semua erlenmeyer ditaruh pada ruangan pendingin dengan kisaran suhu 5-10 °C. Sampel air laut yang sudah dengan terdedah dengan 5 taraf konsentrasi deterjen berbeda, diambil (1 ml) secara aseptis dengan menggunakan pipet, diencerkan dengan air steril sampai pada pengenceran 10⁵. Pengenceran yang digunakan untuk penanaman bakteri adalah 3 konsentrasi dengan 3 kali pengulangan.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk Tabel dan Gambar, menggunakan aplikasi MS. Excel dan SPSS. Analisis yang digunakan antara lain analisis regresi, uji ANOVA dan uji lanjut.

Analisis regresi bertujuan untuk mengetahui hubungan dan pengaruh konsentrasi deterjen dan lama pendedahan berbeda terhadap pertumbuhan bakteri heterotrofik di dalam air laut. Menurut Sudjana (2005), bentuk dan kekuatan hubungan dua variabel dengan persamaan korelasi sebagai berikut:
$$Y = a + bX$$

Dimana :

Y = Pertumbuhan Bakteri

Heterotrofik

X₁ = Konsentrasi Deterjen *Attack* Berbeda

X₂ = Lama Pendedahan Berbeda

a = konstanta

b = koefisien regresi (kemiringan);

besaran *Response* yang ditimbulkan oleh *Predictor*.

Menurut Colton *dalam* (Sabri dan Hastono, 2007), kekuatan hubungan dua variabel secara kualitatif dapat dibagi dalam empat area sebagai berikut:

◇ $r = 0,00 - 0,25$ > hubungan lemah

◇ $r = 0,26 - 0,50$.> hubungan sedang

◇ $r = 0,51 - 0,75$ > hubungan kuat

◇ $r = 0,76 - 1,00$ > hubungan sangat kuat/sempurna.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perairan laut yang dijadikan sebagai lokasi pengambilan sampel terletak di Desa Sungai Kayu Ara, Kecamatan Sungai Apit, Kabupaten Siak, Provinsi Riau, yang berada pada titik koordinat $01^{\circ}06'13,82''$ LU dan $102^{\circ}11'32,136''$ BT. Masukan bahan organik yang datang dari aliran sungai dan daratan yang masuk ke perairan mengakibatkan perairan tersebut keruh dan berwarna kecoklatan.

Kondisi perairan pesisir di Desa Sungai Kayu Ara, memiliki potensi hutan mangrove yang perlu dijaga dan dilestarikan agar terhindar dari abrasi laut dan kerusakan ekosistem mangrove. Perairan laut ini juga dimanfaatkan untuk jalur transportasi kapal, aktivitas nelayan, aktivitas masyarakat dan lain sebagainya.

Parameter Kualitas Perairan Sungai Desa Kayu Ara

Kondisi suatu perairan yang baik dan normal akan mendukung kehidupan suatu organisme di dalamnya. Pengukuran kualitas perairan ini bertujuan untuk melihat kondisi alami mikroorganisme di perairan. Secara umum pertumbuhan bakteri dipengaruhi oleh salinitas,

pH, suhu, oksigen terlarut dan lain sebagainya. Hasil pengukuran parameter kualitas perairan yang dilakukan di lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 1.

Hasil pengukuran parameter kualitas perairan yang dilakukan di lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kualitas Perairan Muara Sungai Kayu Ara

No	Parameter	Nilai	Satuan
1	Salinitas	24	Ppt
2	pH	5-6	
3	Suhu	28-30	$^{\circ}\text{C}$
4	Oksigen Terlarut	6,28	mg/L

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa salinitas perairan saat pengambilan sampel adalah 24 ppt, derajat keasaman (pH) dengan kisaran 5-6, suhu perairan berkisar $28-30^{\circ}\text{C}$ dan oksigen terlarut sebesar 6,28 mg/L. Berdasarkan data parameter kualitas perairan yang diukur, faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri antara lain: salinitas, pH, suhu dan oksigen terlarut. Salinitas perairan sebesar 24 ppt tergolong kedalam perairan muara, dimana bakteri heterotrofik mampu tumbuh secara maksimal. Hal ini sesuai dengan penelitian yang menyatakan bahwa populasi bakteri heterotrofik perairan, berkisar antara 10.000 - 100.000 sel/ml, sedangkan di perairan laut terbuka kandungannya berkisar antara 1 - 100 sel/ml (Notowinarto *et al.*, 2015).

Derajat keasaman (pH) perairan berkisar 5-6, dimana nilai pH ini lebih rendah dibandingkan baku mutu diperairan yaitu 6-9 dan mempengaruhi pertumbuhan bakteri heterotrofik di perairan. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya

yang menyatakan, bahwa sebagian besar biota air sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai pH diantara nilai pH 7 sampai 8,5. Selain itu, pH juga dapat berpengaruh pada peningkatan toksisitas pada suatu zat. Amonium yang sifatnya nontoksik pada pH rendah akan menjadi toksik pada pH yang tinggi akibat tidak terionisasi dalam air (Sumartini, 2008).

Umumnya enzim bekerja optimum pada rentang pH 6-8. Secara umum, kelompok mikroba memiliki karakteristik pH yang berbeda. Kebanyakan bakteri dan protista adalah neutrofil. Meskipun mikroorganisme tumbuh dalam kisaran pH yang luas dan jauh dari optimum, terdapat batas-batas toleransi pada pertumbuhannya (Prescott *et al.*, 2008).

Suhu perairan berkisar 28-30°C dimana bakteri dapat tumbuh dengan baik. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa suhu lingkungan sangat mempengaruhi mikroorganisme, seperti halnya untuk semua organisme yang lain. Mikroorganisme biasanya rentan karena suhu bervariasi pada lingkungan eksternal. Faktor paling penting yang mempengaruhi adalah pengaruh suhu pada pertumbuhan. Pada sebagian besar mikroorganisme pertumbuhan mencapai optimal pada suhu sekitar 20-45°C yang disebut mesofilik (Stuart, 2005).

Oksigen Terlarut perairan laut yang didapat sebesar 6,28 mg/l. Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004, tentang baku mutu air laut, standar baku mutu oksigen terlarut dalam perairan yaitu >5 mg/l. Artinya oksigen terlarut di perairan ini masih dalam kondisi yang baik

untuk mendukung kebutuhan oksigen mikroorganisme dalam proses respirasi.

Hal ini didukung penelitian yang menyatakan bahwa kadar oksigen terlarut dipengaruhi juga dengan kegiatan fotosintesis, dekomposisi bahan organik dan oksidasi bahan anorganik. Tanaman air yang memerlukan CO₂ dalam proses fotosintesis yang kemudian akan menghasilkan oksigen namun dalam kegiatan dekomposisi dan oksidasi kadar oksigen yang terlarut dapat berkurang (Effendi, 2003).

Pertumbuhan Bakteri Heterotofik Pada Setiap Perlakuan

Pertumbuhan bakteri heterotrofik pada konsentrasi deterjen berbeda selama 21 hari (1, 6, 11, 16 dan 21), berfluktuasi.. Untuk lebih rinci dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pertumbuhan Bakteri Heterotrofik Pada Setiap Perlakuan

P	Rata-Rata Konsentrasi Bakteri (CFU/ml)				
	Selama Pendedahan Berbeda (Hari)				
	1	6	11	16	21
A1	5,31 x 10 ⁷	3,48 x 10 ⁷	0,27 x 10 ⁷	0,22 x 10 ⁷	0,23 x 10 ⁷
A2	5,94 x 10 ⁷	3,01 x 10 ⁷	0,17 x 10 ⁷	0,18 x 10 ⁷	0,21 x 10 ⁷
A3	3,07 x 10 ⁷	1,67 x 10 ⁷	0,15 x 10 ⁷	0,17 x 10 ⁷	0,17 x 10 ⁷
A4	6,56 x 10 ⁷	1,43 x 10 ⁷	0,14 x 10 ⁷	0,13 x 10 ⁷	0,15 x 10 ⁷
A5	6,69 x 10⁷	0,96 x 10 ⁷	0,12 x 10 ⁷	0,098 x 10⁷	0,14 x 10 ⁷

Pada Tabel 2, dapat dilihat pada hari pendedahan ke-1, perlakuan A1, A2, A3, A4 dan A5 menunjukkan fluktuasi konsentrasi bakteri heterotrofik.

Rata-rata konsentrasi bakteri paling tinggi pada pendedahan hari ke-1, terdapat pada perlakuan A5 sebesar 6,69 x 10⁷ (CFU/ml) dan

paling rendah terdapat pada perlakuan A3 dengan konsentrasi bakteri sebesar $3,07 \times 10^7$ (CFU/ml).

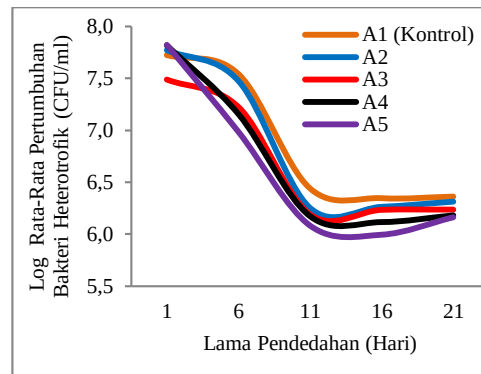
Pada pendedahan hari ke-6, rata-rata konsentrasi bakteri disetiap perlakuan menunjukkan penurunan. Hal ini dikarenakan bakteri mengalami fase kematian akibat konsentrasi deterjen berbeda. Rata-rata konsentrasi bakteri paling tinggi pada pendedahan hari ke-6, terdapat pada konsentrasi A1 (kontrol) sebesar $3,48 \times 10^7$ (CFU/ml) dan paling rendah terdapat pada perlakuan A5 dengan konsentrasi bakteri sebesar $0,96 \times 10^7$ (CFU/ml).

Pada pendedahan hari ke-11 sampai hari ke-21 disetiap perlakuan, terjadi penurunan konsentrasi bakteri yang sangat drastis dibandingkan dengan hari pengamatan sebelumnya. Rata-rata konsentrasi bakteri paling tinggi pada pendedahan hari ke-11 terdapat pada konsentrasi A1 (kontrol) sebesar $0,27 \times 10^7$ (CFU/ml) dan paling rendah terdapat pada perlakuan A5 sebesar $0,12 \times 10^7$ (CFU/ml).

Rata-rata konsentrasi bakteri paling tinggi pada hari pengamatan ke-16 terdapat pada konsentrasi A1 (kontrol) sebesar $0,22 \times 10^7$ (CFU/ml) dan paling rendah terdapat pada perlakuan A5 sebesar $0,098 \times 10^7$ (CFU/ml). Rata-rata konsentrasi bakteri paling tinggi pada hari pendedahan ke-21 terdapat pada konsentrasi A1 (kontrol) sebesar $0,23 \times 10^7$ (CFU/ml) dan paling rendah terdapat pada perlakuan A5 sebesar $0,14 \times 10^7$ (CFU/ml).

Grafik Pertumbuhan Bakteri

Grafik log rata-rata pertumbuhan bakteri heterotrofik pada waktu pengamatan selama 21 hari, dapat dilihat pada Gambar 1.



Hasil penelitian pada pendedahan hari ke-1, menunjukkan pertumbuhan bakteri heterotrofik secara umum mengalami peningkatan jumlah bakteri dalam kondisi maksimal. Bakteri memanfaatkan deterjen sebagai nutrisi untuk pertumbuhannya. Madigan *et al.*, (2011) menyatakan dalam kondisi nutrisi yang baik, waktu yang dibutuhkan untuk pertumbuhan bakteri relatif cepat, sebaliknya jika nutrisi yang dibutuhkan tidak melimpah, sel-sel harus menyesuaikan dengan lingkungan dan pembentukan enzim-enzim untuk mengurai substrat membutuhkan waktu yang lebih lama.

Perubahan lingkungan yang mampu meningkatkan toksitas senyawa kimia menyebabkan bakteri tidak mampu lagi menguraikan deterjen dalam konsentrasi yang tinggi sehingga pertumbuhan bakteri menurun dalam setiap perlakuan pada hari pendedahan ke-6 sampai hari ke-21.

Purwoko, 2007 menyatakan nutrisi dari media pertumbuhan sudah tidak tersedia lagi dan terjadi penimbunan hasil metabolisme yang bersifat toksik yang mengakibatkan penurunan jumlah populasi bakteri secara drastis. Fase ini disebut sebagai fase kematian. Namun, pada fase ini tetap terdapat sel yang dapat

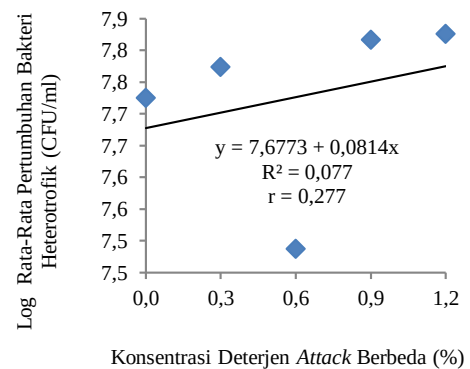
bertahan hidup dengan waktu generasi yang relatif lama. Fase stasioner pertumbuhan sel mulai terhambat, kecepatan pembelahan sel berkurang, dan jumlah sel yang mati mulai bertambah, serta mulai dihasilkannya metabolit sekunder. Pada fase ini, jumlah sel hidup konstan seperti tidak terjadi pertumbuhan.

Derajat Keasaman (pH) juga dapat berpengaruh pada peningkatan toksisitas pada suatu zat. Amonium yang sifatnya nontoksik pada pH rendah akan menjadi toksik pada pH yang tinggi akibat tidak terionisasi dalam air (Sumartini, 2008).

Pertumbuhan untuk semua jenis bakteri pada konsentrasi LAS 10 mg/L menunjukkan pertumbuhan bakteri lambat. Pertumbuhan bakteri pada konsentrasi LAS 20 mg/L berjalan optimal dan pada konsentrasi LAS 30 mg/L, pertumbuhan bakteri kembali lambat. Pada LAS 10 mg/L, pertumbuhan bakteri sangat lambat disebabkan LAS yang digunakan sebagai substrat untuk pertumbuhan bakteri kurang mencukupi untuk jumlah bakteri yang ada dalam media (Budiawan *et al.*, 2009).

Hubungan Konsentrasi Deterjen Berbeda dengan Pertumbuhan Bakteri Heterotrofik

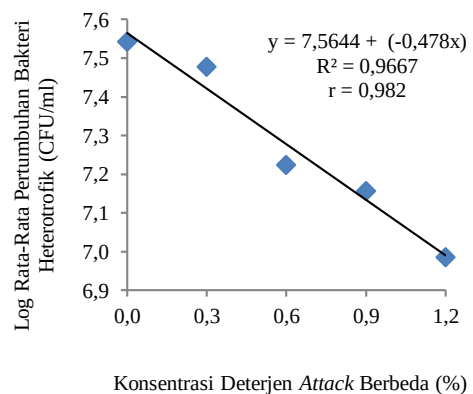
Hubungan konsentrasi deterjen berbeda dengan pertumbuhan bakteri heterotrofik pada pendedahan hari ke-1, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pendedahan Hari Ke-1

Pada Gambar 2, dapat dilihat hasil uji regresi dengan persamaan $y = 7,6773 + 0,0814x$, dengan nilai (R^2) = 0,077 dan koefisien korelasi (r) sebesar 0,277. Nilai koefisien korelasi (r) yang didapat, termasuk kedalam area nilai $r = 0,26 - 0,50$, maka kekuatan hubungan dua variabel secara kualitatif menunjukkan hubungan sedang dan hubungan linier positif, artinya perlakuan deterjen dengan konsentrasi berbeda memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan pertumbuhan bakteri heterotrofik disetiap perlakuan.

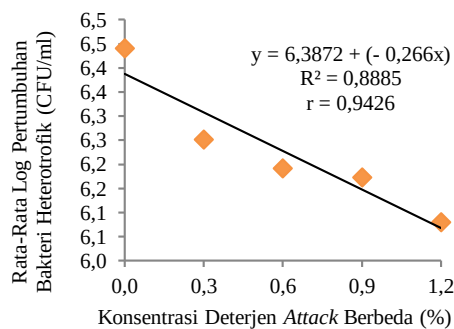
Hubungan konsentrasi deterjen berbeda dengan pertumbuhan bakteri heterotrofik pada pendedahan hari ke-6, dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pendedahan Hari Ke-6

Pada Gambar 3, dapat dilihat hasil uji regresi dengan persamaan $Y = 7,5644 + (-0,478X)$, dengan nilai $(R^2) = 0,9667$ dan koefisien korelasi (r) yaitu 0,982. Nilai koefisien korelasi (r) yang didapat termasuk kedalam area $r = 0,76 - 1,00$, maka kekuatan hubungan dua variabel secara kualitatif menunjukkan hubungan sangat kuat/sepurna dan hubungan linier negatif, artinya perlakuan deterjen dengan konsentrasi berbeda memberikan pengaruh negatif terhadap penurunan pertumbuhan bakteri heterotrofik disetiap perlakuan.

Hubungan konsentrasi deterjen berbeda dengan pertumbuhan bakteri heterotrofik pada pendedahan hari ke-11, dapat dilihat pada Gambar 4.

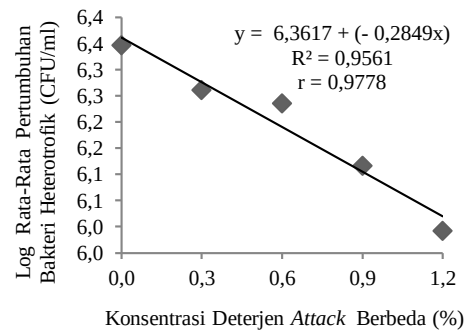


Gambar 4. Pendedahan Hari Ke-11

Pada Gambar 4 dapat dilihat hasil uji regresi dengan persamaan $Y = 6,3858 + (-0,266X)$, dengan nilai $(R^2) = 0,8885$ dan koefisien korelasi (r) yaitu 0,9426. Nilai koefisien korelasi (r) yang didapat termasuk dalam area $r = 0,76 - 1,00$, maka kekuatan hubungan dua variabel secara kualitatif menunjukkan hubungan sangat kuat/sepurna dan hubungan linier negatif, artinya perlakuan deterjen dengan konsentrasi berbeda memberikan pengaruh negatif terhadap penurunan

pertumbuhan bakteri heterotrofik disetiap perlakuan.

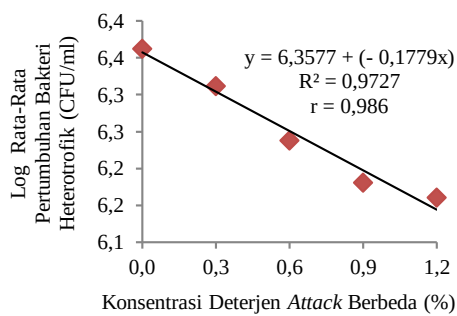
Hubungan konsentrasi deterjen berbeda dengan pertumbuhan bakteri heterotrofik pada pendedahan hari ke-16, dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pendedahan Hari Ke-16

Pada Gambar 5, dapat dilihat hasil uji regresi dengan persamaan $Y = 6,3617 + (-0,284X)$, dengan nilai $(R^2) = 0,9561$ dan koefisien korelasi (r) yaitu 0,9778. Nilai koefisien korelasi (r) yang didapat termasuk dalam area $r = 0,76 - 1,00$, maka kekuatan hubungan dua variabel secara kualitatif menunjukkan hubungan sangat kuat/sepurna dan hubungan linier negatif, artinya perlakuan deterjen dengan konsentrasi berbeda memberikan pengaruh negatif terhadap penurunan pertumbuhan bakteri heterotrofik disetiap perlakuan.

Hubungan konsentrasi deterjen berbeda dengan pertumbuhan bakteri heterotrofik pada pendedahan hari ke-21, dapat dilihat pada Gambar 6.

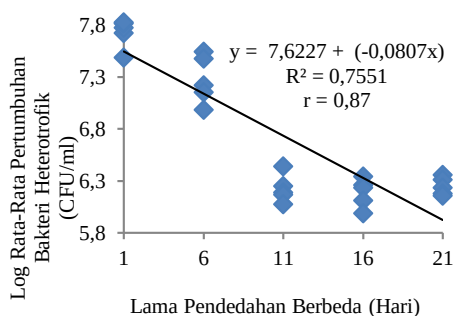


Gambar 6. Pendedahan Hari Ke-21

Pada Gambar 6 dapat dilihat hasil uji regresi dengan persamaan $Y = 6,3577 + (-0,1779X)$, dengan nilai $(R^2) = 0,9727$ dan koefisien korelasi (r) yaitu 0,986. Nilai koefisien korelasi (r) yang didapat termasuk dalam area $r = 0,76 - 1,00$, maka kekuatan hubungan dua variabel secara kualitatif menunjukkan hubungan sangat kuat/sepurna dan hubungan linier negatif, artinya perlakuan deterjen dengan konsentrasi berbeda memberikan pengaruh negatif terhadap penurunan pertumbuhan bakteri heterotrofik disetiap perlakuan.

Hubungan Lama Pendedahan Berbeda dengan Pertumbuhan Bakteri Heterotrofik

Hubungan lama pendedahan berbeda dengan pertumbuhan bakteri heterotrofik, dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hubungan Lama Pendedahan dengan Pertumbuhan Bakteri Heterotrofik

Pada Gambar 7, dapat dilihat hasil uji regresi dengan persamaan $Y = 7,6227 + (-0,0807X)$, dengan nilai $(R^2) = 0,7551$ dan koefisien korelasi (r) yaitu 0,87. Nilai koefisien korelasi (r) yang didapat termasuk dalam area $r = 0,76 - 1,00$, maka kekuatan hubungan dua variabel secara kualitatif menunjukkan hubungan sangat kuat/sepurna dan hubungan linier negatif, artinya perlakuan lama pendedahan deterjen di dalam air laut memberikan pengaruh negatif terhadap penurunan pertumbuhan bakteri heterotrofik.

Adaptasi bakteri terhadap lingkungan baru pada pendedahan hari ke-1, mampu ditolerir bakteri dengan baik, sehingga pertumbuhan bakteri heterotrofik maksimal pada perlakuan A1 (kontrol), A2, A3, A4 dan A5. Sumber nutrisi yang berasal dari senyawa deterjen dalam media yang mampu dimanfaatkan bakteri heterotrofik untuk pertumbuhannya, dimana populasi bakteri mampu memanfaatkan beberapa senyawa dalam media sebagai sumber karbon dan energi untuk pertumbuhannya.

Hal ini didukung penelitian sebelumnya bahwa ketahanan dan kesinambungan pertumbuhan mikroorganisme, bergantung pada persediaan nutrisi yang mencukupi dan lingkungan pertumbuhan yang baik. Untuk ketahanan pertumbuhan, sebagian besar mikroba harus menggunakan bahan berbobot molekul rendah dan dapat larut yang sering diperoleh dari degradasi nutrisi kompleks secara enzimatik. Suatu larutan yang mengandung nutrisi-nutrisi tersebut disebut dengan media biakan. Pada dasarnya semua media biakan berbentuk cair, semipadat atau padat (Cappucino dan Sherman, 2013).

Suharjono (2010) menyatakan, dalam fase adaptasi selama pertumbuhan bakteri dalam medium yang tercemar surfaktan anionik, bakteri dapat mengalami: i) Induksi enzim yang relevan, ii) mutasi secara acak untuk menghasilkan kemampuan biodegradasi dan iii) peningkatan densitas bakteri yang kompeten.

Pendedahan hari ke-6 menunjukkan populasi bakteri mengalami penurunan disetiap perlakuan, bakteri mampu bertahan hidup memanfaatkan senyawa organik pada media sebagai nutrisi untuk pertumbuhannya.

Bakteri tumbuh dan berkembang pada lingkungan karena adanya nutrisi yang tersedia, suhu yang sesuai, keasaman atau kebasaan (pH) tempat tumbuh. pH juga dapat berpengaruh pada peningkatan toksisitas pada suatu zat. Amonium yang sifatnya nontoksik pada pH rendah akan menjadi toksik pada pH yang tinggi akibat tidak terionisasi dalam air dengan pH yang tinggi (Sumartini, 2008).

Pendedahan hari ke-11 sampai hari ke-21 setiap perlakuan konsentrasi deterjen berbeda, menunjukkan rata-rata pertumbuhan bakteri heterotrofik perlakuan A1, A2, A3, A4 dan A5 seimbang. Hal ini dipengaruhi faktor lingkungan dan penumpukan toksik pada saat proses metabolisme didalam media yang terdedah deterjen sehingga hanya jenis bakteri tertentu yang mampu bertahan hidup.

Polutan-polutan organik dapat terdegradasi pada kondisi aerob dan anaerob. LAS mudah terdegradasi pada kondisi aerobik dan sangat sedikit terdegradasi di bawah kondisi anaerobik (Berna *et al.*, 2007). Suharjono (2010)

menyatakan bahwa salah satu strain bakteri yang mampu mendegradasi LAS adalah genus *Pseudomonas*.

Hasil analisis ragam yang didapat, signifikan perlakuan konsentrasi deterjen berbeda sebesar $0,00 < 0,05$ dan nilai probabilitas signifikan lama pendedahan berbeda sebesar $0,00 < 0,05$, artinya bahwa konsentrasi deterjen *attack* berbeda yang terdiri dari perlakuan (A1 (kontrol), A2, A3, A4, A5) dan lama pendedahan berbeda 1, 6, 11, 16, 21 (hari) berpengaruh terhadap penurunan pertumbuhan bakteri heterotrofik di dalam air laut.

Hasil uji lanjut (LSD) Anova menunjukkan bahwa pertumbuhan bakteri pada perlakuan A1 (kontrol) berbeda signifikan dengan perlakuan A2, A3, A4 dan A5. Pertumbuhan bakteri pada pendedahan hari ke-1 berbeda signifikan dengan pendedahan hari ke-6, 11, 16 dan 21. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan, bahwa terdapat pengaruh negatif penambahan deterjen *attack* dengan konsentrasi dan lama pendedahan berbeda terhadap pertumbuhan bakteri heterotrofik di dalam air laut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan, bahwa konsentrasi dan lama pendedahan berbeda deterjen *attack* memberikan pengaruh negatif terhadap pertumbuhan bakteri heterotrofik di dalam air laut. Bakteri heterotrofik mampu tumbuh dan bertahan pada semua konsentrasi deterjen pada lama pendedahan selama 21 hari. Pertumbuhan bakteri mengalami penurunan pada pendedahan hari ke-6 sampai dengan hari ke-21.

Sumber nutrisi pada saat pendedahan deterjen dalam air laut

dengan kondisi lingkungan yang baik, mampu mendukung pertumbuhan bakteri secara maksimal, sebaliknya perubahan lingkungan yang tidak stabil akan mempengaruhi pertumbuhan bakteri. Konsentrasi deterjen yang tinggi tidak mampu diuraikan oleh bakteri heterotrofik, sehingga senyawa kimia deterjen dalam air laut yang telah bersifat toksik menyebabkan penurunan pertumbuhan bakteri heterotrofik secara drastis dan hanya sebagian jenis bakteri yang mampu beradaptasi dan memanfaatkannya sebagai nutrisi untuk pertumbuhannya.

Pertumbuhan bakteri heterotrofik pada perlakuan A1 (kontrol) berbeda signifikan dengan perlakuan A2, A3, A4 dan A5. Pertumbuhan bakteri pada pendedahan hari ke-1 berbeda signifikan dengan pendedahan hari ke-6, 11, 16 dan 21.

DAFTAR PUSTAKA

- American Public Health Association* (APHA). 2005. *Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater*. Amer. Publ. 17th Edition. New York Health Association.
- Avnimelech, Y., 1999. *Carbon Nitrogen Ratio as a Control Element in Aquaculture System*. Aquaculture. 176. 227-235 pp.
- Badan Pusat Statistik. 2015. *Statistic Indonesia*. www.bps.go.id. Indonesia diakses 25 November 2015.
- Bisono, O.H.P dan A. Heryani., 2008. *Pengolahan Limbah Deterjen Sintetik Dengan Trickling Filter*. UNDIP, Semarang.
- Cappucino, J. G., and N, Sherman., 2014. *Manual Laboratorium Mikrobiologi*, Edisi 8, Jakarta, EGC.
- Effendi, H., 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor. 51 tahun 2004. *Tentang Baku Mutu Air Laut*.
- Kunarso, D.H., 2011. *Kajian Kesuburan Ekosistem Perairan Laut Sulawesi Tenggara Berdasarkan Aspek Bakteriologi*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis. 3(2): 32-47.
- Lichtenberg, D., H, Ahyayauch and F. M, Goñi., 2013. *The mechanism of detergent solubilization of lipid bilayers*. Biophysical Journal.
- Madigan, M. T., D. P, Clarck., D, Stahl and J. M, Martinko., 2011. *Brock Microbiology of microorganisms*. San Francisco: Benjamin Cummings publishing.
- Notowinarto dan F, Agustina., 2015. *Populasi Bakteri Heterotrof di perairan Pulau Bulang Batam (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia) Vol . 1(3) Hal. 334 – 342*.
- Prescott, L. M., J. P, Harley and D. A, Klein., 2008. *Microbiology 7th edition*. USA: McGraw-Hill Book Company.
- Purwoko, T., 2007. *Fisiologi Mikroba*. Bumi Aksara : Jakarta.
- Suriani, S., Suharjono., Soemarno., 2015. *Potensi Bakteri Genus*

Pseudomonas Pendegradasi
LAS di Ekosistem Sungai
Tercemar Deterjen Sekitar
Kampus Universitas
Brawijaya. J-PAL, Vol. 6,
No. 1, 2015.

Sudjana, 2005., Metode Statistika
Edisi ke-6. Bandung : Tarsito

Suharjono, 2008., Keanekaragaman
dan Potensi Pseudomonas
Strain indigenous Pendegradasi
Surfaktan Anionik di
Ekosistem Sungai tercemar
Deterjen. Universitas Gajah
Mada. Yogyakarta. Disertasi.

Suharjono, 2010., Pemberdayaan
Komunitas Pseudomonas
Untuk Bioremediasi Ekosistem
Air Sungai Tercemar Limbah
Deterjen. Seminar Nasional
Biologi. Universitas Brawijaya
Malang.

Sumartini, Y., 2008, “Derajat
Keasaman”,
<http://kimia.upi.edu>, diakses 24
Juni 2012.

Susana, T dan Suyarso., 2008.
Penyebaran Fosfat dan
Deterjen di Perairan Pesisir
dan Laut Sekitar Cirebon, Jawa
Barat, Jurnal Oseanologi dan
Limnologi di Indonesia.

Stuart, H., 2005. *Essential
Microbiology*. England: John
Wiley & Sons Inc.

Trivedi, R., 2008. *Microbial
Diversity of Culturable
Heterotrophic Bacteria in the
Tropical Saline Lake*.
Department of Microbiology-
M.T.B. College Campus (IN).