

**ISOLATION AND CHARACTERISTICS BACTERIA ON
PETROLEUM CONTAMINATED SOIL IN THE LIRIK SUB-
DISTRICT AS A DESIGN OF BIOLOGY LEARNING
HANDOUT IN SENIOR HIGH SCHOOLS**

Citra Fajri¹, Irda Sayuti², Nursal³

e-mail: citrafajri35@gmail.com, Irdasayuti63@gmail.com, nursal430@gmail.com

Phone Number: 082388520122

*Biology Education
Faculty Of Teacher Training And Education
University Of Riau*

Abstract: *Research was conducted to determine the characteristics of bacteria on petroleum contaminated soil in the Lirik sub-district as a design of biology learning handouts in senior high schools in January 2019. The results of the study were used to design learning handouts on biology subjects. This research was conducted in two stages, namely the field research stage and the design phase of the learning handout. This type of research is descriptive and carried out by examination in the laboratory. The sampling technique in this study was conducted using a purposive sampling method. The results showed that the characteristics of the bacteria found were white, cream and clear colony. The form of the colony was found to be irregular and round. The edge of the colony is found undulate, wavy, flat and jagged. The elevation of colonies found is flat and arises. The most dominant form of basil bacteria cells is found and other cells form coccus. Gram negative bacteria are the dominant bacteria found and other gram-positive bacteria. The growth of isolates at petroleum concentrations was 2% better with growth until the fifth day of exponents. Isolate 2 is the isolate that gets the highest growth compared to other isolates. The results of this study can be used as a design of biology learning handouts in high schools to enrich teaching materials on the concept of the role of bacteria in life.*

Key Words: *Bacteria, Characteristics, Design Handout*

ISOLASI DAN KARAKTERISTIK BAKTERI PADA TANAH TERCEMAR MINYAK BUMI DI KECAMATAN LIRIK SEBAGAI RANCANGAN *HANDOUT* PEMBELAJARAN BIOLOGI SMA

Citra Fajri¹, Irda Sayuti², Nursal³

e-mail: citrafajri35@gmail.com, Irdasayuti63@gmail.com, nursal430@gmail.com
Nomor HP: 085362033621

Pendidikan Biologi
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Riau

Abstrak: Dilakukan penelitian untuk mengetahui karakteristik bakteri pada tanah tercemar minyak bumi di Kecamatan Lirik sebagai rancangan *handout* pembelajaran biologi di Sekolah Menengah Atas pada bulan Januari 2019. Hasil penelitian digunakan untuk perancangan *handout* pembelajaran pada mata pelajaran biologi. Penelitian ini dilaksanakan dengan dua tahapan yaitu tahap riset lapangan dan tahap perancangan *handout* pembelajaran. Jenis penelitian ini bersifat deskriptif dan dilakukan dengan pemeriksaan di laboratorium. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini, dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Karakteristik bakteri yang ditemukan memiliki warna koloni putih, krem dan bening. Bentuk koloni yang ditemukan tidak beraturan dan bulat. Tepi koloni yang ditemukan undulate, bergelombang, rata, dan bergerigi. Elevasi koloni yang ditemukan datar dan timbul. Bentuk sel bakteri basil paling dominan ditemukan dan bentuk sel lainnya kokus. Gram bakteri negatif merupakan bakteri dominan yang ditemukan dan bakteri lainya gram positif. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai rancangan *handout* pembelajaran biologi di Sekolah Menengah Atas guna memperkaya bahan ajar pada konsep peranan bakteri dalam kehidupan.

Kata Kunci: Bakteri, Karakteristik, Rancangan *Handout*

PENDAHULUAN

Secara luas minyak bumi dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk kendaraan dan industri, minyak pelumas, pelarut, serta sebagai bahan mentah dalam pabrik petrokimia dan farmasi. Kecamatan Lirik, Kabupaten Indragiri Hulu Provinsi Riau merupakan salah satu daerah penghasil minyak bumi. Pengoptimalan hasil minyak bumi dari sumur merupakan usaha dari perminyakan di Kecamatan Lirik untuk tetap bisa memproduksi minyak bumi, karena pengeboran sudah tidak dilakukan, dinilai tidak ekonomis. Perawatan dan perbaikan sebagai salah satu upaya tetapnya memproduksi minyak bumi dari sumur yang telah ada.

Sumur yang memiliki aliran minyak yang lemah disedot menggunakan pipa angguk (*sucker road pumb*). Disekitar area *sucker road pumb* ini tidak menutup kemungkinan adanya minyak bumi yang akan tercecer atau tumpah diatas tanah dikarna umur mesin mau pun pipa pada area tersebut. Ketika suatu tumpahan minyak telah mencemari permukaan tanah, maka tumpahan tersebut dapat mempengaruhi fungsi tanah dan air permukaan. Karakteristik tanah tercemar minyak bumi menurut Sulistyono, *dkk* (2012), bahwa tanah tercemar minyak bumi memiliki warna dari coklat tua sampai hitam dan memiliki bau hidrokarbon.

Memanfaatkan peranan bakteri sebagai pendegradasi atau pengurai merupakan salah satu cara mengurangi pencemaran tanah tercemar minyak bumi secara maksimal. Bakteri termasuk organisme kosmopolit dan berperan sebagai pengurai, sehingga jika disuatu lingkungan yang tercemar terdapat nutrisi yang cukup, maka bakteri mampu tumbuh di lingkungan tersebut. Seperti pada tanah tercemar minyak bumi yang mengandung hidrokarbon dan nonhidrokarbon. Diduga bakteri tersebut memanfaatkan kandungan yang terdapat pada minyak bumi sebagai sumber nutrisinya. Bakteri yang mampu tumbuh pada tanah tecemar minyak bumi akan menunjukkan pertumbuhan yang normal.

Berdasarkan hasil penelitian Nida Sopiah, *dkk* (2015) karakteristik yang ditemukan koloninya bulat putih dan koloni lainnya bulat kuning. Sedangkan, hasil penelitin Dadang Sudrajat, *dkk* (2015) diperoleh 8 isolat bakteri yang menunjukkan morfologi yang berbeda, yaitu bentuk koloni bundar, berwarna putih, krem dan bening, serta memiliki elevasi yang cembung dan datar. Hasil pewarnaan gram memperlihatkan sel berbentuk batang (basil), ada yang bersifat gram positif dan negatif. Berdasarkan hal tersebut karakteristik bakteri yang ada di Kecamatan Lirik berpotensi berbeda pula dengan karakteristik bakteri tanah tercemar minyak bumi lainnya. Hal tersebut karena dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu suhu, nutrisi, pH dan ketersediaan oksigen.

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebuah bahan ajar, sebab hasil penelitian ini berkaitan dengan Kompetensi Dasar 3.5 yaitu mengidentifikasi struktur, cara hidup, reproduksi dan peranan bakteri dalam kehidupan, pada kelas X (sepuluh) di jenjang SMA. Mengkombinasikan bahan ajar maupun sumber belajar akan membantu dalam menutupi kekurangan masing-masing sumber belajar maupun bahan ajar sehingga pembelajaran yang dilakukan akan mencapai tujuan pembelajaran yang sesuai dengan kurikulum. Kenyataannya, berdasarkan pengalaman penulis saat perkenalan lapangan persekolahan di SMA buku teks yang digunakan disekolah kurang memaparkan karakteristik bakteri mengenai koloni bakteri. LKPD yang dikembangkan berupa LKPD eksperimen peranan bakteri dalam pembuatan jenis makanan dan minuman dan LKPD non eksperimen mengenai karakteristik bakteri yang digunakan disekolah.

Jenis dan bentuk bahan ajar ditetapkan atas dasar analisis kurikulum dan analisis sumber bahan sebelumnya. Berdasarkan hal tersebut di SMA belum ada bahan ajar berupa *handout* isolasi dan karakteristik bakteri pada tanah tercemar minyak bumi yang dilengkapi dengan kegiatan praktikum. Menurut Andi Prastowo (2014) *handout* termasuk bahan ajar yang sederhana dibandingkan buku dan modul. Rancangan materi *handout* yang ringkas dan pengembangan isu-isu kontekstual didalamnya menjadikan bahan ajar tersebut menjadi bermakna. Proses pembelajaran yang kontekstual akan menghasilkan kualitas pembelajaran yang efektif, efisien dan bermakna yang sesuai dengan kurikulum. Erna Agustina, *dkk.*, (2013) mengatakan bahwa, pemberian *handout* dapat meningkatkan aktivitas dan prestasi belajar siswa pada materi hidrokarbon hingga 72%. Peneliti lainnya menunjukkan hasil peningkatan pemahaman konsep hingga 83% (Rufa Hera, *dkk.*, 2014). Persentase hasil uji keterbacaan *handout* sebesar 85,56% dengan kriteria sangat tinggi pada *handout* mikologi berbasis kontekstual materi kapang endofit pada tanaman sawo kecil yang dikembangkan Qorry Aulya Rohmana, *dkk.* (2018). Sehingga, peneliti mengajukan rancangan *handout* isolasi dan karakteristik bakteri pada tanah tercemar minyak bumi sebagai salah satu sumber belajar pada materi kingdom monera. Rancangan *handout* yang dirancang peneliti diharapkan mampu membantu peserta didik mencapai tujuan pembelajaran.

METODE PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui karakteristik bakteri yang diisolasi dari tanah tercemar minyak bumi di Kecamatan Lirik, menghasilkan rancangan *handout* pada pembelajaran biologi SMA, menggunakan hasil penelitian untuk memperkaya bahan ajar dalam bentuk *handout* pada pembelajaran biologi SMA. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif melalui hasil pemeriksaan atau uji sampel di laboratorium. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Riau pada bulan Desember 2018- Januari 2019. Alat dan bahan yang digunakan yaitu plastik sampel steril, *ice box*, spatula, kamera, erlenmeyer, jarum ose, gelas ukur, pipet tetes, tabung reaksi, cawan petri, bunsen, *autoklaf*, mikro pipet, *inkubator*, *hot plate*, rak tabung reaksi, mikroskop, neraca analitik dan preparat, *Stone Mineral Salt Solution* (SMSS) yaitu media yang mengandung mineral berupa garam-garam anorganik 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*, *natrium broat*, *crystal violet*, *iodine*, *safranin*, alkohol 96%, *aquades*. Sampel dari penelitian adalah tanah tercemar minyak bumi dari pompa angguk di Kecamatan Lirik Sampel ditentukan dengan teknik *purposive sampling*. Sampel yang diambil dari satu pompa angguk dimasukkan ke dalam wadah steril untuk di bawa ke laboratorium.

Tahap awal dilakukan adalah mengisolasi bakteri pada tanah tercemar minyak bumi melalui pengenceran sampel dengan perbandingan 1:9 yaitu sebanyak 1 gr sampel tanah dengan tambahan akuades steril sebanyak 9 ml. pengenceran dilakukan dari 10^{-1} hingga 10^{-6} . Hasil pengenceran 10^{-4} , 10^{-5} 10^{-6} ditanam dalam media *Stone Mineral Salt Solution Extract* (SMSS) yang ditambahkan minyak bumi sebanyak 2% sebagai media selektif. Selanjutnya di inkubasi selama 2x24 jam pada suhu 37°C. Setelah bakteri tumbuh dilakukan pemurnian pada media selektif SMSS baru selama 1x24 jam pada suhu 37°C. Kultur murni yang didapatkan, selanjutnya dilakukan pengamatan morfologi, pewarnaan Gram, dan mengamati pertumbuhan koloni selama 5 hari menggunakan

media SMSS dengan variasi konsentrasi minyak bumi 1%, 2%, dan 3%. Menghitung pertumbuhan koloni menggunakan metode TPC (*Total Plate Count*). Data penelitian yang terkumpul dalam bentuk tabel dan gambar dianalisis secara deskriptif. Data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis secara deskriptif kemudian dirancang sebagai media pembelajaran berupa *handout*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Isolasi Bakteri pada Tanah Tercemar Minyak Bumi

Hasil isolasi yang dilakukan dari tanah tercemar minyak bumi di Kecamatan Lirik menghasilkan 13 ITMB (Isolat Tanah tercemar Minyak Bumi), dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 1. Hasil isolasi bakteri pada tanah tercemar minyak bumi inkubasi 1x24 jam (Dokumentasi Pribadi, 2018).

Berdasarkan gambar 1 di atas, di dapatkan 13 isolat yang berhasil diisolasi menunjukkan bahwa bakteri tersebut mampu hidup pada tanah tercemar minyak bumi. Bakteri tersebut memanfaatkan minyak bumi sebagai sumber nutrisinya. Media tumbuh berupa SMSS (*Stone Mineral Salt Solution*) dan minyak bumi (2%) sebagai media selektif yang digunakan untuk mengisolasi bakteri pada tanah tercemar minyak bumi di Kecamatan Lirik. Penggunaan media selektif membantu dalam menumbuhkan bakteri yang hanya tumbuh apabila diberi media selektif tersebut.

Menginokulasi bakteri dari pengenceran 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} dari sampel dan titik pengambilan sampel yang sama akan menemukan isolat yang memiliki karakteristik yang sama dikarenakan berasal dari satu sampel dan titik sampel yang sama. Wasteron and Hornes (2009) mengatakan bahwa tujuan dari pengenceran yaitu untuk memperkecil atau mengurangi jumlah mikroba yang tersuspensi dalam cairan. Sehingga, mikroba yang tumbuh dalam cawan petri tidak menumpuk dan dapat dibedakan antara koloni satu dan koloni lainnya.

Menurut Pelczar and Chan (2013) karakteristik bakteri yang diidentifikasi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu nutrisi, pH, kadar oksigen dan suhu yang mampu mempengaruhi morfologi sel bakteri.

Karakteristik Bakteri pada Tanah Tercemar Minyak Bumi yang berhasil Ditemukan di Kecamatan Lirik

Isolat yang telah dimurnikan diamati morfologi koloninya, dilanjutkan dengan pewarnaan gram dan diamati bentuk sel bakteri menggunakan mikroskop perbesaran 100x. Menurut Cappucino and Sherman (1987), karakteristik bakteri dapat dilihat melalui pengamatan morfologi yaitu secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis merupakan pengamatan secara langsung terhadap objek tanpa menggunakan alat pembesar atau alat bantu. Pengamatan morfologi ini meliputi pengamatan terhadap koloni bakteri yang tumbuh pada media tumbuh. Pengamatan morfologi pada koloni, meliputi warna koloni, bentuk koloni, elevasi koloni dan tepi koloni.

Hasil pengamatan morfologi koloni bakteri secara makroskopis pada tabel 1 menunjukkan warna koloni yang didapat yaitu ITMB-5 dan ITMB-12 berwarna krem, ITMB-10 berwarna bening dan isolat lainnya berwarna putih. Bentuk dari koloni bakteri yang dominan berbentuk bulat dan beberapa isolat berbentuk irreguler. Pada pengamatan tepian koloni bakteri ditemukan 4 jenis tepian meliputi 6 tepian rata yaitu ITMB 3, ITMB 4, ITMB 9, ITMB 10, ITMB 11, ITMB 13. Tepian bergelombang berjumlah 4 meliputi ITMB 2, ITMB 6, ITMB 8, ITMB 12. ITMB 1 dan ITMB 7 memiliki tepian undulate. ITMB 5 merupakan isolat memiliki tepian bergerigi. Elevasi yang ditemukan pada pengamatan koloni yaitu datar dan timbul. Elevasi timbul merupakan elevasi dominan yang ditemukan. ITMB 1, ITMB 2, ITMB 4 dan ITMB 6 memiliki elevasi datar.

Bedasarkan hasil pengamatan karakteristik bakteri, terdapat beberapa bakteri yang serupa yaitu ITMB 2 dan ITMB 6 dengan karakteristik koloni berwarna putih, koloni berbentuk tidak beraturan, memiliki tepian koloni bergelombang, elevasi koloni datar, termasuk bakteri gram negatif dan sel berbentuk batang. Isolat yang memiliki karakteristik serupa lainnya yaitu ITMB 9, ITMB 11 dan ITMB 13 dengan karakteristik

koloni berwarna putih, koloni bulat, memiliki tepian koloni rata, elevasi koloni timbul, termasuk bakteri gram positif dan sel berbentuk batang.

Menginokulasi bakteri dari pengenceran 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} dari sampel dan titik pengambilan sampel yang sama akan menemukan isolat yang memiliki karakteristik yang sama dikarenakan berasal dari satu sampel dan titik sampel yang sama. Wasteron and Hornes (2009) mengatakan bahwa tujuan dari pengenceran yaitu untuk memperkecil atau mengurangi jumlah mikroba yang tersuspensi dalam cairan. Sehingga, mikroba yang tumbuh dalam cawan petri tidak menumpuk dan dapat dibedakan antara koloni satu dan koloni lainnya.

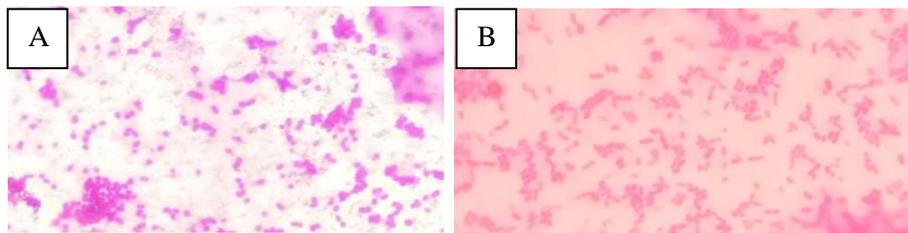
Tabel 1. Karakteristik Bakteri Pada Tanah Tercemar Minyak Bumi yang Berhasil Ditemukan

Kode isolat	Morfologi					
	Makroskopis				Mikroskopis	
	Warna	Bentuk	Tepi	Elevasi	Bentuk sel	Gram
ITMB-1	putih	tidak beraturan	undulate	datar	batang	-
ITMB-2	putih	tidak beraturan	bergelombang	datar	batang	-
ITMB-3	putih	Bulat	rata	timbul	batang	-
ITMB-4	putih	Bulat	rata	datar	bulat	+
ITMB-5	krem	tidak beraturan	bergerigi	timbul	batang	+
ITMB-6	putih	tidak beraturan	lobate	datar	batang	-
ITMB-7	putih	tidak beraturan	undulate	timbul	batang	+
ITMB-8	putih	Bulat	bergelombang	timbul	batang	+
ITMB-9	putih	Bulat	rata	timbul	batang	+
ITMB-10	bening	Bulat	rata	timbul	bulat	-
ITMB-11	putih	Bulat	rata	timbul	batang	+
ITMB-12	krem	tidak beraturan	bergelombang	timbul	batang	-
ITMB-13	putih	Bulat	rata	timbul	batang	+

Keterangan:

Bentuk Koloni : Bulat  Tidak beraturan 
Tepi Koloni : Bergerig  Bergelombang  Rata  Undulate 
Elevasi Koloni : Timbul  Datar 

Pengamatan morfologi bakteri secara mikroskopis terdiri mengidentifikasi gram bakteri dan bentuk sel bakteri. Bentuk sel bakteri yang ditemukan pada sampel tanah tercemar minyak bumi di Kecamatan Lirik terdiri dari bulat dan batang. Bentuk sel batang merupakan bentuk sel yang dominan ditemukan dari pada bentuk sel bulat. ITMB 4 dan ITMB 10 memiliki bentuk sel bulat dan isolat lainnya memiliki bentuk sel batang (gambar 2).



Gambar 2. Pewarnaan gram dan bentuk bakteri pada mikroskop binokuler perbesaran 100x (A) Bakteri gram positif berbentuk kokus (B) Bakteri gram negatif berbentuk basil (dokumentasi pribadi, 2018)

Gram bakteri yang berhasil diidentifikasi dari bakteri pada sampel tanah tercemar minyak bumi yaitu bakteri gram negatif dan positif. Bakteri gram positif lebih dominan dari pada bakteri gram negatif (tabel 4.1). ITMB 1, ITMB 2, ITMB 3, ITMB 6, ITMB 10, ITMB 12 merupakan bakteri gram negatif dengan memberi respon sel bakteri berwarna merah. ITMB 4, ITMB 5, ITMB 7, ITMB 8, ITMB 9, ITMB 11, ITMB 13 merupakan bakteri gram positif, sel bakteri berwarna ungu atau kebiruan. Perbedaan dari kedua bakteri tersebut berdasarkan warna yang tampak. Bakteri gram positif berwarna ungu dan gram negatif berwarna merah. Bakteri gram positif mempertahankan zat pewarna *crystal violet* dan karenanya tampak ungu atau kebiruan. Bakteri gram negatif, kehilangan ungu *crystal violet* ketika dicuci dengan alkohol, ketika diberi zat pewarna safranin, bakteri tersebut berwarna merah. Kedua perbedaan tersebut dapat dilihat pada gambar 4.3.

Menurut Pelczar dan Chan (2013) Dinding sel bakteri gram negatif mempunyai kandungan lipida yang tinggi dibandingkan dinding sel bakteri gram positif. Lipida yang terkandung dalam dinding sel bakteri gram negatif akan larut dalam alkohol dan aseton yang digunakan sebagai larutan pemucat, sehingga pori-pori dinding sel membesar dan meningkatkan daya larut kompleks kristal violet pada dinding sel bakteri gram negatif. Sedangkan pada dinding sel bakteri gram positif mengandung peptidoglikan, sehingga sewaktu pencucian dengan alkohol terjadi pengecilan lubang pori-pori. Hal ini menyebabkan zat warna tetap terikat pada dinding sel bakteri dan sel tetap berwarna ungu.

Potensi Hasil Penelitian sebagai Rancangan *Handout* Pembelajaran Biologi SMA

Pembelajaran biologi seharusnya menggunakan media pembelajaran yang membantu peserta didik agar dapat memahami konsep, prinsip, dan mampu menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari. *Handout* merupakan salah satu bahan ajar yang tepat untuk membantu peserta didik belajar, karena bersifat praktis (mudah dalam pemakaiannya), ringkas (berisi konsep-konsep penting), murah (biaya pembuatan relatif murah), dapat dimiliki semua peserta didik, sesuai dengan isi materi dan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.

Adapun maksud utama pemberian *handout* tersebut, yaitu untuk menunjang kemandirian belajar peserta didik, menuntut siswa untuk tetap aktif dalam pembelajaran dan membantu peserta didik lebih memahami materi pembelajaran. Menurut Suhardi

(dalam Setyarini Widyastuti, 2015) *handout* merupakan salah satu bahan ajar yang paling sederhana yang dibuat oleh guru, sehingga kemasannya lebih sederhana dibandingkan buku ataupun modul.

Hasil penelitian isolasi dan karakteristik bakteri pada tanah tercemar minyak bumi di Kecamatan Lirik dapat dijadikan sebagai rancangan *handout* pembelajaran biologi SMA. Menurut Ningtyas (2014) Guru dapat mengembangkan materi berdasarkan hasil penelitian dan materi *handout* sebaiknya bersifat kontekstual karena materi yang memuat isu-isu kontekstual lebih menarik dan mudah dipahami bagi peserta didik. Perancangan *handout* ini terdiri dari 2 tahap yaitu tahap analisis dan tahap hasil perancangan.

1. Tahap Analisis

Pada tahap ini dilakukan analisis kurikulum 2013, hasil penelitian yang berkaitan dengan kompetensi dasar sehingga hasil penelitian memiliki kontribusi dalam mencapai tujuan pembelajaran, analisis silabus yang dikeluarkan oleh pemerintah. Sehingga membantu dalam menentukan materi yang sesuai dengan data hasil penelitian.

Kurikulum 2013 menuntut peserta lebih mandiri, produktif, kritis, kolaboratif, komunikatif, memiliki pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dan metakognitif pada tingkat teknis yang berkenaan dengan IPTEK, seni, budaya dan humaniora, mampu mengaitkan pengetahuan dengan kehidupan. kurikulum 2013 menggunakan pendekatan saintifik, pembelajaran berpusat pada peserta didik dan guru hanya sebagai fasilitator. Model *discovery learning* (DL) dapat diterapkan pada kurikulum 2013, karena pembelajaran berbasis pada masalah sehingga peserta didik menjadi lebih berfikir kritis, aktif, kreatif, kolaboratif, komunikatif dalam memecahkan masalah.

Tabel 2. Kompetensi Dasar yang Berkaitan dengan Hasil Penelitian

Kompetensi Dasar	Kelas/Semester
KD.3.5 Mengidentifikasi struktur, cara hidup, reproduksi dan peranan bakteri dalam kehidupan.	X/I
KD. 4.5 Menyajikan data tentang ciri-ciri dan peran bakteri dalam kehidupan	
KD. 3.1 Menganalisis data perubahan lingkungan, penyebab dan dampaknya bagi kehidupan	X/II
KD.4.11 Merumuskan gagasan pemecahan masalah perubahan lingkungan yang terjadi di lingkungan sekitar	

Data hasil penelitian isolasi dan karakteristik bakteri pada tanah tercemar minyak bumi di Kecamatan Lirik relevan dengan kompetensi dasar 3.11, kompetensi dasar 4.11, kompetensi dasar 3.5 dan kompetensi dasar 4.5 pada kelas X (sepuluh) jenjang SMA (Sekolah Menengah Atas). Kompetensi dasar yang paling relevan dengan data hasil penelitian yaitu kompetensi dasar 3.5 dan kompetensi dasar 4.5

Kometensi dasar 3.5 membahas materi kingdom monera. Kingdom monera mempelajari mengenai karakteristik dan perkembangbiakan bakteri, dasar pengelompokan bakteri, menginokulasi bakteri/*pour plate/steak plate*, pengecetan gram atau pewarnaan gram, peranan bakteri dalam kehidupan. Materi kingdom monera ini berpotensi untuk dikembangkan sebagai LKPD, modul, dan *handout*. Sumber belajar yang digunakan disekolah dalam pembelajaran biologi belum ada yang menggunakan *handout* isolasi dan karakteristik bakteri pada tanah tercemar minyak bumi. Berdasarkan pengalaman penulis saat perkenalan lapangan persekolahan di SMA buku teks yang digunakan disekolah kurang memaparkan karakteristik bakteri mengenai koloni bakteri. LKPD yang dikembangkan berupa LKPD eksperimen peranan bakteri dalam pembuatan jenis makanan dan minuman dan LKPD non eksperimen mengenai karakteristik bakteri yang digunakan disekolah. Menurut Andi Prastowo (2014) penggunaan bahan ajar atau sumber belajar yang bervariasi mampu saling melengkapi kekurangan bahan ajar atau sumber belajar yang digunakan. Suhardi (dalam Setyarini Widyastuti, 2015) berpendapat bahwa *handout* merupakan salah satu bahan ajar yang paling sederhana yang dibuat oleh guru, sehingga kemasannya lebih sederhana dibandingkan buku ataupun modul.

Era modern ini sumber belajar sangat mudah didapatkan seperti peserta didik maupun guru dapat mengakses internet untuk mendapatkan informasi mengenai materi pembelajaran. Kegiatan eksperimen yang menggunakan teknik yang belum dilihat maupun dipahami oleh peserta didik dapat diakses dari internet dengan mencari video tersebut. Sumber belajar tersebut sangat membantu dalam mengefisienkan waktu.

2. Tahap *Design*

a. Perancangan Perangkat

Perancangan perangkat pembelajaran dimulai dari merancang silabus yang dikeluarkan oleh Kemendikbud tahun 2013 dengan mengaitkan data dari hasil penelitian materi kingdom monera. Rancangan perangkat pembelajaran (RPP) dirancang sesuai dengan perubahan kurikulum 2013 dengan pendekatan saintifik dan metode *discovery learning* (DL).

Discovery Learning (DL) merupakan cara untuk menyampaikan ide atau gagasan lewat penemuan. Menurut Akinbobola & Afolabi (2010) penggunaan pendekatan *discovery* dapat melibatkan siswa dalam kegiatan pemecahan masalah, belajar mandiri, berpikir kritis, dan pemahaman serta belajar kreatif. Kelebihan dari DL ini mampu menumbuhkan motivasi belajar siswa dan membangkitkan keingintahuan. Kegiatan pembelajaran DL tidak hanya menghafal, sehingga konsep dan prinsip mudah untuk diingat lebih lama.

Kemudian merancang indikator dan indikator pencapaian kompetensi sesuai kebutuhan penelitian. Selanjutnya merancang *handout* yang dilengkapi dengan praktikum dan evaluasi mengacu pada depdiknas (2008) dan dimodifikasi dari *handout* pengembangan Qorry Aulya Rohmana, *dkk.*, (2018) dan Fega Rahmayani, *dkk.*, (2016)

b. *Desaign Handout*

Pada tahap *design* dilakukan perancangan konsep materi yang berkaitan dengan fakta dan data yang didapat dari hasil penelitian. Kemudian, merancang tujuan pembelajaran yang harus dicapai oleh peserta didik. Perancangan *handout* mengacu pada Depdiknas (2008) yang selanjutnya dilakukan beberapa modifikasi guna memperkaya rancangan *handout*.

1. Cover (Judul, Nama penulis, Pokok Bahasan)
2. Kata pengantar
3. Daftar Isi
4. Pendahuluan
 - KI dan KD
 - Tujuan pembelajaran
 - Petunjuk penggunaan *handout*
5. Penjabaran materi
 - A. Tanah Tercemar Minyak Bumi
 - B. Isolasi dan Karakteristik Bakteri pada Tanah Tercemar Minyak Bumi
6. Petunjuk Praktikum
7. Evaluasi (soal-soal)
8. Daftar Pustaka

Gambar 3. *Design handout* modifikasi (Qorry Aulya Rohmana, dkk., 2018; Fega Rahmayani, dkk., 2015)

Teknis penyajian materi *handout* yang ringkas dan mudah diingat serta adanya pengembangan isu-isu kontekstual di dalamnya menjadikan bahan ajar tersebut menjadi bermakna. Pembelajaran bermakna tentunya dapat menarik perhatian peserta didik untuk mengikuti dan menggali pengetahuan secara mendalam karena pembelajar pada umumnya lebih tertarik pada pengetahuan yang berkorelasi dengan kehidupan. Hal ini relevan dengan pernyataan Depdiknas (2002) yaitu pengetahuan bukanlah seperangkat konsep, materi dan kaidah-kaidah yang siap diambil dan diingat, tetapi manusia dapat mengkonstruksi pengetahuan tersebut dengan memberi makna melalui pengalaman nyata.

Menurut Andi Prastowo (2014) Unsur yang terdapat pada *handout* itu terdiri atas 2 aspek yaitu identitas *handout* dan materi pokok atau materi pendukung pembelajaran yang akan disampaikan. Andriani (dalam Andi Prastowo, 2014) menambahkan bahwa *handout* dapat berisi penjelasan, pertanyaan dan kegiatan para peserta didik, dan pemberian umpan balik ataupun langkah tindak lanjut. Sehingga, *handout* menjadi bahan ajar yang bisa diperkaya dengan berbagai macam fungsi, salah satunya sebagai alat evaluasi.

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Isolat bakteri yang ditemukan pada tanah tercemar minyak bumi di Kecamatan Lirik sebanyak 13 ITMB. Karakteristik bakteri yang ditemukan memiliki warna koloni putih, krem dan bening. Bentuk koloni yang ditemukan irregular, dan bulat. Tepi koloni yang ditemukan undulate, bergelombang, rata, dan bergerigi. Elevasi koloni yang ditemukan datar dan timbul. Bentuk sel bakteri basil paling dominan ditemukan dan bentuk sel lainnya kokus. Gram bakteri negatif merupakan bakteri dominan yang ditemukan dan bakteri lainya gram positif.
2. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai rancangan *handout* pembelajaran biologi di SMA guna memperkaya bahan ajar pada materi kingdom monera.

Rekomendasi

Beberapa rekomendasi dari penelitian ini adalah :

1. Perlu dilakukan penelitian identifikasi bakteri pada tanah tercemar minyak bumi sampai pada tingkatan spesies.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut hingga tahap *Development, Implementation, dan Evaluation* sesuai dengan model pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implemetation, Evaluation*).

DAFTAR PUSTAKA

- Ali A. 2005. *Mikrobiologi Dasar*. Makassar: Universitas Negeri Makassar Press.
- Andi Prastowo. 2014. *Pengembangan Bahan Ajar Tematik: Tinjauan Teoritis dan Praktik*. Kencana Prenadamedia Group. Jakarta.
- Capucino,J,B., and Sherman,N. 2005.*Microbiology: A Laboratory Manual*. Addison Wesley Publ. Co. Massachussetts.
- Dadang Sudrajat. 2015. *Isolasi dan Aplikasi Mikroba Indigen Pendegradasi Hidrokarbon dari Tanah Tercemar Minyak Bumi. Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi*. Badan Tenaga Nuklir Nasional. 101. Yogyakarta.

- Departemen Pendidikan Nasional (Depdiknas). 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Ditjen Dikdasmeum. Jakarta.
- Fega Rahmayani, Iin Hindun, Atok Miftachul Hudha. 2015. Pengembangan *Handout* Berbasis Kontekstual pada Pelajaran Biologi Materi Bioteknologi untuk Siswa Kelas XII SMK Negeri 02 Batu. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia* 1(1): 47-59.
- Qorry Aulya Rohmana., Utami Sri Hastuti., dan Abdul Ghofur. 2018. Pengembangan *Handout* Mikologi pada Materi Kapang Endofit pada Tanaman Sawo Kecil. *Jurnal pendidikan.* 3(4):524-527. (online). <http://journal.um.ac.id/index.php/jptpp/> (diakses pada 6 April 2019)
- Hera, R., Khairil & Hasanudin. 2014. Pengembangan *Handout* Pembelajaran Embriologi Berbasis Kontekstual pada Perkuliahan Perkembangan Hewan untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Mahasiswa di Universitas Muhammadiyah Banda Aceh. *Jurnal EduBio Tropika*, 2 (2):187—250.
- Nida Sopiah, Avi N, Oktaviani, Susi Sulistia, Fuji Sucianti, Dwindrata B. Aviantara. 2011. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon yang Berasal dari Tanah Tercemar Minyak Bumi. *Jurnal teknik lingkungan* 12(3): 291 – 298
- Pelczar, Michael J dan Chan, E.C.S. 2013. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jilid 1. Jakarta. Universitas Indonesia
- Ningtyas, R., & Tri N. H.Y., 2014. Pengembangan *Handout* Pembelajaran. *Jurnal Scholaria*, 4 (3):42-53.
- Rufa Hera, Khairil, Hasanuddin. 2014. Pengembangan *Handout* Pembelajaran Embriologi Berbasis Kontekstual pada Perkuliahan Perkembangan Hewan untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Mahasiswa di Universitas Muhammadiyah Banda Aceh. *Jurnal EduBio Tropika* 2(2): 187-250.
- Sabarni, N. 1995. Kemampuan *Pseudomonas fluorescens* FNCC 007 dalam Biodegradasi Toluena (C₇H₈) dengan Penambahan Urea sebagai Sumber Nitrogen. Skripsi. UNSOED. Purwokerto.