

**ISOLATION AND CHARACTERISTICS OF PETROLEUM LIQUID
WASTE BACTERIA IN THE PERTAMINA COMPANY AT LIRIK
DISTRICT AS A WORKSHEET DESIGN FOR HIGH SCHOOL
BIOLOGY STUDENTS**

Alfi Rahmah¹, Irda Sayuti², Evi Suryawati³

*email : alfi.rahmah18@gmail.com, irdasayuti63@gmail.com, evi.suryawati@lecture.unri.ac.id
Phone Number: 085374348695

*Study Program of Biology Education
Faculty of Teacher Training and Education
University of Riau*

Abstract: *This research was conducted to determine the characteristics of petroleum liquid waste bacteria in Pertamina company at Lirik district which was used in designing student worksheets in the X class kingdom Monera material of high school conducted in December 2018 to January 2019. This research is descriptive and conducted by examination in the laboratory. The sampling technique in this study was done by using purposive sampling method. The parameters used include bacterial characteristics through macroscopic observations, namely the form of colonies, colony color, colony edge and colony elevation, then microscopic observations namely Gram staining. The results showed that bacteria found to have white and yellow characteristics. Forms of colonies found were irregular, circular and rhizoid. The edge of the colony found is serrate, lobate and entire. The elevation of bacteria found is raised and flat. The most commonly found bacterial cell form is coccus, while Gram-positive bacteria are the most common bacteria. The results of this study were further developed into the design of designing student worksheets material in class X high school kingdom Monera*

Key Words: *Characteristics, Macroscopic, Microscopic, Isolate, Student Worksheets*

ISOLASI DAN KARAKTERISTIK BAKTERI LIMBAH CAIR MINYAK BUMI DI PERTAMINA KECAMATAN LIRIK SEBAGAI RANCANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK BIOLOGI SMA

Alfi Rahmah¹, Irda Sayuti², Evi Suryawati³

*email : alfi.rahmah18@gmail.com, irdasayuti63@gmail.com, evi.suryawati@lecture.unri.ac.id
Nomor Hp: 085374348695

Program Studi Pendidikan Biologi
Jurusan PMIPA FKIP
Universitas Riau, Pekanbaru 28293

Abstrak: Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik bakteri limbah cair minyak bumi di Pertamina Kecamatan Lirik yang dimanfaatkan dalam merancang lembar kerja peserta didik pada materi kingdom monera kelas X SMA yang dilakukan pada bulan desember 2018 hingga januari 2019. Jenis penelitian ini bersifat deskriptif dan dilakukan dengan pemeriksaan di laboratorium. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini, dilakukan dengan menggunakan metode purposive sampling. Parameter yang digunakan meliputi karakteristik bakteri melalui pengamatan makroskopis yaitu bentuk koloni, warna koloni, tepi koloni dan elevasi koloni kemudian pengamatan mikroskopis yaitu pewarnaan gram dan pengamatan bentuk sel bakteri. Hasil penelitian menunjukkan bakteri yang ditemukan memiliki karakteristik berwarna putih dan kuning. Bentuk koloni yang ditemukan yaitu ireguler, sirkuler dan rhizoid. Tepi koloni yang ditemukan yaitu serrate, lobate dan entire. Elevasi bakteri yang ditemukan yaitu raised dan flat. Bentuk sel bakteri yang paling banyak ditemukan adalah kokus sedangkan bakteri gram positif merupakan bakteri yang paling banyak dijumpai. Hasil penelitian ini selanjutnya dikembangkan menjadi rancangan lembar kerja peserta didik materi kingdom monera kelas X SMA

Kata Kunci: Karakteristik, Makroskopis, Mikroskopis, Isolat, Lembar kerja peserta didik

PENDAHULUAN

Minyak bumi merupakan campuran kompleks senyawa organik terdiri atas senyawa hidrokarbon dan non hidrokarbon yang berasal dari sisa-sisa mikroorganisme, tumbuhan dan hewan yang tertimbun selama berjuta-juta tahun. Provinsi Riau merupakan salah satu daerah penghasil minyak bumi di Indonesia. Indragiri Hulu merupakan salah satu kabupaten penghasil minyak bumi di Provinsi Riau tepatnya di Kecamatan Lirik. Eksplorasi dan pengolahan minyak bumi selain memberikan keuntungan juga memberikan dampak yang buruk bagi lingkungan yaitu berupa limbah. Diketahui Pertamina di Kecamatan Lirik memiliki beberapa tangki minyak yang dalam proses produksinya menghasilkan limbah cair yang dibuang pada buangan limbah. Limbah minyak bumi sangat berbahaya bagi lingkungan, ditambah lagi sifat dari limbah tersebut sulit untuk terurai. Limbah minyak bumi merupakan B3 (Bahan Beracun dan Berbahaya) yang secara signifikan memberikan kontribusi pada peningkatan penyakit serius serta menimbulkan bahaya potensial bagi manusia dan lingkungan. Limbah minyak bumi bersifat mudah terbakar, beracun dan menyebabkan infeksi (Lucky, 2017).

Pengelolaan limbah cair minyak bumi dapat dilakukan secara biologi dengan memanfaatkan mikroorganisme sebagai pendegradasi. Mikroorganisme yang sering dimanfaatkan sebagai pendegradasi minyak bumi salah satunya adalah bakteri. Bakteri yang memiliki kemampuan dalam mendegradasi minyak bumi dikenal dengan bakteri hidrokarbonoklastik. Bakteri ini sangat penting dalam suatu ekosistem sebagai pengurai limbah minyak bumi di lingkungan tercemar (Ricki, 2013). Bakteri hidrokarbonoklastik memiliki kemampuan mendegradasi senyawa hidrokarbon yang terdapat dalam limbah tersebut. Secara alami mikroorganisme ini memiliki kemampuan untuk mengikat, mengemulsi, mentranspor, dan mendegradasi hidrokarbon (Kamaruzzaman, 2013).

Guru Biologi yang profesional harus senantiasa memperkaya wawasan keilmuannya dengan hasil-hasil penelitian terbaru yang relevan dengan materi yang diajarkan kepada peserta didik, termasuk pembaharuan perangkat pembelajaran. Berdasarkan hasil analisis terhadap kurikulum 2013 di SMA, hasil penelitian isolasi dan karakterisasi bakteri pada limbah cair minyak bumi dapat dijadikan sebagai pengayaan sumber belajar pada KD 3.5 dan KD 4.5 materi kingdom monera di kelas X.

Sumber belajar yang sering digunakan siswa dalam proses pembelajaran di sekolah salah satunya adalah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). LKPD merupakan salah satu sarana untuk membantu dan mempermudah dalam kegiatan pembelajaran sehingga akan terbentuk interaksi yang efektif antara peserta didik dengan guru. Kebanyakan sekolah di Pekanbaru menggunakan LKPD buatan Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Biologi Kota Pekanbaru yang berisi permasalahan lingkungan yang bersifat *universal*. Oleh karena itu peneliti ingin merancang LKPD yang berisi permasalahan-permasalahan yang terjadi di lingkungan sekitar agar siswa memiliki pengetahuan tentang daerahnya sendiri.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis tertarik untuk merancang LKPD dengan memanfaatkan hasil penelitian yang akan penulis lakukan yang berjudul isolasi dan karakterisasi bakteri limbah cair minyak bumi di Pertamina Kecamatan Lirik sebagai rancangan lembar kerja peserta didik biologi SMA.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2018 hingga Januari 2019. Pengambilan sampel limbah cair minyak bumi dilakukan di Pertamina Kecamatan Lirik kemudian diuji secara mikrobiologi di Laboratorium Mikrobiologi fakultas Kedokteran Universitas Riau. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu botol sampel steril, *ice box*, spatula, kamera, erlemeyer, gelas ukur, neraca analitik, pipet tetes, tabung raksi cawan petri, jarum ose, bunsen, autoklaf, mikro pipet, inkubator, *hot plate*, rak tabung reaksi, mikroskop objek glass dan cover glass. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel limbah cair minyak bumi yang diambil dari pembuangan limbah cair minyak bumi Kecamatan Lirik, media tumbuh *Stone Mineral Salt Solution* (SMSS) adalah media yang mengandung mineral berupa garam-garam organik berupa CaCO_3 , NH_4NO_3 , $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, KH_2PO_4 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{MnCl}_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, *bacto agar*, *crystal violet*, *iodine*, safarin dan alcohol 96%.

Penelitian ini menggunakan metode deskripsi. Prosedur penelitian terdiri dari dua tahap, tahap I yaitu karakteristik bakteri yang dilakukan dimulai dari sterilisasi alat dan bahan, pengambilan sampel di tempat pembuangan limbah cair minyak bumi di Pertamina kecamatan Lirik, kemudian dilakukan pembuatan media. Media yang digunakan yaitu media *Stone Mineral Salt Solution* (SMSS) dengan komposisi 0,5 g CaCO_3 , 0,25 g NH_4NO_3 , 0,1 g $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,5 g KH_2PO_4 , 0,05 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,02 g $\text{MnCl}_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ yang dilarutkan di dalam 200 ml akuades. Media tersebut ditambahkan 2% minyak bumi sebagai sumber karbon. Semua bahan dipanaskan di dalam erlenmeyer yang berisi 200 ml akuades steril hingga homogen dan ditambahkan *bacto agar*, setelah itu media di tuangkan ke dalam cawan petri dan siap untuk digunakan.

Proses selanjutnya adalah pengenceran sampel. Untuk memperoleh biakan bakteri maka dilakukan pengenceran dengan menggunakan bahan cair atau akuades. Pengenceran sampel limbah cair minyak bumi dilakukan dengan memasukkan 1 ml air limbah cair minyak bumi kedalam tabung reaksi yang berisi 9ml akuades steril. Hasil dari pengenceran tersebut adalah pengenceran 10^{-1} . Selanjutnya diambil 1 ml larutan dari pengenceran 10^{-1} dimasukkan kedalam tabung reaksi kedua yang berisi 9 ml akuades steril dan dikocok hingga homogen maka akan diperoleh pengenceran 10^{-2} , demikian seterusnya hingga pengenceran 10^{-6} , pengenceran yang diambil adalah pengenceran 10^{-6} .

Sampel yang telah di encerkan selanjutnya diisolasi, isolasi bakteri dilakukan dengan teknik *pour plate* pada media padat yang telah disediakan. Setelah mendapat hasil pengenceran akhir, maka diambil masing-masing 1 ml sampel bakteri hasil pengenceran 10^{-4} , 10^{-5} dan 10^{-6} kemudian dimasukkan kedalam cawan petri yang telah berisi media agar padat. Selanjutnya media yang telah diisolasi bakteri diinkubasi selama 2x24 jam pada suhu 28-30⁰C di dalam inkubator dengan posisi cawan petri terbalik. Setelah bakteri diisolasi kemudian dilakukan karakteristik bakteri limbah cair minyak bumi yang meliputi pengamatan makroskopis yaitu bentuk koloni, warna koloni, tepi koloni dan elevasi koloni. Kemudian pengamatan mikroskopis yaitu pengamatan gram dan pengamatan bentuk sel bakteri serta pengamatan pertumbuhan bakteri pada konsentrasi minyak bumi yang berbeda-beda.

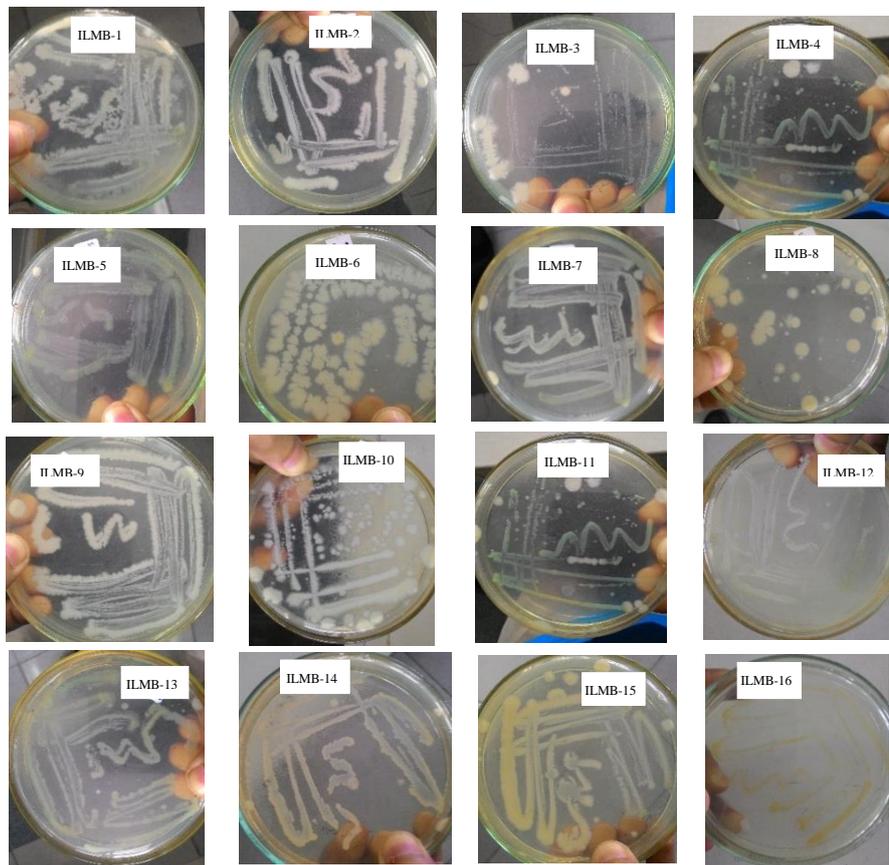
Berdasarkan hasil analisis secara deskriptif dan memberikan penjelasan berdasarkan fakta yang diperoleh dalam karakteristik bakteri limbah cair minyak bumi, maka selanjutnya masuk pada tahap II yaitu perancangan lembar kerja peserta didik

(LKPD) dengan melakukan analisis dan pendesainan terhadap LKPD yang dirancang. Tahap analisis peneliti melakukan beberapa analisis kebutuhan salah satunya yaitu analisis kurikulum dan dilanjutkan dengan analisis silabus yang dikeluarkan oleh Kemendikbud tahun 2013. Setelah itu dilakukan perancangan LKPD yang mengacu pada format Permendiknas (2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Isolasi Bakteri Limbah Cair Minyak Bumi

Hasil isolasi bakteri hidrokarbonoklastik dari tempat pembuangan limbah cair minyak bumi di Pertamina Kecamatan Lirik ditemukan berbagai macam bentuk koloni bakteri (Gambar 1.). Hal tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini



Gambar 1 Hasil Pemurnian Bakteri Limbah Cair Minyak Bumi Inkubasi 1x24 Jam (Dokumentasi Pribadi).

Berdasarkan gambar diatas dapat dibuktikan bahwa terdapat bakteri yang hidup pada tempat pembuangan limbah cair minyak bumi di Pertamina Kecamatan Lirik. Enambelas isolat yang didapat berasal dari tiga lokasi yang berbeda, lokasi pertama

yaitu di kolam pertama tempat pembuangan sisa minyak terproduksi, lokasi kedua yaitu di kolam kedua tempat pembuangan limbah cair minyak bumi dan lokasi ketiga di perairan yang letaknya tidak jauh dari tempat pembuangan limbah cair minyak bumi.

Hasil isolasi bakteri menunjukkan lokasi yang paling banyak ditemukan isolat bakterinya adalah lokasi pertama di kolam pertama tempat pembuangan sisa minyak terproduksi yang berjumlah delapan isolat limbah minyak bumi (ILMB). Kedelapan isolat ini (ILMB-1 – ILMB-8) memiliki ciri yang berbeda-beda namun semua isolat yang ditemukan berwarna putih. Berdasarkan Gambar 1 koloni bakteri yang ditemukan ada yang berbentuk bulat, tidak beraturan dan berbentuk akar. Secara keseluruhan warna isolat bakteri yang ditemukan adalah putih. Untuk tepi koloni bakteri ada yang bertepi rata dan juga bergergi. Sedangkan elevasinya ada yang timbul dan ada yang rata.

Lokasi kedua yang diambil dari kolam kedua tempat pembuangan limbah cair minyak bumi ditemukan lima isolat bakteri. Jumlah ini lebih sedikit dibandingkan dengan lokasi pertama. Hal ini dikarenakan pada kolam kedua telah diberikan perlakuan penyerapan kembali dari sisa minyak terproduksi yang terbuang, sehingga senyawa hidrokarbon yang terkandung didalamnya sudah berkurang tidak sebanyak lokasi pertama. Dari kelima isolat bakteri yang ditemukan (ILMB-9 – ILMB-13) koloni bakteri yang ditemukan berbentuk bulat dan tidak beraturan. Warna isolat yang ditemui seluruhnya putih, kemudian tepi koloninya ada yang berlekuk dan ada yang rata sedangkan elevasinya ada yang rata dan ada yang berlekuk.

Lokasi ketiga yang diambil dari perairan yang letaknya tidak jauh dari tempat pembuangan limbah cair minyak bumi ternyata juga ditemukan isolat bakteri yang berjumlah tiga isolat. Jumlah isolat yang ditemukan lebih sedikit dibandingkan dengan lokasi lainnya. Hal ini dikarenakan kandungan minyak bumi di perairan tersebut tidak sebanyak lokasi pertama dan lokasi kedua. Isolat yang dijumpai (LMB-14 – ILMB-16) yaitu memiliki bentuk koloni bulat, elevasinya timbul, tepinya ada yang rata dan ada yang bergerigi sedangkan warna bakterinya ada yang putih dan ada yang kuning.

Berdasarkan hasil isolasi di atas bakteri mampu tumbuh pada media *Stone Mineral Salt Solution* (SMSS) yang merupakan media khusus untuk bakteri minyak bumi. Dalam pertumbuhannya setiap makhluk hidup membutuhkan nutrisi yang mencukupi serta kondisi lingkungan yang mendukung demi proses pertumbuhan tersebut, termasuk juga bakteri. Pertumbuhan bakteri pada umumnya akan dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Pengaruh faktor ini akan memberikan gambaran yang memperlihatkan peningkatan jumlah sel yang berbeda dan pada akhirnya memberikan gambaran pula terhadap kurva pertumbuhannya (Gina, 2018).

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.

Berdasarkan hasil pemurnian bakteri dari sampel limbah cair minyak bumi, setiap isolat bakteri yang ditemukan (Gambar 1) dilakukan pengamatan morfologi secara makroskopis dengan mengamati perbedaan bentuk koloni, tepi koloni, warna koloni dan elevasi koloni serta pengamatan mikroskopis yang meliputi pewarnaan gram dan pengamatan bentuk sel bakteri berdasarkan teori pada buku James G. Cappucino and Natalie Sherman 1987.

B. Karakteristik Bakteri Limbah Cair Minyak Bumi

Berdasarkan hasil pengamatan karakteristik bakteri yang meliputi pengamatan makroskopis dan mikroskopis ditemukan bakteri yang berbeda-beda. Adapun hasil pengamatan makroskopis dapat di lihat pada tabel berikut ini

Tabel 1 Hasil Karakteristik Bakteri Limbah Cair Minyak Bumi di Pertamina Kecamatan Lirik

Sampel	Morfologi Koloni				
	Makroskopis				
	Bentuk	Warna	Tepi	Elevasi	Kode Isolat
Kolam pertama tempat pembuangan sisa minyak terproduksi	Tidak Beraturan	Putih	Bergerigi	Timbul	ILMB-1
	Bentuk Akar	Putih	Bergerigi	Timbul	ILMB-2
	Tidak Beraturan	Putih	Berlekuk	Timbul	ILMB-3
	Bulat	Putih	Rata	Timbul	ILMB-4
	Tidak Beraturan	Putih	Rata	Rata	ILMB-5
	Tidak Beraturan	Putih	Berlekuk	Timbul	ILMB-6
	Bulat	Putih	Berlekuk	Timbul	ILMB-7
	Bulat	Putih	Rata	Timbul	ILMB-8
Kolam kedua tempat pembuangan limbah cair minyak bumi	Tidak Beraturan	Putih	Berlekuk	Timbul	ILMB-9
	Bulat	Putih	Rata	Timbul	ILMB-10
	Bulat	Putih	Rata	Timbul	ILMB-11
	Bulat	Putih	Rata	Timbul	ILMB-12
	Bulat	Putih	Rata	Timbul	ILMB-13
Perairan di sekitar kolam pembuangan	Bulat	Putih	Rata	Timbul	ILMB-14
	Bulat	Putih	Rata	Timbul	ILMB-15
	Bulat	Kuning	Bergerigi	Timbul	ILMB-16

Keterangan :

Bentuk Koloni : Bulat :  Tidak beraturan :  Bentuk Akar : 

Tepi Koloni : Bergerigi  Berlekuk :  Rata : 

Elevasi Koloni : Timbul :  Rata : 

Tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat beberapa macam bentuk, warna, tepi, dan elevasi koloni bakteri melalui pengamatan makroskopis. Hasil karakteristik bakteri limbah cair minyak bumi menunjukkan karakteristik bakteri yang berbeda tiap-tiap isolat yang ditemukan. Pada lokasi pertama di kolam pertama tempat pembuangan sisa minyak terproduksi ILMB-1 memiliki bentuk koloni tidak beraturan, elevasinya timbul dan tepinya bergerigi. ILMB-2 memiliki bentuk koloni seperti akar, elevasinya timbul dan tepinya bergerigi. ILMB-3 memiliki bentuk koloni tidak beraturan, elevasinya timbul dan tepinya berlekuk. ILMB-4 memiliki bentuk koloni bulat, elevasinya timbul dan tepinya rata. ILMB-5 memiliki bentuk koloni tidak beraturan elevasinya rata dan tepinya rata. ILMB-6 memiliki bentuk koloni tidak beraturan, elevasinya timbul dan tepinya berlekuk. ILMB-7 memiliki bentuk koloni bulat, elevasinya timbul dan tepinya berlekuk. Sedangkan ILMB-8 memiliki bentuk koloni bulat, elevasinya timbul dan tepinya rata.

Lokasi kedua yang diambil dari kolam kedua tempat pembuangan limbah cair minyak bumi ditemukan lima isolat bakteri. Dari kelima isolat bakteri yang ditemukan ILMB-9 memiliki bentuk koloni tidak beraturan, elevasinya timbul dan tepinya berlekuk. ILMB-10, ILMB-11, ILMB12 dan ILMB-13 memiliki karakteristik yang

sama, dimana masing-masingnya memiliki bentuk koloni bulat, elevasinya timbul dan tepinya rata.

Lokasi ketiga yang diambil dari perairan yang letaknya tidak jauh dari tempat pembuangan limbah cair minyak bumi ternyata juga ditemukan isolat bakteri yang berjumlah tiga isolat. Isolat yang dijumpai yaitu ILMB-14 dan ILMB-15 memiliki ciri yang sama yaitu bentuk koloni bulat, elevasinya timbul dan tepinya rata ILMB-16 memiliki bentuk koloni, elevasinya timbul, tepinya bergerigi dan berwarna kuning.

Populasi bakteri tumbuh sangat cepat ketika mereka disertakan dengan gizi dan kondisi lingkungan yang memungkinkan mereka untuk berkembang. Melalui pertumbuhan ini, berbagai jenis bakteri kadang-kadang akan menghasilkan koloni yang khas dalam penampilan. Beberapa koloni mungkin akan berwarna, ada yang berbentuk lingkaran, sementara yang lain tidak teratur. Karakteristik koloni yang meliputi bentuk, ukuran, warna dan tepi yang diistilahkan sebagai koloni morfologi khas bagi tiap jenis bakteri.

Berdasarkan pengamatan makroskopis ketiga lokasi yang diamati, bakteri yang ditemukan memiliki karakteristik yang berbeda-beda walaupun ditemukan pada lokasi yang sama. Namun ada beberapa isolat yang memiliki kesamaan karakteristik dengan isolat yang lain. Setiap bakteri yang hidup di suatu tempat memiliki karakteristik yang berbeda dengan bakteri yang hidup di tempat lain. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu suhu, nutrisi, pH dan ketersediaan oksigen

Identifikasi bakteri dapat dilihat dari perbedaan koloni bakteri yang tumbuh. Menurut Fitrialia Elyza dkk (2015), pengamatan karakteristik morfologi koloni bakteri akan mempermudah dalam mengidentifikasi bakteri. Koloni bakteri merupakan kumpulan dari beberapa bakteri yang sama. Koloni bakteri yang berbeda menunjukkan jenis bakteri yang berbeda

Dalam buku identifikasi bakteri *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology Seventh Edition* menjelaskan bahwa pada tiap-tiap kelompok bakteri itu sendiri terdapat beberapa spesies dan ada beberapa genus yang memiliki spesies tambahan. Hal ini menunjukkan bahwa satu spesies bakteri pada satu genus yang sama bisa saja memiliki warna, tepi, elevasi, dan bentuk koloni yang berbeda. Seperti hasil penelitian Bambang Yudono *et al.* (2013) dalam penelitiannya juga menemukan 4 genus *Pseudomonas* dengan tepian yang berbeda yaitu tepian kerang, rata, berombak, dan bergerigi. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh karakteristik dari spesies bakteri itu sendiri dan juga dapat dipengaruhi oleh aktivitas metabolisme dalam pertumbuhannya.

Hasil pengamatan mikroskopis yang meliputi pewarnaan gram dan pengamatan bentuk sel bakteri menunjukkan hasil yang berbeda beda tiap isolat yang ditemukan. Berdasarkan hasil pewarnaan gram didapat dua macam bakteri yaitu bakteri gram positif dan bakteri gram negatif serta dua bentuk sel bakteri yaitu sel bakteri berbentuk batang dan sel bakteri berbentuk bulat. Hal ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 2 Hasil Pengamatan Mikroskopis Bakteri Limbah Cair Minyak Bumi di Pertamina Kecamatan Lirik

Sampel	Pengenceran	Morfologi Koloni			
		Mikroskopis			
		Bentuk sel	Gram	Warna	Kode Isolat
Kolam pertama tempat pembuangan sisa minyak terproduksi	10 ⁻⁴	Batang	+	Ungu	ILMB-1
		Batang	+	Ungu	ILMB-2
	10 ⁻⁵	Batang	+	Ungu	ILMB-3
		Bulat	+	Ungu	ILMB-4
	10 ⁻⁶	Batang	-	Merah	ILMB-5
		Batang	+	Ungu	ILMB-6
		Bulat	+	Ungu	ILMB-7
		Batang	+	Ungu	ILMB-8
Kolam kedua tempat pembuangan limbah cair minyak bumi	10 ⁻⁴	Batang	+	Ungu	ILMB-9
		Bulat	-	Merah	ILMB-10
Perairan di sekitar kolam pembuangan	10 ⁻⁵	Bulat	-	Merah	ILMB-11
	10 ⁻⁶	Bulat	+	Ungu	ILMB-12
		Bulat	+	Ungu	ILMB-13
	10 ⁻⁴	Bulat	-	Merah	ILMB-14
10 ⁻⁵	Bulat	-	Merah	ILMB-15	
10 ⁻⁶	Bulat	-	Merah	ILMB-16	

Berdasarkan Tabel 2 ILMB-1, 2 dan 3 memiliki bentuk sel batang dan termasuk bakteri gram negatif. ILMB-4 memiliki bentuk sel bulat dan termasuk bakteri gram positif. ILMB-5 memiliki bentuk sel batang dan termasuk bakteri gram negatif. ILMB-6 memiliki bentuk sel batang dan termasuk bakteri gram positif. ILMB-7 memiliki bentuk sel bulat dan termasuk bakteri gram positif. ILMB-8 dan ILMB-9 memiliki bentuk sel batang dan termasuk bakteri gram positif. ILMB-10 dan ILMB-11 memiliki bentuk sel bulat dan termasuk bakteri gram negatif. ILMB-12 dan ILMB-13 memiliki bentuk sel bulat dan termasuk bakteri gram positif. ILMB-14,15 dan 16 memiliki bentuk sel bulat dan termasuk bakteri gram negatif

Menurut Lay (1994) bakteri gram positif akan mempertahankan zat warna *crystal violet* dan akan tampak berwarna ungu tua di bawah mikroskop. Adapun bakteri gram negatif akan kehilangan zat warna *crystal violet* setelah dicuci dengan alkohol, dan sewaktu diberi zat pewarna air *fucsin* atau *safranin* akan tampak berwarna merah. Perbedaan zat warna ini disebabkan oleh perbedaan dalam struktur kimiawi dinding selnya.

Dalam sistem pewarnaan gram, bakteri akan mendapat perlakuan berupa pewarnaan dinding sel. Bakteri yang tergolong dalam gram positif adalah bakteri yang memiliki dinding sel multilapis. Berbeda halnya dengan dinding sel bakteri gram negatif yang hanya terdiri dari satu lapis dan mengandung lipid serta lipoprotein. Adanya perbedaan ketebalan dinding sel inilah yang menyebabkan perbedaan dalam mengikat warna pada saat diberi perlakuan. Pada dasarnya, semua golongan bakteri menyerap warna dasar yang pertama kali diberikan, namun karena tingkat ketebalan dinding selnya berbeda maka menyebabkan pengikatan terhadap warna dasar tersebut menjadi ikut berbeda. Bakteri gram positif akan lebih mempertahankan warna dasar karena dinding selnya yang tebal dan menyerap warna lebih banyak sehingga ketika dilakukan dekolorisasi, maka warna dasar tetap bertahan. Berbeda dengan bakteri gram negatif yang hanya memiliki dinding sel selapis, warna dasar yang diberikan akan dengan mudah luntur atau tercuci saat dilakukan dekolorisasi (Fitralia *et al*, 2015).

Tahap II: Potensi Hasil Penelitian Sebagai Rancangan LKPD Biologi Kelas X SMA

Isolasi dan karakterisasi yang telah dilakukan pada penelitian ini, mendapatkan beberapa karakteristik bakteri yang tumbuh pada media spesifik minyak bumi yang diisolasi dari limbah minyak bumi di Pertamina Kecamatan Lirik. Dari hasil penelitian diperoleh beberapa karakteristik bakteri yang berbeda berdasarkan pengamatan morfologi (makroskopis dan mikroskopis), dan pewarnaan gram. Tahapan yang dijadikan landasan dalam merancang modul dalam pembelajaran biologi kelas X SMA sebagai berikut:

1. Tahap Analisis

Berdasarkan hasil analisis kurikulum dengan menganalisis silabus yang dikeluarkan oleh Kemendikbud 2017 didapatkan dua Kompetensi Dasar (KD) yang berkaitan dengan hasil penelitian, yaitu KD 3.5, KD 4.5, KD 3.11 dan KD 4.11 di kelas X. Kompetensi Dasar dan potensinya yang berkaitan dengan hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini

Tabel 3. Kompetensi Dasar dan potensinya yang berkaitan dengan hasil penelitian

Kelas/ Semester	Kompetensi Dasar	Materi	Potensi Pengembangan
X/I	3.5 Menganalisis struktur dan cara hidup bakteri serta peranannya dalam berbagai aspek kehidupan masyarakat	Kingdom Monera	LKPD
	4.5 Menyajikan data tentang ciri-ciri dan peranan bakteri dalam kehidupan		
X/I	3.11 Menganalisis data perubahan lingkungan dan penyebab, serta dampak dari perubahan-perubahan tersebut bagi kehidupan	Perubahan Lingkungan	<i>Handout</i>
	4.11 Merumuskan gagasan pemecahan masalah perubahan lingkungan yang terjadi di lingkungan sekitar		

Berdasarkan hasil analisis terdapat empat kompetensi dasar (KD) yang berpotensi sebagai rancangan sumber belajar sesuai dengan hasil penelitian yaitu KD 3.5 dan KD 4.5 kelas X dipilih untuk dijadikan rancangan LKPD mengenai karakteristik bakteri melalui model pembelajaran *Discovery Learning* (DL), dengan menggunakan model pembelajaran ini diharapkan dapat menumbuhkan rasa ingin tahu, menambah motivasi belajar serta mengembangkan ketrampilan dan kemampuan pemecahan masalah yang ada pada diri peserta didik

2. Perancangan (*Design*)

Pada tahap desain terdapat dua tahapan yang dilakukan yaitu perancangan perangkat pembelajaran dan perancangan LKPD

a. Perancangan Perangkat Pembelajaran

Perancangan perangkat pembelajaran meliputi silabus, RPP, dan instrumen pembelajaran. Silabus yang digunakan telah disesuaikan dengan ketetapan Kemendikbud tahun 2017 tentang pedoman model silabus mata pelajaran kurikulum 2013. Adapun materi yang dikembangkan pada penelitian ini terdapat pada pertemuan I dan II. Rancangan Perangkat Pembelajaran (RPP) dirancang untuk dua kali pertemuan. RPP yang dirancang menggunakan model pembelajaran *Discovery Learning* (DL).

b. Perancangan/desain LKPD

Tahap desain merupakan tahap yang dilakukan dalam merancang konsep materi yang berkaitan dengan fakta dan data yang didapat dari hasil penelitian. Selanjutnya merancang indikator dan indikator pencapaian kompetensi (IPK) yang harus dicapai peserta didik, serta merancang butir soal objektif maupun essay sebagai instrumen evaluasi peserta didik yang mengacu pada indikator pencapaian kompetensi. Adapun tahapan model pembelajaran *discovery learning* menurut Dwi Rizkiani (2016) adalah sebagai berikut:

1. *Stimulation* (Stimulasi/Pemberian Rangsangan)

Pertama-tama pada tahap ini siswa dihadapkan pada sesuatu yang menimbulkan tanda tanya, kemudian dilanjutkan untuk tidak memberi generalisasi, agar timbul keinginan untuk menyelidiki sendiri

2. *Problem Statement* (Pernyataan/Identifikasi Masalah)

Setelah dilakukan stimulasi langkah selanjutnya adalah guru memberi kesempatan kepada siswa untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin agenda-agenda masalah yang relevan dengan bahan pelajaran, kemudian salah satunya dipilih dan dirumuskan dalam bentuk hipotesis.

3. *Data Collection* (Pengumpulan Data)

Ketika eksplorasi berlangsung guru juga memberi kesempatan kepada para siswa untuk mengumpulkan informasi sebanyak-banyaknya yang relevan untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis. Pada tahap ini berfungsi untuk menjawab pertanyaan atau membuktikan benar tidaknya hipotesis.

4. *Data Processing* (Pengolahan Data)

Semua informasi hasil bacaan, wawancara, observasi, dan sebagainya, semuanya diolah, diacak, diklasifikasikan, ditabulasi, bahkan bila perlu dihitung dengan cara tertentu serta ditafsirkan pada tingkat kepercayaan tertentu. Data processing disebut juga dengan pengkodean/kategorisasi yang berfungsi sebagai pembentukan konsep dan generalisasi. Dari generalisasi tersebut siswa akan mendapatkan pengetahuan baru tentang alternatif jawaban/ penyelesaian yang perlu mendapat pembuktian secara logis.

5. *Verification* (Pembuktian)

Pada tahap ini siswa melakukan pemeriksaan secara cermat untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis yang ditetapkan tadi dengan temuan alternatif, dihubungkan dengan hasil data processin.

6. *Generalization* (Menarik Kesimpulan/Generalisasi)

Tahap generalisasi/ menarik kesimpulan adalah proses menarik sebuah kesimpulan yang dapat dijadikan prinsip umum dan berlaku untuk semua kejadian atau masalah yang sama, dengan memperhatikan hasil verifikasi. Berdasarkan hasil verifikasi maka dirumuskan prinsip-prinsip yang mendasari generalisasi. Setelah menarik kesimpulan siswa harus memperhatikan proses generalisasi yang menekankan pentingnya penguasaan pelajaran atas makna dan kaidah atau prinsip-prinsip yang luas yang mendasari pengalaman seseorang, serta pentingnya proses pengaturan dan generalisasi dari pengalaman-pengalaman itu.

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Simpulan

1. Pada tempat pembuangan limbah cair minyak bumi terdapat bakteri hidrokarbonoklastik yang ditemukan memiliki karakteristik berwarna putih dan kuning. Bentuk koloni yang ditemukan yaitu ireguler, sirkuler dan rhizoid. Tepi koloni yang ditemukan yaitu serrate, lobate dan entire. Elevasi bakteri yang ditemukan yaitu raised dan flat. Bentuk sel bakteri yang paling banyak ditemukan adalah kokus sedangkan bakteri gram positif merupakan bakteri yang paling banyak dijumpai.
2. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai rancangan LKPD pembelajaran Biologi SMA guna memperkaya bahan ajar pada materi inokulasi, pewarnaan gram dan karakteristik bakteri

Rekomendasi

Perlu dilakukan uji lebih lanjut mengenai identifikasi dari masing-masing isolat bakteri limbah minyak bumi. Kemudian perlu dilakukan penelitian lebih lanjut hingga tahap *Development*, *Implementation* dan *Evaluation* sesuai dengan model pembelajaran ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implemetation, Evaluation*).

DAFTAR PUSTAKA

- Agung Putra Sinaga. 2013. Perombakan Hidrokarbon dalam Tanah Terkontaminasi Minyak Berat, Minyak Ringan dan Oli Bekas Oleh *Bacillus Sp. Skripsi*. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor Bogor
- Bambang Yudono, Sri Pertiwi Estuningsih, M. Said, Sabaruddin, dan Adipati Napoleon. 2013. Eksplorasi Bakteri Indigen Pendegradasi Limbah Minyak Bumi di Wilayah PT Pertamina UBEP Limau Muara Enim. *Prosiding Semirata*. FMIPA Universitas Lampung. Lampung.
- Depdiknas. 2017. *Pengembangan Bahan Ajar*. Sosialisasi Kurikulum 2013. BSNP. Jakarta
- Fitralia Elyza, Nuni Gofar, Munawar. 2015. Identifikasi Dan Uji Potensi Bakteri Lipolitik Dari Limbah SBE (*Spent Bleaching Earth*) Sebagai Agen Bioremediasi. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Jurusan Biologi Lingkungan Universitas Sriwijaya. Palembang
- Gina Ulfa Fitria. 2018. Isolasi Bakteri Pendegradasi Minyak dari Sedimen Di Perairan Sungai Pakning Kabupaten Bengkalis dan Kemampuannya dalam Mendegradasi Minyak Mentah. *Jurnal*. Fakultas Perikanan Dan Kelautan Universitas Riau
- Hasyimuddin, M Natsir Djide, M Farid Samawi. 2016. Isolasi Bakteri Pendegradasi Minyak Solar dari Perairan Teluk Pare-Pare. *Jurnal Biogenesis*. Jurusan Biologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Uin Alauddin Makassar
- Kamaruzzaman, Muyassir, Syafruddin. 2013. Pengaruh Nutrisi Dan Bakteri *Pseudomonas Fluorescens* terhadap Mikroorganisme Pendegradasi hidrokarbon Pada Entisol. *Jurnal Konservasi Sumber Daya Alam Pascasarjana*. Universitas Syiah Kuala.
- Lay, Bibiana, W. 1994. *Analisis Mikroba di Laboratorium*. Rajawali. Jakarta.
- Lucky, Wigig Wihandhita, Syafitri Marsela dan Kindriari Nurma Wahyusi. 2017. Pengolahan Limbah Cair Minyak Bumi Secara Biologi Aerob Proses Batch. *Jurnal Teknik Kimia*. Fakultas Teknik UPN Veteran Jawa Timur
- Michael J. Pelczar dan E.C.S Chan. 2007. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. UI-Press. Jakarta

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