

JURNAL PENELITIAN

**ISOLASI BAKTERI PENDEGRADASI MINYAK SOLAR DI PERAIRAN
SEKITAR PELABUHAN TELUK BAYUR KOTA PADANG**

**OLEH
SRI MELINDA CITRA
1404117887**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN
UNIVERSITAS RIAU
PEKANBARU
2018**

ISOLATION OF DIESEL OIL DEGRADATION BACTERIA IN THE WATERS AROUND THE PORT OF TELUK BAYUR PADANG CITY

Sri Melinda Citra¹⁾, Dessy Yoswaty²⁾, Nursyirwani²⁾
Email : srimelindacitra@gmail.com

¹⁾Student of Marine Science Department, Faculty of Fishery and Marine
Universitas Riau

²⁾Lecturer of Marine Science Department, Faculty of Fishery and Marine
Universitas Riau

ABSTRACT

Diesel oil degradation bacteria can be found in various habitats in the marine environment including in the waters around the harbor. This research aims at diesel oil in the waters around the port of Teluk Bayur and test its ability to degrade diesel oil. Isolation of the degrading bacteria has been from April to conducted June 2018 in the Marine Microbiology Laboratory, Department of Marine Science, Faculty of Fishery and Marine University of Riau. Total count of diesel oil decomposing bacteria ranges from 0.4×10^6 to 7.3×10^6 CFU/ml. Eleven isolates of the diesel oil degradation bacteria were selected, ie BM1a, BM1b, BM1c, BM1d, BM7a, BM7b, BM7c, BM7d, BM14a, BM14c and BM14d. Based on morphological, physiology and biochemical characteristics, seven isolates were irregular, two round and concentric isolates, seven isolates with corrugated colony edges, two irregular and notched isolates, six yellow colony isolates, five white isolates, colony elevation all isolates emerge, all isolates were positive on catalase test, in H₂S test all negative isolates, all isolates in the sugar test produced gas, all isolates were motile and Gram negative, all indole isolates were negative, seven methyl red positive isolates and four methy red isolates negative. In the degradation test only six bacterial isolates were selected, ie BM1a, BM1c, BM7a, BM7d, BM14c and BM14d. The highest degradation of diesel oil at concentrations 1%, 2% and 3% were performed by isolates BM1c, BM7a and BM1a respectively. Overall, all isolates were able to degrade diesel oil in the waters around Teluk Bayur Port, Padang City.

Keyword: Isolation, Bacteria, Degradation, Diesel Oil

ISOLASI BAKTERI PENDEGRADASI MINYAK SOLAR DI PERAIRAN SEKITAR PELABUHAN TELUK BAYUR KOTA PADANG

Sri Melinda Citra¹⁾, Dessy Yoswaty²⁾, Nursyirwani²⁾
Email : srimelindacitra@gmail.com

¹⁾Mahasiswa Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau

²⁾Dosen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau

ABSTRAK

Bakteri pendegradasi minyak solar dapat ditemukan di berbagai habitat di lingkungan laut termasuk di perairan sekitar pelabuhan. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi bakteri yang mampu mendegradasi minyak solar di perairan sekitar Pelabuhan Teluk Bayur kota Padang dan menguji kemampuan isolat bakteri dalam mendegradasi minyak solar. Penelitian ini dilaksanakan dari April sampai Juni 2018 di Laboratorium Mikrobiologi Kelautan Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau. Jumlah bakteri pengurai minyak solar berkisar dari 0.4×10^6 hingga 7.3×10^6 CFU/ml. Sebelas isolat bakteri degradasi minyak solar yang dipilih, yaitu BM1a, BM1b, BM1c, BM1d, BM7a, BM7b, BM7c, BM7d, BM14a, BM14c dan BM14d. Identifikasi berdasarkan karakteristik morfologi, fisiologi dan biokimia masing-masing isolat, tujuh isolat tidak beraturan, dua isolat bulat dan konsentris, tujuh isolat dengan tepian koloni berombak, dua isolat tidak beraturan dan berlekuk, enam isolat warna koloni kuning, lima isolat putih, elevasi koloni semua isolat timbul, semua isolat positif pada uji katalase, pada uji H₂S semua isolat negatif, semua isolat pada uji gula bersifat gas, semua isolat adalah motil serta bersifat Gram negatif, semua isolat indol negatif, tujuh isolat metil merah positif dan empat isolat metil merah negatif. Untuk uji degradasi hanya enam isolat bakteri yang dipilih yaitu BM1a, BM1c, BM7a, BM7d, BM14c dan BM14d. Degradasi minyak solar tertinggi pada konsentrasi 1%, 2% dan 3% dilakukan oleh masing-masing isolat BM1c, BM7a dan BM1a. Secara keseluruhan, kesemua isolat mampu untuk mendegradasi minyak solar di perairan sekitar Pelabuhan Teluk Bayur Kota Padang.

Kata Kunci: Isolasi, Bakteri, Degradasi, Minyak Solar

PENDAHULUAN

Wilayah pesisir memiliki arti penting karena kaya akan sumberdaya alam dan pengembangan jasa-jasa lingkungan. Pemanfaatan sumberdaya pesisir yang tinggi dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan laut yang salah satu diantaranya adalah pencemaran minyak. Sumber minyak di perairan dapat berasal dari kegiatan industri di daratan dan aktivitas di perairan meliputi pencucian kapal (*balasting*), kegiatan bongkar muat minyak dan aktivitas pelabuhan termasuk lalu lintas kapal yang salah satunya adalah perairan sekitar Pelabuhan Teluk Bayur. Perairan sekitar pelabuhan Teluk Bayur merupakan perairan yang tempat persinggahan kapal berskala internasional. Selain itu, di perairan sekitar Pelabuhan Teluk Bayur terdapat juga tempat persinggahan kapal-kapal nelayan setempat setelah melakukan aktivitas menangkap ikan setiap harinya. Perairan yang berada di sekitar pelabuhan Teluk Bayur tersebut menjadi rentan terhadap pencemaran minyak dimana minyak ini dapat menyebar di permukaan perairan sekitar pelabuhan Teluk Bayur yang dibawa oleh arus dan gelombang sehingga dapat mengganggu aktivitas makhluk hidup yang ada di perairan tersebut serta dapat mengurangi nilai estetika lingkungan tersebut.

Pada umumnya, kapal-kapal yang keluar masuk di perairan sekitar pelabuhan Teluk Bayur baik kapal-kapal besar seperti kapal tanker ataupun kapal-kapal nelayan pada umumnya menggunakan bahan bakar solar. Solar merupakan bahan bakar mesin diesel yang biasanya digunakan untuk mesin transportasi dan mesin industri. Solar tersusun atas benzena, toluena, xylene, dan berbagai alkil pada hidrokarbon poliaromatik.

Tumpahan minyak tersebut merupakan polutan yang dapat mengganggu ekosistem pada wilayah yang terkontaminasi. Upaya untuk mengatasi pencemaran limbah minyak adalah dengan cara fisika (dengan *oil skimmer*), kimia (dengan penggunaan dispersan), dan biologi (dengan biodegradasi) (Silvia dan Jasmi, 2010). Biodegradasi merupakan upaya rehabilitasi lingkungan yang tercemar oleh minyak bumi dengan memanfaatkan aktivitas bakteri untuk menguraikan minyak menjadi bentuk lain yang sederhana, tidak berbahaya, dan memiliki nilai tambah bagi lingkungan (Nababan *dalam* Ristiati *et al.*, 2016).

Salah satu upaya secara biologis dalam mengatasi akibat pencemaran hidrokarbon adalah dengan melakukan bioremediasi. Pada teknik bioremediasi tumpahan minyak bumi terdapat dua pendekatan yang dapat digunakan yaitu bioaugmentasi, di mana mikroorganisme pengurai ditambahkan untuk melengkapi populasi mikroba yang telah ada, dan biostimulasi, di mana pertumbuhan pengurai hidrokarbon asli dirangsang dengan cara menambahkan nutrisi (Handrianto *et al.*, 2012).

Bioremediasi mengaplikasikan dari prinsip-prinsip proses biologi untuk mengolah air, tanah, dan lumpur yang terkontaminasi zat-zat kimia berbahaya. Tujuan akhir bioremediasi adalah memineralisasikan kontaminan yaitu mengubah senyawa kimia berbahaya menjadi kurang berbahaya seperti karbon dioksida atau beberapa kontaminan lain, senyawa anorganik, air, dan materi yang dibutuhkan oleh mikroorganisme pendegradasi (Yasmin dan Wulansarie, 2018).

Mikroorganisme diisolasi berdasarkan kemampuannya untuk memetabolisme berbagai sumber karbon, seperti komponen alifatik dan aromatik. Bakteri mempunyai peran yang terbaik dalam degradasi hidrokarbon, alasan

utama karena bakteri tersebut menggunakan hidrokarbon dari minyak sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan dan energi (Ilham *et al.*, 2017).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengisolasi bakteri yang mampu mendegradasi minyak solar di perairan sekitar Pelabuhan Teluk Bayur kota Padang dan menguji kemampuan isolat bakteri yang diperoleh dalam mendegradasi minyak solar.

METODE PENELITIAN

1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan April sampai Juni 2018. Isolasi bakteri pendegradasi minyak solar dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Laut Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau dan uji kemampuan degradasi minyak solar dilakukan di Laboratorium Kimia Laut Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei dan eksperimen. Metode survei dilakukan dengan mengisolasi bakteri pendegradasi minyak solar dari sampel air laut tersebut. Metode eksperimen dilakukan untuk menguji kemampuan isolat bakteri dalam mendegradasi minyak solar yang mengandung kadar minyak solar yang berbeda-beda yaitu 1% (1 ml), 2% (2 ml), dan 3% (3 ml) secara terpisah dan juga tanpa bakteri (kontrol).

HASIL

1. Parameter Kualitas Perairan

Hasil pengukuran kualitas perairan di perairan sekitar pelabuhan Teluk Bayur dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter kualitas perairan Teluk Bayur

No.	Parameter	Satuan	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
1.	pH	-	5	5	6
2.	Salinitas	Ppt	29	29	30
3.	Suhu	°C	28	29	29
4.	Kecepatan Arus	m/s	0.0067	0.0056	0.0028
5.	Kecerahan	Cm	97.5	70	40
6.	Kondisi Alam	-	Cerah	Cerah	Cerah
7.	Warna Air	-	Bening	Bening	Keruh
8.	Bau Air	-	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Berbau

Sumber : Data Primer 2018

2. Jumlah Bakteri Pendegradasi Minyak Solar

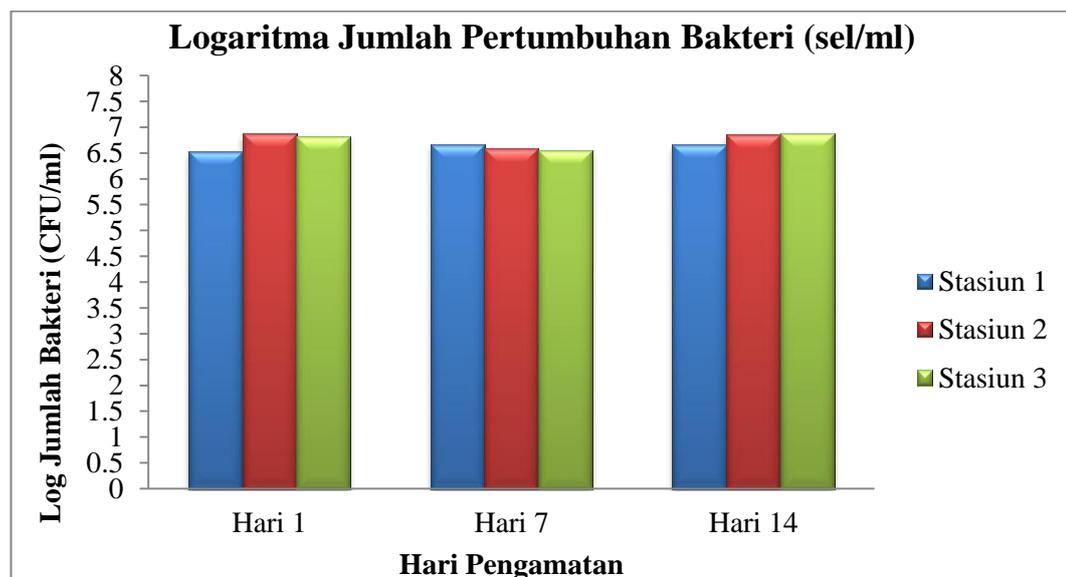
Hasil perhitungan jumlah bakteri pendegradasi minyak solar pada setiap stasiun dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah bakteri (sel/ml) untuk setiap stasiun selama 14 hari

Hari	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
1	0.4×10^6	5.1×10^6	0.5×10^6
	6.0×10^6	5.8×10^6	6.1×10^6
	6.9×10^6	7.1×10^6	7.1×10^6
Jumlah Rata-rata	3.4×10^6	4.6×10^6	4.5×10^6
7	5.2×10^6	5.1×10^6	5.0×10^6
	6.1×10^6	6.3×10^6	5.7×10^6
	7.3×10^6	6.9×10^6	7.3×10^6
Jumlah Rata-rata	7.5×10^6	3.8×10^6	7.2×10^6
14	5.1×10^6	5.4×10^6	5.2×10^6
	6.3×10^6	6.1×10^6	6.1×10^6
	7.2×10^6	6.9×10^6	7.3×10^6
Jumlah Rata-rata	6.8×10^6	3.6×10^6	7.6×10^6

Sumber : Data Primer 2018

Perhitungan nilai logaritma jumlah rata-rata pertumbuhan bakteri untuk masing-masing stasiun dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Logaritma jumlah pertumbuhan bakteri pendegradasi minyak solar di perairan sekitar Teluk Bayur

3. Karakteristik Bakteri Pendegradasi Minyak Solar

Hasil isolasi pada media SMSSe didapatkan sebanyak sebelas isolat bakteri pendegradasi minyak solar dengan bentuk, warna, tepian dan elevasi yang berbeda-beda dengan kode isolat disingkat BM (Bakteri Minyak) yaitu BM1a, BM1b, BM1c, BM1d, BM7a, BM7b, BM7c, BM7d, BM14a, BM14c dan BM14d. Hasil pengamatan terhadap morfologi dan bentuk sel bakteri pendegradasi minyak solar di perairan sekitar pelabuhan Teluk Bayur dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengamatan morfologi dan koloni

Hari	Isolat	Morfologi			
		Bentuk	Warna	Tepian	Elevasi
1	BM1a	Bundar	Kuning	Berombak	Timbul
	BM1b	Konsentris	Kuning	Tidak Beraturan	Timbul
	BM1c	Tidak Beraturan	Kuning	Berombak	Timbul
	BM1d	Tidak Beraturan	Putih	Berombak	Timbul
7	BM7a	Tidak Beraturan	Putih	Berombak	Timbul
	BM7b	Tidak Beraturan	Kuning	Berlekuk	Timbul
	BM7c	Konsentris	Putih	Berombak	Timbul
	BM7d	Tidak Beraturan	Putih	Tidak Beraturan	Timbul
14	BM14a	Bundar tepian timbul	Kuning	Berombak	Timbul
	BM14c	Tidak Beraturan	Kuning	Berombak	Timbul
	BM14d	Tidak Beraturan	Putih	Berlekuk	Timbul

Sumber : Data Primer 2018

Pada Tabel 3 dapat dilihat dari keseluruhan masing-masing isolat bakteri pendegradasi minyak solar, bentuk morfologi bakteri tersebut pada umumnya tidak beraturan (7 isolat), bulat dan konsentris (masing-masing 2 isolat). Tepian koloni berombak (7 isolat), tidak beraturan dan berlekuk (masing-masing 2 isolat). Warna koloni kuning (6 isolat) dan putih (5 isolat). Elevasi koloni semua isolat timbul.

Selanjutnya dilakukan serangkaian uji biokimia terhadap isolat bakteri pendegradasi minyak solar yaitu uji katalase, uji pewarnaan Gram, uji sulfida, uji gula, uji motilitas, uji indol, dan uji methyl red dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengamatan uji biokimia

Isolat	Uji						
	Katalase	P. Gram	H ₂ S	Gula	Motilitas	Indol	Methyl Red
BM1a	+	-	-	Gas	Motil	-	+
BM1b	+	-	-	Gas	Motil	-	-
BM1c	+	-	-	Gas	Motil	-	-
BM1d	+	-	-	Gas	Motil	-	+
BM7a	+	-	-	Gas	Motil	-	-
BM7b	+	-	-	Gas	Motil	-	+
BM7c	+	-	-	Gas	Motil	-	+
BM7d	+	-	-	Gas	Motil	-	-
BM14a	+	-	-	Gas	Motil	-	+
BM14c	+	-	-	Gas	Motil	-	+
BM14d	+	-	-	Gas	Motil	-	+

Sumber : Data Primer 2018

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa pada isolat yang diuji semuanya bersifat menghasilkan gelembung pada uji katalase, semua menghasilkan warna pink atau kemerahan pada pewarnaan gram, pada uji sulfida (H₂S) semuanya tidak menghasilkan sulfide, semua isolat pada uji gula bersifat gas, semua isolat bersifat motil serta bersifat Gram negatif atau menghasilkan warna kuning pada uji indol.

Pada uji methyl red didapatkan empat isolat yang bersifat negatif atau terbentuk warna kuning pada media.

Perhitungan jumlah koloni bakteri dilakukan secara langsung pada setiap sel bakteri yang berkembang membentuk satu koloni pada masing-masing perlakuan isolat. Jumlah koloni bakteri pada masing-masing isolat yang terpilih untuk pendegradasi minyak solar berkisar antara 0.4×10^6 sampai 7.3×10^6 CFU/ml. jumlah koloni tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

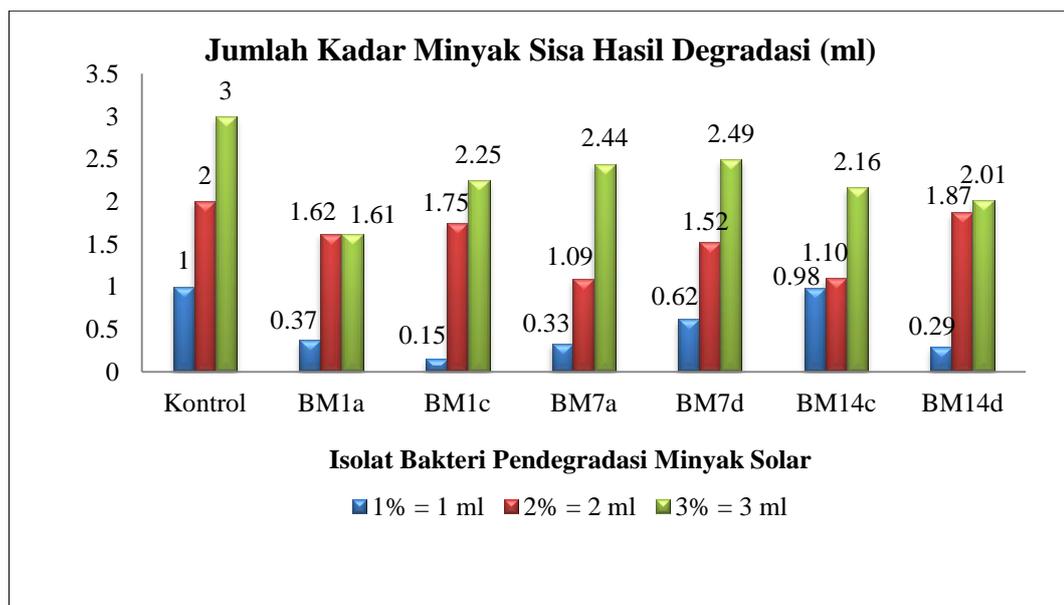
Tabel 5. Logaritma Jumlah koloni bakteri pendegradasi minyak solar

Hari	Isolat	Logaritma Jumlah Koloni (CFU/ml)
1	BM1a	0.4×10^6
	BM1b	5.8×10^6
	BM1c	0.5×10^6
	BM1d	7.1×10^6
7	BM7a	6.1×10^6
	BM7b	5.1×10^6
	BM7c	6.9×10^6
	BM7d	7.3×10^6
14	BM14a	6.3×10^6
	BM14c	5.4×10^6
	BM14d	6.2×10^6

Sumber : Data Primer 2018

4. Kemampuan Isolat Bakteri Pendegradasi Minyak Solar

Enam isolat bakteri dipilih untuk uji kemampuan mendegradasi minyak solar selama tujuh hari. Isolat-isolat tersebut adalah BM1a, BM1c, BM7a, BM7d, BM14c dan BM14d Hasil uji kemampuan isolat bakteri dalam mendegradasi minyak solar selama seminggu dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kemampuan Isolat Bakteri dalam Mendegradasi Minyak Solar

PEMBAHASAN

1. Parameter Kualitas Perairan

Parameter kualitas perairan sangat berpengaruh terhadap aktivitas bakteri pengurai minyak. Banyaknya aktivitas manusia baik itu di darat maupun di perairan dapat mengganggu kelangsungan hidup bakteri pengurai minyak. Hal ini dikarenakan bakteri merupakan makhluk hidup mikroskopik yang sangat rentan terhadap perubahan kualitas perairan. Bakteri mampu memecah atau mendegradasi zat pencemar menjadi bahan yang kurang beracun atau tidak beracun.

Derajat keasaman (pH) perairan pelabuhan Teluk Bayur antara 5-6. Derajat keasaman merupakan salah satu faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri karena pH mempengaruhi kinerja enzim. Menurut Odum dalam Rukminasari *et al.* (2014) menyatakan bahwa air laut mempunyai kemampuan menyangga yang sangat besar untuk mencegah perubahan pH. Perubahan pH sedikit saja dari pH alami akan memberikan petunjuk terganggunya sistem penyangga. Hal ini dapat menimbulkan perubahan dan ketidakseimbangan yang dapat membahayakan kehidupan biota laut.

Salinitas perairan sekitar pelabuhan Teluk Bayur tergolong cukup baik untuk pertumbuhan bakteri. Berdasarkan KepMen LH no. 51 tahun 2004, menyatakan bahwa salinitas yang baik untuk biota berkisar antara 23 sampai 34 ppt. Suhu berkisar antara 28-29 °C, berdasarkan KepMen LH no. 51 tahun 2004 suhu yang baik untuk biota berkisar 28 sampai 32 °C. Namun bakteri juga memiliki batasan suhu tertentu bisa tetap bertahan hidup.

Kecepatan arus berkisar antara 0.0028-0.0067 m/s, berdasarkan KepMen LH no 51 tahun 2004 kecepatan arus yang baik untuk biota yaitu 0.2 sampai 0.5 m/s. Kecerahan berkisar antara 40-97.5 cm, berdasarkan baku mutu KepMen LH. No 51 tahun 2004, menyatakan bahwa kecerahan yang baik di perairan laut >5 cm.

Kondisi lingkungan pada masing-masing stasiun baik kondisi alam ataupun kondisi air mempunyai kondisi yang berbeda-beda. Parameter kualitas perairan memiliki pengaruh terhadap proses penguraian minyak oleh bakteri. Menurut Kristiawan *et al.*, (2014), bakteri merupakan pemeran utama dalam dekomposisi bahan organik serta siklus daur ulang unsur kimia seperti karbon dan nitrogen yang diperlukan bagi kehidupan makhluk hidup.

2. Isolat bakteri Pendegradasi Minyak Solar

Hasil pengamatan dari sebelas isolat bakteri yang terpilih untuk mendegradasi minyak solar didapatkan jumlah bakteri terendah yaitu pada isolat BM1a dengan hasil pengamatan morfologi berwarna kuning (putih kekuning-kuningan atau lebih dominan kuning) dengan bentuk tepian bundar dan berombak dengan elevasi timbul. Jumlah bakteri yang tertinggi terdapat pada isolat BM7d. Isolat BM7d memiliki ciri-ciri morfologi dengan warna isolat putih (putih susu) dengan bentuk dan tepian yang tidak beraturan serta elevasi timbul. Pengamatan morfologi dapat langsung dilakukan pengamatan terhadap isolat.

Menurunnya kecepatan pertumbuhan bakteri terjadi ketika kadar substrat berkurang sebelum substrat habis terpakai. Faktor-faktor lain yang menyebabkan

menurunnya kecepatan pertumbuhan antara lain kepadatan populasi yang tinggi dan terjadinya akumulasi bahan toksik. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri memiliki fase pertumbuhan yang panjang (Mirnawati *et al.*, 2015).

Pengamatan tentang karakteristik morfologi koloni bakteri perlu dilakukan, agar mempermudah dalam proses identifikasi jenis bakteri. Hal ini sesuai dengan pernyataan Lay *dalam* Fitri dan Yasmin (2011), bahwa berdasarkan ciri morfologi koloni bakteri dan biakan murni maka dapat dilakukan proses identifikasi jenis-jenis mikroorganisme, namun untuk memperoleh hasil identifikasi yang sempurna maka harus dilanjutkan dengan uji biokimia. Parameter morfologi koloni sel dalam medium pertumbuhan yang diamati berupa warna, bentuk, ukuran dan letak koloni dalam medium (Sabdaningsih *et al.*, 2013).

Karakteristik biokimia yang dilakukan terhadap sebelas isolat bakteri pendegradasi minyak solar yaitu uji katalase, pewarnaan gram, uji sulfida (H_2S), uji gula, uji motilitas, uji indol dan uji methyl red. Pada uji katalase semua isolat bakteri bersifat positif dimana bakteri tersebut dapat menghasilkan gelembung. Menurut Lubis *dalam* Anggraini *et al.*, (2016) menyatakan bahwa Hidrogen peroksida bersifat toksik terhadap sel karena menginaktivasikan enzim dalam sel. Pada pewarnaan gram semua isolat bersifat negatif dimana ditandai dengan warna bakteri pink atau kemerahan. Menurut Waluyo *dalam* Anggraini *et al.*, (2016) menyatakan bahwa hal ini dikarenakan kelompok bakteri Gram negatif memiliki komponen peptidoglikan yang tipis, sehingga memudahkan sel Gram negatif pecah.

Pada uji sulfida semua bakteri bersifat negatif dimana artinya bakteri tersebut tidak menghasilkan sulfida. Hal ini menunjukkan ke seluruh isolat bakteri ini tidak memiliki kemampuan dalam mereduksi asam-asam amino yang mengandung sulfur. Menurut Bibiana *dalam* Anggraini *et al.*, (2016) menyatakan bahwa mikroorganisme yang menghasilkan desulfurase akan menghasilkan senyawa FeS yang berwarna hitam, jika dibiakkan pada media yang kaya dengan asam amino yang mengandung sulfur. Pada uji gula semua isolat dapat menghasilkan gas dengan ditandai ada retakan pada media tumbuh dan membuat media tersebut terdorong naik dari wadah media tersebut. Menurut Macfaddin *dalam* Anggraini *et al.*, (2016) menyatakan bahwa konsentrasi dari glukosa 1/10 dari konsentrasi laktosa dan sukrosa. Hal ini menandakan bahwa bakteri ini tidak mampu memfermentasikan laktosa atau sukrosa, tetapi mampu memfermentasi glukosa, membentuk gas dari fermentasi serta tidak mampu menghasilkan H_2S .

Semua isolat bakteri pada uji motilitas bersifat motil yaitu dapat menyebar di sekitar media tumbuh. Pada uji indol semua isolat bersifat negatif dimana media tersebut menjadi berwarna kuning sedangkan pada uji methyl red terdapat tujuh isolat yang bersifat positif dan empat isolat yang bersifat negatif. Dimana uji methyl red yang positif dapat membentuk warna merah dan yang negatif dapat membentuk warna kuning pada media. Methyl red yang bersifat positif menandakan bahwa tidak adanya fermentasi campuran pada isolat bakteri ini. Menurut Bibiana *dalam* Anggraini *et al.*, (2016) menyatakan bahwa beberapa bakteri memfermentasikan glukosa dan menghasilkan berbagai bahan yang bersifat asam.

3. Kemampuan Isolat bakteri Pendegradasi Minyak Solar

Isolat yang terpilih tersebut terdiri dari BM1a, BM1c, BM7a, BM7d, BM14c dan BM14d. Isolat BM1a, BM1c, BM7a dan BM7d diambil dari isolat bakteri stasiun 1 dan stasiun 3 sedangkan isolat BM14c dan BM14d diambil dari isolat bakteri stasiun 2 dan stasiun 3 sebagai perwakilan dari keseluruhan isolat bakteri pada masing-masing stasiun untuk mendegradasi minyak solar. Menurut Ali *dalam* Hasyimuddin *et al.*, (2016) menyatakan bahwa secara umum pertumbuhan bakteri merupakan hasil penggandaan sel, sehingga pertumbuhan bakteri lebih sering dinyatakan sebagai reproduksi sel. Bakteri melakukan penggandaan pembelahan diri secara teratur melalui pertumbuhan eksponensial, yaitu laju pembelahan sel meningkat dengan bertambahnya waktu pertumbuhan.

Kemampuan degradasi minyak solar oleh bakteri cenderung berbeda-beda. Menurut Ali *dalam* Hasyimuddin *et al.*, (2016) menyatakan bahwa hal ini dikarenakan konsentrasi yang tinggi dapat mempengaruhi kerja enzim yang dihasilkan oleh bakteri sehingga bakteri tidak dapat berkembang dengan baik.

Kemampuan bakteri mendegradasikan minyak solar disebabkan karena bakteri menghasilkan enzim yang mampu memecah senyawa organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Enzim monooksigenase dan enzim dioksigenase yang dihasilkan oleh bakteri mampu membuka ikatan karbon pada cincin aromatik dan menghasilkan alkohol primer. Enzim dioksigenase yang dihasilkan oleh bakteri mendegradasi PAH dan membentuk cis-dihidrodiol. Senyawa ini kemudian didehidrogenasi untuk membentuk dihidroksi-PAH yang merupakan substrat untuk enzim membuka cincin. Melalui pemberian satu molekul oksigen maka enzim monooksigenase juga dapat mendegradasi PAH dan membentuk arene oksida, selanjutnya molekul-molekul ini akan digunakan oleh mikroba sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan dan energi (Hasyimuddin *et al.*, 2016).

Kemampuan mikroba melakukan metabolisme senyawa hidrokarbon dalam proses degradasi minyak bumi dapat diketahui dengan hilangnya substrat, pertumbuhan mikroba pada substrat, dan terbentuknya produk akhir. Hal itu menunjukkan perlunya dilakukan pengukuran berbagai variabel untuk mengindikasikan terjadinya degradasi minyak bumi. Secara umum, ada tiga variabel yang perlu diukur yaitu variabel biologi, fisika, dan kimia. Secara biologi, khususnya mikrobiologi, terjadinya degradasi minyak bumi dapat diduga dengan mengetahui pengurangan atau penambahan jumlah sel mikroba tiap satuan waktu. Banyaknya sel mikroba dapat diukur dengan berbagai cara salah satunya adalah dengan pengukuran kerapatan optik (*Optical Density*) (Nasikhin dan Shovitri, 2013).

Proses oksidasi hidrokarbon oleh bakteri dan fungi banyak membantu proses dekomposisi minyak dan produk minyak. Biodegradasi polutan suatu lingkungan merupakan proses kompleks yang bergantung pada kondisi lingkungan, jumlah polutan, dan komposisi komunitas mikroorganisme lokal (indigenous). Mikroorganisme tersebut dalam proses biodegradasi bekerja secara konsorsium (Komarawidjaja *dalam* Ristianti *et al.*, 2016).

Aktivitas biodegradasi minyak bumi terjadi secara intraselular dan diaktivasi oleh molekul oksigen melalui reaksi oksidasi yang menggunakan enzim oksigenase. Oksigen merupakan salah satu faktor utama yang dibutuhkan dalam proses biodegradasi hidrokarbon yang melibatkan enzim oksigenase. Hal ini agar

molekul hidrokarbon dapat digunakan sebagai sumber karbon oleh mikroorganisme untuk aktivitas metabolisme sel. Sementara itu, dengan menggunakan dua molekul oksigen, enzim dioksigenase yang dihasilkan oleh bakteri mendegradasi *polycyclic aromatic hydrocarbon* (PAH) dan membentuk *cis*-Dihidrodiol. Senyawa ini kemudian didehidrogenasi untuk membentuk dihidroksi-PAH yang merupakan substrat untuk enzim membuka cincin (Ristianti *et al.*, 2016).

KESIMPULAN DAN SARAN

1. KESIMPULAN

Hasil isolasi yang dilakukan terhadap bakteri pengurai minyak di perairan sekitar pelabuhan Teluk Bayur didapatkan sebanyak sebelas isolat yang terdiri dari BM1a, BM1b, BM1c, BM1d, BM7a, BM7b, BM7c, BM7d, BM14a, BM14c dan BM14d. Enam isolat bakteri yang dipilih pada degradasi (BM1a, BM1c, BM7a, BM7d, BM14c dan BM14d) menunjukkan bahwa degradasi minyak solar tertinggi pada konsentrasi 1% terdapat pada isolat BM1c, degradasi minyak solar tertinggi pada konsentrasi 2% terdapat pada isolat BM7a dan degradasi minyak solar tertinggi pada konsentrasi 3% terdapat pada isolat BM1a. Secara keseluruhan, kesemua isolat mampu untuk mendegradasi minyak solar di perairan sekitar Pelabuhan Teluk Bayur Kota Padang.

2. SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan disarankan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut yaitu mengidentifikasi karakteristik masing-masing isolat bakteri dan uji molekular secara optimal dalam kemampuan degradasi minyak solar di perairan sekitar pelabuhan Teluk Bayur tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, R., D. Aliza dan S. Mellisa. 2016. Identifikasi Bakteri *Aeromonas hydrophila* dengan Uji Mikrobiologi Pada Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang Dibudidayakan di Kecamatan Baitussalam Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Kelautan dan Perikanan* 1 (2) : 270-286.
- Fitri, L. dan Y. Yasmin. 2011. Isolasi dan Pengamatan Morfologi Koloni Bakteri Kitinolitik. *Jurnal Biologi Edukasi* 3 (2) : 20-25.
- Handrianto, P., Y.S. Rahayu dan Yuliani. 2012. Teknologi Bioremediasi dalam Mengatasi Tanah Tercemar Hidrokarbon. *Prosiding Seminar Nasional Kimia Unesa 2012 – ISBN : 978-979-028-550-7*.
- Hasyimuddin., M.N. Djide dan M.F. Samawi. 2016. Isolasi Bakteri Pendegradasi Minyak Solar Dari Perairan Teluk Pare-Pare. *Jurnal Biogenesis* 4 (1) : 41-46.
- Ilham, K.N., A.S. Meidyansyah dan W.M. Arrozi. 2017. Reduksi Tumpahan Minyak dengan Menggunakan Metode Kultur Bakteri di TLP West Seno

Selat Makassar. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiv Indonesia 3(2) : 258-265.

KepMen. L.H., 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut.

Kristiawan, D., N. Widyorini dan Haeruddin. 2014. Hubungan Total Bakteri dengan Kandungan Bahan Organik Total di Muara Kali Wisu Jepara. *Journal Management of Aquatic Resources* 3 (4) : 24-33.

Mirnawati., N.L. Nafie dan S. Dali. 2015. The Degradation of Antracene Compound Using Bacteria Isolated from Paotere Port Waterways. *J. Chem. Res* 3 : 263-269.

Nasikhin, R dan M. Shovitri. 2013. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Solar dan Bensin dari Perairan Pelabuhan Gresik. *Jurnal Sains dan Seni Pomits* 2 (2) : 84-88.

Risianti, N.P., M. Sanusi dan M.G.P. Putra. 2016. Uji Kemampuan Degradasi Minyak Solar oleh Konsorsium Bakteri Hasil Preservasi dengan Kombinasi Metode Liofilisasi dan Metode Gliserol. Prosiding Seminar Nasional MIPA 2016. Jurusan Pendidikan Biologi Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja.

Rukminasari, N., Nadiarti dan K. Awaluddin. 2014. Pengaruh Derajat Keasaman (pH) Air Laut Terhadap Konsentrasi Kalsium dan Laju Pertumbuhan *Halimeda sp.* *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan* 24 (1) : 28-34.

Sabdaningsih, A., A. Budiharjo dan E. Kusdiyantini. 2013. Isolasi dan Karakterisasi Morfologi Koloni Bakteri Asosiasi Alga Merah (Rhodophyta) dari Perairan Kutuh Bali. *Jurnal Biologi* 2 (2) : 11-17.

Silvia, S. dan J. Jasmi. 2010. Biodegradasi Hidrokarbon Minyak Bumi Menggunakan Isolat Bakteri dari Limbah Minyak Bumi PT Cevron Pacific Indonesia. Universitas Andalas.

Yasmin, Z. dan R. Wulansarie. 2018. Review Perbandingan Pencemaran Minyak di Perairan dengan Proses Bioremediasi Menggunakan Metode Biostimulus dan Bioaugmentasi. *Jurnal Reka Buana* 3(1) : 67-72.