

**IDENTIFICATION OF BACTERIA ON THE TOMATO SAUCE
WHICH USED BY GRILLED MEATBALLS SELLER AROUND THE
UNIVERSITY OF RIAU AS DESIGN MODULE BIOLOGY
LEARNING IN SENIOR HIGH SCHOOL**

Nurhasanah¹, Irda Sayuti², Evi Suryawati³

e-mail: Nurhasanah5949@yahoo.com, Irdasayuti63@gmail.com, Evien_riau@yahoo.com
phone +6285374565830

Biology Education Faculty Of Teacher Training And Education
University Of Riau

***Abstract:** The study was conducted to identification of bacteria on the tomato sauce which used by grilled meatballs seller around the University of Riau as design module biology learning in senior high school in March and April 2016. The results are used for designing learning modules on subjects biology. This research was conducted in two stages: stage of laboratory research and design phase of learning modules. This research is descriptive and conducted by examination in the laboratory. The sampling technique in this study, done by using purposive sampling method. The results showed that the isolated bacteria found in tomato sauce before uses consists of three genera namely the genus *Bacillus*, *Enterobacter* and *Pseudomonas*. The isolated bacteria found in tomato sauce after uses consists of three genera namely the genus *Bacillus*, *Enterobacter* and *Pseudomonas*. The results of this study can be used as a learning module design in high school biology in order to enrich the teaching materials on the concept of bacterial characteristics eubacteria.*

Keywords: *Bacteria, Tomato Sauce, University of Riau, Learning Modules*

IDENTIFIKASI BAKTERI PADA SAUS TOMAT YANG DIGUNAKAN PENJUAL BAKSO BAKAR DISEKITAR KAMPUS UNIVERSITAS RIAU SEBAGAI RANCANGAN MODUL PEMBELAJARAN BIOLOGI DI SMA

Nurhasanah¹, Irda Sayuti², Evi Suryawati³

e-mail: Nurhasanah5949@yahoo.com, Irdasayuti63@gmail.com, Evien_riau@yahoo.com
phone +6285374565830

Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Riau

Abstrak: Dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi bakteri pada saus tomat yang di gunakan penjual bakso bakar disekitar kampus Universitas Riau sebagai rancangan modul pembelajaran biologi di Sekolah Menengah Atas pada bulan Mei hingga Juni 2016. Hasil penelitian digunakan untuk perancangan modul pembelajaran pada mata pelajaran biologi. Penelitian ini dilaksanakan dengan dua tahapan yaitu tahap riset laboratorium dan tahap perancangan modul 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 isolat bakteri yang ditemukan pada saus tomat yang belum digunakan terdiri dari tiga genus yakni genus *Bacillus*, *Enterobacter* dan *Pseudomonas*. Isolat bakteri yang ditemukan pada saus tomat yang sudah digunakan terdiri dari tiga genus yakni genus *Bacillus*, *Enterobacter* dan *Pseudomonas*. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai rancangan modul pembelajaran biologi di Sekolah Menengah Atas guna memperkaya bahan ajar pada konsep karakteristik bakteri Eubakteria.

Kata kunci: Bakteri, Saus Tomat, Universitas Riau, Modul Pembelajaran

PENDAHULUAN

Penyakit yang ditularkan melalui makanan (*foodborne disease*) merupakan permasalahan kesehatan masyarakat yang banyak dijumpai. Bahaya biologi (mikroba) pada pangan perlu mendapat perhatian karena jenis bahaya ini yang sering menjadi agen penyebab kasus keracunan pangan (Deviyanti Pasalu, *dkk.*, 2013).

Saus tomat adalah makanan pelengkap bentuk pasta yang sering disajikan bersama dengan makanan lain, contohnya jajanan bakso bakar yang sering dikonsumsi oleh anak sekolah maupun orang dewasa. Saus tomat pada dasarnya adalah produk yang dapat bertahan lama karena pH produk yang rendah, penambahan asam benzoat dan perlakuan pemanasan saat proses produksi. Namun proses produksi saus tomat yang tidak memenuhi standar dapat mengakibatkan kontaminasi mikroba pada saus tomat maupun botol kemasan (Fitri Nadifah, *dkk.*, 2014).

Dalam keadaan tertutup rapat, saus tomat dapat terlindung dari segala pengaruh yang berasal dari luar seperti mikroba penyebab kebusukan. Tetapi apabila dibiarkan terbuka, maka akan meningkatkan resiko kontaminasi saus tomat oleh mikroba, seperti bakteri. Saus tomat akan menjadi media yang sangat disukai oleh bakteri untuk tumbuh dan berkembang biak. *Salmonella*, *Bacillus*, dan *Enterobacter* adalah contoh genus bakteri pengkontaminasi makanan yang dapat mengancam atau membahayakan kesehatan manusia (Fitri Nadifah, *dkk.*, 2014).

Kontaminasi oleh bakteri dapat menyebabkan menurunnya mutu mikrobiologis saus tomat. Penurunan mutu mikrobiologis dapat mengakibatkan saus tomat menjadi tidak layak dikonsumsi karena cemaran mikroba yang di atas ambang batas (Gee, 2009).

Tempat penjualan makanan terutama pada tempat umum sepatutnya mendapat perhatian supaya menyajikan makanan yang sehat dan aman. Salah satu tempat umum yang digunakan sebagai tempat berjualan makanan adalah Universitas Riau. Universitas Riau merupakan kampus terluas yang ada di Provinsi Riau dengan luas areal kampus mencapai 418, 26 hektar (BAPSI UR, 2012). Dengan luasnya kampus Universitas Riau ini akan sangat berpengaruh terhadap banyaknya penjual makanan seperti bakso bakar. Bakso bakar dengan harga yang murah sangat diminati oleh mahasiswa Universitas Riau, masyarakat sekitar kampus Universitas Riau dan mahasiswa dari Universitas lain. Sebagai konsumen kita menginginkan makanan yang higienis dan aman bagi kesehatan tubuh, sehingga perlu dilakukan analisis mikrobiologis untuk menentukan keamanan dan kualitasnya.

Berdasarkan survei, disekitar kampus Universitas Riau banyak ditemukan penjual bakso bakar dan juga banyak mahasiswa Universitas Riau yang membeli bakso bakar tersebut. Dari sini, perlu dipertanyakan kebersihan dari saus tomat tersebut, mengingat cara pembuatan, kondisi lingkungan tempat penjualan bakso bakar yang tidak memadai, ditambah praktik penjualan yang kurang bersih dan penyimpanan saus tomat ini rentan terhadap kontaminasi bakteri yang dapat membahayakan kesehatan. Seperti hasil penelitian yang dilakukan oleh Fitri Nadifah, *dkk.*, (2014) tiga dari sepuluh sampel saus tomat yang diperiksa tidak layak konsumsi dengan angka kuman >104 CFU/ml. Beberapa faktor penyebab tingginya kontaminasi saus tomat adalah kondisi kebersihan warung mie ayam yang kurang terjaga, wadah saus tomat yang jarang dibersihkan dan seringkali dibiarkan dalam kondisi terbuka.

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti ingin mengidentifikasi bakteri yang terdapat pada saus tomat yang digunakan penjual bakso bakar di sekitar kampus

Universitas Riau. Selanjutnya, hasil penelitian ini juga akan dimanfaatkan sebagai rancangan modul pembelajaran biologi di SMA kelas X sesuai materi yang dituntut pada kurikulum di Sekolah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan dua tahap. Tahap pertama adalah identifikasi bakteri dan tahap kedua adalah perancangan modul. Tahap pertama, penelitian ini merupakan penelitian deskriptif melalui hasil pemeriksaan di laboratorium. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Riau pada bulan Mei sampai Juni 2016. Sampel dari penelitian ini adalah saus tomat yang belum digunakan dan saus tomat yang sudah dioleskan pada bakso bakar. Sampel ditentukan dengan teknik *purposive sampling*. Sampel yang diambil dari tempat penjual bakso bakar dimasukkan ke dalam botol film yang sudah steril untuk di bawa ke laboratorium. Kemudian sampel tersebut dilakukan pengenceran terlebih dahulu mulai dari pengenceran 10^{-1} sampai pengenceran 10^{-6} , pengenceran dilakukan untuk mempermudah dalam melihat koloni yang tumbuh. Tahap awal adalah mengisolasi bakteri pada saus tomat yang belum digunakan dan saus tomat yang sudah dioleskan pada bakso bakar dengan teknik *Spread Plate* (metode agar sebar) pada media padat yang telah disediakan, setelah mendapat hasil pengenceran akhir maka diambil 0,1 ml sampel bakteri hasil pengenceran dan di masukkan ke dalam cawan petri yang telah berisi media padat *Nutrient Agar* (NA). Selanjutnya media yang telah diisolasi bakteri dengan metode sebar diinkubasi selama 2x24 jam pada suhu 28-30°C di dalam inkubator dengan posisi cawan petri terbalik. Semua tahapan dilakukan dalam kondisi steril. Koloni bakteri yang tumbuh direinokulasi untuk mendapatkan isolat murni. Pemurnian bakteri dilakukan dengan metode goresan (*streak method*). Koloni yang berbeda diinokulasi selama 1x24 jam. Setelah masa inkubasi, dilakukan identifikasi bakteri pada saus tomat yang belum digunakan dan saus tomat yang sudah dioleskan pada bakso bakar. Isolat murni yang didapatkan, selanjutnya dilakukan pengamatan morfologi, pewarnaan Gram, dan uji biokimia bakteri. Isolat bakteri yang didapat diidentifikasi berdasarkan pengamatan makroskopik, mikroskopik dan uji biokimia yang mengacu pada buku identifikasi bakteri *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology Seventh Edition*. Data penelitian yang terkumpul dalam bentuk tabel dan gambar yang kemudian dianalisis secara deskriptif.

Tahap kedua adalah perancangan modul pembelajaran. Penelitian ini dilakukan di program studi pendidikan biologi FKIP Universitas Riau pada bulan Mei sampai Juni 2016. Penelitian ini dilaksanakan dengan tahap perancangan modul pembelajaran. Jenis penelitian ini bersifat deskriptif dan dilakukan dengan analisis masalah bakteri eubacteria dan studi literatur. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini, dilakukan dengan menganalisis syarat-syarat perancangan modul pembelajaran dan desain, tahap ini adalah proses sistematis yang dimulai dengan menetapkan tujuan belajar, merancang skenario, merancang materi pembelajaran dan alat evaluasi hasil belajar.

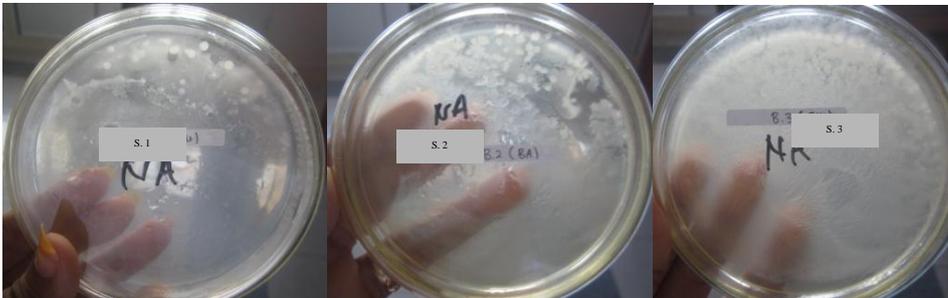
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap 1: Identifikasi Bakteri pada Saus Tomat

A. Identifikasi Bakteri Secara Makroskopis dan Mikroskopis

Identifikasi merupakan pengamatan terhadap suatu mikroba untuk mengetahui dengan jelas karakteristik bakteri yang digunakan untuk menentukan nama atau jenis spesies yang telah didapatkan dengan berbagai macam uji dan pengamatan (Koes Irianto, 2006).

Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan koloni bakteri campuran hasil isolasi dari pengenceran 10^{-6} yang diinkubasi selama 2x24 jam dari sampel saus tomat yang belum digunakan dan saus tomat yang sudah dioleskan pada bakso bakar dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Isolat bakteri saus tomat yang belum digunakan (Data primer penelitian, 2016).

Ket:

- S. 1 : Isolat bakteri saus tomat yang belum digunakan dari jalan HR. Subrantas
- S. 2 : Isolat bakteri saus tomat yang belum digunakan dari jalan Bangau
- S. 3 : Isolat bakteri saus tomat yang belum digunakan dari jalan Bina Krida



Gambar 2. Isolat bakteri saus tomat yang sudah digunakan (Data primer penelitian, 2016).

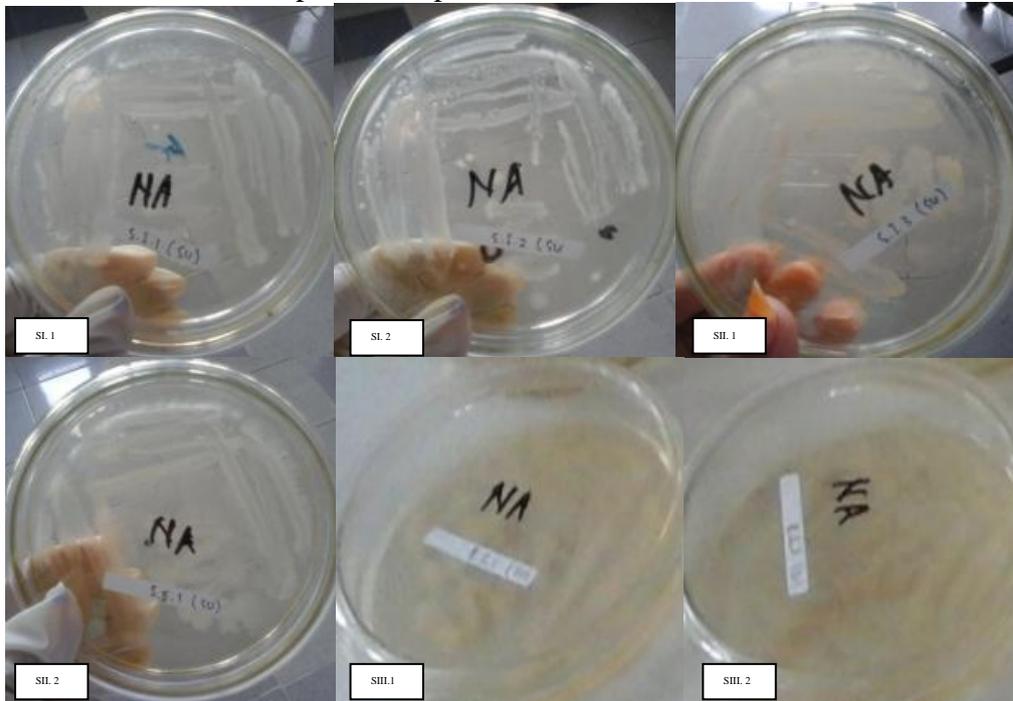
Ket:

- SB. 1 : Isolat bakteri saus tomat yang sudah digunakan dari jalan HR. Subrantas
- SB. 2 : Isolat bakteri saus tomat yang sudah digunakan dari jalan Bangau
- SB. 3 : Isolat bakteri saus tomat yang sudah digunakan dari jalan Bina Krida

Berdasarkan hasil pengenceran dan isolasi bakteri dari sampel saus tomat yang belum digunakan dan saus tomat yang sudah dioleskan pada bakso bakar di dapat biakan campuran. Setiap biakan campuran pada Gambar 1 dan Gambar 2 dilakukan

pengamatan morfologi secara makroskopis dengan mengamati warna, tepi, elevasi, dan bentuk koloni.

Isolat bakteri yang telah direinokulasi pada media padat *Nutrient Agar* (NA) selama 1x24 jam kemudian didapatkan biakan murni bakteri. Biakan murni hasil reinokulasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Isolat bakteri saus tomat yang belum digunakan (Data primer penelitian, 2016).

Ket :

SI. 1: Isolat 1

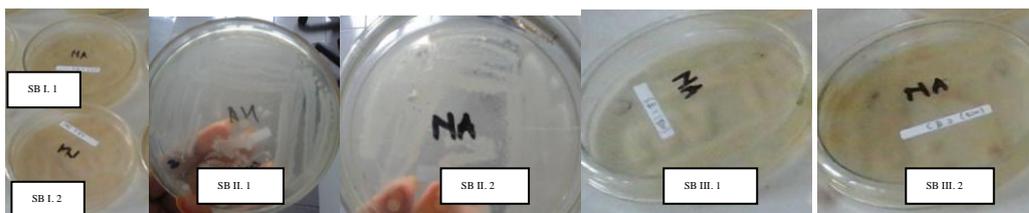
SI. 2: Isolat 2

SII. 1: Isolat 3

SII. 2: Isolat 4

SIII. 1: Isolat 5

SIII. 2: Isolat 6



Gambar 4. Isolat bakteri saus tomat yang sudah digunakan (Data primer penelitian, 2016).

Ket :

SB I. 1: Isolat 1

SB I. 2: Isolat 2

SB II. 1: Isolat 3

SB II. 2: Isolat 4

SB III. 1: Isolat 5

SB III. 2: Isolat 6

Berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan, gambar dari 12 isolat bakteri tersebut selanjutnya dilakukan identifikasi morfologi secara makroskopis yaitu dengan melihat warna koloni, tepi koloni, elevasi dan bentuk koloni kemudian dilakukan identifikasi secara mikroskopis yaitu dengan melihat bentuk sel dan pewarnaan gram, yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Identifikasi morfologi secara makroskopis dan mikroskopis

Sampel	Kode	Isolat	Makroskopis				Mikroskopis	
			Pengamatan Morfologi				Pewarnaan Gram	
			Warna	Tepi	Elevasi	Bentuk	Bentuk Sel	Gram
Saus Tomat Sebelum Digunakan	SI. 1	1	Putih	Serrate	Flat	Irreguler	Coccus	-
	SI. 2	2	Krim	Entire	Conveks	Irreguler	Bacillus	-
	SII. 1	3	Krim	Undulate	Flat	Irreguler	Bacillus	+
	SII. 2	4	Krim	Lobate	Flat	Irreguler	Bacillus	-
	SIII. 1	5	Krim	Undulate	Raised	Irreguler	Bacillus	+
	SIII. 2	6	Krim	Undulate	Flat	Irreguler	Bacillus	+
Saus Tomat Yang Sudah Digunakan	SBI. 1	7	Krim	Undulate	Flat	Irreguler	Bacillus	+
	SBI. 2	8	Putih	Undulate	Flat	Irreguler	Bacillus	-
	SBII. 1	9	Putih	Undulate	Flat	Irreguler	Bacillus	-
	SBII. 2	10	Putih	Entire	Flat	Irreguler	Bacillus	-
	SBIII. 1	11	Krim	Undulate	Flat	Irreguler	Bacillus	+
	SBIII. 2	12	Putih	Undulate	Flat	Irreguler	Bacillus	-

Ket: Serrate (bergerigi) Flat (rata/datar) Circular (bulat bertepi)
 Entire (tepi rata) Raised (bercabang teratur) Irreguler (tidak beraturan)
 Undulate (bergelombang) Conveks (cembung)
 Lobate (berlekuk)
 + : bakteri gram positif (berwarna ungu)
 - : bakteri gram negatif (berwarna merah)

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

B. Identifikasi Bakteri Melalui Uji Biokimia

Berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan, dari 12 isolat bakteri selanjutnya dilakukan identifikasi dengan melakukan uji biokimia bakteri yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Identifikasi Bakteri Melalui Uji Biokimia

Sampel	Kode	Isolat	Uji Biokimia					Genus	Kode Spesies
			TSIA	SCA	SIM	H ₂ S	Gas		
Saus Tomat yang Belum Digunakan	SI. 1	1	m/m	-	+	-	-	<i>Pseudomonas</i>	<i>Pseudomonas</i> sp1
	SI. 2	2	m/k	+	+	-	+	<i>Enterobacter</i>	<i>Enterobacter</i> sp1
	SII. 1	3	k/k	+	+	-	+	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus</i> sp1
	SII. 2	4	m/m	-	+	-	-	<i>Pseudomonas</i>	<i>Pseudomonas</i> sp2
	SIII. 1	5	k/k	+	+	-	+	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus</i> sp2
	SIII. 2	6	k/k	+	+	-	+	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus</i> sp3
Saus Tomat yang Sudah Digunakan	SBI. 1	7	k/k	+	+	-	+	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus</i> sp4
	SBI.2	8	m/k	+	+	-	+	<i>Enterobacter</i>	<i>Enterobacter</i> sp2
	SBII. 1	9	m/m	-	+	-	-	<i>Pseudomonas</i>	<i>Pseudomonas</i> sp3
	SBII. 2	10	k/k	+	+	-	+	<i>Enterobacter</i>	<i>Enterobacter</i> sp3
	SBIII.1	11	k/k	+	+	-	+	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus</i> sp5
	SBIII.2	12	m/m	-	+	-	-	<i>Pseudomonas</i>	<i>Pseudomonas</i> sp4

Ket: TSIA : m/k (*slant* merah/ , SIM: + (motil) , SCA: + (menggunakan sitrat)
 (*butt* kuning) - (non motil) - (tidak menggunakan sitrat)
 Gas dan H₂S: + (reaksi positif) ,
 - (reaksi negatif)

Tabel 2. menunjukkan bahwa dari 12 isolat bakteri yang diidentifikasi melalui uji biokimia merupakan kelompok bakteri yang memiliki karakteristik yang serupa dengan genus *Bacillus*, *Enterobacter* dan *Pseudomonas*. Dapat dilihat pada tabel, genus *Bacillus* dapat ditemukan pada isolat 3, 5, 6, 7 dan 11. Genus *Enterobacter* pada isolat 2, 8 dan 10, serta genus *Pseudomonas* pada isolat 1, 4, 9 dan 12. Penentuan genus dan kode spesies dari hasil penelitian ini juga berdasarkan hasil pengamatan morfologi dan hasil uji pewarnaan gram pada Tabel 1.

Berikut jenis-jenis bakteri yang di ambil dari tiga tempat yang berbeda.

Tabel 3. Jenis-Jenis Bakteri pada Saus Tomat

Sampel	Stasiun	Kultur Bakteri	Kode Spesies
Saus Tomat yang Belum Digunakan	1	Isolat 7	<i>Pseudomonas</i> sp1
		Isolat 8	<i>Enterobacter</i> sp1
	2	Isolat 9	<i>Bacillus</i> sp1
		Isolat 10	<i>Pseudomonas</i> sp2
	3	Isolat 11	<i>Bacillus</i> sp2
		Isolat 12	<i>Bacillus</i> sp3
Saus Tomat yang Sudah Digunakan	1	Isolat 13	<i>Bacillus</i> sp4
		Isolat 14	<i>Enterobacter</i> sp2
	2	Isolat 15	<i>Pseudomonas</i> sp3
		Isolat 16	<i>Enterobacter</i> sp3
	3	Isolat 17	<i>Bacillus</i> sp5
		Isolat 18	<i>Pseudomonas</i> sp4

Berdasarkan Tabel 3. dapat diketahui bahwa ditemukan tiga genus bakteri pada saus tomat yang belum digunakan, yaitu bakteri dari genus *Pseudomonas*, *Enterobacter* dan *Bacillus*. Begitu juga dengan saus tomat yang sudah digunakan pada bakso bakar ditemukan tiga genus, yaitu *Bacillus*, *Enterobacter* dan *Pseudomonas*.

Berikut penjelasan masing-masing genus bakteri yang diidentifikasi dari saus tomat yang belum digunakan dan saus tomat yang sudah dioleskan pada bakso bakar berdasarkan Tabel 2.

1. Genus *Bacillus*

Berdasarkan hasil penelitian melalui pengamatan uji biokimia, *Bacillus* sp1, *Bacillus* sp2, *Bacillus* sp3, *Bacillus* sp4 dan *Bacillus* sp5 memiliki kemiripan ciri-ciri dengan genus *Bacillus*. Gambar hasil uji biokimia pada media agar SCA, TSIA, dan SIM bakteri genus *Bacillus* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Reaksi uji biokimia pada media SCA, TSIA, dan SIM pada bakteri genus *Bacillus* sebelum dan sesudah isolasi bakteri (Data primer penelitian, 2016).

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, Genus *Bacillus*.

Dari hasil penelitian, bahwa *Bacillus* sp1, *Bacillus* sp2, *Bacillus* sp3, *Bacillus* sp4 dan *Bacillus* sp5 menggunakan sitrat sebagai salah satu sumber karbon dan energi, menunjukkan kemampuannya dalam memfermentasikan laktosa dan sukrosa, bersifat motil, tidak terjadi pembentukan H₂S dalam metabolismenya dan menghasilkan gas. Berdasarkan ciri-ciri di atas, isolat bakteri ini termasuk genus *Bacillus*, grup 13 (berbentuk bulat dan batang, berendospora, dan gram positif) (Bergeys, 1994). Meskipun terdapat beberapa hasil uji biokimia yang berbeda, namun spesies-spesies yang ditemukan tersebut memiliki kemiripan dengan genus *Bacillus* tetapi spesiesnya yang berbeda.

Seperti hasil penelitian yang dilakukan oleh Maria Yuli Endah Pratita dan Surya Rosa Putra (2012), yang menemukan bakteri dari genus *Bacillus* sp pada sumber mata air panas di Songgoriti. *Bacillus* sp merupakan bakteri yang berasal dari genus Gram positif yang memiliki sifat aerob obligat maupun aerob fakultatif dan membentuk endospora pada kondisi lingkungan tertentu. Menurut Holt, *et al.*, (1994) bakteri *Bacillus* sp tersebar luas pada bermacam-macam habitat dan sedikit spesies yang patogen. Genus ini mampu tumbuh lebih cepat dengan jumlah spesies yang tinggi. Suhu tumbuh optimum pada 28°C-35°C.

2. Genus *Enterobacter*

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, genus *Enterobacter* sp1, *Enterobacter* sp2 dan *Enterobacter* sp3 memiliki kemiripan karakteristik dengan genus *Enterobacter*. Berikut hasil uji biokimia yang menunjukkan genus *Enterobacter*.



Gambar 6. Reaksi uji biokimia pada media SCA, TSIA, dan SIM pada bakteri genus *Enterobacter* sebelum dan sesudah isolasi bakteri (Data primer penelitian, 2016).

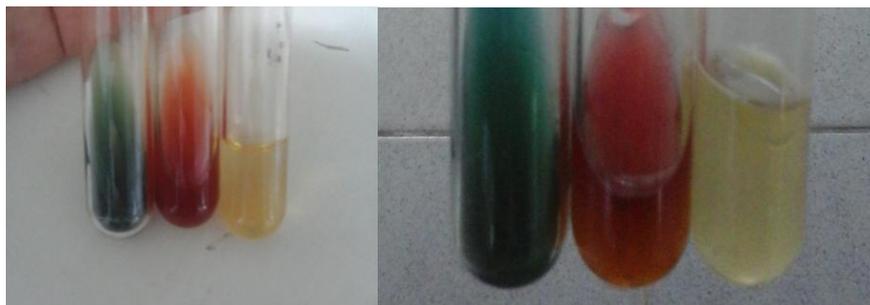
Klasifikasi bakteri ini berdasarkan buku identifikasi bakteri *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology Seventh Edition* oleh Robert S. Breed, *et al.*, (1957) adalah Division Schizophyta, Classis Schizomycetes, Ordo Eubacteriales, Familia Enterobacteriaceae, Genus *Enterobacter*. Genus ini dikenal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

Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa genus *Enterobacter* sp1, *Enterobacter* sp2 dan *Enterobacter* sp3 menggunakan sitrat sebagai salah satu sumber karbon dan energi, menunjukkan kemampuannya dalam memfermentasikan laktosa dan sukrosa, bersifat motil, tidak terjadi pembentukan H_2S dalam metabolismenya dan membentuk gas. Nur Hidayat, *dkk.*, (2006) menambahkan bahwa bakteri *Enterobacter* juga menggunakan hidrokarbon sebagai salah satu sumber karbon dalam pembentukan energi dan pertumbuhannya. Berdasarkan ciri-ciri diatas isolat bakteri ini merupakan genus *Enterobacter* grup 5 (berbentuk batang, Anaerobik fakultatif dan gram negatif) (Bergeys, 1994).

Seperti hasil penelitian yang dilakukan oleh Dennis Soeliongan, *dkk.*, (2013) yang menemukan genus *Enterobacter* pada kue siap saji yang dijual di pasar tradisional di kota Manado. Spesies ini merupakan bakteri patogen oportunistik, ketika pertahanan normal tidak kuat khususnya pada bayi usia lanjut pada stadium akhir dari penyakit lain atau setelah pengobatan dengan imuno supresan (Dennis Soeliongan, *dkk.*, 2013).

3. Genus *Pseudomonas*

Berdasarkan hasil penelitian melalui pengamatan uji biokimia, *Pseudomonas* sp1, *Pseudomonas* sp2, *Pseudomonas* sp3 dan *Pseudomonas* sp4 memiliki kemiripan ciri-ciri dengan genus *Pseudomonas*. Gambar hasil uji biokimia pada media agar SCA, TSIA, dan SIM bakteri genus *Pseudomonas* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Reaksi uji biokimia pada media SCA, TSIA, dan SIM pada bakteri genus *Pseudomonas* sebelum dan sesudah isolasi bakteri (Data primer penelitian, 2016).

Klasifikasi bakteri *Pseudomonas* berdasarkan buku identifikasi bakteri *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology Seventh Edition* (Robert S. Breed *et al*, 1957) adalah Division Schizophyta, Classis Schizomycetes, Ordo Pseudomondales, Familia Pseudomonadaceae, Genus *Pseudomonas*.

Berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat bahwa *Pseudomonas* sp1, *Pseudomonas* sp2, *Pseudomonas* sp3 dan *Pseudomonas* sp4 menunjukkan bahwa genus ini tidak menggunakan sitrat sebagai salah satu sumber karbon dan energi, tidak mampu memfermentasikan laktosa dan sukrosa, bersifat motil, tidak menghasilkan gas dan tidak terjadi pembentukan H₂S dalam metabolismenya. Berdasarkan ciri-ciri diatas isolat bakteri ini merupakan genus *Pseudomonas* grup 4 (berbentuk batang dan bulat, Aerobik dan gram negatif) (Bergeys, 1994).

Seperti penelitian yang dilakukan oleh Andreano Ch. Porotu'o, *dkk.*, (2015) yang menemukan genus *Pseudomonas* sp pada jajanan jagung bakar di pinggir jalan ring road Manado. Robert S. Breed *et al* (1957) dalam bukunya *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology Seventh Edition* menjelaskan bahwa pada genus bakteri *Pseudomonas* sendiri terdapat 149 spesies dan 11 spesies tambahan. *Pseudomonas* termasuk bakteri Gram negatif, sel berbentuk batang yang berukuran 0.5-0.8 x 1-3 μ m, respirasi secara aerobik, bergerak dengan flagel diujung, beberapa strain ada yang berflagel lateral, bersifat oksidatif, metabolismenya kemoorganotrofik, katalase-positif, oksidase-positif (Agus Susanto, 2011).

Tahap II: Potensi Hasil Penelitian Sebagai Rancangan Modul Pembelajaran Biologi di SMA

Potensi hasil penelitian sebagai rancangan modul pembelajaran Biologi di SMA kelas X dengan materi karakteristik bakteri *Eubacteria* pada tahap *analysis* dan *design*. Tahapan-tahapan tersebut dijadikan landasan dalam merancang modul dalam pembelajaran biologi Kelas X SMA, sebagai berikut:

A. Analysis

Berdasarkan hasil analisis kurikulum dapat diinventarisir beberapa topik/kajian yang berkaitan dengan hasil penelitian, berupa KI-KD di kelas X SMA yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kompetensi Dasar (KD) Yang Dapat Dijadikan Rancangan Modul Pembelajaran Biologi SMA Kelas X.

Satuan Pendidikan	Kelas	KD
SMA/MA	X (Sepuluh)	Kompetensi Dasar (KD): 3.4 Menerapkan prinsip klasifikasi untuk menggolongkan <i>archaebacteria</i> dan <i>eubacteria</i> berdasarkan ciri-ciri dan bentuk melalui pengamatan secara teliti dan sistematis.
		Kompetensi Dasar (KD): 4.6 Menyajikan data tentang ciri-ciri dan peran <i>archaebacteria</i> dan <i>eubacteria</i> dalam kehidupan berdasarkan hasil pengamatan dalam bentuk laporan tertulis.

KD ini menuntut pembelajaran yang mengharuskan adanya metode praktikum dan teori. Dari analisis tersebut, dijadikan acuan dalam tahap perancangan (*Design*) modul pembelajaran biologi di SMA.

B. *Design*

Tahap selanjutnya dilakukan perancangan terhadap modul yang dapat dikembangkan nantinya sebagai bahan ajar alternatif. Lembar kerja siswa yang dirancang peneliti berupa modul materi karakteristik bakteri *Eubacteria*. Adapun rancangan modul pembelajaran biologi yang akan dibuat adalah sebagai berikut:

1. Cover (pokok bahasan, nama penulis, nama mata pelajaran).
2. Kata pengantar, Daftar Isi, Daftar Gambar.
3. Kompetensi yang akan dicapai (KI, KD, Materi Pokok, Indikator, IPK).
4. Panduan penggunaan modul.
5. Pendahuluan.
6. Kegiatan belajar.
7. Rangkuman dan Tes Formatif.
8. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut.
9. Kunci jawaban tes formatif.
10. Daftar pustaka dan *Glosarium*.

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

SIMPULAN

Isolat bakteri yang ditemukan pada saus tomat yang belum digunakan dan yang sudah digunakan (dioletkan) pada bakso bakar di sekitar kampus Universitas Riau terdiri dari 3 genus yakni genus *Bacillus*, *Enterobacter* dan *Pseudomonas*. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai rancangan Modul Pembelajaran Biologi di SMA guna memperkaya bahan ajar pada konsep karakteristik bakteri *Eubacteria*.

REKOMENDASI

Beberapa rekomendasi dari penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian identifikasi sampai pada tingkatan spesies. Perlu dilakukan penelitian identifikasi bakteri pada saus tomat yang ada di pasar tradisional. Dan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut hingga tahap *Development, Implementation, dan Evaluation*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Susanto. 2011. Degradasi Bahan Organik Limbah Cair Nanas Oleh Bakteri Indigen. *Jurnal Kesehatan*, 1 (4): 151-156. Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Metro Lampung.
- Andreano Ch. Porotu'o, Velma Buntuan dan Fredine Rares. 2015. Identifikasi Bakteri Aerob Pada Makanan Jajanan Jagung Bakar Di Pinggiran Jalan Ring Road Manado. *Jurnal e-Biomedik (eBm)*, 3 (1): 1-8. Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Bambang Yudono, Sri Pertiwi Estuningsih, M. Said, Sabarudin dan Adipati Napoleon. 2013. Eksplorasi Bakteri Indigen Pendegradasi Limbah Minyak Bumi di Wilayah PT Pertamina UBEP Limau Muara Enim. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*. Lampung.
- BAPSI UR. 2012. *LAKIP Universitas Riau*. <http://bapsi.unri.ac.id/wp-content/uploads/2013/04/BAB-I.docx.pdf> (Diakses 20 Agustus 2016).
- Dennis Soeliongan, Fredine Rares dan Olivia Waworuntu. 2013. Identifikasi Bakteri Aerob Patogen Yang Di Isolasi Dari Kue Siap Saji Yang Dijual Di Pasar Tradisional Di Kota Manado. *Jurnal e-Biomedik (eBM)*, 1 (3): 1-3. Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Deviyanti Pasalu, Saifuddin Sirajuddin dan Ulfah Najamuddin. 2013. Analisis Total Mikroba Dan Jenis Mikroba Patogen Pada Jajanan Anak Di SDN Kompleks Mangkura Kota Makassar. *Jurnal Gizi dan Pangan*: 1-10. Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Fitri Nadifah, Maria Yasintha Bhoga1 dan Yuliana Prasetyaningsih. 2014. Kontaminasi Bakteri Pada Saus Tomat Mie Ayam di Pasar Condong Catur Sleman Yogyakarta Tahun 2013. *Jurnal Ilmiah Biologi*, 2 (1): 30-33. Program Studi D3 Analisis Kesehatan STIKES Guna Bangsa. Yogyakarta.
- Gea SI. 2009. Hygiene Sanitasi dan Analisa Cemaran Mikroba yang Terdapat pada Saus Tomat dan Saus Cabe Isi Ulang yang digunakan di Kantin di Lingkungan

Universitas Sumatera Utara Tahun 2009. *Skripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara. Medan.

Holt, J.G, Krieg, N.R, Sneath, P.H.A, Staley, J.T, dan William, S.T. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Lippicolt William and Wilkins, New York.

Koes Irianto. 2006. *Mikrobiologi, Menguak Dunia Mikroorganisme Jilid I*. CV. Yrama Widya. Bandung.

Maria Yuli Endah Pratita dan Surya Rosa Putra. 2012. Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Termofilik Dari Sumber Mata Air Panas Di Songgoriti Setelah Dua Hari Inkubasi. *Jurnal Teknik Pomits*, 1 (1): 1-5. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya.

Nur Hidayat, Masdiana C. Padaga dan Sri Suhartini. 2006. *Mikrobiologi Industri*. ANDI. Yogyakarta.

Robert S. Breed, E.G.D. Murray and Nathan R. Smith. 1957. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology seventh edition*. The Williams and Wilkins Company. United State of America.