

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Tahu Secara Umum

Kata tahu berasal dari China tao-hu, teu-hu atau tokwa. Kata "tao" atau "teu" berarti kacang. Untuk membuat tahu menggunakan kacang kedelai (kuning, putih), sedangkan "hu" atau "kwa" artinya rusak atau hancur menjadi bubur, jadi tahu adalah makanan yang dibuat pakan salah satu bahan olahan dari kedelai yang dihancurkan menjadi bubur (Kastyanto, 1999). Tahu adalah makanan yang dibuat dari kacang kedelai. Berbeda dengan tempe yang asli dari Indonesia, tahu berasal dari China, seperti halnya kecap, taucu, bakpao dan bakso. Tahu pertama kali muncul di Tiongkok sejak zaman Dinasti Han sekitar 2200 tahun lalu. Penemunya adalah Liu An yang merupakan seorang bangsawan, anak dari Kaisar Han Gaouzu, Liu Bang yang mendirikan Dinasti Han (Kastyanto, 1999).

Menurut Suprpti (2005), tahu dibuat dari kacang kedelai dan dilakukan proses penggumpalan (pengendapan). Kualitas tahu sangat bervariasi karena perbedaan bahan penggumpalan dan perbedaan proses pembuatan. Tahu diproduksi dengan memanfaatkan sifat protein, yaitu akan menggumpal bila bereaksi dengan asam. Penggumpalan protein oleh asam cuka akan berlangsung secara cepat dan serentak diseluruh bagian cairan sari kedelai, sehingga sebagian besar air yang semula tercampur dalam sari kedelai akan terperangkap didalamnya. Pengeluaran air yang terperangkap tersebut dapat dilakukan dengan memberikan tekanan, semakin banyak air yang dapat dikeluarkan dari gumpalan protein, gumpalan protein itulah yang disebut sebagai "tahu". Standar kualitas tahu menurut Suprpti (2005), sebagai berikut:

1. Air Meskipun merupakan komponen terbesar dalam produk tahu, yaitu meliputi (80% - 85%), namun air tidak ditetapkan sebagai karakteristik dalam penentuan kualitas tahu.
2. Protein Komponen utama yang menentukan kualitas produk tahu adalah kandungan proteinnya. Dalam standar mutu tahu, ditetapkan kadar minimal protein dalam tahu adalah sebesar 9% dari berat tahu.

3. Abu Abu dalam tahu merupakan unsur mineral yang terkandung dalam kedelai. Bila kadar abu tahu terlalu tinggi, berarti telah tercemar oleh kotoran, misalnya tanah, pasir yang mungkin disebabkan oleh cara penggunaan batu tahu yang kurang benar. Garam (NaCl) termasuk dalam kelompok abu, namun keberadaan garam dalam produk tahu merupakan hal disengaja dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas, daya tahan, dan cita rasa. Selain garam kadar abu yang diperbolehkan ada dalam tahu adalah 1% dari berat tahu.
4. Serat Kasar Serat kasar dalam produk tahu berasal dari ampas kedelai dan kunyit (pewarna). Adapun kadar maksimal serat yang di perbolehkan adalah 0,1% dari berat tahu.
5. Logam Berbahaya Logam berbahaya (As, Pb, Mg, Zn) yang terkandung dalam tahu antar lain dapat berasal dari air yang tidak memenuhi syarat standar air minimum, serta peralatan yang digunakan, terutama alat penggilingan.
6. Zat Pewarna Zat pewarna yang harus digunakan untuk pembuatan tahu adalah pewarna alami (kunyit) dan pewarna yang diproduksi khusus untuk makanan.
7. Bau dan Rasa Adanya penyimpangan bau dan rasa menandakan telah terjadi kerusakan (basi atau busuk) atau pencemaran oleh bahan lain.
8. Lendir dan Jamur Keberadaan lendir dan jamur menandakan adanya kerusakan atau kebusukan.
9. Bahan Pengawet Untuk memperpanjang masa simpan, maka tahu dapat dicampur bahan pengawet yang diizinkan berdasarkan SK Menteri Kesehatan, antara lain:
 - a) Natrium benzoat dengan dosis 0,1%,
 - b) Nipagin dengan dosis maksimal 0,08%, dan
 - c) Asam propeonat dengan dosis maksimal 0,3%.
10. Bakteri ColiBakteri ini dapat berada dalam produk tahu bila mana dalam proses pembuatannya digunakan air yang tidak memenuhi standar air minum.

1. Air Rendaman Tahu

Air tahu merupakan air yang digunakan sebagai rendaman pada tahu yang dijual. Tahu memiliki kandungan air dan protein yang tinggi, hal ini menyebabkan tahu mudah rusak oleh bakteri. Produsen tahu kebanyakan menjual tahunya dalam keadaan terendam oleh air. Air rendaman memiliki manfaat untuk mempertahankan tekstur tahu yang dijual, sehingga air tahu yang digunakan haruslah memenuhi syarat air bersih yang baik agar kualitas tahu tetap terjaga.

Tahu merupakan salah satu bahan makanan pokok yang termasuk dalam empat sehat lima sempurna. Tahu juga merupakan makanan yang mengandung banyak gizi dan mudah diproduksi. Untuk memproduksi tahu bahan-bahan yang dibutuhkan hanya berupa kacang kedelai, sehingga saat ini dapat ditemukan banyak pabrik pembuat tahu baik dalam bentuk usaha kecil maupun usaha menengah yang masih menggunakan cara konvensional(Lihannoor, 2010).

Tahu termasuk bahan makanan yang berkadar air tinggi. Besarnya kadar air dipengaruhi oleh bahan penggumpal yang dipakai pada saat pembuatan tahu. Bahan penggumpal asam menghasilkan tahu dengan kadar air lebih tinggi dibanding garam kalsium. Bila dibandingkan dengan kandungan airnya, jumlah protein tahu tidak terlalu tinggi, hal ini disebabkan oleh kadar airnya yang sangat tinggi. Makanan-makanan yang berkadar air tinggi umumnya kandungan protein agak rendah. Selain air, protein juga merupakan media yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme pembusuk yang menyebabkan bahan mempunyai daya awet rendah (Hamid, 2012).

B. Tinjauan Umum Tentang Bakteri

1. Pengertian Bakteri

Nama bakteri berasal dari bahasa Yunani dari kata *bacterion* yang berarti batang kecil. Bakteri adalah salah satu golongan organism prokariotik (tidak memiliki selubung inti). Bakteri sebagai makhluk hidup

tentu memiliki informasi genetic berupa DNA, tapi tidak terlokalisasi dalam tempat khusus (nucleus) dan tidak ada membrane inti. Bentuk DNA bakteri adalah sirkuler, panjang dan biasa disebut nukleoid. Pada DNA bakteri tidak mempunyai intron dan hanya tersusun atas akson saja. Bakteri juga memiliki DNA ekstrakromosomal yang tergabung menjadi plasmid yang berbentuk kecil dan sirkuler (Jawetz, 2004) Ukuran bakteri bervariasi baik lebar maupun panjangnya, tetapi pada umumnya lebar bakteri adalah sekitar 0,7-1,5 μm dan panjangnya sekitar 1-6 μm (Irianto, 2014).

2. Struktur Bakteri

a. Dinding sel

Pada bakteri jelas adanya dinding sel yang terpisah dari protoplasmanya. Dinding sel yang kaku dan kuat menyebabkan bakteri mempunyai bentuk yang tetap dan terlindung dari pengaruh buruk dari luar. Karena dinding sel bersifat lebih kaku, maka dengan menempatkan bakteri dalam larutan hipertonis, protoplasma akan mengerut dan terlepas dari dinding sel, sehingga dinding sel akan terlihat dengan jelas.

b. Protoplasma (sitoplasma)

Protoplasma merupakan bagian dari sel. Terdapat dalam lingkungan dinding sel.

c. Membran sitoplasma

Membran sitoplasma merupakan bagian terluar dari sitoplasma yang melekat pada dinding sel. Membran ini merupakan bagian yang sangat penting untuk kehidupan bakteri karena hal berikut :

- 1) Bersifat semipermeable dan aktif mengambil zat-zat yang diperlukan dan menolak zat-zat yang tidak dibutuhkan atau pun bersifat racun bagi bakteri.
- 2) Membentuk enzim-enzim hydrolytic (exoenzim) yang berguna untuk menghancurkan zat-zat makanan yang ada di sekitarnya sehingga dapat diserap.

- 3) Bertugas dalam mempertahankan keseimbangan elektronit, kadar air dan keasaman (pH) dari sitoplasma.
- 4) Bersifat antigen, jadi dapat merangsang dibentuknya antibodi.
- 5) Sangat aktif dalam pembentukan kapsul, lendir, perubahan ke bentuk spora atau pun pada pembelahan sel.

d. Nukleus

Dari penelitian ternyata setiap jenis bakteri selalu mempunyai sifat yang tetap, yaitu suatu hal yang hanya mungkin bila sifat-sifat itu dipegang teguh oleh inti, karena di dalam inti terdapat pembawa sifat (kromosom). Karena itu, walaupun dahulu orang belum dapat melihat adanya inti di dalam sel bakteri, tetapi sudah menduga bahwa bakteri itu mempunyai inti. Setelah ditemukannya mikroskop elektron, telah dapat dibuktikan adanya inti di dalam sitoplasmanya walaupun masih sangat primitif.

e. Kapsul

Banyak sekali jenis bakteri mampu membentuk lendir secara tebal dan merupakan selaput yang membungkus sel. Selaput lendir yang membungkus sel. Selaput lendir yang membungkus seluruh permukaan bakteri. Dan merupakan bagian dari sel bakteri disebut kapsul. Kapsul mempunyai batas yang tegas dan mempunyai bentuk tertentu sesuai dengan bentuk bakterinya. Kapsul bersifat antigen dan diduga merupakan pelindung bakteri terhadap zat-zat anti yang berada di dalam cairan badan.

Kapsul juga merupakan faktor yang menentukan keganasan bakteri.

f. Flagel

Salah satu sifat bakteri adalah dapat bergerak. Alat gerak Bakteri adalah flagel (bulu cambuk). Flagel memiliki panjang mikron dan tebal 12-15 milimikron (entjang, 2003).

3. Bentuk Bakteri

Beberapa bentuk dasar bakteri yaitu bulat (*coccus*), batang atau silinder (*bacillus*) dan spiral yaitu bentuk batang melengkung atau melingkarlingkar (Pratiwi, 2008).

a. Kokus (*coccus*)

Kokus adalah bakteri yang mempunyai bentuk bulat seperti bolabola kecil. Kelompok ini ada yang bergerombol dan yang bergandeng-gandengan membentuk koloni. Berdasarkan jumlah koloni, kokus dapat dibedakan menjadi beberapa kelompok, yaitu:

- 1) Monokokus (*monococcus*) bila kokus hidup menyendiri.
- 2) Diplokokus (*diplococcus*) bila kokus membentuk koloni terdiri dari dua kokus.
- 3) Streptokokus (*streptococcus*) bila koloni berbentuk seperti rantai.
- 4) Stafilokokus (*staphylococcus*) bila koloni bakteri kokus membentuk untaian seperti buah anggur.
- 5) Tetrakokus (*tetracoccus*) bila koloni terdiri dari empat kokus.

b. Basil (Bacillus)

Basil dari bacillus merupakan bakteri yang mempunyai bentuk tongkat pendek atau batang kecil dan silindris. Sebagian bakteri berbentuk basil. Basil dapat bergandeng-gandengan panjang, bergandengan dua-dua, atau terlepas satu sama lain.

c. Spiral (Spirillum)

Spiral merupakan bakteri yang berbentuk bengkok atau berbengkok-bengkok seperti spiral. Bakteri yang berbentuk spiral sangat sedikit jenisnya. Golongan ini merupakan golongan yang paling kecil jika dibandingkan dengan golongan basil dan golongan kokus (Pratiwi, 2018)

4. Bakteri Penyebab Diare yang Bertransmisi Melalui Air

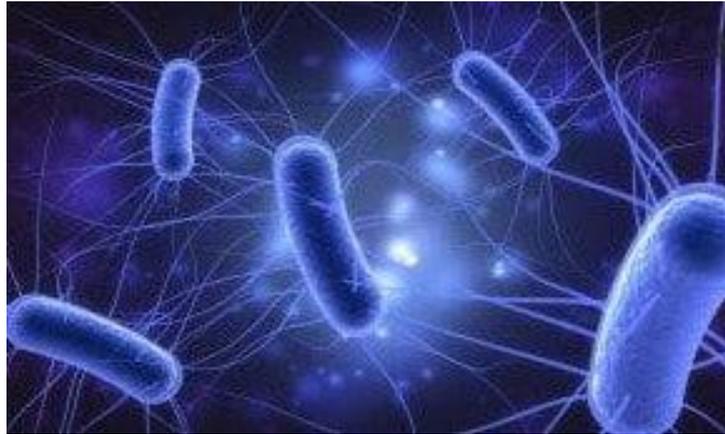
Diare adalah salah satu *waterborne illnesses* (penyakit yang ditularkan melalui air) yang disebabkan karena sanitasi lingkungan yang tidak baik. *Waterborne illnesses* dapat disebabkan karena mengonsumsi air dan kontak langsung, baik kontak dengan kulit maupun membran mukus melalui inhalasi. Agen-agen yang transmisinya dapat melalui air antara lain bakteri, virus, parasit, dan bahan kimia (CDC, 2005).

5. *Escherichia coli*

Escherichia coli merupakan salah satu jenis bakteri *Coliform*, bakteri ini tergolong bakteri gram negatif, berbentuk batang, tidak

membentuk spora, kebanyakan bersifat motil (dapat bergerak) menggunakan flagela, dan dapat memfermentasi laktosa. Kebanyakan strain tidak bersifat membahayakan, tetapi ada pula yang bersifat patogen terhadap manusia, seperti Enterohaemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC). *Escherichia coli* merupakan tipe EHEC yang terpenting dan berbahaya terkait dengan kesehatan masyarakat. *Escherichia coli* dapat masuk ke dalam tubuh manusia terutama melalui konsumsi pangan yang tercemar, misalnya daging mentah, daging yang dimasak setengah mentah dan cemaran fekal pada air dan pangan (Jawetz, 2012).

Bakteri *Escherichia coli* ini termasuk bakteri *Coliform* flora normal tubuh yang berbentuk batang pendek (kokobasil) berukuran 0,4-0,7 μm x 1,4 μm dan bersifat gram negatif. *Escherichia coli* memiliki 150, tipe antigen O, 50 tipe antigen H, dan 90 tipe antigen K. Beberapa antigen O dapat dibawa oleh organisme, sehingga beberapa diantaranya sama dengan yang dimiliki shigella. Terkadang penyakit spesifik berkaitan dengan antigen O ini, seperti yang ditemukan pada penyakit diare dan infeksi saluran kemih. Antigen K pada *Escherichia coli* adalah polisakarida dan berfungsi untuk melekat pada sel epitel sebelum menginvasi saluran cerna atau saluran kemih. Selain itu juga memiliki antigen CFAs I dan II yang berfungsi untuk melekat pada sel epitel usus binatang. Bakteri ini termasuk bakteri anaerob fakultatif sehingga dapat hidup dalam kondisi aerob maupun anaerob. Oksigen digunakan untuk memperoleh energi secara anaerob.



Gambar 1. Bakteri *Escherichia coli* Jawetz (2008)

Menurut Bergey's *Manual of Systemic Biology* dalam Jawetz (2008),
klasifikasi taksonomi *Escherichia coli* :

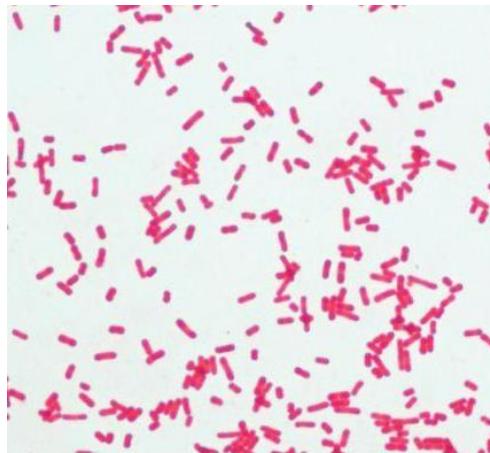
Kingdom	: Bacteria
Divisi	: Proteobacteria
Kelas	: Gamma Proteobacteria
Bangsa (Ordo)	: Enterobacteriales
Sukun (Familia)	: Enterobacteriaceae
Marga (Genus)	: <i>Escherichia</i>
Jenis (Spesies)	: <i>Escherichia coli</i>

Escherichia coli merupakan bagian f amili Enterobacteriaceae, berbentuk batang pendek (coccobasil), Gram negatif, ukuran 0,4-0,7 μm x 1,4 μm , sebagian bergerak positif dan beberapa strain memiliki kapsul dan tidak membentuk spora serta bersifat anaerob fakultatif, kebanyakan bersifat motil (dapat bergerak) dengan menggunakan flagella. *Escherichia coli* dapat tumbuh di media manapun. Sebagian besar strain *Escherichia coli* bersifat mikroaerofilik yaitu butuh oksigen namun tanpa oksigen masih dapat hidup. Beberapa strain lainnya bersifat hemolisis sehingga ketika ditanam di media agar darah akan terlihat hemolisis β (hemolisis total) sedangkan jika ditanam di media *Eosin Methylen Blue Agar* (EMBA) akan tampak warna yang khas yaitu hijau metalik dan akan

terlihat koloni berwarna kilat logam jika ditanam dalam media Endo Agar (Nygren dkk, 2012).

Semua spesies pada *Escherichia coli* dapat meragi glukosa dengan membentuk asam dan gas (baik aerob maupun anaerob). *Escherichia coli* yang patogen dapat hidup pada suhu rendah sekalipun yaitu 7oC maupun suhu yang tinggi yaitu 44oC, namun dia akan lebih optimal tumbuh pada suhu antara 35oC-37°C, serta dalam kisaran pH 4,4-8,5. Nilai aktivitas air minimal 0,95 lebih resistensi terhadap asam. Bakteri ini relatif sangat sensitif terhadap panas dan inaktif pada suhu pasteurisasi atau selama pemasakkan makanan (Suardana dkk, 2009).

6. Morfologi *Escherichia coli*



Gambar 2. *Escherichia coli* di bawah mikroskop (Jawetz, 2013)

Escherichia coli merupakan bakteri aerob atau fakultatif gram negatif, berbentuk batang, mempunyai kapsul, tidak mempunyai spora, berukuran 0,4-0,7 μm x 1,4 μm , dapat meragi laktosa, bersifat mikro dan bergerak aktif dengan *Flagella peritrich*. Bakteri *Escherichia coli* juga termasuk bakteri Coliform dan merupakan bakteri yang tumbuh hampir disemua media pembenihan (Radji, 2011).

Bakteri *Escherichia coli* yang bersifat patogen dapat tumbuh pada suhu rendah yaitu sekitar 7°C dan suhu tinggi yaitu sekitar 44°C, strain *Escherichia coli* juga dapat bertahan pada pemanasan pada suhu

55°C dan bahkan pada suhu 60°C. Tetapi, pertumbuhan *Escherichia coli* lebih optimal pada suhu antara 35°C-37°C, dan pH optimum 7-7,5. Selain itu, bakteri *Escherichia coli* dapat hidup ditempat lembab, relatif sensitif terhadap panas, dan akan mati dengan pasteurisasi atau proses pemasakan makanan dengan suhu yang relative tinggi (Romadhon, 2016).

Bakteri *Escherichia coli* merupakan bakteri gram negatif yang memiliki 150 tipe antigen O, 50 spesies antigen H, dan 90 tipe antigen K. beberapa antigen O dapat dibawa oleh mikroorganisme sehingga sama seperti yang dimiliki *Shigella*. Terkadang penyakit spesifik berhubungan dengan antigen O yang dapat ditemukan pada penyakit infeksi saluran kemih dan diare (Romadhon, 2016).

7. Perkembangbiakan *Escherichia coli*

Bakteri *Escherichia coli* biasanya terdapat dalam jaringan atau saluran pernapasan ayam yang sakit . bakteri ini akan melimpah pada air yang kualitasnya jelek, terutama setelah turunya hujan . *Escherichia coli* bersifat pathogen dan infeksinya dapat berbentuk kematian embrio pada telur tetas , infeksi yolksac , omfalitis , koliseptikemia , airsacculitis (radang kantong udara),enteritis, infeksi alat reproduksi (salpingitis). *Escherichia coli* disebut juga *Coliform fekal*, hal ini karena *Escherichia coli* ditemukan di dalam saluran usus ternak dan saluran usus manusia dan didapatkan dalam feses, sehingga *Escherichia coli* dikenal sebagai indicator kontaminasi kotoran. *Escherichia coli* berkembangbiak dengan cara membelah diri. Sel membelah menjadi 2 yang saling terpisah sehingga membentuk sel-sel tunggal, pada beberapa generasi sel-sel membelah searah dan tidak saling terpisah sehingga membentuk filamen yang terdiri atas deretan mata rantai sel yang disebut trikoni. Heterokist dapat mengikat nitrogen bebas di udara, contohnya pada *Gleocapsa*. Heterokist adalah sel yang pucat, kandungan selnya terlihat homogen (terlihat dengan mikroskop cahaya) dan memiliki dinding yang transparan. Heterokist terbentuk oleh penebalan dinding sel vegetatif, sedangkan

akinet terbentuk dari penebalan sel vegetatif sehingga menjadi besar dan penuh dengan cadangan makanan (granula cyanophycin) dan penebalan penebalan eksternal oleh tambahan zat yang kompleks (Suhartin, 2014).

C. Tinjauan Umum Media Pertumbuhan dan Pemiakan Bakteri

Media Bahan yang terdiri dari campuran zat-zat makanan (nutrisi) baik bahan alami maupun bahan buatan, yang diperlukan mikroorganisme untuk perkembangbiakan di Laboratorium secara invitro. Mikroorganisme memanfaatkan nutrisi media berupa molekul-molekul kecil yang dirakit untuk menyusun komponen sel. Syarat Media yaitu harus mengandung nutrien yang merupakan substansi dengan berat molekul rendah dan mudah larut dalam air, nutrien dalam media harus memenuhi kebutuhan dasar mikroorganismenya yang meliputi air, karbon, energi, mineral dan faktor tumbuh, tidak mengandung zat-zat penghambat, dan media harus steril. Tujuan menggunakan media yaitu dengan media pertumbuhan dapat dilakukan isolat mikroorganisme menjadi kultur murni, dapat menginokulasi mikroorganisme dari sampel pemeriksaan, dan digunakan sebagai tempat untuk menyimpan strain mikroorganisme. (Suhartin 2017).

D. Tinjauan Umum metode MPN (*Most Probable Number*)

Metode MPN (*Most Probable Number*) umumnya digunakan untuk menghitung jumlah bakteri khususnya untuk mendeteksi adanya bakteri *Escherichia coli* yang merupakan kontaminan. Ciri-ciri utamanya yaitu bakteri gram negatif, batang pendek, tidak membentuk spora, memfermentasi laktosa menjadi asam dan gas yang dideteksi dalam waktu 24 jam inkubasi pada 37°C. Penentuan *Escherichia coli* menjadi indikator pencemaran dikarenakan jumlah koloninya pasti berkorelasi positif dengan keberadaan bakteri patogen. Selain itu, mendeteksi jauh lebih murah, cepat, dan sederhana dari pada mendeteksi bakteri patogenik lain. Contoh bakteri *Escherichia coli* (Arthur dalam Isti, 2010). Pada pemeriksaan tersebut menggunakan metode MPN (Most Probable Number) dengan ragamam 5 1 1, yang terdiri dari atas tiga tahap pengujian.

3 Tahap Pengujian Metode MPN, yaitu :

- a. Uji penduga (*presumptive test*) Merupakan tes pendahuluan tentang ada tidaknya kehadiran bakteri *Esherichia coli* berdasarkan terbentuknya asam dan gas disebabkan karena fermentasi laktosa oleh bakteri golongan *coli*. Pada Uji penduga ini digunakan Media *Lactosa Broth* (LB), terbentuknya asam dilihat dari kekeruhan pada media laktosa, dan gas yang dihasilkan dapat dilihat dalam tabung durham berupa gelembung udara. Tabung dinyatakan positif jika terbentuk gas di dalam tabung durham. Banyaknya kandungan bakteri dapat diperkirakan dengan menghitung tabung yang menunjukkan reaksi positif terbentuk asam dan gas dan dicocokkan dengan tabel MPN. Apabila pada inkubasi 1 x 24 jam hasilnya negatif, maka dilanjutkan dengan inkubasi 2 x 24 jam pada suhu 37°C. Apabila dalam waktu 2 x 24 jam tidak terbentuk gas dalam tabung durham, dihitung sebagai hasil negatif.
- b. Uji penguat (*confirmed test*) Uji penguat ialah lanjutan dari uji penduga. Uji dilakukan dengan menanamkan suspensi pada media *Briliant Green Lactose Broth* (BGLB) secara aseptik dengan menggunakan jarum inokulasi. Tabung dinyatakan positif jika terbentuk gas pada tabung durham.
- c. Uji pelengkap (*completed test*) Uji kelengkapan untuk membuktikan tabung yang positif yaitu dengan menanamkan suspensi pada media *Eosin Methylen Biru Agar* (EMBA) secara aseptik dengan menggunakan jarum inokulasi. Koloni bakteri *Esherichia coli* tumbuh berwarna kehijauan dengan kilat metalik atau koloni berwarna merah muda dengan lendir untuk kelompok *Esherichia coli Non Fekal*.

Tabel 1. Tabel MPN 511 Menurut Formula Thomas

Jumlah Tabung (+) Gas Pada Penanaman			Index Mpn Per 100 ml
5x10 ml	1x1 ml	1x0,1 ml	
0	0	0	0
0	0	1	2
0	1	0	2
	1	1	4
0	0	0	2
1	0	1	4
1	1	0	4
1	1	1	7
1	0	0	5
2	0	1	8
2	1	0	8
2	1	1	10
2	0	0	9
3	0	1	12
3	1	0	12
3	1	1	16
3	0	0	17
4	0	1	21
4	1	0	22
4	1	1	27
4	0	0	67
5	0	1	84
5	1	0	265
5	1	1	≥ 979
5			

Formula Thomas