

**ISOLATION AND CHARACTERISTICS OF NITRIFYING BACTERIA  
IN CATFISH PROCESSING WASTE IN KOTO MESJID VILLAGE AS  
A MATERIAL BOOKLET DESIGN FOR CLASS X HIGH SCHOOL  
BACTERIA**

**Mida Wulandari<sup>1</sup>, Irda Sayuti<sup>2</sup>, Sri Wulandari<sup>3</sup>**

Email : mida.wulandari1774@student.unri.ac.id<sup>1</sup>, irda.sayuti@lecturer.unri.ac.id<sup>2</sup>,

sri.wulandari@lecturer.unri.ac.id<sup>3</sup>

Phone Number : +6282171231146

*Study Program of Biology Education  
Department of Mathematics and Natural Sciences  
Faculty of Teacher Training and Education  
Riau University*

**Abstract:** *This study aims to determine the characteristics of nitrifying bacteria (nitrifying bacteria) in catfish processing waste in Koto Mesjid Village which are used to design booklets in biology learning material for class X high school bacteria which were conducted from September 2022 to January 2023. This type of research uses experimental and descriptive methods. The parameters used included the morphological characteristics of the bacterial colonies, namely macroscopic observations consisting of colony shape, colony color, colony edges and colony elevation and microscopic observations consisting of gram staining and bacterial cell shape. The results of the study found six bacterial isolates that showed different characteristics, namely having clear white, cream, white, and milky white colors, the shape of the colonies found were round and irregular, the edges of the colonies were wavy, flat and jagged, the elevation of the colonies was flat and raised, the surface of the colony is shiny and not shiny, the cell shape is round and rod, gram is negative and positive. Dominant gram negative bacteria were found.*

**Keywords:** *Characteristics, Isolate, Booklet*

**ISOLASI DAN KARAKTERISTIK BAKTERI NITRIFIKASI  
PADA LIMBAH PENGOLAHAN IKAN PATIN  
DI DESA KOTO MESJID SEBAGAI RANCANGAN *BOOKLET*  
MATERI BAKTERI KELAS X SMA**

**Mida Wulandari<sup>1</sup>, Irda Sayuti<sup>2</sup>, Sri Wulandari<sup>3</sup>**

Email : mida.wulandari1774@student.unri.ac.id<sup>1</sup>, irda.sayuti@lecturer.unri.ac.id<sup>2</sup>,  
sri.wulandari@lecturer.unri.ac.id<sup>3</sup>  
Nomor HP: +6282171231146

Program Studi Pendidikan Biologi  
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Dan Pendidikan  
Universitas Riau

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik bakteri nitrifikasi (bakteri nitritasi) pada limbah pengolahan ikan patin di Desa Koto Mesjid yang dimanfaatkan untuk merancang *booklet* pada pembelajaran biologi materi bakteri kelas X SMA yang dilakukan pada bulan september 2022 hingga januari 2023. Jenis penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan deskriptif. Parameter yang digunakan meliputi karakteristik morfologi koloni bakteri yaitu pengamatan makroskopis terdiri dari bentuk koloni, warna koloni, tepi koloni dan elevasi koloni dan pengamatan mikroskopis terdiri dari pewarnaan gram dan bentuk sel bakteri. Hasil penelitian menemukan enam isolat bakteri yang menunjukkan karakteristik yang berbeda-beda yaitu memiliki warna putih bening, krem, putih, dan putih susu, bentuk koloni yang ditemukan bulat dan tidak beraturan, tepi koloni bergelombang, rata dan bergerigi, elevasi koloni datar dan timbul, permukaan koloni yaitu mengkilap dan tidak mengkilap, bentuk sel yaitu bulat dan batang, gram yaitu negatif dan positif. Gram bakteri negatif dominan ditemukan.

**Kata Kunci:** Karakteristik, Isolat, *Booklet*

## PENDAHULUAN

Ikan patin merupakan salah satu komoditas unggulan ikan air tawar yang mudah dibudidayakan serta mempunyai nilai ekonomis yang tinggi. Ikan patin yang cukup digemari oleh masyarakat. Kecamatan XIII Koto Kampar terkenal memiliki banyak produksi ikan patin, khususnya Di Desa Koto Masjid terdapat 776 kolam ikan dengan luas 42 hektar, setiap harinya menghasilkan 3 sampai 4 ton ikan patin segar (Wahyu Hamidi, 2016:56).

Hasil produksi tersebut umumnya dimanfaatkan oleh industri pengolahan hasil perikanan dalam bentuk segar maupun olahan, olahan yang dihasilkan diantaranya salai ikan patin, kerupuk kulit, ikan asin, nugget, bakso, dan abon. Limbah di dari hasil pengolahan tersebut berupa isi perut (jeroan), tulang, sirip, kulit, potongan-potongan kecil daging ikan, darah dan air sisa pencucian. Limbah dikumpulkan disuatu wadah lalu dibuang ke satu kolam penampungan oleh masyarakat setempat. Tempat penampungan limbah tersebut menimbulkan bau busuk yang menyengat yang mencemari udara, limbah juga dapat dihindangi lalat serta menjadi sumber penyakit bagi masyarakat.

Penyebab timbulnya bau busuk yang menyengat pada limbah ikan adalah karena terjadi proses penguraian protein, ataupun hasil-hasil peruraian protein dalam proses autolisis serta substansi-substansi non nitrogen oleh bakteri. Proses ini menghasilkan pecahan-pecahan protein sederhana dan berbau busuk seperti Hidrogen Sulfida ( $H_2S$ ), Amonia ( $NH_3$ ), indol, skatol, dan lain-lain (Murniyati dan Sunarman, dalam Muharram Fajrin Harahap, *dkk.*, 2000:114). Oleh karena itu, pada limbah pengolahan ikan patin diduga terdapat bakteri-bakteri nitrifikasi. Bakteri nitritasi adalah bakteri nitrifikasi yang mendegradasi amonia menjadi nitrit.

Salah satu metode yang digunakan untuk mengatasi akumulasi amonia yang terkandung di dalam limbah yaitu proses nitrifikasi secara biologi. Penghilangan amonia secara biologis melalui proses nitrifikasi merupakan salah satu metode yang ekonomis dan efisien. Untuk mendapatkan bakteri nitrifikasi maka perlu dilakukan isolasi bakteri dan karakteristik bakteri yang hidup pada limbah pengolahan ikan patin di Desa Koto Masjid.

Adanya perbedaan karakteristik yang ditemukan pada bakteri nitrifikasi, maka karakteristik bakteri yang ada pada limbah pengolahan ikan patin di Desa Koto Masjid berpotensi berbeda pula dengan karakteristik bakteri nitrifikasi lainnya, selain itu belum ada penelitian terkait karakteristik bakteri nitrifikasi yang dilakukan pada limbah pengolahan ikan patin. Oleh karena itu, peneliti tertarik melakukan penelitian tentang isolasi dan karakteristik bakteri nitrifikasi pada pengolahan ikan patin di Desa Koto Masjid.

Karakteristik bakteri nitrifikasi pada pengolahan limbah ikan patin dapat dijadikan sebagai media belajar bagi peserta didik, hasil penelitian ini berkaitan dengan KD (Kompetensi Dasar) 3.5 yaitu mengidentifikasi struktur, cara hidup, reproduksi, dan peran bakteri dalam kehidupan, materi bakteri pada kelas X di tingkat SMA. Sumber belajar berupa buku teks dan LKPD MGMP yang digunakan disekolah kurang memaparkan karakteristik bakteri mengenai koloni bakteri, selain itu bakteri tidak dapat dilihat secara langsung yang cenderung menyulitkan peserta didik dalam memahami topik pelajaran.

Oleh karena itu, guru perlu mengembangkan media pembelajaran agar maksimal dalam menyampaikan materi dan membantu peserta didik memahami materi

pembelajaran yang disampaikan oleh guru. Media yang cocok untuk karakteristik bakteri adalah *booklet*, *booklet* disajikan dengan gambar dan keterangan yang mudah dipahami sehingga dapat menarik perhatian peserta didik dan lebih fokus pada materi pembelajarannya. Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul Isolasi dan Karakteristik Bakteri Nitrifikasi pada Limbah Pengolahan Ikan Patin Di Desa Koto Mesjid sebagai Rancangan *Booklet* Materi Bakteri Kelas X SMA.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan pada bulan september 2022 hingga januari 2023. Pengambilan sampel limbah pengolahan ikan patin dilakukan di Desa Koto Mesjid kemudian diuji secara mikrobiologi di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Riau. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel limbah ikan patin, aquades, alkohol 95 %, alkohol 96%, media nutrisi agar (serbuk nutrisi agar), *crystal violet*, *iodine*, *safranin*, media selektif bakteri nitrifikasi : 2,0 g Amonium sulfat, 1,0 g Dikalium hydrogen phosphate, 0,5 g Magnesium sulfat heptahydrate, 2,0 g Natrium klorida, 0,4 g Iron(II) sulfat heptahydrate, 0,01 g Kalsium karbonat, dan 15,0 g bacto agar (Odokuma dan Akponah, 2008:44).

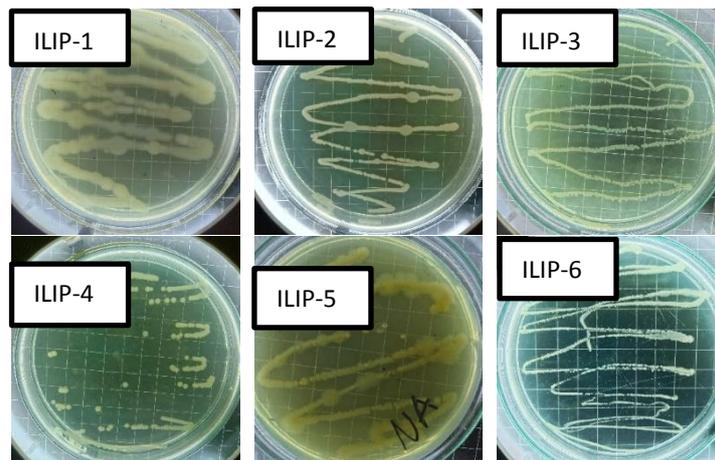
Prosedur penelitian terdiri dari dua, tahap Tahap I menggunakan metode eksperimen dengan mengisolasi dan karakterisasi bakteri nitrifikasi dari limbah pengolahan ikan patin. Setelah alat dan bahan disterilisasi, semua bahan dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan dilarutkan dengan aquades sebanyak 1000 ml, kemudian dipanaskan di atas *hotplate* sambil diaduk hingga larut. Media disterilisasi dalam autoklaf selama 15 menit, tekanan 2 atm dengan suhu 121<sup>0</sup>C. Tuangkan media ke dalam cawan petri, dan biarkan selama 2x24 jam. Tahap selanjutnya yaitu pengenceran sampel dengan memasukkan 1 ml limbah ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml aquades. Hasil dari pengenceran tersebut adalah pengenceran 10<sup>-1</sup>. Selanjutnya di ambil 1 ml larutan dari pengenceran 10<sup>-1</sup> dimasukkan ke dalam tabung reaksi kedua yang berisi 9 ml aquades dan homogenisasi dengan menggunakan vortex, demikian seterusnya hingga mendapatkan pengenceran 10<sup>-5</sup>, dan 10<sup>-6</sup>.

Pengenceran 10<sup>-6</sup> diteteskan 1 ml ke dalam cawan petri dengan teknik tuang (*pour plate*) yang telah berisi media spesifik bakteri nitrifikasi menggunakan mikropipet sebanyak 100 µl (0,1 mL) diratakan dengan spatel *Drygalsky*. Selanjutnya diinkubasi selama 2x24 jam pada suhu 31°C di dalam inkubator, koloni bakteri yang berbeda dari isolat yang tumbuh akan diambil menggunakan ose secara aseptis dan digoreskan pada media nutrisi agar untuk pemurnian. Isolat yang tumbuh pada media NA diamati karakteristik morfologi koloni bakteri yaitu pengamatan makroskopis terdiri dari bentuk koloni, warna koloni, tepi koloni dan elevasi koloni dan pengamatan mikroskopis terdiri dari pengamatan gram dan bentuk sel bakteri yang dijadikan parameter penelitian. Data kemudian disajikan dalam bentuk gambar berupa gambar isolat bakteri serta tabel karakteristik bakteri nitrifikasi yang kemudian dibahas secara deskriptif untuk diambil suatu kesimpulan. Dilanjutkan Tahap II yaitu perancangan media *booklet* pada pembelajaran materi bakteri biologi kelas X SMA dengan melakukan analisis kurikulum dan desain *booklet*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Isolasi Bakteri pada Limbah Pengolahan Ikan Patin

Berdasarkan hasil pengenceran dan isolasi bakteri dari sampel limbah cair pengolahan ikan patin, dipilih enam isolat bakteri nitrifikasi yang berhasil dimurnikan dari pengenceran  $10^{-6}$ . Enam isolat ditemukan memiliki berbagai macam bentuk koloni bakteri (Gambar 1). Hal tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini



Gambar 1. Isolat bakteri nitritasi limbah cair pengolahan ikan patin (data primer penelitian, 2022)

Berdasarkan gambar diatas dapat dibuktikan bahwa adanya bakteri nitrifikasi yang hidup pada limbah pengolahan ikan patin di Desa Koto Mesjid. Bakteri nitratasi pada limbah pengolahan ikan patin juga melalui pengamatan morfologi koloni yang terdiri dari warna, bentuk koloni, tepi, elevasi, permukaan, dan ukuran koloni. Setelah melakukan pengamatan morfologi koloni, dilakukan pewarnaan gram untuk mendapatkan bentuk sel dan kelompok gram bakteri nitratasi. Setiap isolat bakteri nitratasi yang ditemukan memiliki warna, bentuk koloni, tepi, elevasi, permukaan, dan ukuran bakteri yang berbeda-beda. Karakteristik bakteri nitrifikasi yang ditemukan berwarna putih susu, krem, putih, dan putih bening, bentuk koloni bulat dan tidak beraturan, tepi koloni rata, bergelombang, dan bergerigi, elevasi koloni timbul, cembung dan datar, dan permukaan koloni mengkilap dan tidak mengkilap.

Ditemukan ILIP-1 memiliki ukuran koloni bakteri yang lebih besar dibandingkan isolat lainnya, kemudian ukuran koloni ILIP-5 lebih besar dibandingkan ILIP-3, ILIP-4 dan ILIP-6. Ukuran bakteri koloni ILP-6 terlihat yang paling kecil daripada isolat lainnya. Isolat yang ditemukan pada umumnya berwarna putih dan krem, warna krem ILIP-5 lebih terlihat jelas dibandingkan warna krem pada ILIP-4, hal ini disebabkan ukuran koloni pada ILIP-5 lebih besar sehingga lebih terlihat jelas.

Bentuk koloni diamati dari atas koloni, ditemukan bentuk koloni bulat dan tidak beraturan. Tepi koloni juga diamati dari atas koloni, tepi koloni yang dominan ditemukan yaitu rata, ILIP-6 ditemukan memiliki tepi koloni yang berbeda yaitu bergerigi. Elevasi koloni bakteri dominan yaitu timbul serta permukaan tidak mengkilap, elevasi diamati dari samping koloni dengan melihat bentuk ketinggian koloni sedangkan permukaan koloni dilihat dari atas koloni pada bagian atas permukaannya.

## Karakteristik bakteri nitrifikasi pada limbah pengolahan ikan patin

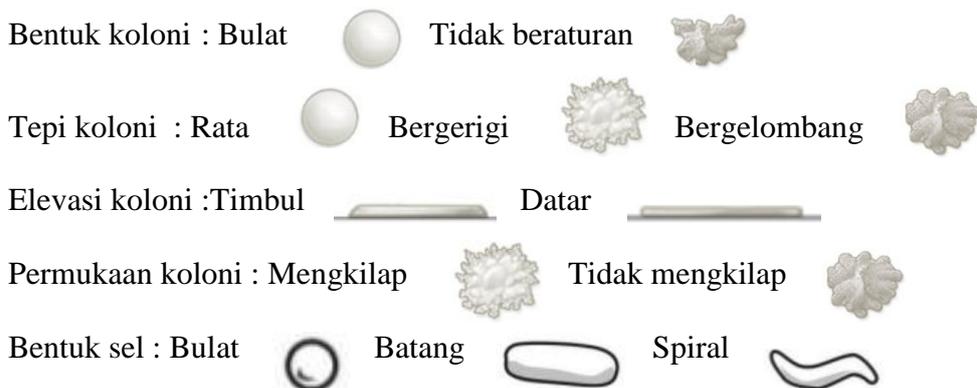
Berdasarkan hasil pengamatan karakteristik bakteri yang meliputi pengamatan makroskopis dan mikroskopis ditemukan bakteri yang berbeda-beda. Karakteristik bakteri nitrifikasi yang berhasil diisolasi dari limbah cair pengolahan ikan patin di Koto Mesjid dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik bakteri nitrifikasi pada limbah pengolahan ikan patin

Kode Isolat	Pengamatan morfologi koloni					Pewarnaan Gram	
	Warna	Bentuk Koloni	Tepi	Elevasi	Permukaan	Bentuk sel	Gram
ILIP-1	Putih bening	Tidak beraturan	Bergelombang	Datar	Tidak mengkilap	Batang	-
ILIP-2	Putih	Bulat	Rata	Timbul	mengkilap	Bulat	-
ILIP-3	Putih	Bulat	Rata	Timbul	Tidak mengkilap	Bulat	-
ILIP-4	Krem	Bulat	Rata	Timbul	Tidak mengkilap	Bulat	+
ILIP-5	Krem	Tidak beraturan	Bergelombang	Datar	Tidak mengkilap	Bulat	-
ILIP-6	Putih susu	Tidak beraturan	Bergerigi	Timbul	Tidak mengkilap	Bulat	-

Keterangan :

ILIP : Isolat Limbah Ikan Patin



Hasil pengamatan morfologi koloni bakteri nitrifikasi pada tabel 1 menunjukkan warna koloni yang didapat yaitu putih, putih bening, krem, dan putih susu. ILIP-1 dan ILIP-5 berwarna putih bening, ILIP-2 berwarna putih, ILIP-4 dan ILIP-5 berwarna krem, serta ILIP-6 berwarna putih susu. Bakteri nitrifikasi pada umumnya berwarna putih susu, putih dan putih bening, berbeda dengan bakteri lainnya yang ditemukan memiliki warna kuning, dan oranye yang ditemukan pada bakteri pedegradasi protein dan lemak. Hasil pengamatan warna koloni dari beberapa peneliti dari limbah yang berbeda menunjukkan, Yuswa Istikomayanti (2010), menemukan warna koloni putih

dan putih bening, Tetty Afrianti Nainggolan, Siti Khotimah, dan Masnur Turnip (2015) menemukan warna koloni putih susu, putih, dan putih bening.

Bentuk koloni bakteri yang ditemukan berbentuk bulat berjumlah tiga isolat dan tiga isolat tidak beraturan. Relevan dengan hasil penelitian Agustina Kiding, Siti Khotimah, dan Riza Linda (2015) bentuk koloni bakteri yang ditemukan berbentuk bulat. Hasil penelitian Haryatul Islam, Nelvia, dan Delita Zul (2021) juga menemukan bentuk koloni bulat dan tidak beraturan. Pengamatan tepian koloni bakteri ditemukan tiga isolat tepian rata, dua isolat bergelombang, dan satu isolat bergerigi. Pada ILIP-1 dan ILIP-5 ditemukan bergelombang dan ILIP-6 ditemukan bergerigi. Sesuai dengan hasil penelitian Haryatul Islam, Nelvia, dan Delita Zul (2021) tepian rata adalah tepian koloni yang dominan ditemukan.

Elevasi yang ditemukan pada pengamatan koloni yaitu datar dan timbul. Elevasi timbul merupakan elevasi yang dominan ditemukan. ILIP-1 dan ILIP-5 memiliki elevasi datar. Sesuai dengan hasil penelitian Iin Kusumawati (2013) menemukan elevasi timbul yang dominan. Penelitian Tetty Afrianti Nainggolan, Siti Khotimah, dan Masnur Turnip (2015) menemukan elevasi timbul, cembung, dan datar. Permukaan koloni yang ditemukan adalah mengkilap dan tidak mengkilap, permukaan tidak mengkilap dominan ditemukan pada koloni bakteri. Hanya satu isolat yang ditemukan dengan permukaan mengkilap yaitu pada ILIP-2. Penelitian Iin Kusumawati (2013) juga menemukan permukaan mengkilap dan tidak mengkilap.

Berdasarkan hasil pewarnaan gram dan pengamatan bentuk sel bakteri, bentuk sel bakteri dominan ditemukan bulat, sedang pada ILIP-1 ditemukan bentuk sel batang. Pada pewarnaan gram ditemukan ILIP-4 memiliki gram positif atau sel bakteri terlihat berwarna ungu, sedangkan isolat lainnya gram negatif atau sel bakteri terlihat berwarna merah.

Variasi dari pengamatan mikroskopis bakteri nitrifikasi adalah bentuk sel batang gram negatif pada ILIP-1, bentuk sel bulat negatif pada ILIP-2, ILIP-3, ILIP-5, dan ILIP-6, bentuk sel bulat gram positif terdapat pada ILIP-4. Bakteri gram positif mempertahankan zat warna *crystal violet* oleh karena itu tampak ungu atau kebiruan. Bakteri gram negatif kehilangan zat warna ungu *crystal violet* ketika dicuci dengan alkohol, saat diberikan zat pewarna safranin, bakteri tersebut berwarna merah.

### **Potensi Hasil Penelitian sebagai Rancangan Media *Booklet* pada Materi Bakteri Kelas X SMA**

Hasil penelitian isolat bakteri dan karakteristik bakteri limbah pengolahan ikan patin dapat digunakan sebagai salah satu media pembelajaran berupa *booklet* pada materi bakteri kelas X SMA. Adapun langkah-langkah perancangan media *Booklet* yang dilakukan dengan menggunakan dua tahap yaitu tahap analisis dan perancangan. Tahap analisis dilakukan pada kurikulum yang digunakan oleh sebagian Sekolah Menengah Atas (SMA) yaitu kurikulum 2013. Tujuan dari penelaah kurikulum tersebut yaitu untuk menentukan silabus dan materi yang sesuai untuk digunakan sebagai media pembelajaran dengan Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD). Adapun Kompetensi Dasar (KD) yang dianggap berpotensi dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kompetensi Dasar kelas X SMA yang berkaitan dengan rancangan media *Booklet*

Kompetensi Dasar	Kelas/Semester	Potensi
3.5 Mengidentifikasi struktur, cara hidup, reproduksi, dan peran bakteri dalam kehidupan	X/I	<i>Booklet</i>
4.5 Menyajikan data tentang ciri-ciri dan peran bakteri dalam kehidupan		

Dapat dilihat pada Tabel 2 bahwa Kompetensi Dasar (KD) yang berpotensi untuk dijadikan sebagai rancangan media belajar sesuai dengan hasil penelitian yaitu KD 3.5 dikelas X semester ganjil pada bab Bakteri. Keterkaitan KD 3.5 kelas X semester ganjil dengan hasil penelitian berupa karakteristik koloni bakteri, pengelompokan bakteri gram negatif dan positif, isolasi dan metode kultur bakteri serta peranan bakteri nitrifikasi pada limbah pengolahan ikan patin.

Pada tahap *design* (perancangan) menggunakan silabus dengan ketetapan Kemendikbud tahun 2018 tentang pedoman model silabus mata pelajaran kurikulum 2013. Materi yang akan dikembangkan pada penelitian tentang isolasi dan karakteristik bakteri nitrifikasi pada limbah pengolahan ikan patin adalah pada pertemuan ke II. RPP (Rencana Perangkat Pembelajaran) dirancang untuk satu kali pertemuan 2 x 45 menit yang menggunakan model *Discovery Learning* (DL). Model *Discovery Learning* (DL) ini merupakan suatu model pengajaran yang menitikberatkan pada aktifitas peserta didik dalam belajar, dalam proses pembelajaran model ini guru hanya bertindak sebagai pembimbing dan fasilitator yang mengarahkan peserta didik untuk menemukan konsep, dalil, prosedur, dan sebagainya (Darmawati, 2018:141). Rencana pelaksanaan pembelajaran yang dirancang menggunakan pendekatan saintifik yang terdiri atas 5 langkah, yaitu mengamati, menanya, mencoba, menalar dan mengkomunikasikan.

Pembuatan *booklet* menggunakan kertas yang berukuran setengah dari kertas A4 atau sekitar 14,8 cm x 21 cm dan desain background pada *booklet*. *Booklet* menggunakan aplikasi *canva*. *Booklet* yang dirancang peneliti merupakan *booklet* untuk materi bakteri. Format desain *booklet* setelah dimodifikasi (Putri Novianti dan Syamsurizal, 2021:227) isolasi dan karakteristik bakteri nitrifikasi pada limbah pengolahan ikan patin yaitu Halaman sampul (*cover*), Kata Pengantar, Daftar Isi, petunjuk Penggunaan, Tingkatan Kurikulum (KI, KD dan IPK), Pendahuluan, Isi materi (Karakteristik Bakteri, Perbedaan Bakteri Gram Positif dan Negatif, Peranan Bakteri Nitrifikasi, Metode Kultur dan Isolasi Bakteri, Isolasi dan Karakteristik Bakteri Nitrifikasi), Evaluasi dan Daftar Pustaka.

## SIMPULAN DAN REKOMENDASI

### Simpulan

Bakteri nitrifikasi hasil isolasi dari limbah pengolahan ikan patin di Desa Koto Mesjid terdapat enam isolat bakteri nitrifikasi yang berhasil dimurnikan. Memiliki karakteristik yang berbeda-beda yaitu warna putih bening, krem, putih, dan putih susu, bentuk koloni yang ditemukan bulat dan tidak beraturan, tepi koloni bergelombang, rata dan bergerigi, elevasi koloni datar dan timbul, permukaan koloni yaitu mengkilap dan

tidak mengkilap, bentuk sel yaitu bulat dan batang, gram yaitu negatif dan positif. Gram bakteri negatif dominan ditemukan. Data hasil penelitian dapat dijadikan sebagai rancangan media *booklet* pembelajaran biologi materi bakteri SMA KD 3.5 dan 4.5.

## Rekomendasi

Disarankan mengidentifikasi jenis bakteri nitrifikasi pada limbah pengolahan ikan patin di Desa Koto Mesjid sampai pada tingkat spesies. Booklet dari hasil penelitian dapat digunakan sebagai media pembelajaran materi bakteri kelas X SMA.

## DAFTAR PUSTAKA

- Huryatul Islam, Nelvia, dan Delita Zul. 2021. Isolasi Dan Uji Potensi Bakteri Nitrifikasi Asal Tanah Kebun Kelapa Sawit Dengan Aplikasi Tandan Kosong Dan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *J. Solum*. 8(1) : 23-3.
- Tetty Afrianti Nainggolan, Siti Khotimah, dan Masnur Turnip. 2015. Bakteri Pendegradasi Amonia Limbah Cair Karet Pontianak Kalimantan Barat. *Jurnal Protobiont*. 4(2):69-76.
- Muharram Fajrin Harahap, Thamrin, Dan Saiful Bahri. 2013. Pengolahan Limbah Ikan Patin Menjadi Biodiesel. *Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Riau*. 1(1):113-122.
- Putri Novianti dan Syamsuriza. 2021. Booklet sebagai Suplemen Bahan Ajar pada Materi Kingdom Animalia untuk Peserta Didik Kelas X SMA/MA. *Jurnal Edutech Undiksha*. 9(2) : 225-230. P-ISSN: 2614-8609 E-ISSN: 2615-2908.
- Tetty Afrianti Nainggolan, Siti Khotimah, dan Masnur Turnip. 2015. Bakteri Pendegradasi Amonia Limbah Cair Karet Pontianak Kalimantan Barat. *Jurnal Protobiont*. 4(2):69-76.
- Wahyu Hamidi, 2016. Analisis Nilai Tambah Agroindustri Abon Ikan Patin Di Desa Koto Mesjid Kecamatan XIII Koto Kampar Kabupaten Kampar Provinsi Riau (Studi Kasus Pada CV. Graha Pratama Fish). *Jurnal Agribisnis* 18(1) : 54-64. ISSN 1412-4807.
- Yustina, Darmawati, dan Riki Apriandi. 2018. *Strategi Pembelajaran Biologi*. UR Press. Pekanbaru.
- Yuswa Istikomayanti. 2010. Karakterisasi Dan Uji Kemampuan Nitrifikasi Bakteri Pengoksidasi Amonium Dan Nitrit Limbah Cair PT Pupuk Kaltim. Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya. Malang.