2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Limbah Pembekuan Ikan Cakalang

Ikan cakalang merupakan merupakan salah satu jenis ikan pelagis yang paling disukai masyarakat karena memiliki cita rasa yang khas, kaya akan manfaat dan harganya cukup terjangkau. Ikan cakalang mengandung protein yang cukup tinggi serta omega 3 yang sangat baik untuk perkembangan otak anak-anak, selain itu ikan cakalang mempunyai manfaat seperti merangsang pertumbuhan hemoglobin serta penghambat proses penuaan. Karakteristik ikan cakalang yaitu memiliki tekstur daging yang padat, cita rasa yang khas dan gurih sehingga dapat diolah menjadi berbagai macam bentuk olahan tetapi akan lebih baik jika dalam bentuk ikan segar.

Selain menjadi sumber protein hewani yang tinggi, ikan cakalang juga kaya akan manfaat salah satunya baik untuk perkembangan otak janin bagi ibu-ibu hamil karena banyak mengandung asam lemak omega 3, omega 6 dan omega 9. Permintaan pasar akan ikan cakalang segar dalam bentuk beku cukup tinggi untuk skala ekspor terutama oleh Eropa, Amerika, dan regional Asia seperti Jepang, Cina dan Korea. Berikut ini merupakan standar mutu ikan cakalang beku menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-2733.1-2006.

Tabel 1. Persyaratan Mutu dan Keamanan Pangan Ikan Cakalang Beku

Jenis uji	Satuan	Persyaratan
a. Organoleptik	Angka (1-9)	Minimal 7
b. Cemaran Mikroba		
- ALT	Koloni/g	Maksimal 5,0 x 10^5
- *Escherichia coli*	APM/g	Maksimal < 2
- *Salmonella*	Per 25 g	Negatif
- *Vibrio cholera*	Per 25 g	Negatif
c. Cemaran kimia		

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Jenis uji	Satuan	Persyaratan
- Raksa (Hg)	mg/Kg	Maksimal 1
- Timbal (Pb)	mg/Kg	Maksimal 0,4
- Histamin	mg/Kg	Maksimal 100
- Cadmium (Cd)	mg/Kg	Maksimal 0,1
d. Fisik		
- Suhu pusat	^oC	Maksimal -18
e. Parasit	Ekor	Maksimal 0

Sumber : BSN (2006)

Produk ikan segar beku cukup diminati oleh konsumen baik domestik maupun skala ekspor. Prinsip pembekuan yaitu mengubah kandungan air yang berada pada bahan menjadi es sehingga kegiatan bakteri dan enzim penyebab kemunduran mutu dapat dihambat (Murniyati dan Sunarman, 2000). Pada proses pembekuan ikan banyak memerlukan air yang diantaranya untuk mencuci *row material,* pembersihan alat-alat produksi dan pembersihan lantai. Dewasa ini banyak berkembang perusahaan-perusahaan dibidang pembekuan ikan di Indonesia terutama di daerah pesisir jawa. Berkembangnya industri ini sangat menunjang pertumbuhan ekonomi masyarakat sekitar akan tetapi juga menimbulkan permasalahan lingkungan perairan oleh limbah cair. Berdasarkan penelitian Setyono dan Yudo (2008), limbah cair industri perikanan mengandung Nitrat (NO_3^-), Pospat (PO_4), Sulfida (H_2S), Amoniak (NH_3-N), klorin bebas (Cl_2) dan minyak lemak serta kandungan COD dan BOD yang cukup tinggi. Perairan umum seperti sungai, danau, maupun air tanah yang tercemar oleh limbah dapat dideteksi dengan indikator air di daerah tersebut menjadi kotor dan berbau sehingga tidak layak digunakan untuk memenuhi kebutuhan air harian seperti minum, memasak, mencuci dan mandi.

2.2. Limbah Cair

Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 06 (2007), air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan/atau kegiatan yang berwujud cair. Air limbah yang dibuang ke perairan umum harus memenuhi baku mutu limbah cair. Baku mutu air limbah adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan/atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke sumber air dari suatu usaha dan/atau kegiatan. Limbah cair merupakan penyebab pencemaran lingkungan yang membawa dampak buruk terutama bagi wilayah perairan yang dapat mengganggu ekosistem air dan kesehatan masyarakat.

Limbah cair pada umumnya banyak mengandung unsur-unsur organik yang mudah membusuk dan menghasilkan bau sehingga dapat menyebabkan pencemaran udara disekitar daerah industri. Limbah cair sisa proses produksi yang tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan bau busuk serta pencemaran sungai dan laut (Wibowo *et al*., 2013). Pembuangan limbah cair ke sungai tanpa pengolahan terlebih dahulu jelas sebagai bentuk pencemaran lingkungan.

2.3. Karakteristik Limbah Cair

Limbah cair terutama yang berasal dari industri pengolahan makanan atau perikanan umumnya terdiri dari senyawa-senyawa organik yang mudah didegradasi oleh mikroorganisme. Menurut Prayudi *et al*., (2000), secara umum kondisi bahan pencemar dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

— Senyawa-senyawa organik terlarut

Senyawa ini dapat menyebabkan berkurangnya kadar oksigen terlarut dalam badan air. Hal ini akan membahayakan kehidupan biota di

perairan. Disamping itu dalam suasana anaerob akan menimbulkan bau yang tidak menyenangkan (bau busuk)

— Padatan tersuspensi

Bahan ini merupakan senyawa organik yang tidak larut dalam air. Bahan ini juga relatif mudah terdekomposisi sehingga menyebabkan berkurang atau habisnya oksigen terlarut di dalam air yang pada gilirannya akan mengganggu kehidupan hewan dan tumbuh-tumbuhan air.

— Warna dan kekeruhan

Warna dan kekeruhan ini akan menyebabkan masalah estetika

— Nitrogen dan fosfor

Adanya senyawa nitrogen dan fosfor di dalam limbah cair yang dibuang langsung ke dalam badan air, akan menimbulkan proses eutrofikasi dan pertumbuhan algae yang tidak terkontrol.

— Minyak

Pembuangan limbah cair yang mengandung minyak akan memperbesar kandungan bahan organik di dalam limbah cair tersebut.

Karakteristik limbah industri pengolahan ikan berdasarkan hasil analisa limbah industri cold storage oleh Setiyono dan Yudo (2008), adalah sebagai berikut:

Tabel 2. BML : Sesuai dengan Per. Men. LH. No. 06 tahun 2007, tentang "Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Hasil Perikanan"

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Uji
	I. Fisika			
1	Suhu	^oC	-	27,2
2	Total Suspended Solid	mg/L	100	98,5
	I. Kimia			
1	pH	-	6 -9	7.66
2	Sulfida (H_2S)	mg/L	-	0,89

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Uji
3	Khlorin Bebas (Cl_2)	mg/L	1	0,02
4	Amoniak Bebas (NH_3-N)	mg/L	10	0,0038
5	BOD_5	mg/L	100	46
6	COD	mg/L	200	100
7	Nitrat (NO_3-N)	mg/L	-	1,03
8	Detergent	mg/L	-	0,76
9	Pospat (PO_4)	mg/L	-	0,75
10	Minyak Lemak	mg/L	15	0,02

Hasil karakteristik awal limbah air cucian ikan memiliki nilai baku mutu yang melewati ambang batas yang ditetapkan oleh Kep-51/MENLH/10/1995, hal tersebut diduga disebabkan oleh banyaknya kandungan-kandungan organik ikan seperti protein, lemak dan karbohidrat yang terlarut selama proses pencucian (Uju, *et al.,* 2009). Karakteristik limbah air cucian dapat dilihat pada tabel.2 berikut :

Tabel 3 karakteristik limbah air cucian ikan

Parameter	Bahan mentah *)	Standard **)
pH	6,7 ± 0	6-9
Warna	Kuning kecoklatan	-
Kekeruhan (NTU)	20 ± 0	-
COD (mg/l)	4.233 ± 115,47	100 – 300
BOD (mg/l)	2.309,56 ± 82,04	50 – 150
TDS (mg/l)	1.633 ± 20,81	2.000 – 4.000
TSS (mg/l)	55,06 ± 3,25	200 – 400
Kadar protein total (g/l)	0,41 ± 0,00	-

*) Uju *et al.,* 2009 tentang karakterisasi air cucian minched fish
**) Kep-51/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair industri

2.4. Pengolahan Limbah Cair

Pengolahan limbah cair adalah proses yang sangat penting untuk direncanakan dan dilakukan oleh industri pengolahan pangan terutama dibidang perikanan. Pengolahan limbah cair ini bertujuan untuk meminimalisir atau meniadakan dampak negatif limbah sebelum dibuang ke perairan sesuai baku mutu limbah cair. Penanganan limbah cair perikanan dengan penambahan nutrisi seperti nitrogen dan fosfor sangat jarang terjadi tetapi oksigen merupakan hal

yang penting bagi keberhasilan penanganan limbah cair. Sistem lumpur aktif, laguna, *trickling filter* dan *rotating disc contactor* adalah penanganan limbah secara aerob yang sering diterapkan (Tay *et al.,* 2006). Perusahaan-perusahaan dibidang perikanan banyak menggunakan kolam aerasi untuk penanganan limbah cair karena sederhana dan murah tetapi hasilnya belum tentu sesuai dengan baku mutu.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air menerangkan bahwa klasifikasi mutu air digolongkan menjadi 4 (empat) kelas antara lain:

a) Kelas Satu : Air yang peruntukannya dapat dignakan untuk air baku air minum dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut

b) Kelas Dua : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang sama dengan kegunaan tersebut.

c) Kelas Tiga : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudayaan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang sama dengan peruntukan tersebut.

d) Kelas Empat : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang sama dengan kegunaan tersebut

2.5. Parameter Uji Kualitas Limbah Cair

2.5.1. TSS (Total Suspended Solid)

Total suspended solid (TSS) merupakan bahan tersuspensi yang terdapat didalam air, yang terdiri dari mineral, lumpur, pasir, dan bahan organik lainnya. Berdasarkan SNI 06-6989.3-2004 prinsip kerja uji TSS adalah contoh uji yang telah homogen disaring dengan kertas yang telah ditimbang. Residu yang tertahan pada saringan dikeringkan sampai mencapai berat konstan pada suhu 103°C sampai dengan 105°C. Dalam suspensi tersebut mengandung partikel yang memiliki peranan penting dalam sistem kimiawi sebuah perairan. Partikulat dapat mempengaruhi derajat dimana banyak reaksi kimia didalam yang air terjadi, khususnya, reaksi pertukaran ion antara mineral sedimen dan kation (Sullivan, 2000)

Menurut Parwati (2014) total suspended solid (TSS) adalah material padat tersuspensi (diameter>1 µm) yang tertahan pada saringan milipore dengan diameter pori 0.45 m. TSS terdiri dari lumpur, pasir halus dan jasad-jasad renik yang sebagian besar disebabkan oleh adanya pengikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air. Pengamatan terhadap sebaran TSS sering dilakukan untuk mengetahui kualitas air di suatu perairan, karena nilai TSS yang tinggi menunjukkan tingginya tingkat pencemaran dan menghambat penetrasi cahaya kedalam air sehingga mengakibatkan terganggunya proses fotosintesis dari biota air.

2.5.2. Histamin

Histamin adalah senyawa biogenik amin yang terbentuk dari perombakan histidin. Ada dua macam histidin dalam daging ikan, yaitu histidin bebas dan histidin terikat. Histidin bebas akan diubah menjadi

histamin sedangkan histidin terikat terdapat dalam protein. Histidin dapat diubah menjadi histamin selama proses kemunduran mutu oleh mikroorganisme atau bakteri pembentuk histamin yang mengandung enzim histidin dekarboksilase. Pembentukan histamin terjadi disebabkan oleh kenaikan suhu ikan yang tinggi setelah penangkapan (Guizani et al., 2005).

Menurut Agustiana (2010), histamin pada umumnya terbentuk dari fraksi protein yang bereaksi dengan enzim – enzim hasil dari metabolisme anaerob post mortem yang terjadi setelah kematian makhluk hidup. Kasus alergi hanya terjadi bila makanan hasil laut yang dikonsumsi sudah kadaluarsa atau kualitasnya sudah tidak layak konsumsi karena komposisi kimiawi di dalam bahan berubah oleh aktivitas enzim – enzim atau oleh aktivitas bakteri pembusuk.

2.5.3. Uji Amonia

Berdasarkan SNI 06-6989.30-2005 prinsip pengujian amonia bereaksi hipoklorit dan fenol yang dikatalisis oleh natrium nitroprusida membentuk senyawa biru indofenol. Amonia (NH_3) adalah salah satu senyawa yang keberadaannya di alam diperlukan oleh makhluk hidup, dalam jumlah yang besar senyawa kimia ini bersifat toksik atau racun yang dapat mengganggu estetika karena dapat menghasilkan bau yang menusuk dan terjadinya eutrofikasi di daerah sekitarnya. Usaha yang dilakukan untuk menyisihkan ammonia yaitu dilakukannya proses pengolahan ammonia menjadi senyawa lain yang lebih aman bagi lingkungan perairan (Titiresmi dan Nida, 2006).

Menurut Zaman dan Endro (2006) Amonia merupakan senyawa nitrogen yang mudah larut dalam air dan bersifat basa sehingga dalam air akan membentuk ammonium hidroksida. Kadar ammonia yang melebihi batas dapat menyebabkan senyawa bersifat toksik. Karena dapat

menyebabkan batuk, sesak nafas hingga lemas serta dapat menganggu selaput konjungtiva pada mata. Dijumpai juga pula efek kronis pada bronchus dan peningakatn ekskresi air liur.

2.5.4. Uji pH

Berdasarkan SNI 06-6989.11-2004 prinsip metode pengukuran pH berdasarkan pengukuran aktifitas ion hidrogen secara potensial/elektrometri dengan menggunakan pH meter. Nilai pH pada limbah cair adalah ukuran keasaman atau kebasaaan limbah. Air yang tidak tercemar memiliki pH antara 6,5 – 7,5. Sifat air bergantung pada besar kecilnya pH. Air yang memiliki pH lebih kecil dari pH normal akan bersifat masam, sedangkan air yang memiliki pH lebih besar dari pH normal akan bersifat basa. Perubahan pH air tergantung pada polutan air tersebut. Air yang memiliki pH lebih kecil atau lebih besar dari kisaran pH normal tidak sesuai untuk kehidupan bakteri asidofil atau organisme lainnya (Rahmawati, 2014).

Menurut kristanto (2002), bahwa perubahan keasaman pada air limbah, baik kearah alkali (pH naik) maupun kearah asam (pH turun), akan sangat mengganggu kehidupan ikan dan hewan air. Selain itu, air limbah yang mempunyai pH rendah akan bersifat korosif terhadap baja dan sering mengakibatkan pipa besi menjadi berkarat.

2.5.5. Uji Minyak dan Lemak

Berdasarkan SNI 06-6989.10-2004 prinsip uji minyak dan lemak dalam contoh uji air diekstraksi dengan pelarut organik dalam corong pisah dan untuk menghilangkan air yang masih tersisa digunakan Na_2SO_4 anhidrat. Ekstrak minyak dan lemak dipisahkan dari pelarut organik secara destilasi.

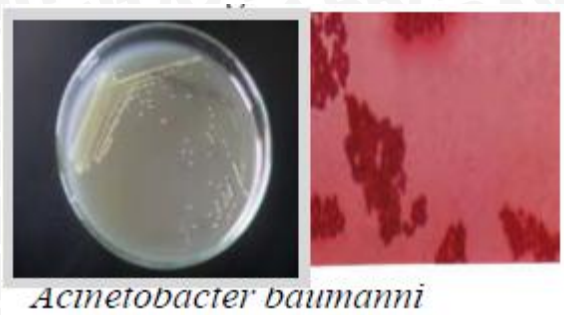
Residu yang tertinggal pada labu destilasi ditimbang sebagai minyak dan lemak.

Minyak dan lemak merupakan kelompok senyawa heterogen yang berkaitan baik secara aktual maupun potensial dengan asam lemak. Sifat dari lemak secara umum tidak larut dalam air, sehingga limbah yang mengandung lemak mempunyai dampak yang cukup besar dalam mengganggu ekosistem perairan. Lapisan lipid yang ada pada permukaan perairan akan menghalangi masuknya cahaya dalam badan air sehingga proese fotosintesis akan terhambat, dengan demikian kadar oksigen akan semakin rendah dan organisme aerobik akan mati (Darmayasa, 2006).

2.6. Acinetobacter baumanni

A. baumanii tidak memiliki persyaratan pertumbuhan yang rumit dan mampu tumbuh pada berbagai suhu dan kondisi pH. Mikroorganisme ini tumbuh dalam media yang mengandung karbon tunggal dan sumber energi nitrogen. Hal ini menjelaskan kemampuan spesies *Acinetobacter* untuk bertahan di baik kondisi lembab atau kering (Abbo *et al.,* 2005). Genus Acinetobacter berbentuk batang dengan diameter 0,9 – 1,6 µm dan panjang 1,5 – 2,5 µm, menjadi bola fase pertumbuhan stasioner dan sel tidak membentuk spora. Genus ini tumbuh dengan baik pada semua media yang kompleks. Bakteri ini secara alami hidup di dalam tanah, air dan limbah (Holt *et Al*., 2000). Klasifikasi bakteri *Acinetobacter baumanii* dalam Rini (2011) ialah :

Kerajaan : Bacteria
Filum : Proteobacteria
Kelas : Gammaproteobacteria
Ordo : Pseomonadales
Famili : Moraxellaceae
Genus : Acinetobacter
Spesies : *Acinetobacter baumanii*



Gambar 1 Acinetobacter baumanni
Sumber 1 Yahya et al., 2012

Karakteristik dari bakteri *Acinetobacter baumanni* adalah bakteri ini termasuk bakteri aerob yang berbentuk batang dengan diameter 0,9 – 1,6 µm dan panjang 1,5 – 2,5 µm. Pada tahap awal berbentuk cekung dan pada fase stasioner berbentuk bola. Jenis ini tumbuh umumnya pada semua media yang kompleks. Pada pewarnaan gram koloni akan berwarna merah sehingga termasuk kedalam bakteri gram negatif. Kebanyakan koloni tumbuh pada media yang mengandung sumber karbon dan nitrogen tunggal yang kemudian akan digunakan untuk metabolisme yang menghasilkan energi (Yahya *et al.,* 2012).

2.7. Bacillus subtilis

Bacillus subtilis merupakan bakteri gram positif yang berbentuk batang, dan secara alami sering ditemukan dtanah dan vegetasi. Bacillus subtilis tumbuh di berbagai range suhu mesofilik berkisar 25 – 35°C. Bacillus subtilis juga telah berevolusi sehingga dapat hidup walaupun dibawah kondisi keras dan lebih cepat mendapatkan perlindungan terhadap stres situasi seperti kondisi pH rendah (asam), alkali, osmosa dan suhu tinggi. Bakteri ini hanya memiliki satu molekul DNA yang berisi seperangkat set kromosom. Beberapa keunggulan dari bakteri ini adalah mampu mensekresikan antibiotik dalam jumlah besar ke luar

dari sel dan bakteri ini mampu menurunkan kadar fosfat dalam tanah (Rini, 2011).

Menurut Holt *et al*. (2000) genus Bacillus mempunyai sel yang berbentuk batang dan lurus, dengan ukuran 0,5 – 2,5 x 1,2 – 1,0 µm, sering disusun dalam pasangan atau rantai, dengan ujung bulat atau kuadrat. Endospora berbentuk oval, kadang – kadang bulat atau silinder dan sangat tahan dengan kondisi yang buruk. Bakteri genus ini merupakan bakteri aerobik atau fakultatif anaerob, dengan keanekaragaman kemampuan fisiologis terhadap panas, pH dan salinitas. Dapat ditemukan diberbagai habitat, beberapa spesies bersifat patogen pada vertebrata atau invertebrata. Bakteri ini tidak membentuk spora dan bereaksi negatif terhadap pewarnaan gram. Klasifikasi *Bacillus subtilis* dalam Rini (2011) adalah :

Kingdom : Bakteri
Fillum : Firmicutes
Kelas : Bacilli
Order : Bacillales
Famili : Bacillaceae
Genus : *Bacillus*
Spesies : *Bacillus subtilis*

Gambar 2 *Bacillus subtilis*
Sumber 2 Yahya *et al., 2014*

Karakteristik *Bacillus subtilis* menurut Yahya *et al., (*2014) yaitu merupakan bakteri aerob dan anaerob fakultatif (beberapa strain khusus) gram positif, berbentuk batang dengan ukuran diameter 0,7–0,8 µm dan panjang 2,0–

23,0 µm, dan motil selnya membentuk endospora dengan ukuran diameter 0,6-0,9 µm dan panjangnya 1,0–1,5 µm endospora tersebut di bentuk dalam waktu 48 jam, endospora terletak di subterminal, dan untuk strain tertentu pembentukannya terjadi selama 15–21 hari.

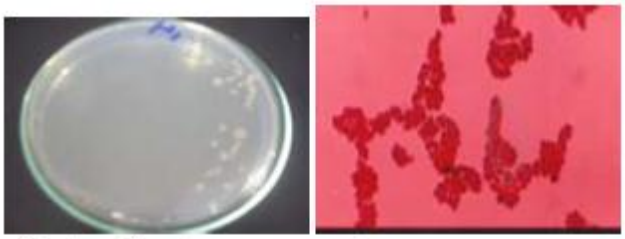
2.8. Enterobacter gergoviae

Menurut Krieg (1989), Enterobacter merupakan bakteri yang memiliki dua karakter gram positif dan gram negatif. Beberapa jenis Enterobacter mampu menghasilkan β – xilosidase dan gelatinase. Spesies Enterobacter gergoviae merupakan urease – positif, sedangkan jenis spesies enterobacter yang lainnya merupakan bakteri urease – negatif. Enterobacter gergoviae kadang muncul menjadi patogen oportunistik yang biasa diisolasi dari urin, nanah, dahak, darah, dan spesimen klinis lainnya. Spesies ini diketahui pernah terlibat dalam sebuah wabah nosokomial infeksi saluran kemih.

Enterobacter gergoviae adalah bakteri gram negatif, fakultatif anaerob, berbentuk batang dan merupakan bakteri dari keluarga enterobacteriaceae. Beberapa koloni dari bakteri ini bersifat patogen dan menyebabkan infeksi oportunistik dalam. Kantung kemih dan saluran pernafasan adalah bagian yang sering terinfeksi. Akan tetapi, bakteri Enterobacter gergoviae juga memiliki manfaat lain yaitu sebagai pelarut zat P (fosfor) dalam meremediasi tanah tercemar (Rini, 2011). Klasifikasi bakteri Enterobacter gergoviae dalam Rini (2011) ialah sebagai berikut :

Kerajaan : Bacteria
Fillum : Proteobacteria
Kelas : Gammaproteobacteria
Ordo : Enterobacteriales
Famili : Enterobacteriaceae
Genus : Enterobacter
Spesies : *Enterobacter gergoviae*

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Enterobacter gergoviae

Gambar 3 *Enterobacter gergoviae*
Sumber 3 Yahya et al., 2012

Karakteristik dari bakteri *Enterobacter gergoviae* ini adalah mempunyai tanda koloni berwarna merah muda dengan diameter sel 0,9 µm, sel berbentuk globulus, termasuk ke dalam bakteri gram negatif, positif nitrat, positif lisin, negatif H_2S, positif glikosa, positif matinol, negatif indole, positif urease, positif sitrat dan positif xilose (Yahya *et al.,* 2012).