

ISOLASI BAKTERI PROBIOTIK DARI USUS IKAN LELE UNTUK FERMENTASI YOGHURT SEBAGAI BAHAN MODUL BERBASIS RISET DAN KETERAMPILAN PROSES SAINS

Agil Fitra Indrato¹⁾, Ani Sulistyarsi²⁾, Muh. Waskito Ardhi³⁾
^{1,2,3)}Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas PGRI Madiun,
¹⁾agilfitra35@gmail.com¹⁾

ABSTRACT

*Isolation of probiotic bacteria was carried out with the aim of acquiring potentially probiotic bacteria in catfish (*Clarias batrachus*) and used as a starter for yogurt making. The study aimed to examine the effect of the type of isolation of probiotic bacteria from the intestines of dumbo catfish and local catfish to the quality of yoghurt, organoleptic properties and to develop research-based modules and skills in the process of materials science Archaeobacteria and Eubacteria in high school class. The study used a completely randomized design (RAL) consisting of two factorials: catfish and probiotic bacteria. The parameters measured were pH yoghurt with pH meter instrument analyzed by Analysis of Variance (ANOVA) with advanced test using LSD method and organoleptic test (color, flavor, taste, texture and viscosity) with closed questionnaire and analyzed by description. Data validation of Archaeobacteria and Eubacteria biology material modules with validation sheets from 2 expert teams of Biology Education Teachers and Lecturers of Biological Media Experts. The results showed that the type of probiotic bacteria from dumbo catfish and local catfish by using data analysis SPSS version 16 on the pH level of yoghurt with a significant level of $0.00 < 0.05$ on treatment A1B1 catfish dumbo bacteria probiotic isolate 1 has the highest pH 4.37. his shows the type of bacterial probiotic catfish significantly different to the pH of yoghurt. The most preferred organoleptic test was the A1B1 treatment was analyzed descriptively with organoleptic value of 75.96. Based on validation result of module from 2 validator have 89.2% average value with criterion so valid that can be used in learning process of high school student of class X.*

Keywords: *Isolation, Probiotic Bacteria, Yoghurt*

PENDAHULUAN

Probiotik merupakan mikroorganisme hidup non patogen yang berpengaruh positif bagi kesehatan dengan cara memperbaiki keseimbangan mikroflora dalam saluran pencernaan. Hasil penelitian Anastawati (2014), salah satu kelompok bakteri yang berperan sebagai probiotik adalah bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat (BAL) sering digunakan sebagai kultur probiotik dalam produk-produk fermentasi susu atau produk olahan, fermentasi daging dan fermentasi buah atau sayuran. BAL merupakan kelompok bakteri gram-positif yang mampu mengubah karbohidrat menjadi asam laktat. Probiotik juga menghasilkan ion hidrogen yang akan menurunkan pH usus dengan memproduksi asam laktat sehingga menciptakan suasana yang tidak menguntungkan untuk pertumbuhan bakteri patogen

(Leelavatcharamas, 2011 dalam Alexander., Anshary H, Rantetondok A, Wulandari R. 2013).

Pemanfaatan probiotik terbukti telah meningkatkan kesehatan saluran pencernaan. Hasil penelitian Rusmiati dkk, (2008), bahwa bakteri akan masuk dan tinggal di usus, kemudian memberi pengaruh positif terhadap keseimbangan mikroflora usus dengan cara menurunkan efek racun dari bakteri yang merugikan di usus. Bakteri probiotik sebagai komponen nutrisi yang mengandung strain bakteri mampu memproduksi asam laktat dan asam asetat di usus sehingga dapat menekan pertumbuhan bakteri patogen.

Probiotik dapat diisolasi dari saluran pencernaan organisme, salah satunya ikan lele (*Clarias batrachus*). Ikan lele merupakan organisme dengan komposisi mikroflora usus yang mampu meningkatkan respon imun inang dan mampu mengasimilasi karbon organik dari lingkungan sehingga ikan lele mampu hidup pada lingkungan ekstrim (Naim dan Ahmed, 2012 dalam Alexander., Anshary H, Rantetondok A, Wulandari R. 2013). Faktor penting dalam pertumbuhan bakteri adalah nilai pH karena akan mempengaruhi pertumbuhan bakteri dan aktivitas enzim. Mikroba kandidat probiotik harus mampu bertahan terhadap kondisi ekstrim saluran pencernaan mulai dari mulut hingga mencapai usus dan selanjutnya hidup berkoloni di permukaan usus.

Proses fermentasi susu menghasilkan produk dengan flavor yang disukai serta tekstur lembut. Komponen susu yang paling berperan selama proses fermentasi adalah laktosa dan kasein. Laktosa digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber karbon dan energi dengan hasil metabolismenya adalah asam laktat yang menyebabkan pH susu turun. Suasana asam (pH rendah) menyebabkan keseimbangan kasein terganggu dan pada titik isoelektrik (pH = 4,6), kasein akan menggumpal membentuk koagulan sehingga terbentuk susu semi padat (Helferich dan Westhoff, 1980 dalam Sunarlim R. 2009).

Yoghurt pada umumnya dibuat dengan menggunakan bakteri *Streptococcus thermophilus* dengan suhu optimum 38-42 °C dan *Lactobacillus bulgaricus* dengan suhu optimum 42-45°C. Wahyudi (2006 dalam Fita Finarsih 2014) menyatakan bahwa *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* merupakan bakteri asam laktat (BAL) yang membantu dalam fermentasi susu menjadi yoghurt,

karena bakteri asam laktat merupakan bakteri yang menguntungkan. BAL memiliki sifat terpenting yaitu kemampuan dalam merombak senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga dapat dihasilkan asam laktat. Pemberian BAL dapat menurunkan nilai pH bahan pangan, pertumbuhan mikroorganisme lainnya dapat lambat kerana penurunan pH tersebut.

Modul dapat diartikan sebagai materi pelajaran yang disusun dan disajikan secara tertulis sedemikian rupa sehingga pembacanya diharapkan dapat menyerap sendiri materi tersebut (Daryanto, 2013). Modul berisikan suatu materi yang sangat penting yang dapat dipelajari secara mandiri dan dapat dipraktikkan sendiri tanpa bantuan atau bimbingan orang lain yang digunakan untuk menyampaikan ide atau hasil penelitian yang akan dipublikasikan serta dapat digunakan sebagai media belajar. Kegiatan praktikum merupakan bagian yang tidak terpisahkan dalam pembelajaran IPA khususnya Biologi, sehingga IPA disebut dengan *experimental science*.

Sriyono (1992 dalam Nugroho A W. 2012:6) menyatakan keterampilan proses dilaksanakan dengan menekankan pada bagaimana siswa belajar, bagaimana siswa mengelola apa yang diperoleh sehingga menjadi milik siswa, dipahami, dimengerti, dan dapat diterapkan sebagai bekal dalam kehidupan di masyarakat. Keterampilan proses sains merupakan pondasi dalam inkuiri sains yang meliputi keterampilan siswa dalam melakukan pengamatan (*Observing*), perbandingan (*Comparing*), pengelompokan (*Classifying*), pengukuran (*Quantifying*), pengkomunikasian (*Communicating*), penarikan kesimpulan (*Inferring*), dan prediksi (*Predicting*).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengisolasi bakteri probiotik dari usus ikan lele untuk fermentasi yoghurt sebagai bahan modul berbasis riset dan keterampilan proses sains.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis bakteri probiotik terhadap uji kadar pH dan uji organoleptik kualitas yoghurt. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial 2×3 yang terdiri dari dua faktor perlakuan jenis ikan dan jenis bakteri probiotik.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan maret sampai juli 2017. Pengambilan sampel pada penelitian ini adalah bakteri probiotik dari usus ikan lele dumbo dan ikan lele lokal dari Pasar Tradisional Madiun. Kegiatan isolasi identifikasi, dan uji kadar nilai pH yoghurt bakteri probiotik usus ikan lele dilakukan di Laboratorium Biologi 2 UNIPMA Madiun.

Subjek penelitian digunakan dalam penelitian ini adalah isolat bakteri yang berpotensi sebagai bakteri probiotik dari isolasi usus ikan lele dumbo dan lele lokal pada media NA (*Natrien Agar*) ditambah CaCO_3 1%.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kapas, kertas label, ATK, cawan petri, tabung reaksi, autoclave, bunsen, timbangan analitik, erlenmeyer, gelas ukur, rak tabung reaksi, pengaduk, mikro pipet, tip, mortar, kompor listrik, kaca preparat, pH meter, optilab

Bahan yang digunakan penelitian ini adalah usus ikan lele dumbo dan ikan lele lokal, CaCO_3 1%, NA (*Nutrien Agar*), NaCl, alkohol 70%, larutan kritical violet, larutan lugol, safranin, griseofulvin, susu sapi segar, aquades, larutan buffer pH 4 dan pH 7.

Prosedur penelelitiannya sebagai berikut :

1. Pembuatan Media

Menimbang 2 gram NA dan 0,5 gram CaCO_3 1% kemudian di masukkan pada 100 ml air fisiologis (NaCl 0,9%), dipanaskan hingga mendidih dan disterilisasi dalam autoclave pada suhu 121°C selama 15-30 menit.

2. Pembuatan Pengenceran Sampel Usus Ikan Lele

Sampel isi usus ikan lele diambil 1gram dan dimasukkan dalam 9 ml air fisiologis (NaCl 0.9%) steril pada pH 2, kondisi ini bertujuan hanya bakteri probiotik yang dapat tumbuh dan berkembang pada pH tersebut, kemudian dilakukan pengenceran hingga 10^{-5} .

3. Isolasi Bakteri Probiotik

Prosedur isolasi bakteri bertujuan untuk mengetahui bakteri probiotik pada usus ikan lele. Prosedur isolasi dengan metode *pour plate* yaitu metode tuang menggunakan media NA+ CaCO_3 1%.

4. Pembuatan Yoghurt

Susu sapi sebanyak 1500 ml dipanaskan sampai suhu 80° diaduk-aduk dan dipertahankan suhunya selama 10 menit, kemudian didinginkan sampai suhu 43

°C. Inokulasi starter(biakan isolat bakteri probiotik) sebanyak 3% dari volume susu, diaduk merata dan didiamkan selama 1x24 jam ditempat gelap.

5. Pengukuran Kadar Nilai pH

pH meter dinyalakan dan dinetralkan (kalibrasi) selama 15-30 menit, kemudian distandarisasi dengan buffer ph 4 dan pH 7. Elektroda pH meter dibilas dengan aquades lalu dikeringkan dengan tisu. pH meter dicelupkan pada sampel yoghurt tekan *Call* biarkan sampai angka pH meter stabil.

Data yang didapat melalui penelitian kemudian di uji kebermaknaannya dengan menggunakan SPSS versi 16 yaitu Uji ANAVA Dua Arah dengan taraf signifikan ($\alpha = 0,05$) dengan kepercayaan 95% atau jika nilai F hitung \geq F tabel nilai dikatakan signifikan dan perlu dilakukan uji lanjut dengan uji LSD.

Teknik ini digunakan untuk menguji hipotesis perbandingan lebih dari dua sampel yaitu bakteri potensi probiotik yang diperoleh dari isolasi usus ikan lele dumbo dan lokal terhadap pembuatan produk olahan susu fermentasi yoghurt dari susu sapi dan kambing murni.

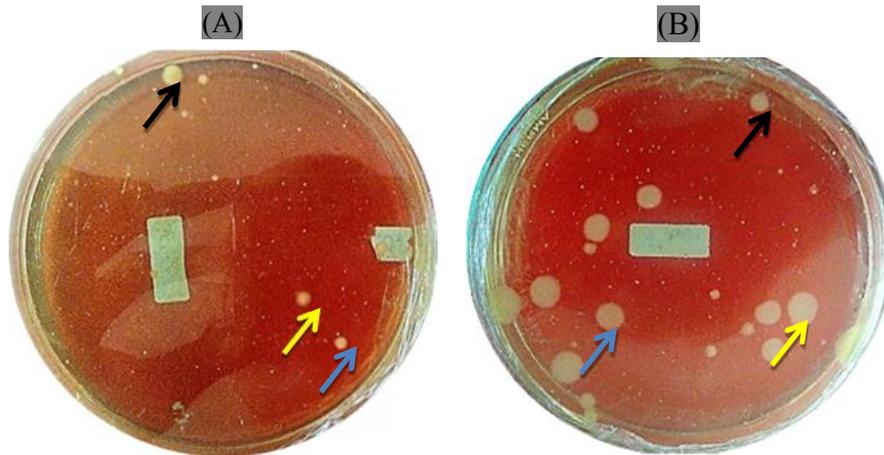
Data uji organoleptik diperoleh dengan menggunakan metode *Hedonic Scale Scaring* (uji kesukaan) skala angka 4 yang bertujuan untuk mengetahui daya terima yoghurt dengan menggunakan penilaian 15 panelis dengan menggunakan angket uji organoleptik.

Data validasi modul diperoleh dari dua validator ahli media dan ahli materi. Instrumen validasi modul terdiri dari 4 komponen, yaitu komponen kelayakan isi/materi, komponen penyajian, komponen kebahasaan dan keterbacaan, serta komponen kegrafikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakterisasi Isolasi Bakteri Probiotik Ikan Lele Lokal dan Lele Dumbo

Isolasi lebih ditekankan pada kelompok bakteri probiotik, bakteri probiotik yang berhasil ditemukan terdiri tiga isolat dengan pengkodean bakteri probiotik isolat I, bakteri probiotik isolat II dan bakteri probiotik isolat III, tiga isolat ini merupakan bakteri probiotik penghuni asli saluran pencernaan ikan lele.



Gambar 1. Hasil Isolasi Bakteri Probiotik pada Usus (A) Ikan Lele Lokal dan (B) Ikan Lele Dumbo

Keterangan :

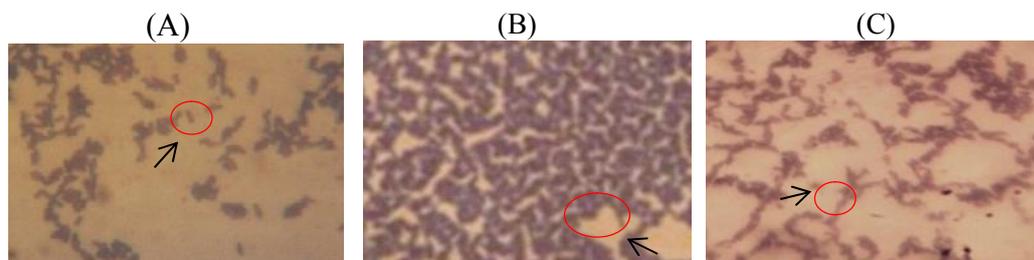
1. Panah Biru Menunjukkan Morfologi Isolat Bakteri Probiotik I
2. Panah Hitam Menunjukkan Morfologi Isolat Bakteri Probiotik II
3. Panah Kuning Menunjukkan Morfologi Isolat Bakteri Probiotik III

Hasil isolasi sampel usus ikan lele lokal dan lele dumbo ditemukan tiga isolat jenis bakteri probiotik. Pengkarakteristikan pada jenis isolat bakteri yang ditemukan berbeda dapat diamati pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Makroskopis Isolat Bakteri Probiotik

Jenis Pengamatan	Jenis Isolat Bakteri Probiotik Ikan Lele Lokal dan Dumbo		
	Isolat I	Isolat II	Isolat III
Bentuk Koloni	Circular	Circular	Irreguler
Warna	Putih Susu	Putih Susu	Putih Susu
Tepian	Entire	Entire	Entire
Elevasi	Flat	Flat	Convex
Diameter	1 mm dan 5 mm	1mm dan 3 mm	3 mm dan 6 mm

Pengujian pewarnaan gram bakteri menunjukkan ketiga isolat memiliki warna violet dengan bentuk sel rantai pada isolat bakteri probiotik I berbentuk sel rantai dua (*diplo*). Hasil uji pewarnaan gram dapat diamati pada gambar 2.



Gambar 2. (A) isolat bakteri probiotik I (B) isolat bakteri probiotik II (C) isolat bakteri probiotik III

Tabel 2. Karakteristik Mikroskopis Isolat Bakteri Probiotik

Kode Isolat Bakteri Probiotik	Karakteristik Pewarnaan Gram	
	Bentuk	Gram
I	Basil	Positif
II	Cocus	Positif
III	Basil	Positif

Deskripsi berdasarkan tabel 4.1 dan 4.2 karakteristik bakteri probiotik

a) Isolat Bakteri Probiotik I

Bentuk koloni dilihat dari atas berbentuk circular, tepi koloni Entire, permukaan koloni dilihat dari samping flat, bentuk sel basil, gram positif, warna putih susu, ukuran diameter 1 mm isolat dari ikan lele lokal dan 5 mm isolat ikan lele dumbo. Hasil karakteristik isolat ditemukan genus jenis bakteri probiotik genus *Lactobacillus*.

b) Isolat Bakteri Probiotik II

Bentuk koloni dilihat dari atas berbentuk circular, tepi koloni Entire, permukaan koloni dilihat dari samping flat, bentuk sel basil, gram positif, warna putih susu, ukuran diameter 1 mm isolat dari ikan lele lokal dan 3 mm isolat ikan lele dumbo. Hasil karakteristik isolat ditemukan genus jenis bakteri probiotik genus *Streptococcus*.

c) Isolat Bakteri Probiotik III

Bentuk koloni dilihat dari atas berbentuk irreguler, tepi koloni Entire, permukaan koloni dilihat dari samping convex, bentuk sel basil, gram positif, warna putih susu, ukuran diameter 3 mm isolat dari ikan lele lokal dan 6 mm isolat ikan lele dumbo. Hasil karakteristik isolat ditemukan genus jenis bakteri probiotik genus *Bifidobacterium*.

Isolasi bakteri berhasil dilakukan menggunakan satu sampel dari saluran pencernaan/usus pada ikan lele yang menggunakan media NA+CaCO₃ sebagai media pertumbuhan bakteri probiotik, dengan menggunakan air fisiologi (NaCl 0,9%) steril dan disesuaikan pada pH maksimum pertumbuhan bakteri probiotik. Sampel usus ikan lele dumbo dan lele lokal menunjukkan tiga isolat bakteri dengan bentuk, warna, tepian, dan ukuran koloni berbeda. Banyaknya koloni yang tumbuh menunjukkan usus ikan lele merupakan tempat hidup yang sesuai untuk bakteri probiotik. Perwarnaan gram menunjukkan bentuk basil dan gram positif untuk kedua isolat. Hasil pewarnaan kedua isolat menunjukkan gram positif, yang ditandai

dengan terbentuknya warna ungu. Bakteri gram positif memiliki dinding sel tebal dan membran sel selapis, sehingga bakteri mengalami dehidrasi pada saat alkohol 70% sehingga menyebabkan pori-porinya menjadi mengkerut maka menyebabkan warna kristal violet tidak bisa keluar. Menurut Bergey's manual of determinative bacteriology (1994) genus *Lactobacillus* memiliki ciri morfologi dengan dengan sel-sel yang berbentuk batang dan biasanya teratur selalu memiliki bentuk batang panjang tapi kadang-kadang hampir kokus, umumnya bentuk sel bakteri dalam rantai pendek, gram positif.

Koloni pada media agar biasanya 2-5 mm, cembung, seluruh, buram, dan tanpa pigmen. Ciri morfologi yang mendekati genus *Bifidobacterium* mempunyai ciri-ciri morfologi warna koloni putih susu atau krem, bentuk koloni bulat dengan tepian seperti wol, sel bakteri bentuknya bervariasi dan biasanya bengkok, bergelombang dan sering bercabang, gram positif.

Penelitian isolasi bakteri probiotik terhadap ikan lele dumbo dan lele lokal menunjukkan kemiripan dengan ciri-ciri telah disebutkan dalam dalam Bergey's manual of determinative bacteriology (1994) yaitu kedua isolat dari sampel usus menunjukkan hasil yang tidak jauh beda yaitu memiliki bentuk sel bulat, warna koloni putih bening hingga putih susu, sehingga sesuai pada pernyataan koloni bakteri tanpa pigmen, memiliki diameter 2-5 mm dan setelah dilakukan uji pewarnaan bakteri menunjukkan bentuk sel basil, basil pendek berantai, gram positif sehingga menghasilkan warna ungu, karena sel bakteri mampu membentuk ikatan kompleks dengan pewarna pertama yaitu ungu kristaliodium. Hasil isolasi dan identifikasi bakteri diduga menunjukkan ciri morfologi bakteri genus *Lactobacillus*.

Hasil penelitian, ditunjang oleh penelitian dari beberapa peneliti yaitu Cut dkk, (2014) yang menunjukkan isolat bakteri probiotik dari usus ikan mas yang berwarna putih susu atau krem yang berpotensi bakteri probiotik, dan hasil penelitian dari Mustaqim dkk, (2014) mendapatkan isolat bakteri probiotik usus ikan lais menggunakan media selektif MRSA (De Man Rogosa agar) didapatkan 16 isolat bakteri probiotik. Isolat bakteri probiotik yang dipilih memiliki karakter bentuk koloni bulat, warna koloni putih susu dan krem, tepian koloni licin, elevasi cembung serta ukuran koloni kecil dan sedang, menurut Holt (1994) dalam Mustaqim dkk

(2014) bakteri probiotik yang tergolong genus *Lactobacillus* sp., merupakan bakteri gram positif.

2. Uji Nilai pH

Nilai pH merupakan salah satu karakteristik penting dalam penilaian produk susu seperti yoghurt. Nilai pH suatu cairan berhubungan dengan besarnya konsentrasi ion hidrogen (H^+) di dalamnya yang terbentuk dari disosiasi asam. Bakteri asam laktat pada umumnya menghasilkan sejumlah besar asam laktat dari fermentasi substrat energi karbohidrat. Hasil pengukuran nilai pH yoghurt disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai pH Yoghurt

Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata
	U1	U2	U3	
A1B1	4,40	4,35	4,37	4,37
A1B2	3,97	4,00	3,87	3,93
A1B3	3,63	3,60	3,63	3,62
A2B1	4,40	4,32	4,33	4,35
A2B2	4,10	3,98	3,93	4,003
A2B3	3,77	3,77	3,87	3,803

Keterangan : A₁ = Ikan lele dumbo B₁ = Isolat Bakteri Probiotik I
 A₂ = Ikan lele lokal B₂ = Isolat Bakteri Probiotik II
 B₃ = Isolat Bakteri Probiotik III

Hasil analisis menunjukkan bahwa jenis bakteri berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap nilai pH yoghurt. Penurunan nilai pH disebabkan oleh aktivitas bakteri asam laktat yang merubah laktosa menjadi asam laktat. Rohman dan Srikandi (1990 dalam Herdiyadi, 2016:21) menyatakan proses fermentasi menyebabkan keasaman meningkat sehingga mengakibatkan penurunan pH. Meningkatnya aktivitas bakteri asam laktat mempengaruhi proses metabolisme karbohidrat, pemecahan laktosa dalam menghasilkan asam laktat yang tinggi sehingga menyebabkan nilai pH lingkungan pertumbuhan semakin menurun dan menimbulkan rasa asam. Analisis nilai pH yang diperoleh adalah 4,37–3,62. Menurut Wahyudi (2006 dalam Dwiloka B, Masykuri, Nurwantoro dan Pramono Y B., 2011) pH susu fermentasi berkisar dari 4,5-4,3.

3. Uji Organoleptik

Data uji organoleptik diperoleh dengan menggunakan metode *Hedonic Scale Scaring* (uji kesukaan) skala angka 4-1 yang bertujuan untuk mengetahui daya terima

yoghurt dengan menggunakan penilaian yang dilakukan oleh 15 orang panelis menggunakan angket uji organoleptik. Angket uji organoleptik terdiri dari 5 indikator penilaian yaitu tekstur, aroma, rasa, warna dan kekentalan yang menilai enam perlakuan hasil pembuatan yoghurt.

Tabel 4. Data Uji Organoleptik Yoghurt

Perlakuan	Tekstur (20)		Aroma (20)		Rasa (20)		Warna (20)		Kekentalan (20)		Rata-rata Bobot
	Rata-rata (n)	Bobot (n*20)	Rata-rata (n)	Bobot (n*20)							
A1B1	3,93	78,6	3,93	78,6	3,93	78,6	3,40	68	3,80	76	75,96
A1B2	3,06	61,2	3,26	65,2	3,20	64	2,73	54,6	2,93	58,6	60,72
A1B3	2,20	44	2,33	46,6	2,60	52	2,13	42,6	2,40	48	46,64
A2B1	3,80	76	3,60	72	3,40	68	3,40	68	3,20	64	69,6
A2B2	2,86	57,2	2,80	56	2,73	54,6	2,80	56	2,80	56	55,96
A2B3	1,93	38,6	2,06	41,2	2,33	46,6	2,20	44	2,00	40	42,08

Data uji organoleptik diperoleh dengan menggunakan metode *Hedonic Scale Scaring* (uji kesukaan) skala angka 4 yang bertujuan untuk mengetahui daya terima yoghurt dengan menggunakan penilaian 15 panelis dengan menggunakan angket uji organoleptik.

Data uji organoleptik pada indikator tekstur dari semua perlakuan menunjukkan bahwa bobot tertinggi 78,6 pada perlakuan A1B1 yaitu ikan lele dumbo dengan Isolat baktei probiotik I. Sedangkan nilai terendah 38,6 pada perlakuan A2B3 yaitu ikan lele dumbo dengan Isolat baktei probiotik III. Pada indikator aroma dari semua perlakuan menunjukkan bahwa bobot tertinggi 78,6 pada perlakuan A1B1 yaitu ikan lele dumbo dengan Isolat baktei probiotik I. Sedangkan bobot terendah 41,2 pada perlakuan A2B3 yaitu ikan lele dumbo dengan Isolat baktei probiotik III.

Indikator rasa dari semua perlakuan menunjukkan bahwa bobot tertinggi 78,6 pada perlakuan A1B1 yaitu ikan lele dumbo dengan Isolat baktei probiotik I. Sedangkan bobot terendah 46,6 pada perlakuan A2B3 yaitu ikan lele dumbo dengan Isolat baktei probiotik III. Rasa asam yoghurt dipengaruhi oleh proses fermentasi bakteri *Lactobacillus bulgaricus*, sebagaimana penjelasan Winarno dan Hernadez (2007 dalam Finarsih, 2014: 9) menyatakan bahwa *Lactobacillus bulgaricus* akan memberikan rasa asam pada susu.

Indikator aroma dari semua perlakuan menunjukkan bahwa bobot tertinggi 78,6 pada perlakuan A1B1 yaitu ikan lele dumbo dengan Isolat baktei probiotik I.

Sedangkan bobot terendah 41,2 pada perlakuan A2B3 yaitu ikan lele dumbo dengan Isolat baktei probiotik III. Aroma yang keluar dari hasil olahan fermentasi susu yoghurt khas, dan rasanya asam. Aroma dan rasa yoghurt dipengaruhi oleh adanya senyawa seperti senyawa asetaldehide, diasetil, asam asetat dan asam-asam lain yang jumlahnya sangat sedikit. Bakteri probiotik yang diidentifikasi diduga dalam genus *Lactobacillus sp* mampu mengeluarkan senyawa tersebut karena adanya laktosa dari susu. Laktosa dalam susu merupakan sumber nutrisi bagi bakteri probiotik untuk hidup, dan mampu menurunkan pH sehingga suasana susu menjadii asam. Menurut Tammie dan Deeth (1989 dalam Finarsih F 2014: 9) mengatakan bahwa aroma dari produk olahan susu dipengaruhi oleh kandungan lemak dan protein dari susu. Hasil pengujian organoleptik terhadap aroma dan rasa sesuai dengan mutu yoghurt SNI 2981: 2009 yaitu dengan bau normal/ khas dan rasa asam/ khas, sehingga yoghurt memenuhi standar mutu SNI.

Indikator warna dari semua perlakuan menunjukkan bahwa bobot tertinggi 68 pada perlakuan A1B1 yaitu ikan lele dumbo dengan Isolat baktei probiotik Idan perlakuan A2B1 yaitu ikan lele lokal dengan Isolat baktei probiotik I. Sedangkan bobot terendah 44 pada perlakuan A2B3 yaitu ikan lele dumbo dengan Isolat baktei probiotik III. Menurut winarno (1991 dalam Finarsih F 2014: 8) menyatakan bahwa warna selain sebagai indikator faktor penentu mutu, baik atau tidaknya cara pengolahan ditandai dengan warna seragam dan merata.

4. Uji Validasi Modul

Kelayakan modul isolasi bakeri dan pembuatan yoghurt untuk siswa SMA kelas X pada pokok bahasan materi *Archaeobacteria* dan *Eubacteria*, berdasarkan hasil validasi yang telah dilakukan oleh dua validator ahli materi dan ahli media pembelajaran. Data analisis validasi modul dapat dilihat pada tabel 4. Sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Validasi Modul Isolasi Bakteri dan Pembuatan Yoghurt

No	Butir Penilaian	Skor dari validator		Rerata
		Validator ahli 1	Validator ahli 2	
I.	KOMPONEN KELAYAKAN ISI/MATERI			
A.	Aspek mendukung Tujuan Pendidikan	9	10	9,5
B.	Aspek Cakupan Materi	12	12	12
C.	Aspek Merangsang Keingintahuan (Curiosity)	15	15	15
II.	KOMPONEN PENYAJIAN			

D.	Aspek Sistematika Penyajian	16	20	18
E.	Aspek Tampilan	11	12	11,5
III.	KOMPONEN KEBAHASAAN DAN KETERBACAAN			
F.	Aspek Kebahasaan	16	20	18
G.	Aspek Keterbacaan	8	10	9
IV.	KOMPONEN KEGRAFIKAN			
H.	Aspek Ukuran Modul	4	4	4
I.	Aspek Bagian Cover Modul	5	5	5
J.	Aspek Bagian Isi	8	10	9
	Jumlah Skor	105	118	111,5
	Nilai (%)	84%	94,4%	89,2%

Hasil validasi oleh validator berdasarkan tabel 4.7 diketahui bahwa total skor yang diperoleh dari validator ahli 1 adalah 105 dan validator ahli 2 adalah 118. Total skor tersebut selanjutnya akan dikonversi kedalam penilaian dengan rumus sebagai berikut:

1. Prosentase penilaian validator ahli 1 = $\frac{105}{125} \times 100\% = 84\%$
2. Prosentase penilaian validator ahli 2 = $\frac{118}{125} \times 100\% = 94,4\%$

Uji kevalidan modul dari tim ahli diperoleh nilai 105 atau 84% dan 118 atau 94,4% dalam jenjang kriteria menunjukkan masuk dalam kriteria (sangat valid, tanpa adanya revisi), sehingga modul yang telah disusun dapat digunakan sebagai tambahan dan penunjang bahan ajar pada mata pelajaran biologi SMA/ kelas X, pada bab *Archaeobacteria* dan *Eubacteria*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil karakteristik makroskopik dan mikroskopik isolasi dan identifikasi dari ikan lele lokal dan ikan lele dumbo sebagai kandidat bakteri probiotik ialah genus *Lactobacillus*, *Streptococcus* dan *Bifidobacterium*.
2. Fermentasi susu yoghurt dengan bakteri probiotik menunjukkan kualitas tertinggi pada perlakuan A1B1 yaitu fermentasi susu dengan bakteri probiotik isolat I (*Lactobacillus*) dari ikan lele dumbo.
3. Hasil analisis validasi modul yang dilakukan oleh dua validator ahli menyatakan bahwa modul mempunyai nilai kelayakan 89,2%.
4. Diharapkan bagi peneliti berikutnya dapat menggunakan hasil penelitian ini sebagai rujukan untuk melakukan penelitian lanjutan dalam mengembangkan

penelitian yang serupa atau hampir serupa dengan inovasi yang baru. Perlu adanya riset lanjutan yang menggunakan modul berbasis riset ini pada proses pembelajaran materi *Archaeobacteria* dan *Eubacteria*.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander., Anshary H, Rantetondok A, Wulandari R . (2013). *Isolasi Bakteri Asam Laktat dari Usus Ikan Lele untuk Pengendalian. Bakteri Streptococcus pada Ikan Nila. Jurusan Ilmu Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Makassar: Universitas Hasanudin.*
- Anastiawan. (2014). *Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Probiotik yang Berasal dari Usus Itik Pedanging Anas Domesticus.* (Skripsi). Makasar: Universitas Hasanudin.
- Bergey's Manual Determinative of Bacteriologi. (1994) (Online) <http://books.google.co.id>
- Cut Yulvizar., Irma Dewiyanti., Cut Nanda Defira. (2014). *Seleksi Bakteri Berpotensi Probiotik dari Ikan Mas (Cyprinus Carpio) Indegenous Jantho Berdasarkan Aktivitas Antibakteri secara In Vitro.* *Journal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia.* (Online). www.jurnal.unsyiah.ac.id
- Daryanto. (2013). *Menyusun Modul Bahan Ajar Untuk Persiapan Guru dalam Belajar.* Yogyakarta: Gava Media.
- Dwiloka B, Masykuri, Nurwantoro dan Pramono Y B. (2011). *Karakteristik Mikrobiologi Kimia Fisik dan Organoleptik Yoghurt dengan Penambahan Ubi Jalar Merah.* Semarang :Universitas Diponegoro. <http://Digilib.Undipac.id>
- Finarsih F. (2014). *Uji Kualitas Yoghurt Susu Sapi dengan Penambahan Madu dan Lactobacillus bulgaricus pada Konsentrasi yang Berbeda.* (Skripsi). Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Herdiyadi, I. (2016). *Kualitas Organoleptik dan Keasaman Susu Fermentasi yang Menggunakan Konsentrasi Sukrosa Berbeda.* (Skripsi). Makassar: Universitas Hasanuddin Makasar.
- Mustaqim dkk. (2014). *Isolasi dan Karakteristik Bakteri Probiotik Pada Saluran Pencernaan Ikan Lais (Kryptoterus sp).* *JurnalJom FMIPA (Online) Jilid 1, no 2*
- Nugroho A W. (2012). *Peningkatan Keterampilan Proses Sains Melalui Kegiatan Laboratorium Disertai Strategi Catatan Terbimbing (Guided Note Talking) Pada Kelas VIII E SMP Negeri 7 Surakarta Tahun Ajaran 2010/2011.* Tesis tidak diterbitkan. Surakarta: Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan. Universitas Sebelas Maret.
- Rusmiati Dewi., Sulistiyangsih., Tiana Milanda., Sri Agung Fitri Kusuma. (2008). *Penyuluhan Pentingnya Konsumsi Yoghurt dan Metode Pembuatannya dengan Cara Sederhana dalam Rangka Peningkatan Derajat Kesehatan dan Ekonomi*

Masyarakat di Kelurahan Sukaluyu Kota Bandung. Bandung : Universitas Padjajaran.

Sunarlim R. (2009). *Potensi Lactobacillus, Sp Asal dari Dadih sebagai Starter pada Pembuatan Susu Fermentasi Khas Indonesia Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian: Vol.5.* (Online). <http://pascapanen.litbang.pertanian.go.id>