

**LKPD DESIGN OF BIOLOGY SENIOR HIGH SCHOOL
BASED ON IDENTIFIED BACTERIA ON SOILS
CONTAMINATED BY PETROLEUM WASTES**

Abigail Vania Dela Rosa Agus¹, Sri Wulandari², L.N. Firdaus²

E-mail: avania78@gmail.com, wulandari_sri67@yahoo.co.id, firdausln@yahoo.com

Contact: 082386689850

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

Abstract: Pollution of soils due to contamination of petroleum wastes is certain to affect the balance of soil ecosystems. Soil is one of the most polluted environmental factors. Therefore, the type of bacteria capable of becoming bioremediation agents on contaminated soil is important to learn. This study aims to produce LKPD Learning class X Biology SMA by utilizing the results of studies on the identification of bacteria on contaminated soil waste oil. For this purpose, a survey was conducted in Minas Jaya Village, Siak Regency, Riau Province in April-June 2017. Determination of sampling location by considering the soil contaminated with earth's waste from oil wells. At each point of sampling, 3 captures were taken with different soil depths of 10 cm, 20 cm, and 30 cm. Data were analyzed descriptively. The results obtained are 5 types of bacteria, namely *Bacillus* sp, *Enterobacter* sp, *Klebsiella* sp, *Pseudomonas* sp, and *Micrococcus* sp. These types of bacteria can be utilized for the development of LKPD learning of Biology of SMA X class about Bacteria (KD 3.5) and change and preservation of class X Environment (KD 3.11). Testing of the use of LKPD that has been generated and the benefits of enriching student learning materials in a classical manner are highly recommended.

Key Word: Identification, Bacteria, Soil Contaminated, Student Worksheet

RANCANGAN LKPD BIOLOGI SMA BERBASIS RISET IDENTIFIKASI BAKTERI PADA TANAH TERCEMAR LIMBAH MINYAK BUMI

Abigail Vania Dela Rosa Agus¹, Sri Wulandari², L.N. Firdaus²

E-mail: avania78@gmail.com, wulandari_sri67@yahoo.co.id, firdausln@yahoo.com

HP: 082386689850

Program Studi Pendidikan Biologi,
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Riau

Abstrak: Pencemaran tanah akibat tercemar limbah minyak bumi dipastikan berpengaruh terhadap keseimbangan ekosistem tanah. Tanah merupakan salah satu faktor lingkungan yang mudah tercemar. Karena itu jenis bakteri yang mampu menjadi agen bioremediasi pada tanah tercemar penting untuk dipelajari. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan LKPD Pembelajaran kelas X Biologi SMA dengan memanfaatkan hasil kajian tentang identifikasi bakteri pada tanah tercemar limbah minyak bumi. Untuk itu telah dilakukan survei di Desa Minas Jaya, Kabupaten Siak, Provinsi Riau pada bulan April-Juni 2017. Penentuan lokasi pengambilan sampel dengan mempertimbangkan adanya tanah tercemar limbah minyak bumi yang berasal dari sumur minyak. Pada setiap titik pengambilan sampel dilakukan 3 kali pengambilan dengan kedalaman tanah yang berbeda, yaitu 10 cm, 20 cm, dan 30 cm. Data dianalisis secara deskriptif. Hasil yang diperoleh berupa 5 jenis bakteri, yaitu *Bacillus* sp, *Enterobacter* sp, *Klebsiella* sp, *Pseudomonas* sp, dan *Micrococcus* sp. Jenis-jenis bakteri tersebut dapat dimanfaatkan untuk pengembangan LKPD pembelajaran Biologi SMA kelas X tentang Bakteri (KD 3.5) dan Perubahan dan Pelestarian Lingkungan kelas X (KD 3.11). Uji coba penggunaan LKPD yang telah dihasilkan dan manfaatnya terhadap pengayaan materi pembelajaran siswa secara klasikal sangat direkomendasikan.

Kata Kunci: Identifikasi, Bakteri, Tanah Tercemar Limbah Minyak Bumi, LKPD

PENDAHULUAN

Sumber belajar adalah segala tempat atau lingkungan sekitar, benda, dan orang yang menagndung informasi yang dapat digunakan sebagai wahana bagi peserta didik untuk melakukan proses perubahan tingkah laku (Depdiknas, 2008). Sumber belajar dikategorikan menjadi enam yaitu lingkungan, benda, orang, bahan, buku, dan peristiwa (Direktorat Pembinaan SMA 2010).

Sumber belajar memegang peranan penting dan cukup menentukan dalam meningkatkan kualitas dan suksesnya proses pembelajaran. Pendayagunaan sumber belajar dalam proses pembelajaran memegang peranan penting dalam proses belajar, karena berfungsi untuk memberikan kemudahan peserta didik dalam belajar. Sumber belajar adalah segala sesuatu atau daya yang dapat dimanfaatkan oleh guru, baik secara terpisah maupun dalam bentuk gabungan, untuk kepentingan belajar mengajar dengan tujuan meningkatkan efektivitas dan efisiensi tujuan pembelajaran (Lilis Nurliawaty *dkk*, 2017). Salah satu sumber belajar yaitu sumber ajar berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).

LKPD merupakan lembaran-lembaran yang berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik. LKPD biasanya berupa petunjuk, langkah-langkah untuk menyelesaikan tugas-tugas. LKPD ini akan disesuaikan dengan Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar pada kurikulum 2013 serta sarana dan prasarana yang tersedia di lingkungan sekitar sekolah. Manfaat LKPD bagi guru yaitu memudahkan guru dalam melaksanakan pembelajaran, sedangkan bagi siswa yaitu siswa dapat belajar secara mandiri dan mampu memahami maupun menjalankan suatu tugas tertulis. Pemanfaatan LKPD dapat menciptakan interaksi antara guru dan siswa sehingga pembelajaran menjadi lebih aktif (Meini *dkk*, 2017).

Ketersediaan LKPD dalam proses pembelajaran menjadi kendala penting yang harus diatasi. Sehingga perlu diadakan usaha-usaha dalam menguasai tujuan pembelajaran yang spesifik dalam proses pembelajaran. Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di SMAN 9 Pekanbaru, untuk kebutuhan bahan ajar belum ada pembahasan tentang jenis-jenis bakteri yang ditemukan di tanah tercemar limbah minyak bumi , dimana pembahasan ini sesuia dengan KD 3.11 Menganalisis data perubahan lingkungan, penyebab, dan dampaknya bagi kehidupan. Dalam materi ini pembahasan tentang jenis-jenis mikroorganisme yang mampu menjadi agen bioremediasi pada tanah tercemar masih terbilang sedikit. Belum ada pembahasan yang mendalam mengenai jenis-jenis bakteri yang mampu menjadi agen bioremediasi. Pada umumnya LKPD yang digunakan untuk pembelajaran perubahan dan pelestarian lingkungan adalah LKPD MGMP, oleh karena itu perlu adanya pengembangan LKPD yang lebih menarik dan kontekstual yang dapat membantu proses pembelajaran lebih efektif dan efisien. Perancangan LKPD ini diharapkan dapat menjadi sebuah inovasi pada proses belajar mengajar karena bersumber dari data-data hasil penelitian untuk mendukung perkembangan ilmu pengetahuan.

Provinsi Riau merupakan salah satu daerah penghasil minyak bumi di Indonesia. Duri, Dumai dan Minas adalah beberapa lokasi ladang minyak yang terdapat di Provinsi Riau. Kegiatan operasional pertambangan minyak bumi yang dilakukan pada tiga lokasi tersebut dapat menyebabkan terjadinya pencemaran pada tanah jika terjadi kebocoran pipa penyalur.

Tumpahan, ceceran, kebocoran dan/atau penimbunan limbah minyak bumi dari kegiatan industri akan menyebabkan tanah mengandung hidrokarbon, selain

menghasilkan produk minyak mentah (*crude oil*), produksi minyak bumi juga menghasilkan limbah minyak bumi (Sri Pertiwi Estuningsih, dkk, 2013). Pencemaran akibat senyawa hidrokarbon dapat diatasi dengan beberapa metode, seperti metode secara fisika, kimia, dan biologi. Secara biologi, metode yang dapat digunakan untuk mengatasi pencemaran hidrokarbon adalah bioremediasi. Bioremediasi merupakan penggunaan mikroorganisme untuk mendegradasi kontaminan di suatu lingkungan menjadi bentuk yang tidak mengandung racun (karbondioksida) (Dachniar Hajar, 2012). Bioremediasi tanah tercemar minyak bumi telah diatur dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 128 Tahun 2003 tentang tatacara dan persyaratan teknis pengolahan limbah minyak bumi dan tanah tercemar oleh minyak bumi secara biologi.

Keberadaan mikroorganisme (bakteri, jamur, dan khamir) pendegradasi hidrokarbon tersebar luas di alam. Mikroorganisme tertentu dapat mendegradasi senyawa hidrokarbon dan menggunakannya sebagai sumber energi. Mikroba menggunakan hidrokarbon minyak untuk pertumbuhannya dengan memotong hidrokarbon alifatik, sikloalifatik, dan aromatik. Mekanisme biodegradasi minyak sangat beragam tergantung pada komposisi hidrokarbon yang dikandungnya (Hafiluddin, 2011).

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan LKPD Pembelajaran kelas X Biologi SMA dengan memanfaatkan hasil kajian hasil identifikasi bakteri pada tanah tercemar limbah minyak bumi.

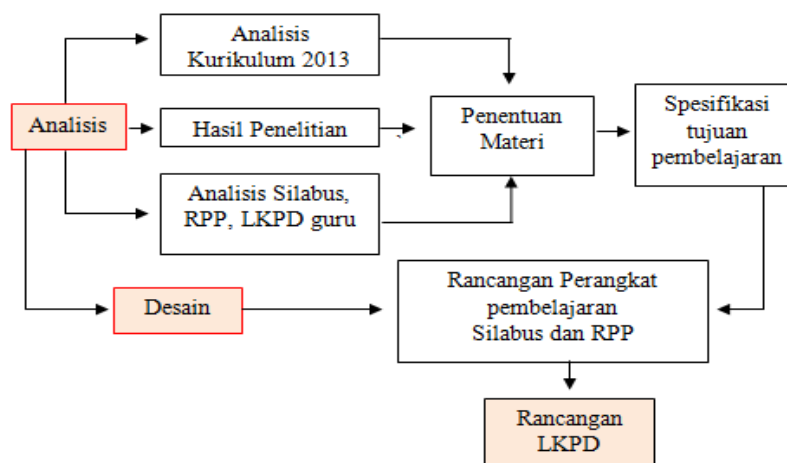
METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Desa Minas Jaya Kecamatan Minas Kabupaten Siak pada bulan Februari sampai Juni 2017 menggunakan metode survei. Alat dan bahan yang digunakan adalah plastik sampel, bor tanah, *ice box*, kamera, erlenmeyer, gelas ukur, timbangan, pipet tetes, tabung reaksi, cawan petri, jarum ose, lampu bunsen, autoklaf, mikro pipet, inkubator, ruang laminar, kertas label, kertas pembungkus, *hot plate*, dan *loupe*. Identifikasi bakteri merujuk pada *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (Breed et al, 1957). Sampel tanah yang tercemar limbah minyak bumi diambil dengan teknik *pourposive sampling* menggunakan bor tanah. Pada setiap titik *sampling*, sampel diambil 3 kali pada kedalaman tanah yang berbeda, yaitu 10 cm, 20 cm, dan 30 cm. Selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam plastik untuk dianalisis di laboratorium. Media tumbuh bakteri berupa *Stone Mineral Salt Solution* (SMSS) yang ditambahkan minyak bumi mentah, *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA), *Simon Citrate Agar* (SCA) dan *Sulphite Indole Motility* (SIM).

Koloni yang tumbuh diamati secara makroskopik meliputi bentuk, warna, tepi, permukaan dan elevasi koloni. Berdasarkan perbedaan penampilan koloni maka dilakukan tahap pemurnian sehingga diperoleh sejumlah isolat bakteri. Isolat yang didapatkan selanjutnya diidentifikasi secara makroskopik, mikroskopik dan uji biokimia. Pada pengamatan mikroskopik diawali dengan melakukan pewarnaan Gram, sehingga dapat dilihat bentuk sel bakteri dan kelompok gram bakteri. Sedangkan pada uji biokimia meliputi uji kemampuan bakteri dalam penguraian karbohidrat dengan menggunakan media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA), uji kemampuan menggunakan sitrat sebagai salah satu sumber karbon dengan

menggunakan media *Simon Citrate Agar* (SCA) dan uji motilitas dengan menggunakan media *Sulphite Indole Motility* (SIM).

Data dibahas secara deskriptif. Data hasil penelitian ini digunakan untuk perancangan LKPD pada materi Perubahan dan Pelestarian Lingkungan Kelas X SMA. Perancangan LKPD terdiri dari 2 tahap, yaitu tahap analisis dan tahap perancangan (Gambar 1).



Gambar 1. Diagram Rancangan Lembar Kerja Peserta Didik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis-jenis Bakteri Pada Tanah Tercemar Limbah Minyak Bumi

Hasil isolasi bakteri pada tanah tercemar limbah minyak bumi didatkan delapan belas isolat yang berbeda (Tabel 1). Sebagian besar morfologi koloni isolat bakteri secara makroskopik berbetuk bulat dan tidak teratur. Tepi koloni ada yang bergerigi, rata, dan bergelombang. Keseluruhan warna koloni isolat bakteri berwarna putih. Elevasi kononi bercabang teratur, rata, dan convex.

Tabel 1. Morfologi isolat bakteri tanah tercemar limbah minyak bumi pada setiap pencuplikan di Desa Minas Jaya Kecamatan Minas

Cuplikan	Kedalaman (cm)	Kode	Makroskopis				Jenis
			Bentuk	Tepi	Warna	Elevasi	
I	10	1. AI.1	Circular	Serrate	Putih	Raised	Sp 1
		2. AI.2	Irregular	Entire	Putih	Flat	Sp 2
	20	1. BI.1	Irregular	Entire	Putih	Convex	Sp 3
		2. BI.2	Circular	Serrate	Putih	Flat	Sp 4
		3. BI.3	Circular	Undulate	Putih	Raised	Sp 5
	30	1. CI.1	Circular	Serrate	Putih	Raised	Sp 6
		2. CI.2	Circular	Entire	Putih	Raised	Sp 7

II	10	1. AII.1	Circular	Entire	Putih	Flat	Sp 8
	20	1. BII.1	Irregular	Entire	Putih	Convex	Sp 9
		2. BII.2	Circular	Entire	Putih	Raised	Sp 10
	30	1. CII.1	Irregular	Serrate	Putih	Raised	Sp 11
		2. CII.2	Circular	Serrate	Putih	Raised	Sp 12
III	10	1. AIII.1	Circular	Entire	Putih	Flat	Sp 13
		2. AIII.2	Circular	Entire	Putih	Raised	Sp 14
		3. AIII.3	Irregular	Entire	Putih	Flat	Sp 15
	20	1. BIII.1	Circular	Entire	Putih	Convex	Sp 16
		2. BIII.2	Irregular	Entire	Putih	Flat	Sp 17
	30	1. CIII.1	Circular	Serrate	Putih	Raised	Sp 18
	Keterangan : Serate (bergerigi) Flat (rata/datar) Rizoid (bentuk akar)						
Entire (tepi rata)			Raised (bercabang teratur)			Sirkuler (bulat bertepi)	
Ondulate (bergelombang)			Ireguler (tidak beraturan)			Lobate (berlekuk)	

Djiwoseputro (2005) menyatakan bahwa koloni bakteri memiliki sifat-sifat khusus dalam media padat. Pada agar lempengan bentuk koloni dilukiskan sebagai titik-titik, bulat, berbenang, tak teratur, seperti akar, dan kumparan. Permukaan koloni dapat rata, timbul datar, melengkung, mencembung, membukit, dan serupa kawah. Sedangkan tepian koloni dapat berbentuk utuh, berombak, berbelah, bergerigi, berbenang, dan keriting. Pada warna, koloni bakteri sebagian besar berwarna keputihan atau kekuningan, akan tetapi dapat juga berwarna lain seperti kemerahan, coklat, jingga, biru, hijau dan ungu.

Selanjutnya, bakteri minyak bumi diidentifikasi melalui pewarnaan gram untuk menentukan bakteri gram negatif dan gram positif. Hasil dari pengamatan pewarnaan gram disajikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengamatan Gram isolat bakteri tanah tercemar limbah minyak bumi pada setiap pencuplikan Desa Minas Jaya Kecamatan Minas

Cuplikan	Kedalaam-an (cm)	Kode	Mikroskopis		Jenis
			Pewarnaan Gram	Bentuk Sel	
I	10	1. AI.1	Positif	Basil	Sp 1
		2. AI.2	Negatif	Basil	Sp 2
	20	1. BI.1	Negatif	Basil	Sp 3
		2. BI.2	Positif	Basil	Sp 4
		3. BI.3	Negatif	Basil	Sp 5
	30	1. CI.1	Negatif	Basil	Sp 6
2. CI.2		Negatif	Basil	Sp 7	
II	10	1. AII.1	Negatif	Basil	Sp 8
	20	1. BII.1	Positif	Basil	Sp 9
		2. BII.2	Positif	Basil	Sp 10
	30	1. CII.1	Negatif	Basil	Sp 11
		2. CII.2	Negatif	Basil	Sp 12
III	10	1. AIII.1	Positif	Coccus	Sp 13
		2. AIII.2	Negatif	Basil	Sp 14

	3. AIII.3	Negatif	Basil	Sp 15
20	1. BIII.1	Negatif	Basil	Sp 16
	2. BIII.2	Negatif	Basil	Sp 17
30	1. CIII.1	Positif	Coccus	Sp 18

Pada Tabel 2 menunjukkan sebagian besar isolat pada kedalaman 10 cm, 20 cm, dan 30 cm merupakan bakteri gram negatif dan enam isolat merupakan gram positif. Menurut Pelczar dan Chan (1986) mekanisme pewarnaan gram berdasarkan pada struktur dan komposisi dinding sel bakteri.

Bakteri gram negatif memiliki kandungan lipid yang tinggi dan dinding sel yang tipis sehingga ketika mendapat perlakuan alkohol pada proses pewarnaan gram menyebabkan terekstraksinya lipid sehingga memperbesar daya rembes (permeabilitas) dinding sel. Hal ini menyebabkan warna Ungu Kristal-Yodium (UK-Y) terekstraksi sehingga organisme gram negatif kehilangan warna tersebut. Sedangkan warna ungu pada bakteri gram positif setelah mendapat perlakuan pewarnaan gram dikarenakan oleh rendahnya kandungan lipid pada dinding sel sehingga lipid menjadi terdehidrasi selama perlakuan alkohol. Ukuran pori-pori mengecil, permeabilitasnya berkurang dan kompleks UK-Y tidak dapat terekstraksi (Pelczar dan Chan, 1986).

Selain itu Pelczar dan Chan (1986) juga menjelaskan bahwa warna merah pada sel bakteri gram negatif juga disebabkan oleh sedikitnya kandungan peptidoglikan pada dinding sel. Peptidoglikan bakteri gram negatif mempunyai ikatan silang yang jauh kurang ekstensif dibandingkan dengan yang dijumpai pada dinding bakteri gram positif. Hal ini menyebabkan pori-pori pada peptidoglikan bakteri gram negatif tetap cukup besar sekalipun setelah perlakuan etanol sehingga memungkinkan terjadi ekstraksi UK-Y. Pada bakteri gram positif, setelah perlakuan etanol, kompleks UK-Y terperangkap di dalam dinding, yang tampaknya mengurangi diameter pori-pori pada peptidoglikan dinding sel.

Pada Tabel 2 juga dapat dilihat bahwa bentuk sel isolat bakteri yang diamati memiliki bentuk sel coccus dan bacil. Menurut Dwijoseputro (2005), bakteri memiliki bentuk sel batang (*bacil*), bulat (*coccus*), dan bengkok (*spiral*). Bentuk sel bakteri sangat penting dalam mencirikan morfologi suatu spesies (Pelczar dan Chan, 1986). Selanjutnya dilakukan uji biokimia bakteri minyak bumi sampel tanah tercemar limbah minyak bumi yang disajikan dalam tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji biokimia isolat bakteri tanah tercemar limbah minyak bumi pada setiap pencuplikan Desa Minas Jaya Kecamatan Minas

Cuplikan	Kedalaman (cm)	Kode	Uji Biokimia				Jenis
			TSIA	Gas/H ₂ S	SCA	SIM	
I	10	1. AI.1	-/-	-	-	+	<i>Bacillus</i>
		2. AI.2	-/-	-	+	+	<i>Pseudomonas</i>
	20	1. BI.1	+/+	-	+	+	<i>Enterobacter</i>
		2. BI.2	-/-	-	-	+	<i>Bacillus</i>
		3. BI.3	-/-	-	+	+	<i>Pseudomonas</i>
	30	1. CI.1	+/+	-	+	-	<i>Klebsiella</i>
2. CI.2		+/+	-	+	-	<i>Klebsiella</i>	
II	10	1. AII.1	-/-	-	+	+	<i>Pseudomonas</i>
	20	1. BII.1	-/-	-	-	+	<i>Bacillus</i>
		2. BII.2	-/-	-	-	+	<i>Bacillus</i>
	30	1. CII.1	+/+	-	+	-	<i>Klebsiella</i>
		2. CII.2	+/+	-	+	+	<i>Enterobacter</i>
III	10	1. AIII.1	-/+	-	+	+	<i>Micrococcus</i>
		2. AIII.2	-/-	-	+	+	<i>Pseudomonas</i>
		3. AIII.3	-/-	-	+	+	<i>Enterobacter</i>
	20	1. BIII.1	-/-	-	+	+	<i>Pseudomonas</i>
		2. BIII.2	-/-	-	+	+	<i>Pseudomonas</i>
	30	1. CIII.1	-/+	-	+	+	<i>Micrococcus</i>

Keterangan : + : Hasil uji positif

- : Hasil uji negatif

TSIA +/+ : Lereng kuning/dasar kuning

-/- : Lereng merah/dasar merah

Berdasarkan hasil uji reaksi biokimia, jenis bakteri yang ditemukan adalah jenis *Bacillus* sp, *Pseudomonas* sp, *Micrococcus* sp, *Enterobacter* sp, dan *Klebsiella* sp. Pada media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA) bakteri jenis *Bacillus* sp, *Pseudomonas* sp, dan *Micrococcus* sp menunjukkan reaksi negatif. Hal ini menandakan bakteri jenis *Bacillus* sp, *Pseudomonas* sp, dan *Micrococcus* sp tidak mampu memfermentasikan glukosa maupun laktosa dan sukrosa. Bakteri jenis *Enterobacter* sp dan *Klebsiella* sp menunjukkan reaksi positif, hal ini menandakan bahwa bakteri jenis *Enterobacter* sp dan *Klebsiella* sp mampu memfermentasikan laktosa dan sukrosa.

Hasil uji reaksi biokimia pada media *Sitrat Cimon Agar* (SCA) bakteri jenis *Pseudomonas* sp, *Micrococcus* sp, *Enterobacter* sp, dan *Klebsiella* sp menunjukkan reaksi positif. Hal ini menandakan ke-empat jenis bakteri mampu menggunakan sitrat sebagai salah satu sumber karbon dan energi. Bakteri jenis *Bacillus* sp menunjukkan reaksi negatif, hal ini menandakan *Bacillus* sp tidak mampu menggunakan sitrat sebagai salah satu sumber karbonnya. Hasil uji reaksi biokimia pada media *Sulphite Indol*

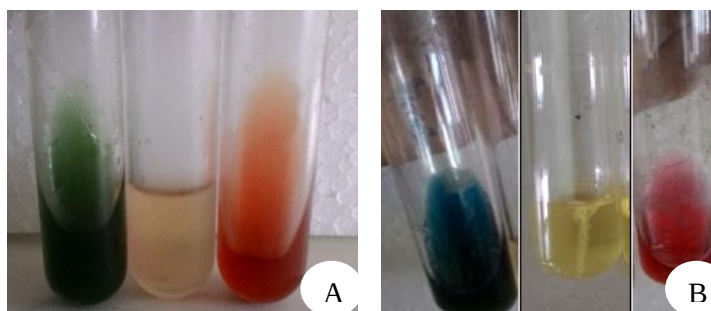
Motility (SIM) genuas bakteri *Bacillus* sp, *Pseudomonas* sp, *Enterobacter* sp, dan *Micrococcus* sp menunjukkan reaksi positif, hal ini menandakan keempat jenis tersebut bersifat motil. Sedangkan, bakteri jenis *Klebsiella* sp menunjukkan reaksi negatif yang menandakan bahwa jenis *Klebsiella* sp bersifat non-motil.

Berikut merupakan penjabaran masing-masing jenis bakteri yang ditemukan pada tanah tercemar limbah minyak bumi di Desa Minas Jaya Kecamatan Minas.

1. Bakteri Jenis *Bacillus* sp

Bacillus sp memiliki karakteristik sel berbentuk basil, bersifat gram positif. Isolat memiliki kemiripan karakteristik dengan bentuk koloni *circular*, tepian koloni rata dan bergerigi, koloni berwarna putih dan kuning dengan elevasi koloni *raised* dan *flat*. Klasifikasi bakteri ini berdasarkan buku identifikasi bakteri Bergey's Manual of Determinative Bacteriology Seventh Edition (Robert S. Breed et al, 1957) adalah Division Schizophyta, Classis Schizomycetes, Ordo Eubacteriales, Familia Bacillaceae, Jenis *Bacillus*.

Bakteri ini tidak mampu memfermentasikan laktosa dan sukrosa, hal ini ditandai dengan tidak terjadinya perubahan warna pada media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA). Astri Nugroho (2007) menjelaskan bakteri *Bacillus* tidak mampu memfermentasikan laktosa dan sukrosa, pada daerah lereng dan dasar berwarna merah. Holt et al, (1994) menambahkan bakteri *Bacillus* sp bersifat motil dengan flagel berjenis peritrik.

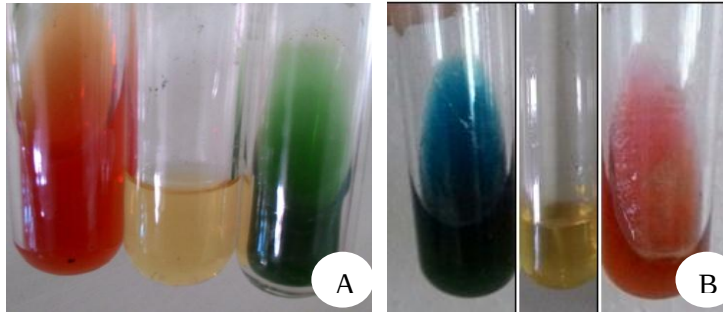


Gambar 2. Reaksi uji biokimia pada media TSIA, SCA, dan SIM pada bakteri jenis *Bacillus*. A= sebelum isolasi bakteri, B= sesudah isolasi bakteri (Data primer penelitian, 2017)

2. Bakteri Jenis *Enterobacter* sp

Enterobacter sp memiliki karakteristik sel berbentuk basil, bersifat gram negatif. Isolat memiliki karakteristik morfologi dengan bentuk koloni *circular*, tepian koloni rata, koloni berwarna kuning dengan elevasi *convex*, mampu memfermentasikan laktosa dan sukrosa, menggunakan sitrat sebagai salah satu sumber karbonnya dan bersifat motil.

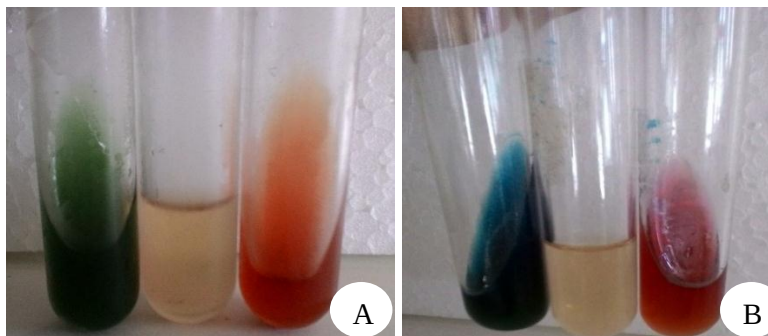
Klasifikasi bakteri *Enterobacter* berdasarkan buku identifikasi bakteri Bergey's Manual of Determinative Bacteriology Seventh Edition (Robert S. Breed et al, 1957) adalah Division Schizophyta, Classis Schizomycetes, Ordo Eubacteriales, Familia Enterobacteriaceae, Jenis *Enterobacter*. Jenis ini juga dikenal dengan nama *Aerobacter*.



Gambar 3. Reaksi uji biokimia pada media TSIA, SCA, dan SIM pada bakteri jenis *Enterobacter*. A= sebelum isolasi bakteri, B= sesudah isolasi bakteri (Data primer penelitian, 2017)

3. Bakteri Jenis *Klebsiella* sp

Jenis *Klebsiella* memiliki karakteristik koloni berbentuk circular dengan tepian bergerigi, koloni berwarna putih sampai kekuningan dengan permukaan raised, sel bakteri berbentuk basil dan bersifat gram negatif. *Klebsiella* bersifat non-motil. *Klebsiella* menunjukkan kemampuannya dalam memfermentasikan laktosa dan sukrosa pada media *Tripel Sugar Iron Agar* (TSIA). Hal ini ditunjukkan dengan perubahan warna pada dasar dan lereng media TSIA. *Klebsiella* menggunakan sitrat sebagai salah satu sumber karbon dalam metabolismenya ditunjukkan dengan reaksi positif perubahan warna pada media *Sitrat Cimon Agar* (SCA) dari warna hijau menjadi biru. Bakteri ini bersifat non-motil, hal ini dapat dilihat dengan pertumbuhan bakteri hanya pada bekas tusukan tetapi tidak menyebar hingga ke permukaan media *Sulphite Indol Motility* (SIM).

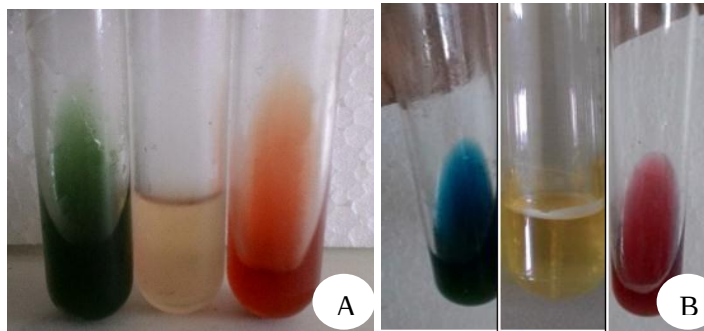


Gambar 4. Reaksi uji biokimia pada media TSIA, SCA, dan SIM pada bakteri jenis *Klebsiella*. A= sebelum isolasi bakteri, B= sesudah isolasi bakteri (Data primer penelitian, 2017)

4. Bakteri Jenis *Pseudomonas* sp

Pseudomonas sp memiliki karakteristik sel berbentuk batang, dan bersifat gram negatif, tidak menghasilkan gas pada fermentasi karbohidrat, bersifat motil dan aerob, menggunakan sitrat sebagai salah satu sumber karbon bagi metabolismenya.

Bakteri jenis ini tidak mampu memfermentasikan laktosa dan sukrosa pada media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA), hal ini dapat dilihat tidak adanya perubahan warna pada dasar dan lereng media TSIA. Bakteri ini menggunakan sitrat sebagai salah satu sumber karbon dalam metabolismenya ditunjukkan dengan reaksi positif perubahan warna pada media *Simon Citrat Agar* (SCA) dari warna hijau menjadi warna biru. Bakteri *Pseudomonas* merupakan bakteri bersifat motil, dapat dilihat dengan adanya pertumbuhan menyebar pada media *Sulphite Indol Motility* (SIM).

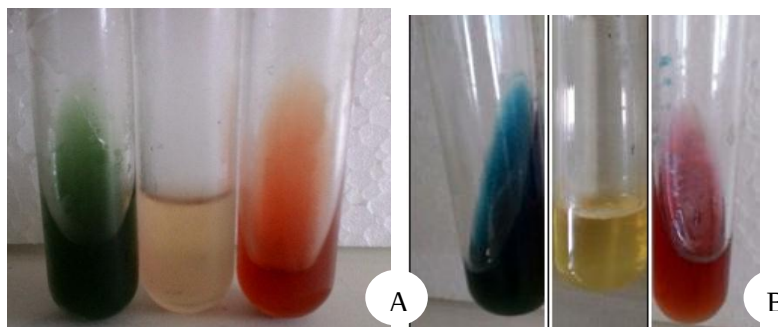


Gambar 5. Reaksi uji biokimia pada media TSIA, SCA, dan SIM pada bakteri jenis *Pseudomonas* A= sebelum isolasi bakteri, B= sesudah isolasi bakteri (Data primer penelitian, 2017)

5. Bakteri Jenis *Micrococcus* sp

Micrococcus sp memiliki karakteristik sel berbentuk *coccus*, dan bersifat gram positif, tidak menghasilkan gas pada fermentasi karbohidrat, bersifat motil dan aerob, menggunakan sitrat sebagai salah satu sumber karbon bagi metabolismenya.

Klasifikasi bakteri ini berdasarkan buku identifikasi bakteri *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology Seventh Edition* (Robert S. Breed *et al*, 1957) adalah Division Schizophyta, Classis Schizomycetes, Ordo Beggiatoales, Familia Microccaceae, Jenis *Micrococcus*.



Gambar 6. Reaksi uji biokimia pada media TSIA, SCA, dan SIM pada bakteri jenis *Micrococcus* A= sebelum isolasi bakteri, B= sesudah isolasi bakteri (Data primer penelitian, 2017)

Rancangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Potensi hasil penelitian mengenai isolasi dan identifikasi bakteri limbah minyak bumi dari tanah tercemar limbah minyak bumi di Desa Minas Jaya Kecamatan Minas Kabupaten Siak dapat dijadikan sebagai rancangan Lembar Kerja Peserta Didik pada pembelajaran biologi SMA. Rancangan LKPD terdiri dari 2 hasil yaitu, hasil analisis dan hasil rancangan.

1. Hasil Analisis

Data hasil penelitian yang telah didapatkan, yakni tentang karakteristik morfologi dan bentuk sel bakteri minyak bumi yang dilihat dari pewarnaan gram. Selanjutnya, dilakukan analisis dengan kurikulum 2013 yaitu KD X, XI, dan XII. Kemudian didapatkan KD yang cocok untuk pengayaan konsep materi berdasarkan data hasil penelitian yang dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Kompetensi Dasar dan potensinya yang berkaitan dengan hasil penelitian

Kompetensi Dasar (KD)	Kelas / Semester	Uraian Materi	Potensi
3.5 Mengidentifikasi struktur, cara hidup, reproduksi dan peran bakteri dalam kehidupan	X / I	Bakteri	LKPD non eksperimen
3.11 Menganalisis data perubahan lingkungan, penyebab dan dampaknya bagi kehidupan	X/ II	Pencemaran Lingkungan	LKPD non eksperimen

Berdasarkan Tabel 5 dan analisis kompetensi dasar, kompetensi dasar yang berpotensi dalam bentuk lembar kerja peserta didik (LKPD) sesuai dengan hasil kajian yaitu KD 3.11 Menganalisis data perubahan lingkungan, penyebab dan dampaknya bagi kehidupan kelas X. Selanjutnya dilakukan analisis silabus yang digunakan sesuai dengan kurikulum yaitu silabus kurikulum 2013. KD 3.11 Menjelaskan data perubahan lingkungan, penyebab dan dampaknya bagi kehidupan. Guru akan terbantu dengan adanya lembar kerja peserta didik, karena dengan LKPD peserta didik diharapkan menjadi lebih aktif.

Kurikulum 2013 mengandung lima esensi, yaitu pembelajaran tematik, pembelajaran kontekstual, pendidikan karakter, pendekatan saintifik, dan penilaian autentik. Berkaitan dengan salah satu esensi pada kurikulum 2013 yaitu pendekatan saintifik, terdapat aktivitas sains yang perlu dikuasai peserta didik, yaitu mengamati, menanya, menalar, mencoba, dan membentuk jejaring. Mengacu pada kurikulum 2013 tersebut, maka peneliti tertarik untuk merancang lembar kerja peserta didik berbasis *Problem Based Learning* (PBL) yang didalamnya berisi rangkaian kegiatan dan tugas-tugas yang harus dilakukan peserta didik dengan tujuan untuk meningkatkan aktivitas sains peserta didik berdasarkan pendekatan saintifik sehingga dapat mencapai kompetensi dasar yang diharapkan.

2. Hasil Rancangan

Tahap perancangan terdiri dari tiga langkah pokok, yaitu penyusunan tes, pemilihan media, dan pemilihan format perangkat pembelajaran. Rancangan lembar kerja peserta didik (LKPD) yang akan peneliti rancang adalah rancangan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis model *Problem Based Learning* (PBL). Sebelum lembar kerja peserta didik dirancang, terlebih dahulu dilakukan penyusunan Silabus dan RPP yang digunakan sebagai acuan dalam pembuatan LKPD yang dikembangkan. Dalam rancangan lembar kerja peserta didik harus terlebih dahulu menyusun Silabus Rencana Perangkat Pembelajaran (RPP) yang digunakan sesuai dengan Permendikbud 2013. Silabus merupakan acuan penyusunan kerangka pembelajaran untuk setiap bahan kajian mata pembelajaran. Silabus menjadi langkah awal untuk membuat rancangan lembar kerja peserta didik. Silabus paling sedikit memuat: Identitas mata pelajaran, Identitas sekolah, kompetensi inti, kompetensi dasar, tema, materi pokok, pembelajaran, penilaian, alokasi waktu, sumber belajar (Permendikbud No 65, 2013). Silabus dikembangkan berdasarkan Standar Kompetensi Lulusan dan Standar Isi untuk satuan pendidikan dasar dan menengah sesuai dengan pola pembelajaran pada setiap tahun ajaran tertentu. Silabus yang digunakan sebagai acuan dalam pengembangan rencana pelaksanaan pembelajaran dari hasil penelitian dapat dilihat pada lampiran. Adapun rancangan LKPD pembelajaran biologi yang akan dibuat dapat dilihat pada gambar 7.

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)	
“JUDUL”	
Materi Pelajaran	:
Kelas	:
Kelompok	:
Materi Pokok	:
Sub Materi Pokok	:
Alokasi Waktu	:
Nama Anggota Kelompok	:
Tujuan	:
Wacana	:
Alat/Bahan/Sumber Belajar	:
Cara Kerja	:

Sintak <i>Problem based learning</i>	Kegiatan
Orientasi masalah	
Organisasi belajar	
Membimbing penyelidikan	
Menyajikan hasil	
Menganalisis dan evaluasi masalah	

Kesimpulan (*Generalization*) :

Gambar 7. Rancangan LKPD Modifikasi

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa jenis bakteri yang ditemukan di tanah tercemar limbah minyak bumi Desa Minas Jaya Kabupaten Siak adalah *Bacillus* sp, *Enterobacter* sp, *Klebsiella* sp, *Pseudomonas* sp, dan *Micrococcus* sp. Jenis-jenis bakteri yang ditemukan dapat dimanfaatkan untuk pengembangan LKPD dalam pembelajaran Biologi SMA kelas X tentang Bakteri (KD 3.5) dan Perubahan dan Pelestarian Lingkungan kelas X (KD 3.11). Uji coba menggunakan LKPD yang telah dihasilkan dan manfaatnya terhadap pengayaan materi pembelajaran siswa secara klasikal sangat direkomendasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dachniar Hajar. 2012. Isolasi, Identifikasi, dan Analisis Kemampuan Degradasi Hidrokarbon Bakteri Tanah Sampel B, Cilegon, Banten. Skripsi (Online). FMIPA Universitas Indonesia. Depok.
- Hafiluddin. 2011. Bioremediasi Tanah Tercemar Minyak Bumi Minyak Dengan Teknik Bioaugmentasi dan Biostimulasi. *Jurnal Embryo* 1(8): 47-52. Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo Madura.
- Karwati. 2009. Degradasi Hidrokarbon Pada Tanah Tercemar Minyak Bumi Dengan Isolat A10 dan D8. Skripsi (Online). FMIPA Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Lilis Nurliawaty, Mujasam, Irfan Yusuf dan Sri Wahyu Widyaningsih. 2017. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis *Problem Solving* Polya. *Jurnal Pendidikan Indonesia* 6(1): 72-81.
- M.J. Pelczar and E.C.S. Chan. 1986. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. UI Press. Jakarta.
- Meini, Hasanuddin, dan Djufri. 2017. Pengaruh Pembelajaran Berbasis LKPD Konstruktivistik Terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa Pada Konsep Makanan dan Sistem Pencernaan di SMA Negeri 12 Banda Aceh. *Jurnal EduBio Tropika* 5(1):1-53.
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI. 2013. Implementasi Kurikulum. (Online). <http://hukor.kemendikbud.go.id>. (Dikases pada 05 Januari 2017).
- Roksun, N dan Maya, S. 2013. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Solar dan Bensin dari Perairan Pelabuhan Gresik. *Jurnal Sains dan Seni Pomits* 2 (2) : 337-3520.

Sri Pertiwi Estuningsih, Bambang Yudono, Juswardi, dan Resa Yulianti. 2013. Potensi Tanaman Rumput sebagai Agen Fitoremediasi Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi. *Prosiding Semirata FMIPA* Universitas Lampung. Lampung.

Suratni. 2015. Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Minyak Bumi Pada Buangan Limbah Cair Di Benar Gs Chevron Kecamatan Rimba Melintang Rokan Hilir Pengayaan Modul Materi Prokariot Pada Mata Kuliah Mikrobiologi Dasar. Skripsi tidak dipublikasikan. FKIP Universitas Riau. Pekanbaru

.