

**TEST *Escherichia coli* IN COCONUT ICE DRINK THAT ARE SOLD
IN SUKA KARYA STREET TAMPAN DISTRICT PEKANBARU CITY
AS MODULE DESIGN ON THE EUBACTERIA CONCEPT
IN SENIOR HIGH SCHOOL CLASS X**

Indah Maya Istanti¹, Irda Sayuti², Sri Wulandari³

*e-mail: indahmayaistanti@gmail.com, irdasayuti63@gmail.com, wulandari_sri67@yahoo.co.id
Phone Number: 081277582472,

*Study Program of Biology Education
Faculty of Teacher Training and Education
University of Riau*

Abstract: *This research aims to know the presence of the bacteria *Escherichia coli* on coconut ice drink that are sold in Suka Karya street Tampan district Pekanbaru city in October 2018 to May 2019. This research is an descriptive study was conducted with the 2 phases that is phase test the bacteria *Escherichia coli* in the lab and phase module design. The samples are taken by purposive sampling method are purchased from 3 sellers of coconut ice drink in Suka Karya street Tampan district Pekanbaru city based on criteria that assigned. Test *Escherichia coli* using the method Most Probable Number (MPN) with three stages of the test which consists of presumptive test, confirmative test and complete test using different growing media and incubated at 37°C temperature during 2x24 hours. The results obtained that from 3 samples examined obtained, 1 samples contaminated by *Escherichia coli*. Research results are then used as module design on the Eubacteria concept in senior high school class X.*

Key Words: *Escherichia coli, Coconut Ice Drink, Module design*

UJI BAKTERI *Escherichia coli* PADA MINUMAN ES KELAPA MUDA YANG DIJUAL DI JALAN SUKA KARYA KECAMATAN TAMPAN KOTA PEKANBARU SEBAGAI RANCANGAN MODUL PADA KONSEP EUBACTERIA DI SMA KELAS X

Indah Maya Istanti¹, Irda Sayuti², Sri Wulandari³

*e-mail: indahmayaistanti@gmail.com, irdasayuti63@gmail.com, wulandari_sri67@yahoo.co.id
Nomor HP: 081277582472,

Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Riau

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan bakteri *Escherichia coli* pada minuman es kelapa muda yang dijual di Jalan Suka Karya Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru pada bulan Oktober 2018 hingga Mei 2019. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang terdiri atas dua tahap yaitu tahap uji bakteri *Escherichia coli* di Laboratorium dan tahap rancangan modul. Sampel penelitian diambil dengan metode *purposive sampling* yang dibeli dari 3 penjual minuman es kelapa muda di Jalan Suka Karya Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. Uji bakteri *Escherichia coli* dilakukan dengan menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN) yang terdiri dari tiga tahapan yaitu uji perkiraan (*presumptive test*), uji penegasan (*confirmative test*) dan uji pelengkap (*complete test*) dengan menggunakan media tumbuh yang berbeda dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 2x24 jam. Hasil Penelitian didapatkan dari 3 sampel yang diteliti, 1 sampel terkontaminasi oleh bakteri *Escherichia coli*. Hasil penelitian kemudian dapat digunakan sebagai rancangan modul pembelajaran konsep Eubacteria pada Mata Pelajaran Biologi SMA Kelas X.

Kata kunci : *Escherichia coli*, Minuman Es Kelapa Muda, Rancangan Modul

PENDAHULUAN

Minuman es kelapa muda adalah jenis minuman tradisional yang dibuat dari air dan daging kelapa muda. Minuman es kelapa muda memiliki kadar air dan kalium yang cukup tinggi. Kadar air pada kelapa muda sekitar 80% dan kalium 20%. Menurut Hamid M (2014), kadar air dan kalium yang tinggi ini merupakan media yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme karena air kelapa muda mengandung nutrisi lengkap untuk pertumbuhan bakteri, terutama asam laktat sehingga menyebabkan air kelapa muda tidak tahan lama jika dibiarkan di suhu ruang, dan apabila tidak ingin langsung di minum, dapat disimpan dalam lemari es untuk tetap menjaga kesegarannya.

Escherichia coli adalah bakteri normal yang ada dalam saluran pencernaan manusia dan menjadi patogen jika jumlah bakteri ini dalam saluran pencernaan meningkat atau berada di luar usus (Hadi *et al.*, 2014). *Escherichia coli* tergolong kedalam bakteri *Coliform* digunakan sebagai indikator sanitasi pada air dan makanan. Berdasarkan peraturan BPOM RI tahun 2009 telah menetapkan batas maksimum cemaran bakteri *Coliform* dalam minuman, yaitu kurang dari 3 dalam 100 ml. Sementara itu, sesuai dengan Permenkes RI Nomor 1096/Menkes/Per/VI/2011 tentang persyaratan makanan dan minuman, bahwa jumlah dari *Escherichia coli* pada makanan dan minuman adalah 0, artinya jenis bakteri ini tidak diperbolehkan terdapat di dalam makanan ataupun minuman yang dikonsumsi manusia.

Sampai saat ini, kesadaran masyarakat akan higiene dan sanitasi masih sangat rendah. Hal ini dibuktikan dengan survei peneliti pada beberapa penjual minuman es kelapa muda yang berada di Jalan Suka Karya Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru, dimana diperoleh gambaran bahwa rata-rata penjual minuman es kelapa muda belum menerapkan aspek higiene dan sanitasi. Penjual menyajikan minuman es kelapa muda tanpa mencuci tangan terlebih dahulu. Para penjual minuman es kelapa muda juga menggunakan lap kotor untuk membersihkan meja dan peralatan. Selain itu, lokasi penjualan minuman es kelapa muda yang dekat dengan jalan dan pembuangan sampah serta parit menyebabkan menjadi mudah tercemar. Tercemarnya minuman es kelapa muda yang dikonsumsi dapat menyebabkan keracunan pangan. Sehingga perlu dilakukan analisis mikrobiologis untuk menentukan keamanan dan kualitas dari minuman es kelapa muda.

Berdasarkan hasil analisis terhadap kurikulum 2013, data hasil penelitian dapat digunakan sebagai bahan ajar pengayaan pada materi pembelajaran KD 3.5 kelas X SMA. Salah satu contoh bahan ajar yang dikembangkan adalah modul. Modul merupakan bahan ajar tertulis yang disiapkan oleh seorang guru untuk memperkaya pengetahuan siswa dan membantu belajar siswa karena bersifat lebih ringkas dan praktis. Dengan cara tersebut, diharapkan siswa dapat lebih mudah mempelajari dan memahami materi ciri-ciri bakteri *Escherichia coli* serta dapat menambah referensi dan wawasan peserta didik. Berdasarkan latar belakang, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Uji Bakteri *Escherichia coli* pada Minuman Es Kelapa Muda yang Dijual di Jalan Suka Karya Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru sebagai Rancangan Modul pada Konsep Eubacteria di SMA Kelas X”.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran dan kampus Fakultas keguruan dan Ilmu Pendidikan Binawidya Universitas Riau pada bulan Oktober 2018 hingga Mei 2019. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dimana pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode survei yang terdiri dari dua tahap yaitu uji bakteri *Escherichia coli* dengan metode MPN (*Most Probable Number*) dengan seri tabung 5-1-1 di Laboratorium dan tahap perancangan modul dari hasil penelitian.

Tahap uji bakteri *Escherichia coli* terdiri atas tiga tahap yaitu, uji penduga, uji penegasan dan uji pelengkap. Alat yang digunakan adalah alat-alat laboratorium mikrobiologi yaitu neraca analitik, spatula, *hot plate*, pipet ukur, tabung durham, tabung reaksi, rak tabung reaksi, inkubator, autoklaf, gelas ukur, gelas kimia, jarum ose, cawan petri, lampu bunsen, korek api, kertas label, kapas, batang pengaduk, kamera, termometer, kertas lakmus, pipet tetes, spidol, sarung tangan karet, masker, *ice box*. Bahan yang digunakan adalah sampel minuman es kelapa muda, alkohol 70%, kapas, *aquades*, *Lactose Broth* (LB), *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB) dan endo agar.

Sampel minuman es kelapa muda diambil dari Jalan Suka Karya Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *Purposive Sampling*. Sampel diambil dari 3 penjual minuman es kelapa muda berdasarkan atas pertimbangan ilmiah tertentu dan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan peneliti. Sampel kemudian akan dibawa ke laboratorium untuk dilakukan uji penduga. Apabila uji penduga positif maka dilanjutkan dengan uji penegasan. Jika uji penegasan positif dilanjutkan uji pelengkap, jika negatif pengujian selesai. Bila semua pengujian sudah menunjukkan hasil, dilakukan pengumpulan hasil dan melakukan interpretasi hitung angka MPN berdasarkan tabel MPN. Selanjutnya data hasil penelitian dibandingkan dengan peraturan BPOM RI tahun 2009 tentang batas cemaran *Coliform* dalam minuman, Permenkes RI No. 1096/Menkes/Per/VI/2011 tentang jumlah *Escherichia coli* dalam minuman dan Kepmenkes RI No.942/Menkes/SK/VII/2003 tentang Pedoman Persyaratan Higiene Sanitasi Makanan Jajanan dari hasil survei peneliti dan wawancara dengan penjual.

Data hasil penelitian uji bakteri *Escherichia coli* pada minuman es kelapa muda akan dijadikan sebagai rancangan modul pembelajaran. Rancangan modul dilakukan melalui dua tahap yaitu tahap analisis dan desain. Pada tahap analisis dilakukan analisis terhadap standar isi pada kurikulum 2013 yang meliputi analisis terhadap silabus dan kompetensi dasar (KD) pada pembelajaran biologi kelas X di SMA. KD yang dipilih adalah KD yang memiliki potensi untuk dikembangkan yaitu KD 3.5 yaitu “mengidentifikasi struktur, cara hidup, reproduksi dan peran bakteri dalam kehidupan”. Selanjutnya dilakukan perancangan terhadap modul yang akan dibuat berdasarkan format modul menurut Depdiknas (2008).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Bakteri *Escherichia coli*

Hasil penelitian yang telah dilakukan pada 3 sampel minuman es kelapa muda dengan seri tabung 5-1-1 yang berasal dari 3 lokasi yang ada di Jalan Suka Karya Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru, diperoleh hasil uji penduga yang dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Perkiraan (*Presumptive Test*) Pada Sampel Minuman Es Kelapa Muda

No	Sampel	Sampel 10 ml					Sampel 1 ml	Sampel 0,1 ml	Kombinasi Tabung Positif	Index MPN Sementara dalam 100 ml
1	Sampel A (Lokasi 1)	+	+	+	+	-	+	+	4-1-1	27
2	Sampel B (Lokasi 2)	+	+	+	+	-	+	+	4-1-1	27
3	Sampel C (Lokasi 3)	+	+	+	-	-	+	+	3-1-1	16

Keterangan :

+ = Ada gelembung gas di dalam tabung durham

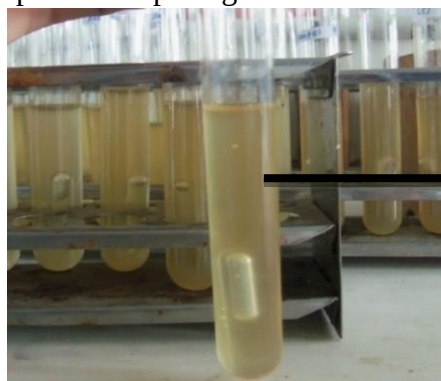
- = Tidak ada gelembung gas di dalam tabung durham

Lokasi 1 = tempat berjualan berada di pinggir jalan dan berdebu, konstruksi bangunan kurang layak digunakan, sanitasi tidak baik, higienis penjual kurang bersih.

Lokasi 2 = tempat berjualan sangat dekat dengan tempat pembuangan sampah, bau dan becek, peralatan tidak dibersihkan, sanitasi tidak baik, higienis penjual kurang bersih.

Lokasi 3 = tempat berjualan dekat dengan jalan dan berdebu, tidak tersedia tempat pembuangan sampah, higienis penjual kurang bersih.

Sedangkan hasil media *Lactose Broth* (LB) yang positif terdapat gelembung gas pada tabung durham dapat dilihat pada gambar 1.



Terdapat gelembung gas di dalam tabung durham

Gambar 1. Gelembung gas di dalam tabung durham berisi LB
(Sumber: Dokumentasi Penelitian, 2018)

Berdasarkan Tabel 1, menunjukkan hasil pemeriksaan uji perkiraan pada tiga sampel minuman es kelapa muda. Tanda “+” menunjukkan terbentuknya gelembung gas pada tabung durham yang menandakan di dalam tabung terdapat bakteri yang mampu memfermentasikan laktosa seperti *Coliform* sehingga menghasilkan gas dan asam serta menyebabkan kekeruhan pada media LB dan dihitung sebagai tabung positif. Menurut Kusuma (2009), proses fermentasi laktosa dalam media LB karena adanya bakteri *Coliform* fekal (*Escherichia coli*). Fermentasi laktosa dengan adanya energi yang dihasilkan oleh bakteri akan menghasilkan asam piruvat dan asam asetat, kemudian muncul gelembung gas CO₂ dalam tabung durham. Sementara tanda “-” menunjukkan tidak terbentuknya gelembung gas pada tabung yang menandakan tidak terdapatnya bakteri yang mampu memfermentasikan laktosa di dalam tabung dan dihitung sebagai tabung negatif. Kombinasi tabung positif selanjutnya di cocokkan dengan tabel MPN (*Most Probable Number*) menurut Formula Thomas. Namun, nilai index MPN pada uji penduga belum dapat dijadikan sebagai total index MPN *Coliform*, karena diduga masih ada bakteri lain yang terdapat di dalam tabung selain *Coliform*.

Adanya tabung durham yang menunjukkan hasil positif dan negatif pada media *Lactose broth* (LB) diduga juga dipengaruhi oleh higiene penjual dan sanitasi lingkungan yang tidak bersih pada minuman es kelapa muda. Penjual yang tidak mencuci tangan sebelum mengolah minuman memungkinkan dapat memindahkan bakteri patogen dari tangan yang kotor ke dalam minuman es kelapa muda. Sanitasi lingkungan yang tidak baik seperti tidak tersedianya air bersih untuk mencuci tangan dan tidak tersedianya tempat pembuangan sampah khusus juga diduga dapat menjadi penyebab bakteri dapat mengkontaminasi minuman es kelapa muda.

Penelitian yang dilakukan oleh Siti Fatimah (2017) pada minuman es dawet juga menyatakan bahwa tabung durham yang positif terdapat bakteri *Coliform* kemungkinan disebabkan karena higiene penjual yang kurang bersih dalam mengelola minuman, misalnya tidak mencuci tangan terlebih dahulu, karena tangan yang kotor atau terkontaminasi dapat memindahkan bakteri patogen ke dalam minuman es. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Dyah Puji Lestari dkk., (2015) pada minuman jus juga menyatakan bahwa air yang digunakan untuk mencuci tangan dan peralatan digunakan secara bersama-sama dan berulang kali tanpa diganti juga memungkinkan bakteri patogen tumbuh dan mengontaminasi minuman jus buah. Kondisi air yang baik adalah menyediakan air untuk mencuci tangan yang terpisah dengan cuci peralatan, seperti menggunakan air mengalir dari kran dan ember yang terpisah antara cuci tangan dan cuci peralatan.

Selanjutnya dilakukan uji penegasan dengan media *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB) untuk menegaskan bahwa tabung yang positif pada uji perkiraan ini memang benar mengandung bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* serta menghitung jumlah total bakteri *Coliform* pada sampel. Hasil dari uji penegasan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Penegasan (*Confirmative Test*) Pada Sampel Minuman Es Kelapa Muda

No	Sampel	Sampel 10 ml						Sampel 1 ml	Sampel 0,1 ml	Kombinasi Tabung Positif	Nilai Indeks MPN dalam 100 ml	Syarat MPN <i>Coliform</i> menurut BPOM 2009 <3/ml
1	Sampel A (Lokasi 1)	+	+	-	-	-	+		+	2-1-1	10	Tidak memenuhi syarat
2	Sampel B (Lokasi 2)	+	+	+	-	-	+		-	3-1-0	12	Tidak memenuhi syarat
3	Sampel C (Lokasi 3)	+	+	-	-	-	+		-	2-1-0	8	Tidak memenuhi syarat

Keterangan :

+ = Ada gelembung gas di dalam tabung durham

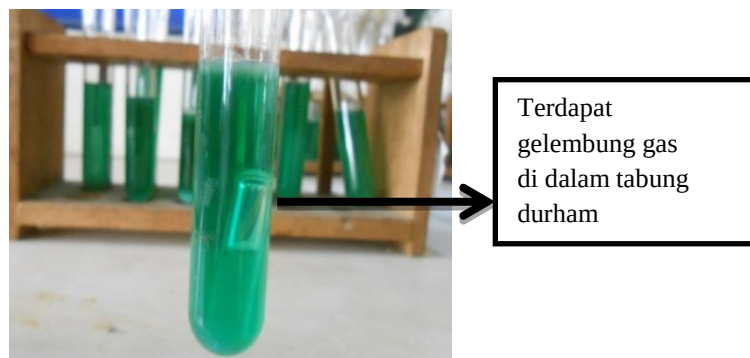
- = Tidak ada gelembung gas di dalam tabung durham

Lokasi 1 = tempat berjualan berada di pinggir jalan dan berdebu, konstruksi bangunan kurang layak digunakan, sanitasi tidak baik, higienis penjual kurang bersih.

Lokasi 2 = tempat berjualan sangat dekat dengan tempat pembuangan sampah, bau dan becek, peralatan tidak dibersihkan, sanitasi tidak baik, higienis penjual kurang bersih.

Lokasi 3 = tempat berjualan dekat dengan jalan dan berdebu, tidak tersedia tempat pembuangan sampah, higienis penjual kurang bersih.

Sedangkan hasil media *Brilliant Green Lactose Broth* (BGLB) yang positif terdapat gelembung gas pada tabung durham dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Gelembung gas di dalam tabung durham berisi BGLB
(Sumber: Dokumentasi Penelitian, 2018)

Berdasarkan Tabel 2, nilai indeks MPN dari yang paling rendah sampai yang tertinggi pada sampel minuman es kelapa muda berturut-turut adalah sampel C (8 dalam 100 ml), sampel A (10 dalam 100 ml) dan sampel B (12 dalam 100 ml). Menurut Waluyo (2016), nilai indeks MPN adalah perkiraan jumlah unit tumbuh (*growth unit*) atau unit pembentuk koloni (*colony forming unit*) dalam sampel. Namun, pada umumnya, nilai MPN juga diartikan sebagai perkiraan jumlah individu bakteri. Satuan yang digunakan umumnya per 100 ml atau per gram. Jadi, misalnya terdapat nilai MPN 10 dalam 100 ml dalam sampel minuman es kelapa muda, artinya dalam sampel

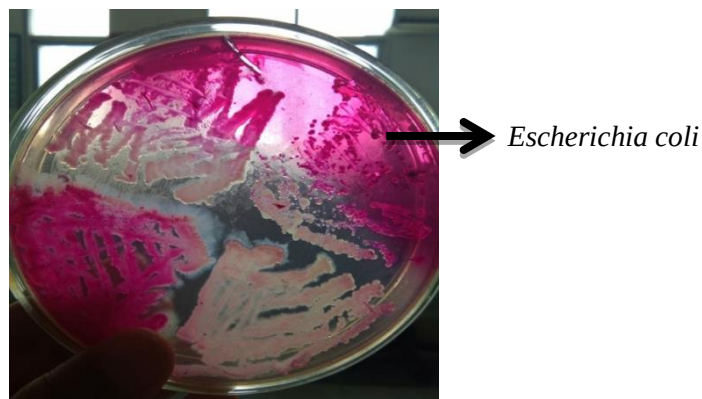
tersebut diperkirakan mengandung 10 sel bakteri *Coliform* pada setiap 100 ml-nya. Sel bakteri *Coliform* yang dimaksud diduga salah satunya adalah bakteri *Escherichia coli*.

Tingginya jumlah *Coliform* pada ketiga sampel diduga disebabkan oleh beberapa faktor seperti adanya kontaminasi kotoran manusia dan hewan, sanitasi lingkungan yang kurang baik dan air yang digunakan untuk mencuci tangan dan peralatan tidak bersih. Lingkungan yang kumuh, bau dan kotor akibat sampah yang menumpuk, sisa-sisa dari minuman es kelapa muda yang dibuang sembarangan dan kemacetan lalu lintas yang ada di jalan Suka Karya membuat polusi asap kendaraan mencemari minuman. Keadaan tersebut menjadi tempat bakteri *Coliform* dapat berkembang biak dengan baik, karena semakin tercemarnya suatu tempat akibat buangan kotoran manusia dan limbah rumah tangga lainnya menyebabkan kontaminasi *Coliform* semakin tinggi.

Penelitian yang dilakukan oleh Siti Fatimah dkk (2017) pada minuman es dawet menyatakan bahwa tingginya cemaran bakteri *Coliform* selain disebabkan oleh sanitasi lingkungan yang kurang bersih, kurangnya kebersihan bahan makanan (santan, cendol dan es) yang digunakan diduga menggunakan air mentah yang telah terkontaminasi kotoran manusia sehingga menyebabkan jumlah bakteri *Coliform* yang melebihi ambang batas.

Bakteri *Coliform* memiliki daya tahan yang lebih tinggi karena sifatnya anaerob fakultatif (bakteri dapat tumbuh pada keadaan aerob dan anaerob). Bakteri *Coliform* ini menghasilkan zat ethionine yang dapat menyebabkan kanker. Bakteri pembusuk ini juga memproduksi bermacam-macam racun seperti indole, skatole yang dapat menimbulkan penyakit bila jumlahnya berlebih di dalam tubuh.

Selanjutnya dilakukan uji pelengkap dengan menginokulasikan tabung yang positif ke dalam media endo agar untuk menguji keberadaan bakteri *Escherichia coli*. Hasil dari uji penegasan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Bakteri *Escherichia coli* pada endo agar
(Sumber: Dokumentasi Penelitian, 2018)

Pada Gambar 3 di atas terlihat adanya koloni *Escherichia coli* pada media endo agar. Koloni *Escherichia coli* yang diinkubasi pada media endo agar akan menampilkan koloni berwarna merah metalik dan dikelilingi oleh media yang berwarna kemerahan. Menurut Bibiana Welay (1994), warna merah ini dihasilkan dari penguraian laktosa oleh *Escherichia coli* yang menghasilkan asam dan formaldehid lalu melepaskan

leucofuchsin menjadi natrium sulfit dan *fuchsin* kembali dengan menimbulkan warna merah.

Pencemaran minuman es kelapa muda oleh bakteri *Escherichia coli* pada lokasi 2 diduga oleh keberadaan vektor seperti lalat dan kecoa yang kemungkinan membawa banyak mikroorganisme dari tempat sampah ke dalam minuman es kelapa muda. Hal ini didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh Cyntia Lumataw (2015) dimana terdapat hubungan yang kuat antara higiene dan sanitasi penjual dengan keberadaan *Escherichia coli* pada minuman es campur, dimana salah satu penyebabnya adalah adanya serangga seperti lalat yang membawa kotoran dari tempat sampah dan dapat mengkontaminasi minuman.

Keberadaan bakteri *Escherichia coli* pada lokasi 2 yang telah diteliti, menunjukkan bahwa minuman es kelapa muda tidak layak untuk dikonsumsi karena tidak memenuhi syarat yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1096/Menkes/Per/VI/2011 tentang makanan dan minuman, bahwa jumlah bakteri *Escherichia coli* dalam makanan dan minuman disyaratkan 0 artinya jenis bakteri ini tidak diperbolehkan terdapat dalam makanan dan minuman.

Dari hasil wawancara, pengakuan dari salah satu penjual dalam pembuatan es batu menggunakan air mentah juga tidak sesuai dengan Kepmenkes RI No.942/Menkes/SK/VII/2003 tentang Persyaratan Higiene Sanitasi Makanan Jajanan bahwa air yang digunakan dalam pembuatan minuman harus air yang memenuhi standar dan persyaratan higiene dan sanitasi menggunakan air bersih dan harus dimasak sampai mendidih sebelum digunakan.

pH dan Suhu

Disamping faktor higiene dan sanitasi, faktor lain seperti pH dan suhu lingkungan turut mempengaruhi jumlah bakteri *Coliform* dan keberadaan bakteri *Escherichia coli* pada minuman es kelapa muda. Berikut tabel hasil pengukuran pH pada sampel dan suhu lingkungan di sekitar tempat penjualan minuman es kelapa muda.

Tabel 3. Hasil Pengukuran pH Sampel dan Suhu Lingkungan di Sekitar Tempat Penjualan Minuman Es Kelapa Muda

No	Sampel	pH	Suhu
1.	Sampel A (Lokasi 1)	5	30°C
2.	Sampel B (Lokasi 2)	5	30°C
3.	Sampel C (Lokasi 3)	5	29°C

Keterangan :

+ = Ada gelembung gas di dalam tabung durham

- = Tidak ada gelembung gas di dalam tabung durham

Lokasi 1 = tempat berjualan berada di pinggir jalan dan berdebu, konstruksi bangunan kurang layak digunakan, sanitasi tidak baik, higienis penjual kurang bersih.

Lokasi 2 = tempat berjualan sangat dekat dengan tempat pembuangan sampah, bau dan becek, peralatan tidak dibersihkan, sanitasi tidak baik, higienis penjual kurang bersih.

Lokasi 3 = tempat berjualan dekat dengan jalan dan berdebu, tidak tersedia tempat pembuangan sampah, higienis penjual kurang bersih.

Berdasarkan tabel 3 di atas, terlihat bahwa keseluruhan sampel minuman es kelapa muda memiliki pH yang sama yaitu 5 dan masih berada dalam rentang pH yang dibutuhkan *Escherichia coli* untuk tumbuh. *Escherichia coli* adalah jenis bakteri yang hidup pada pH 4,0-9,0 dengan pH optimum pertumbuhannya yaitu 6,0-8,0. Nilai pH merupakan faktor yang mempengaruhi aktivitas enzim, dimana aktivitas enzim ini akan maksimum pada kondisi pH optimum. Nilai pH 5 pada minuman es kelapa muda dapat mendukung proses metabolisme dan pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. Menurut Pelczar and Chan (1988), pengaruh pH terhadap pertumbuhan bakteri ini berkaitan dengan kecepatan aktivitas enzim dalam mengkatalis suatu reaksi. Enzim ini dibutuhkan oleh beberapa bakteri untuk mengkatalis reaksi-reaksi yang berhubungan dengan pertumbuhan bakteri. Apabila pH dalam suatu medium atau lingkungan tidak optimal maka akan mengganggu kerja enzim-enzim tersebut dan akhirnya mengganggu pertumbuhan bakteri itu sendiri.

Selain pH, suhu juga merupakan faktor fisik yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri. Dari Tabel 4.5, terlihat bahwa rentang suhu pada lokasi penjualan minuman es kelapa muda adalah 29°C-30°C. *Escherichia coli* merupakan bakteri yang dapat tumbuh pada *range* temperatur 10°C-50°C dengan suhu optimum untuk pertumbuhannya adalah 37°C. Suhu sangat mempengaruhi kecepatan pertumbuhan bakteri, kecepatan sintesis enzim dan kecepatan inaktivasi enzim (Knob and Carmona, 2008). Setiap bakteri mempunyai suhu optimum, maksimum dan minimum untuk pertumbuhannya. Jika suhu lingkungan lebih kecil dari suhu minimum atau lebih besar dari suhu maksimum pertumbuhannya maka aktivitas enzim akan terhenti bahkan pada suhu yang terlalu tinggi akan terjadi denaturasi enzim (Sanita Suriani dkk, 2013).

Menurut Dede Kasuma Yudha dkk (2017), *Escherichia coli* merupakan bakteri amilolitik dan bakteri proteolitik yang dapat menyebabkan penurunan kualitas minuman dan penurunan daya simpan. *Escherichia coli* akan menghasilkan enzim protease yang digunakan untuk memecahkan protein menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana, serta akan menghasilkan enzim amilase yang akan merombak pati menghasilkan lendir, gas, bau, busa, busuk, warna, asam yang tidak dikehendaki bahkan racun yang berbahaya serta dapat merusak nutrisi yang terkandung di dalam minuman tersebut.

Potensi Hasil Penelitian Sebagai Rancangan Modul Pembelajaran Biologi SMA Kelas X

Hasil penelitian tentang uji bakteri *Escherichia coli* pada minuman es kelapa muda yang dijual di Jalan Suka Karya Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru ini dapat dirancang sebagai salah satu bahan ajar berupa modul pembelajaran pada materi “ciri-ciri bakteri *Escherichia coli*” di SMA Kelas X. Adapun langkah perancangan modul yang dilakukan dengan menggunakan dua tahap yaitu tahap Analisis dan Desain.

A. Analisis Potensi

Pada tahap *Analysis* dimulai dengan melakukan analisis instruksional Kurikulum dan Silabus yang dikeluarkan oleh Departemen Pendidikan Nasional Tingkat SMA. Data hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 4.

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

Satuan Pendidikan	Kelas	Kompetensi Dasar (KD)	Uraian Materi	Potensi Pengembangan
SMA/MA	X	3.5 Mengidentifikasi struktur, cara hidup, reproduksi dan peran bakteri dalam kehidupan.	Eubacteria	Modul
		4.5 Menyajikan data tentang ciri-ciri dan peran bakteri dalam kehidupan.	Eubacteria	LKPD

Berdasarkan hasil analisis tersebut, perancangan modul pembelajaran disesuaikan dengan Kompetensi Dasar 3.5 yaitu mengidentifikasi struktur, cara hidup, reproduksi dan peran bakteri dalam kehidupan. KD ini menuntut pembelajaran yang mengharuskan adanya metode praktikum dan teori. Namun faktanya, masih terdapat permasalahan dalam melaksanakan pembelajaran, yaitu kurangnya modul yang membahas mengenai ciri-ciri bakteri *Escherichia coli* pada minuman es kelapa muda. Sehingga, perancangan modul menjadi salah satu alternatif pemecah masalah pada KD 3.5 untuk pembelajaran terkait pementapan materi pembelajaran (kognitif). Sedangkan pada KD 4.5 untuk penuntun pembelajaran praktikum di sekolah (psikomotor).

KD 4.5 kelas X menyajikan data tentang ciri-ciri dan peran bakteri dalam kehidupan. Hasil uji bakteri *Escherichia coli* pada minuman es kelapa muda dapat dijadikan sumber belajar berupa rancangan modul. Modul ini nantinya digunakan sebagai sumber literatur pada pengamatan bakteri *Escherichia coli* secara makroskopis (bentuk koloni, warna koloni, tepian koloni).

Berdasarkan dari analisis tersebut, diperoleh spesifikasi indikator pencapaian yang digunakan untuk merancang modul pembelajaran pada konsep eubacteria. Materi yang dikembangkan pada modul ini adalah “ciri-ciri bakteri *Escherichia coli*”.

B. Desain

Pada tahap ini dilakukan perancangan konsep materi yang berkaitan dengan data penelitian, merancang indikator, merancang indikator pencapaian kompetensi yang ingin dicapai dan merancang butir soal baik objektif maupun uraian untuk mengevaluasi peserta didik. Data-data dari hasil penelitian dihubungkan dengan konsep eubacteria dalam Mata Pelajaran Biologi Kelas X. Hal ini agar modul yang dibuat relevan dengan materi yang akan diajarkan.

Adapun modifikasi struktur rancangan modul pembelajaran biologi yang akan dibuat mengacu pada format modul menurut Depdiknas (2008) dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Desain Rancangan Modul

MODUL
Cover (pokok bahasan, nama penulis, nama mata pelajaran)
Kata Pengantar, Daftar Isi dan Daftar Gambar
Tingkatan Kurikulum
Petunjuk Penggunaan Modul
Pendahuluan
Kegiatan Belajar (informasi pendukung, lembar kegiatan dan latihan)
Rangkuman
Tes Formatif
Umpan Balik
Tindak Lanjut
Kunci Jawaban Tes Formatif
Daftar Pustaka
Glosarium
Sumber: Modul Modifikasi Depdiknas (2008)

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Simpulan

1. Total bakteri *Coliform* pada lokasi 1 adalah 10 sel/100 ml, lokasi 2 12 sel/100 ml dan lokasi 3 8 sel/100 ml, dan dari ketiga sampel yang diuji, satu sampel positif terdapat bakteri *Escherichia coli* yaitu pada lokasi 2.
2. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai rancangan modul pembelajaran pada konsep eubacteria dalam pembelajaran Biologi SMA Kelas X.

Rekomendasi

1. Penjual minuman es kelapa muda harus lebih menjaga higiene dan sanitasi sehingga minuman es kelapa muda yang disajikan sehat dan aman bagi konsumen.
2. Perlu dilakukan penelitian identifikasi bakteri *Coliform* hingga tingkat spesies.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut hingga tahap *Development, Implementation* dan *Evaluation* sesuai dengan model pengembangan pembelajaran ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*).

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Metode Pengujian Cemarkan Mikroba dalam Daging, Telur, dan Susu, serta Hasil Olahannya*. SNI 2897:2008. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Bibiana Welay. 1994. *Analisis Mikroba di Laboratorium*. PT. Raya Grafindo. Jakarta.
- Cyntia Lumataw. 2015. *Gambaran Kandungan Bakteri Escherichia coli Pada Es Campur Serta Higiene Dan Sanitasi Rumah Makan Di Kompleks Pasar 45 Kota Manado Tahun 2015*. Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Dede Kasuma Yudha, Erni Setiyorini dan Evi Puspitasari. 2017. Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* Pada Kelapa Muda yang Dijual di Jalan Gus Dur Kabupaten Jombang. *Jurnal Borneo Cendekia* 1(1): 29-35.
- Depkes RI. 2003. *Kepmenkes RI No. 942/Menkes/SK/VII/2003 tentang Persyaratan Higiene Sanitasi Makanan Jajanan*. Jakarta.
- Depkes RI. 2011. *Permenkes RI No. 1096/Menkes/Per/VI/2011 tentang Persyaratan Makanan dan Minuman*. Jakarta.
- Dyah Puji Lestari, Nurjazuli dan Yusniar Hanani D. 2015. Hubungan Higiene Penjamah dengan Keberadaan Bakteri *Escherichia coli* Pada Minuman Jus Buah di Tembalang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. 14(1): 14-20.
- Hadi, B, Elizabeth, B dan Rima Semiarti. 2014. Uji Bakteriologis Es Batu Rumah Tangga Yang Digunakan Penjual Minuman Di Pasar Lubuk Buaya Kota Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*. Padang.
- Hamid M. 2014. *Kandungan & Manfaat Air Kelapa Muda*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Knob, A and Carmona, E.C.2008. Xylanase Production by *Penicillium Sclerotiorum* and Its Characterization. *World Applied Sciences Journal*. 4 (2): 277-283.
- Kusuma, S.A.F. 2009. *Uji Biokimia Bakteri*. Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Pelczar, M.J and Chan, E.C.S. 1988. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. UI Press. Jakarta.

Sanita Suriani, Soemarno dan Suharjono. 2013. Pengaruh Suhu dan pH terhadap Laju pertumbuhan Lima Isolat Bakteri Anggota Genus *Pseudomonas* yang diisolasi dari Ekosistem Sungai Tercemar Deterjen di sekitar Kampus Universitas Brawijaya. *J-PAL*. 3 (2): 58-62.

Siti Fatimah. 2017. Analisis *Coliform* Pada Minuman Es Dawet yang Dijual di Malioboro Yogyakarta. *Jurnal Kesehatan Pangan*. 15(1) 75-79.