

**IDENTIFICATION OF COLIFORM BACTERIA IN THE ICE CUBES
AND ICE CRYSTALS USED FRUIT JUICE SELLER AND STALLS
AROUND THE UNIVERSITY OF RIAU AS THE POTENTIAL
DEVELOPMENT OF TEACHING HIGH
SCHOOL BIOLOGY MODULE**

Sumarni, Irda Sayuti², Evi Suryawati³

*e-mail: marny0810@gmail.com, Irdasayuti63@gmail.com, Evien_riau@yahoo.com

Phone: +6282283015031

Study Program of Biology Education, Faculty of Teacher Training and Education
University Of Riau

Abstract: *This study aims to determine the identification of Coliform bacteria in the ice cubes and ice crystals used fruit sellers and stalls as potential learning module design Biology at a high school in May to June 2016. The research was conducted in two stage laboratory research and design stage of learning modules. This type of research is descriptive and conducted by examination in the laboratory. Sampling technique in this study, done by using purposive sampling method. The results showed that the isolated bacteria found in ice cube consists of five genera, namely Bacillus sp, Pseudomonas, Enterobacter, Citrobacter, and Micrococcus while on ice crystals found in four genera, namely genus Bacillus sp, Enterobacter, Citrobacter and Micrococcus. Based on the analysis of the potential of the research result can be used as the development of the concept Eubacteria module design for high school student.*

Keywords: *Coliform, Ice Cube, Ice Crystal, Module Design*

IDENTIFIKASI BAKTERI COLIFORM PADA ES BATU DAN ES KRISTAL YANG DIGUNAKAN PENJUAL JUS BUAH DAN WARUNG DI SEKITAR KAMPUS UNIVERSITAS RIAU SEBAGAI POTENSI PENGEMBANGAN BAHAN AJAR MODUL PADA PEMBELAJARAN BIOLOGI SMA

Sumarni, Irda Sayuti², Evi Suryawati³

*e-mail: marny0810@gmail.com, irdasayuti63@gmail.com, Evien_riau@yahoo.com

Phone: +6282283015031

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

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui identifikasi bakteri Coliform pada es batu dan es kristal yang digunakan penjual jus buah dan warung sebagai potensi rancangan modul pembelajaran biologi di Sekolah Menengah Atas pada bulan Mei sampai Juni 2016. 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 es batu terdiri dari lima genus, yaitu *Bacillus* sp, *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Citrobacter* dan *Micrococcus* sedangkan pada es kristal ditemukan empat genus yaitu genus empat genus yaitu, genus *Bacillus* sp, *Enterobacter*, *Citrobacter* dan *Micrococcus*. Berdasarkan analisis potensi hasil penelitian dapat dijadikan sebagai pengembangan rancangan modul pada konsep Eubacteria untuk siswa SMA.

Kata kunci: Coliform, Es Batu, Es Kristal, Rancangan Modul

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan yang tidak tergantikan dalam suatu kehidupan, air yang aman untuk diminum dan digunakan untuk rumah tangga harus bebas dari mikrobial penyebab penyakit dan senyawa kimia yang merugikan kesehatan. Air selain bermanfaat bagi manusia, juga merupakan media yang baik untuk kehidupan bakteri. Bakteri ini dibedakan menjadi dua, yaitu bakteri patogen dan bakteri non-patogen (Suharni, dkk., 2007)

Es batu merupakan salah satu produk pangan pelengkap yang sering dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Hal tersebut didukung oleh kondisi geografis Indonesia yaitu terletak garis khatulistiwa sehingga Indonesia termasuk negara tropis, negara tropis memiliki suhu lingkungan yang hangat. Karena hal tersebut masyarakat Indonesia sering menggunakan es batu sebagai produk pangan pelengkap. Es batu merupakan produk pangan pelengkap karena cara penyajiannya ditambah dengan minuman (Hadi B dan Elizabeth B, 2014)

Menurut Saraswati, dkk., (2010) Es yang dikonsumsi manusia atau es sebagai alat untuk mendinginkan makanan dapat terkontaminasi dengan mikroorganisme patogen dan dapat menjadi wahana untuk infeksi manusia. Timbulnya penyakit yang berkaitan dengan konsumsi es dapat dihubungkan antara lain dengan kurang diperhatikannya faktor kebersihan dan sanitasi dalam penanganan es batu.

Syarat mutu es batu di Indonesia diatur dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3839-1995, mutu dari es batu tersebut harus memenuhi syarat-syarat air minum sesuai Permenkes RI No. 416/Men.Kesehatan/Per/IX/1990 yaitu tidak boleh terdapat bakteri indikator sanitasi (*Coliform/Escherichia coli*) pada es batu tersebut, yang berarti 0 sel *Coliform* per 100 ml. Menurut peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan (POM) nomor 037267/B/SK/VII/89 bahwa batas maksimum pencemaran dari es batu yaitu mempunyai Angka Lempeng Total Bakteri/ALT(30°C, 72 jam) 1×10^4 koloni/g dan mempunyai Angka Partisipasi Murni/APM *Koliform* <3/g. (BPOM, 2009)

Air yang digunakan dalam pembuatan es batu haruslah air yang higienis dan memenuhi standar sanitasi. Sampai saat ini, belum ada peraturan pemberian izin atau rekomendasi kelayakan usaha es batu yang baku ditinjau dari segi higienis dan sanitasi, dikarenakan usaha es batu masih dalam skala kecil dan merupakan usaha rumah tangga, sehingga higienis dan sanitasinya masih diragukan (Hadi B dan Elizabeth B, 2014)

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti ingin mengidentifikasi bakteri yang terdapat pada es batu dan es kristal yang digunakan penjual jus buah dan warung 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 merupakan penelitian deskriptif melalui hasil pemeriksaan atau uji sampel di laboratorium. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas

Kedokteran Universitas Riau pada bulan Mei sampai Juni 2016. Penelitian ini dilakukan dalam 2 tahapan, yaitu tahap eksperimen: identifikasi bakteri Coliform pada es batu dan es kristal dan tahap perancangan modul pembelajaran Biologi SMA. Sampel dari penelitian adalah es batu dan es kristal yang di gunakan penjual jus buah dan warung di sekitar kampus Universitas Riau. Sampel ditentukan dengan teknik *purposive sampling*. Sampel yang diambil dari tempat penjual jus buah dan warung dimasukkan ke dalam botol film yang sudah steril untuk dibawa ke laboratorium. Kemudian sampel tersebut dilakukan pengenceran terlebih dahulu yaitu pengenceran 10^{-4} , pengenceran dilakukan untuk mempermudah dalam melihat koloni yang tumbuh. Tahap awal adalah mengisolasi bakteri Coliform pada es batu dan es kristal 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 es batu dan es kristal. 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 dianalisis secara deskriptif. Setelah diketahui identifikasi bakteri Coliform pada es batu dan es kristal maka dilakukan rancangan pengembangan modul pembelajaran Biologi SMA yang meliputi 2 tahap yaitu tahap analisis dan desain modul.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Identifikasi Bakteri *Coliform* Pada Es Batu dan Es Kristal

a. Identifikasi Morfologi 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).

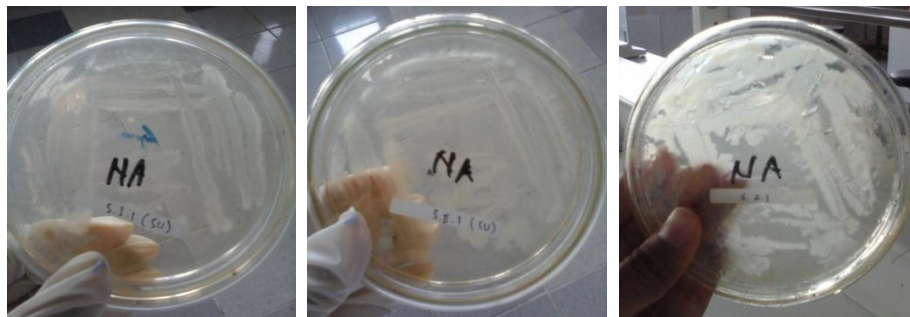
Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan koloni bakteri campuran hasil isolasi dari pengenceran 10^{-4} sampel es batu dan es kristal dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Isolasi campuran bakteri es batu (Data primer penelitian, 2016).

Ket:

- S. 1 : Isolat bakteri dari es batu di jalan Bina Krida
- S. 2 : Isolat bakteri dari es batu di jalan Manyar Sakti
- S. 3 : Isolat bakteri dari es batu di jalan Balam Sakti



Gambar 2. Isolasi bakteri es kristal (Data primer penelitian, 2016).

Ket:

- K. 1 : Isolat bakteri dari es kristal di jalan Bina Krida
- K. 2 : Isolat bakteri dari es kristal di jalan Manyar Sakti
- K. 3 : Isolat bakteri dari es kristal di jalan Balam Sakti

Berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan, gambar dari kedelapan belas isolat bakteri yang diisolasi dari es batu dan es kristal yang di gunakan penjual jus buah dan warung yang telah dimurnikan. Selanjutnya, dilakukan identifikasi morfologi meliputi pengamatan makroskopis, yaitu dengan melihat bentuk, warna, elevasi, permukaan dan tepi koloni sedangkan pada pengamatan mikroskopis yaitu dengan melihat bentuk sel bakteri selanjutnya pewarnaan gram dari isolasi bakteri Coliform pada es batu dan es kristal 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
Es Batu	S.1.1	1	Putih	Undulate	Flat	Irreguler	Bacillus	+
	S.1.2	2	Putih	Undulate	Flat	Irreguler	Bacillus	+
	S.1.3	3	Putih	Undulate	Flat	Irreguler	Bacillus	+
	S.2.1	4	Putih	Entire	Conveks	Circular	Bacillus	-
	S.2.2	5	Krim	Undulate	Flat	Irreguler	Bacillus	+
	S.2.3	6	Krim	Undulate	Flat	Irreguler	Bacillus	-
	S.3.1	7	Putih	Entire	Conveks	Circular	Bacillus	-
	S.3.2	8	Krim	Undulate	Raised	Irreguler	Coccus	+
	S.3.3	9	Krim	Undulate	Flat	Irreguler	Coccus	+
Es Kristal	K.1.1	10	Krim	Undulate	Flat	Irreguler	Coccus	+
	K.1.2	11	Putih	Entire	Conveks	Circular	Bacillus	-
	K.1.3	12	Putih	Undulate	Flat	Irreguler	Coccus	-
	K.2.1	13	Krim	Undulate	Flat	Circular	Bacillus	-
	K.2.2	14	Putih	Undulate	Flat	Irreguler	Bacillus	+
	K.2.3	15	Putih	Undulate	Flat	Irreguler	Bacillus	-
	K.3.1	16	Krim	Undulate	Flat	Irreguler	Bacillus	-
	K.3.2	17	Krim	Undulate	Flat	Irreguler	Bacillus	-
	K.3.3	18	Putih	Entire	Conveks	Circular	Bacillus	-

Ket: Serate (bergerigi) Flat (rata/datar) Rizoid (bentuk akar)
 Entire (tepi rata) Raised (bercabang teratur) Sirkuler (bulat bertepi)
 Undulate (bergelombang) Irreguler (tidak beraturan)
 Lobate (berlekuk), + : bakteri gram positif (ungu) - : bakteri gram negatif (merah)

b. Identifikasi Melalui Uji Biokimia Bakteri

Berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan, dari kedelapan belas isolat bakteri yang telah ditemukan dilakukan identifikasi dengan melakukan uji biokimia bakteri Coliform pada es batu dan es kristal yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Sampel	Kode	Isolat	Uji Biokimia					Genus	Kode Spesies
			TSIA	SCA	SIM	H ₂ S	Gas		
Es Batu	S.1.1	1	k/k	+	+	-	+	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus</i> sp1
	S.1.2	2	k/k	+	+	-	+	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus</i> sp2
	S.1.3	3	k/k	+	+	-	+	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus</i> sp3
	S.2.1	4	m/m	+	+	-	-	<i>Pseudomonas</i>	<i>Pseudomonas</i> sp1
	S.2.2	5	k/k	+	+	-	+	<i>Enterobacter</i>	<i>Enterobacter</i> sp1
	S.2.3	6	k/k	+	+	-	+	<i>Enterobacter</i>	<i>Enterobacter</i> sp2
	S.3.1	7	k/k	+	+	-	-	<i>Citrobacter</i>	<i>Citrobacter</i> sp1
	S.3.2	8	m/k	-	+	-	-	<i>Micrococcus</i>	<i>Micrococcus</i> sp1
	S.3.3	9	m/k	-	+	-	-	<i>Micrococcus</i>	<i>Micrococcus</i> sp2
Es Kristal	S.4.1	10	m/k	-	+	-	-	<i>Micrococcus</i>	<i>Micrococcus</i> sp3
	S.4.2	11	k/k	+	+	-	-	<i>Citrobacter</i>	<i>Citrobacter</i> sp2
	S.4.3	12	k/k	+	+	-	+	<i>Enterobacter</i>	<i>Enterobacter</i> sp3
	S.5.1	13	k/k	+	+	-	-	<i>Citrobacter</i>	<i>Citrobacter</i> sp3
	S.5.2	14	k/k	+	+	-	+	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus</i> sp4
	S.5.3	15	k/k	+	+	-	-	<i>Enterobacter</i>	<i>Enterobacter</i> sp4
	S.6.1	16	k/k	+	+	-	-	<i>Enterobacter</i>	<i>Enterobacter</i> sp5
	S.6.2	17	k/k	+	+	-	-	<i>Enterobacter</i>	<i>Enterobacter</i> sp6
	S.6.3	18	k/k	+	+	-	-	<i>Citrobacter</i>	<i>Citrobacter</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)

Berdasarkan jenis-jenis bakteri es batu dan es kristal yang didapatkan dari hasil penelitian ini, yaitu bakteri genus *Bacillus* sp, *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, dan *Micrococcus*. Berikut penjelasan dari masing-masing genus bakteri limbah minyak bumi yang ditemukan adalah, sebagai berikut:

1. Bakteri Genus *Bacillus*

Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel 4.3, *Bacillus* sp1, *Bacillus* sp2, *Bacillus* sp3 dan *Bacillus* sp4 memiliki kemiripan karakteristik dengan genus *Bacillus* berdasarkan hasil uji biokimia TSIA, SIM, dan SCA. *Bacillus* sp1, *Bacillus* sp2,

Bacillus sp3, dan *Bacillus* sp4 menunjukkan kemampuannya dalam memfermentasikan laktosa dan sukrosa dan menghasilkan gas dan tidak terjadi pembentukan H₂S dalam metabolismenya, bersifat motil, dan menggunakan sitrat sebagai salah satu sumber karbon dan energi. Namun, Spesies *Bacillus* sp1, *Bacillus* sp2, *Bacillus* sp3 dan *Bacillus* sp4 menunjukkan kemampuannya dalam memfermentasikan gula (laktosa, sukrosa, maupun glukosa) dan tidak menghasilkan gas dan tidak terjadi pembentukan H₂S dalam metabolismenya, bersifat motil, dan menggunakan sitrat sebagai salah satu sumber karbon dan energi.

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*.

Menurut Holt, *et al.*, (1994) bakteri *Bacillus* sp. gram positif, motil dengan flagel peritrik. Endospora oval, kadang-kadang bundar atau silinder dan sangat resisten pada kondisi yang tidak menguntungkan. Warna koloni putih susu sampai kekuningan dengan tepian berombak. Bakteri ini bersifat aerobik. Katalase dan oksidase positif. Indol negatif dan mampu memfermentasi glukosa serta laktosa dan sukrosa. Tersebar luas pada bermacam-macam habitat dan sedikit spesies yang patogen. Suhu tumbuh optimum pada 28°C-35°C.

2. Bakteri Genus *Pseudomonas*

Robert S. Breed *et al* (1957) menjelaskan bahwa bakteri *Pseudomonas* memiliki karakteristik sel berbentuk batang, pada pewarnaan Gram menunjukkan warna merah (gram negatif), tidak menghasilkan gas pada fermentasi karbohidrat, bersifat motil dan bersifat aerob, menggunakan sitrat sebagai salah satu sumber karbon bagi metabolismenya

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*.

Bakteri jenis ini tidak mampu memfermentasikan laktosa dan sukrosa pada media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA), hal ini dapat dilihat tidak adanya perubahan warna pada dasar dan lereng media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA). Bakteri ini menggunakan sitrat sebagai salah satu sumber karbon dalam metabolismenya ditunjukkan dengan reaksi positif perubahan warna pada media *Simon Citrate Agar* (SCA) dari warna hijau menjadi biru. Nur Hidayat *dkk* (2006) menambahkan bahwa bakteri ini juga menggunakan hidrokarbon sebagai salah satu sumber karbon dalam proses pembentukan energi dan pertumbuhannya. Bakteri *Pseudomonas* merupakan bakteri bersifat motil, dapat dilihat dengan adanya pertumbuhan menyebar pada media *Sulphite Indole Motility* (SIM).

3. Bakteri Genus *Enterobacter*

Genus *Enterobacter* memiliki karakteristik koloni berbentuk bulat dengan tepian rata, berwarna putih dengan permukaan rata dan tebal, sel bakteri berbentuk batang gram positif, mampu memfermentasikan laktosa dan sukrosa dan menghasilkan gas dalam metabolismenya, menggunakan sitrat sebagai salah satu sumber karbon dan bersifat motil.

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 Enterobacteriaceae, Genus *Enterobacter*. Genus ini dikenal juga dengan nama lain *Aerobacter*.

Bakteri jenis ini mampu memfermentasikan laktosa dan sukrosa dengan baik pada media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA). Hal ini dapat dilihat dengan adanya perubahan warna pada media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA). Sebelum dilakukan isolasi pada agar miring *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA), media ini berwarna merah. Setelah dilakukan inkubasi selama 1x24 jam media ini mengalami perubahan warna dasar dan lereng media menjadi kuning. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri *Enterobacter* memiliki kemampuan dalam memfermentasikan laktosa dan sukrosa dengan baik. Bakteri ini juga tidak menghasilkan gas H₂S, dalam metabolismenya, bakteri *Enterobacter* menggunakan sitrat sebagai salah satu sumber energi. Hal ini ditunjukkan dengan reaksi positif dari media *Simon Citrate Agar* (SCA). Reaksi positif dapat dilihat dengan adanya perubahan warna pada media *Simon Citrate Agar* (SCA) dari hijau menjadi biru. Nur Hidayat *dkk* (2006) menambahkan bahwa bakteri *Enterobacter* juga menggunakan hidrokarbon sebagai salah satu sumber karbon dalam pembentukan energi dan pertumbuhannya. Bakteri *Enterobacter* juga bersifat motil, hal ini dapat dilihat dengan tumbuhnya bakteri secara menyebar pada media *Sulphite Indole Motility* (SIM).

Beberapa penelitian telah menemukan bakteri *Enterobacter* seperti penelitian, Bambang Priadie *dkk* (2012) juga menemukan isolat bakteri *Enterobacter* pada limbah air ternak sapi. Penelitian lainnya, Nur Hidayat, *dkk.*, (2006) menambahkan bahwa bakteri *Enterobacter* juga menggunakan hidrokarbon sebagai salah satu sumber karbon dalam pembentukan energi dan pertumbuhannya.

4. Bakteri Genus *Citrobacter*

Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel 2, *Citrobacter* sp1, *Citrobacter* sp2, *Citrobacter* sp3 dan *Citrobacter* sp4 memiliki kemiripan karakteristik dengan genus *Citrobacter* berdasarkan hasil uji biokimia TSIA, SIM, dan SCA. Bakteri *Citrobacter* sp1, *Citrobacter* sp2, *Citrobacter* sp3 dan *Citrobacter* sp4 menunjukkan kemampuannya dalam memfermentasikan glukosa dan tidak menghasilkan gas dan tidak terjadi pembentukan H₂S dalam metabolismenya, bersifat motil. dan bakteri *Citrobacter* sp1, *Citrobacter* sp2, *Citrobacter* sp3 dan *Citrobacter* sp4 mampu menggunakan sitrat sebagai salah satu sumber karbon dan energi, Namun, bakteri spesies *Citrobacter* sp1, *Citrobacter* sp2, *Citrobacter* sp3 dan *Citrobacter* sp4 menunjukkan kemampuannya dalam memfermentasikan laktosa dan sukrosa dan tidak

menghasilkan gas dan juga tidak terjadinya pembentukan H_2S dalam metabolismenya, bersifat motil, dan menggunakan sitrat sebagai salah satu sumber karbon dan energi.

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 *Citrobacter*.

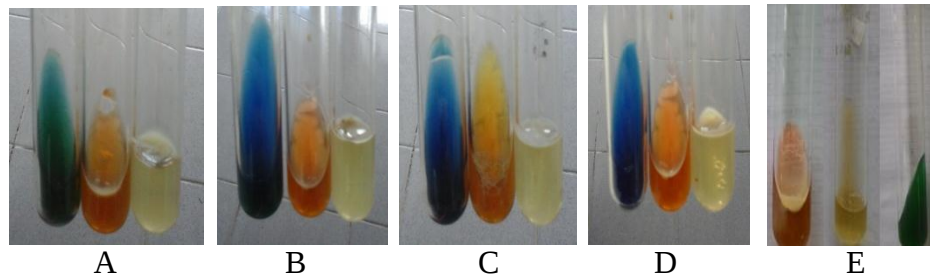
Berdasarkan hasil penelitian tersebut, ditemukan 5 Spesies bakteri limbah minyak bumi dari genus *Citrobacter*. grup 5 (berbentuk batang, Anaerobik fakultatif dan gram negatif) (Bergeys, 1994). Meskipun terdapat beberapa hasil uji biokimia yang berbeda, namun spesies-spesies yang ditemukan tersebut memiliki kemiripan dengan genus *Citrobacter* tetapi spesiesnya yang berbeda. Hal ini sehubungan dengan Dcirovic (dalam wikipedia, 2016) menyebutkan genus *Citrobacter* merupakan bakteri yang mempunyai persebaran terluas di alam dan memiliki anggota 13 spesies dari berbagai macam habitat *Citrobacter* adalah aerobik gram negatif basil. Bakteri ini berbentuk batang panjang dengan panjang biasanya dari 1-5 μm . Kebanyakan *Citrobacter* sel dikelilingi oleh beberapa flagela digunakan untuk bergerak, tetapi beberapa diantaranya non-motil. *Citrobacter* bertanggung jawab untuk mengurangi nitrat menjadi nitrit dalam lingkungan. Konversi ini merupakan tahap penting dalam siklus nitrogen. Bakteri juga membantu dalam daur ulang nitrogen. Untuk metabolisme, *Citrobacter* memiliki kemampuan untuk tumbuh di gliserol sebagai karbon tunggal dan sumber energi (Martha, 2012).

5. Bakteri Genus *Micrococcus*

Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel 2, *Micrococcus* sp1 dan *Micrococcus* sp2 memiliki kemiripan karakteristik dengan genus *Micrococcus* berdasarkan hasil uji biokimia TSIA, SIM, dan SCA. Bakteri spesies *Micrococcus* sp1 dan *Micrococcus* sp2 menunjukkan kemampuannya dalam memfermentasikan glukosa dan tidak menghasilkan gas dan tidak terjadi pembentukan H_2S dalam metabolismenya, bersifat motil, dan tidak menggunakan sitrat sebagai salah satu sumber karbon dan energi.

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 Beggiatoales, Familia Microccaceae, Genus *Micrococcus*.

Menurut Holt, *et al.*, (1994) bakteri *Micrococcus* sp. gram positif, jarang motil dan kebanyakan non motil, koloni berwarna kekuningan sampai merah, tumbuh pada media yang sederhana, katalase positif, indol negatif, pada uji TSIA ada yang mampu memfermentasi glukosa dan ada yang mampu memfermentasi laktosa dan sukrosa, tumbuh optimum pada suhu 25°C-37°C.



Gambar 3. Reaksi biokimia pada media TSIA, SIM dan SCA (A) sesudah isolasi bakteri *Bacillus* sp (B) sesudah isolasi bakteri *Pseudomonas* (C) sesudah isolasi bakteri *Enterobacter* (D) sesudah isolasi bakteri *Citrobacter* (E) sesudah isolasi bakteri *Micrococcus* (Dokumentasi Pribadi).

Lokasi pengambilan sampel es batu dan es kristal yang di gunakan penjual jus buah dan es warung di sekitar kampus Universitas Riau juga mempengaruhi jenis isolat yang teridentifikasi, adapun jenis-jenis bakteri berdasarkan lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 3.

Sampel	Sampel	Kultur Bakteri	Kode Spesies
Es Batu	1	Isolat 1	<i>Bacillus</i> sp1
		Isolat 2	<i>Bacillus</i> sp2
		Isolat 3	<i>Bacillus</i> sp3
	2	Isolat 4	<i>Pseudomonas</i> sp1
		Isolat 5	<i>Enterobacter</i> sp1
		Isolat 6	<i>Enterobacter</i> sp2
	3	Isolat 7	<i>Citrobacter</i> sp1
		Isolat 8	<i>Micrococcus</i> sp1
		Isolat 9	<i>Micrococcus</i> sp2
Es Kristal	1	Isolat 10	<i>Micrococcus</i> sp3
		Isolat 11	<i>Citrobacter</i> sp2
		Isolat 12	<i>Enterobacter</i> sp3
	2	Isolat 13	<i>Citrobacter</i> sp3
		Isolat 14	<i>Bacillus</i> sp4
		Isolat 15	<i>Enterobacter</i> sp4
	3	Isolat 16	<i>Enterobacter</i> sp5
		Isolat 17	<i>Enterobacter</i> sp6
		Isolat 18	<i>Citrobacter</i> sp4

B. Potensi Hasil Penelitian Sebagai Rancangan Modul Pembelajaran Biologi Kelas X SMA

Isolasi dan identifikasi yang telah dilakukan pada penelitian ini dijadikan sebagai rancangan modul dengan materi karakteristik bakteri Eubacteria yang disederhanakan menjadi tahap *Analysis* potensi dan *Design* modul pembelajaran. Alur atau tahapan perancangan modul pembelajaran biologi kelas X SMA dapat dilihat pada Lampiran 12. Tahapan-tahapan tersebut dijadikan landasan dalam merancang modul dalam pembelajaran biologi kelas X SMA, sebagai berikut:

a. Analisis

Berdasarkan hasil analisis kurikulum terdapat topik/kajian yang berkaitan dengan hasil penelitian, berupa KD di mata pelajaran Biologi SMA yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kompetensi Dasar (KD) yang berkaitan dengan hasil penelitian.

Satuan Pendidikan	Kelas	KD	Uraian Materi	Potensi Pengembangan
SMA/MA	X	3.4 Menerapkan prinsip klasifikasi untuk menggolongkan Archaeobacteria dan Eubacteria berdasarkan ciri-ciri dan bentuk melalui pengamatan secara teliti dan sistematis	Archaeobacteris	Modul
		4.4 Menyajikan data tentang ciri-ciri dan peran Archaeobacteria dan Eubacteria dalam kehidupan berdasarkan hasil pengamatan dalam bentuk laporan tertulis	Archaeobacteria	LKPD

Salah satu materi pokoknya mengenai karakteristik bakteri Eubacteria. KD ini menuntut pembelajaran yang mengharuskan adanya metode praktikum dan teori. Maka dari itu perancangan modul diharapkan sebagai salah satu alternatif pemecahan masalah pada KD 3.4 untuk pembelajaran terkait pemantapan teori atau materi pembelajaran (kognitif) sedangkan pada KD 4.4 untuk penuntun pembelajaran praktikum di sekolah (psikomotor). Dari analisis tersebut, dijadikan acuan dalam tahap perancangan (*Design*) modul pembelajaran biologi kelas X SMA.

b. Desain

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 modifikasi struktur rancangan modul pembelajaran biologi yang akan dibuat mengacu pada Format Depdiknas (2008) dan Yustina (2010), dapat dilihat pada Gambar 4.

1. Cover (Judul, Nama Penulis, Pokok Bahasan)
2. Kata Pengantar, Daftar Isi, Daftar Gambar
3. Kompetensi yang akan dicapai (KI, KD, Sumber Rujukan, Materi Pokok, Indikator, ITPK)
4. Panduan Penggunaan Modul Pembelajaran
5. Pendahuluan
6. Kegiatan Belajar (Informasi Pendukung, Lembar Kegiatan dan Latihan
7. Rangkuman
8. Tes Formatif
9. Umpan Balik
10. Tindak Lanjut
11. Kunci Jawaban Tes Formatis
12. Daftar Pustaka
13. Glosarium

Gambar 4. Struktur Modifikasi Rancangan Modul Pembelajaran.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

KESIMPULAN

1. Isolat bakteri yang ditemukan pada es batu dan es kristal yang digunakan penjual jus buah dan warung di sekitar kampus Universitas Riau yaitu pada es batu ditemukan lima genus diantaranya genus *Bacillus* sp, *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Citrobacter* dan *Micrococcus* sedangkan pada es kristal ditemukan empat genus, yaitu *Bacillus* sp, *Enterobacter*, *Citrobacter* dan *Micrococcus*
2. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai rancangan modul pembelajaran Biologi SMA guna memperkaya bahan ajar pada konsep karakteristik bakteri Eubacteria.

REKOMENDASI

1. Perlu dilakukan identifikasi bakteri pada es balok yang digunakan penjual jus buah
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut hingga tahap *Development, Implementation*, dan *Evalution*.

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Priadie, Rebiet Rimba Rinjani dan Zastya Marisa Arifin. 2012. Isolasi dan Identifikasi Bakteri dari Perairan Tercemar untuk Menunjang Upaya Bioremididasi Badan Air. *Kolokium Hasil Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air*. Pusat Litbang Sumber Daya Air. Bandung.
- Cowan, S.T. 1974. *Manual for the Identification of Medical Bacteria*. Cambridge University Press.Great Britain.
- Depdiknas. 2008. Panduan Pengembangan Bahan Ajar. Departemen Pendidikan Nasional. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas. Jakarta.
- Hadi B dan Elizabeth B. 2014. Uji Bakteriologis Es Batu Rumah Tangga Yang Digunakan Penjual Minuman Di Pasar Lubuk Buaya Kota Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*. Padang.
- Hartati, M. 2013. Praktikum bakteri uji tsia. (Online) <http://hartatimonda.blogspot.co.id/2013/12/praktikum-bakteri-uji-tsia.html>(diakses 01 Juni 2016). (Diakses tanggal 23 April 2016)
- 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.
- 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.
- Saraswati, A.M., Nufadianti, G., Samiah, R.,Setiowati, V. dan Elfidasari, D. 2010. Perbandingan Kualitas Es di Lingkungan Universitas Al Azhar Indonesia dengan Restoran Fast Food di Daerah Senayan dengan Indikator Jumlah *Escherichia coli* Terlarut. Skripsi (Diterbitkan). Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Al Azhar Indonesia.
- Suriawiria, U. 2008. Mikrobiologi Air dan Dasar-dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis. Bandung: Penerbit Alumni
- Suharni, 2007. *Mikrobiologi air dan dasar-dasar pengolahan buangan secara biologis*. Bandung: Penerbit Alumni.
- Yustina. 2010. Modul Pembelajaran. FKIP Universitas Riau. Pekanbaru.