

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Brokoli

2.1.1 Klasifikasi Brokoli

Menurut USDA (2012), brokoli dapat diklasifikasi sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Angiosperms
Ordo	: Brassicales
Famili	: Brassicaceae
Genus	: Brassica
Spesies	: <i>Brassica oleracea var. Italica</i>



Gambar 2.1 Brokoli (Anonim, 2012)

2.1.2 Uraian Tumbuhan

Brokoli (*Brassica oleracea* L. cv. group Broccoli) tergolong kedalam keluarga kubis - kubisan dan termasuk sayuran yang tidak tahan terhadap udara panas. Akibatnya, brokoli cocok ditanam di dataran tinggi yang lembap dengan suhu rendah, yaitu diatas 700 m dpl. Sayuran ini yang tidak tahan terhadap hujan yang terus menerus. Jika hal ini terjadi, tanaman brokoli menjadi kekuning-kuningan dan jika membusuk warnanya berbintik - bintik hitam. Daun dan sifat tumbuhan mirip dengan bunga kubis. Bedanya, bunga brokoli berwarna hijau dan masa tumbuhnya lebih lama dari kubis bunga. Brokoli tersusun dari bunga - bunga kecil yang berwarna hijau, tetapi tidak sekompak bunga kubis. Demikian pula dengan tangkai bunganya yang lebih panjang (Dalimartha, 2000).

Panen brokoli dilakukan setelah umurnya mencapai 60 - 90 hari sejak ditanam, sebelum bunganya mekar, dan sewaktu kropnya masih berwarna hijau. Jika bunganya telah mekar, tangkai bunganya akan memanjang dan keluarlah kuntum - kuntum bunga berwarna kuning. Untuk disantap, perlu dimasak beberapa menit saja. Pemasakan yang terlalu lama akan mengurangi khasiat brokoli (Dalimartha, 2000).

2.1.3 Asal Usul dan Penyebaran Tanaman Brokoli

Tanaman kubis – kubisan berasal dari daerah Mediterania dan Asia. Nama brokoli berasal dari bahasa Latin *Brocca* menjadi *Italian broccoli*, dan telah menjadi sayuran penting sejak masa kerajaan Romawi. Tanaman kubis sampai ke Indonesia melalui perdagangan yang dibawa oleh para pedagang dari Spanyol

sejak abad ke 15 pada masa penjajahan Belanda, sehingga dikenal sebagai sayuran Eropa (Anonim, 2011).

2.1.4 Sejarah Perkembangan Brokoli

Brokoli dan kubis bunga diduga berasal dari Eropa. Pertama kali ditemukan di Cyprus, Italia Selatan, dan Mediterania. Beberapa spesies kubis bunga telah tumbuh di Mediterania selama lebih dari 2000 tahun. Selama beberapa ratus tahun terakhir banyak terjadi perbaikan warna ataupun ukuran bunga terutama di Denmark (Rukmana, 1994). Pada tahun 1866 Mc. Mahon seorang ahli benih dari Amerika mencatat bahwa jenis – jenis kubis bunga sangat beragam; ada yang masa bunganya berwarna ungu, putih, hijau, dan merah kehitam - hitaman. Sejak saat itulah berkembang adanya kubis bunga putih, hijau dan ungu, yang kemudian menyebar luas ke seluruh dunia, terutama negara - negara yang telah dikenal daerah pertaniannya (Rukmana, 1994).

Jenis tumbuhan ini luas dibudidayakan di seluruh dunia sehingga mencakup berbagai bentuk budidaya. Pembagian secara taksonomik biasanya berdasarkan kelompok budidaya bukan berdasarkan aspek botani. Masuknya kubis bunga ke Indonesia tidak terdapat keterangan yang pasti, diduga terjadi pada abad XIX dan varietasnya berasal dari India. Pemasaran brokoli dan kubis bunga tidak hanya dilakukan untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri, tetapi telah meluas ke pasaran luar negeri misalnya Jepang, Singapura, Malaysia, dan Taiwan. Bahkan kubis bunga dan brokoli bersama - sama dengan bawang merah, tomat, kentang, cabai, dan kubis krop telah menduduki jajaran kelompok enam besar

sayuran segar yang menjadi andalan ekspor Indonesia ke beberapa negara (Rukmana, 1994).

2.1.5 Morfologi Tanaman Brokoli

Morfologi tanaman brokoli memiliki kesamaan dengan keluarga kubis – kubisan lainnya (Nonnecke, 1989). Brokoli memiliki perakaran yang dangkal (20 cm – 30 cm) dan menyebar ke samping. Sistem perakaran yang dangkal itu membuat tanaman brokoli ini dapat tumbuh dengan baik apabila ditanam pada tanah yang gembur dan porus (Cahyono, 2001). Batang brokoli berwarna hijau, berbentuk bulat (Harjadi, 1990). Daun brokoli berbentuk bulat telur (oval) dengan tepi daun bergerigi, berwarna hijau dan tumbuh berselang – seling pada batang tanaman (Rukmana, 1995). Daun brokoli agak keras dan berlapis lilin, daun terdalam yang kecil dari brokoli berfungsi untuk melindungi bunga yang baru terbentuk dari sinar matahari (Rubatzky, 1989).

Pada kondisi lingkungan yang sesuai, bunga brokoli dapat tumbuh memanjang menjadi tangkai bunga yang penuh dengan kuntum bunga (Cahyono, 2001). Tanaman brokoli bersifat menyerbuk silang dengan bantuan serangga. Putik masak lebih dahulu dari pada tepung sarinya sehingga sulit terjadi penyerbukan sendiri. Penyerbukan silang pada keluarga *Brassicaceae* disebabkan sifat *self – incompatibility* (tidak mampu melakukan penyerbukan sendiri) (Harjadi, 1990).

2.1.6 Syarat Tumbuh

Tanaman brokoli tumbuh pada tanah lempung sampai lempung berpasir, tanah yang gembur dan mengandung bahan organik tinggi dengan pH antar 6 –

6,8 (Wahyudi, 2010). Brokoli menghendaki air cukup, dengan curah hujan berkisar antara 1000 – 1500 mm/tahun, dan kelembaban tanah 60 – 100 %. Suhu harian antara 18 – 20 °C, bila suhu terlalu rendah menyebabkan bunga yang terbentuk kecil, sedangkan jika terlalu tinggi membuat bunga sulit terbentuk sehingga tanaman brokoli cocok di tanam diketinggian 1000 – 2000 meter di atas permukaan laut (Harjadi, 1990)

2.1.7 Daerah Tumbuh

Brokoli (*Brassica oleracea L. Var italica*) merupakan tanaman sayuran subtropik yang banyak dibudidayakan di Eropa dan Asia. Tanaman brokoli termasuk *cool season crop* sehingga cocok ditanam pada daerah pegunungan (dataran tinggi) yang beriklim sejuk. Di Indonesia, tanaman brokoli sebagai sayuran dibudidayakan secara luas pada daerah tinggi seperti Karo (Sumatera Utara), Bukit Tinggi (Sumatera Barat), Lembang, Cisarua, Pangalengan (Jawa Barat), Sumber Brantas (Jawa Timur), dan daerah dataran rendah seperti Sleman dan Kulonprogo (Daerah Istimewa Yogyakarta). Di Indonesia sayuran brokoli telah dikenal sejak abad ke-15, yaitu mulai penjajahan Belanda, sehingga lebih dikenal sebagai sayuran Eropa (Muslim, 2009).

Pada mulanya bunga brokoli dikenal sebagai sayuran daerah beriklim dingin (subtropis) sehingga di Indonesia cocok ditanam di dataran tinggi antara 1,000 – 2,000 meter dari atas permukaan laut yang suhu udaranya dingin dan lembab. Kisaran temperatur optimum untuk pertumbuhan produksi sayuran ini adalah antara 15,5 – 18⁰C dan maksimum 24⁰C. Setelah beberapa negara di kawasan Asia berhasil menciptakan varietas – varietas unggul baru yang toleran

terhadap temperatur tinggi (panas), brokoli dapat ditanam di dataran menengah sampai tinggi (Rukmana, 1994).

2.1.8 Khasiat

Bunga brokoli akan mempercepat penyembuhan setelah sakit berat serta menghambat perkembangan sel kanker. Selain sebagai antioksidan, brokoli yang kaya serat juga bermanfaat untuk mencegah sembelit dan berbagai gangguan pencernaan lainnya (Dalimartha, 2000). Penelitian terhadap khasiat brokoli telah dilakukan antara lain sebagai antikanker dengan cara melalui mekanisme peningkatan produksi enzim fase II detoksifikasi pada kanker hati (Fahey & Talalay, 1999), kanker payudara (Cornblatt, *et al.*, 2007), kanker kolon (Fahey, *et al.*, 1997), kanker kandung kemih (Munday, *et al.*, 2008), kanker prostat (Singh, *et al.*, 2005) dan lain sebagainya. Juga mampu mengeliminasi infeksi *Helicobacter pylori* yang merupakan penyebab utama ulkus dan kanker lambung (Fahey, *et al.*, 1997). Khasiat pada kulit telah diteliti bahwa kandungan sulforafan dari brokoli secara penggunaan topikal mampu memperbaiki kerusakan akibat sinar UV dengan cara mencegah efek eritema yang diinduksi oleh sinar UV, baik secara *invitro* maupun *invivo* (Talalay, 2007). Pada studi *invitro* menggunakan kultur keratinosit manusia (HaCaT) membuktikan bahwa sulforafan mampu mereduksi ekspresi gen inflamatorik IL-6, IL-1 beta dan siklooksigenase (COX-2) yang diinduksi oleh pajanan sinar UVB. Selain itu, pemberian sulforafan oral pada tikus percobaan menunjukkan adanya kemampuan menekan ekspresi protein COX-2. Kesemua hal ini menunjukkan efek sulforafan sebagai anti inflamasi. Khasiat lain yang telah diteliti adalah sulforafan topikal yang memiliki

efek antimutagenik pada pengobatan epidermolisis bullosa simpleks (Kerns, *et al*, 1997).

2.1.9 Kandungan Kimia

Brokoli mengandung air, protein, lemak, karbohidrat, serat, kalsium, zat besi, vitamin (A,C,E, tiamin, riboflavin, nikotinamid), beta karoten, dan glutatoin. Selain itu, brokoli mengandung senyawa *sianohidroksibutena* (CHB), sulforafan, dan iberin yang merangsang yang merangsang pembentukan glutatoin. Kandungan zat berkhasiatnya yaitu sulforafan yang dapat mencegah penyakit kanker (Dalimartha, 2000). Brokoli mengandung beragam mineral penting seperti kalsium, kalium, besi dan selenium. Flavonoid dan serat terkandung juga memperkaya kandungan nutrisi dari brokoli. Kandungan Vitamin C pada Brokoli sebesar 93,2 mg/100 g (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998). Senyawa flavonoid yang paling ampuh tersimpan dalam brokoli adalah sulforanan, betakarotin, dan glutatoin (Winarsi, 2007). Senyawa flavonoid dapat menggumpalkan protein, senyawa flavonoid juga bersifat lipofilik, sehingga dapat merusak lapisan lipid pada membran sel bakteri (Monalisa, *et al*, 2011). Pada pengujian penapisan fitokimia, golongan senyawa yang terdeteksi pada brokoli yaitu flavonoid, kuinon, monoterpen dan seskuiterpen, triterpenoid dan steroid dan saponin (Lutfia, 2012).

2.1.10 Zat Anti Mikroba Brokoli

1. Flavonoid

Flavonoid merupakan senyawa pereduksi yang baik, menghambat banyak reaksi oksidasi, baik secara enzim maupun non enzim. Flavonoid merupakan golongan terbesar senyawa fenol (Sjahid, 2008). Mekanisme kerja flavonoid

berfungsi sebagai antibakteri dengan cara membentuk senyawa kompleks terhadap protein ekstraseluler yang mengganggu keutuhan membran sel bakteri. Mekanisme kerjanya dengan cara mendenaturasi protein sel bakteri dan merusak membran sel tanpa dapat diperbaiki lagi (Juliantina, 2008). Flavonoid merupakan senyawa polar yang umumnya mudah larut dalam pelarut seperti etanol, methanol, butanol, aceton dan lain lain. Flavonoid umumnya terdapat pada tumbuhan, terikat pada gula sebagai glikosida dan aglikon flavonoid. Adanya gula yang terikat pada flavonoid (bentuk yang umum ditemukan) cenderung menyebabkan flavonoid lebih mudah larut dalam air. Campuran pelarut diatas dengan air merupakan pelarut yang lebih baik untuk glikosida. Sebaliknya aglikon yang kurang polar seperti isoflavon, flavanon, dan flavon seperti eter dan kloroform (Zulaikha, 2006).

Flavonoid merupakan golongan terbesar dari senyawa fenol. Senyawa fenol mempunyai sifat efektif terhadap virus, bakteri dan fungi. Senyawa-senyawa flavonoid umumnya bersifat antioksidan dan banyak yang telah digunakan sebagai salah satu komponen bahan baku obat-obatan (Naim, *et al*, 2002). Senyawa flavonoid dan turunannya memiliki fungsi fisiologi tertentu, yaitu sebagai bahan kimia untuk mengatasi serangan penyakit (sebagai antimikroba atau antibakteri) dan antivirus bagi tanaman. Flavonoid mempunyai bermacam – macam efek fisiologi tertentu yaitu antitumor, anti HIV, immunostimulant, analgesic, antiradang, antifungal, antidiare, antihepatoksik dan sebagai vasodilator. Flavonoid juga berperan sebagai antioksidan karena dapat menangkap radikal bebas (*Free Radical Seavengers*) dengan melepaskan atom hydrogen dari gugus hidroksilnya (Anonim, 2002).

2. Saponin

Saponin merupakan senyawa aktif permukaan yang kuat yang menimbulkan busa jika dikocok dalam air dan pada konsentrasi yang rendah sering menyebabkan hemolisis sel darah merah. Saponin dapat diperoleh dari beberapa tumbuhan dengan hasil yang baik dan digunakan sebagai bahan baku untuk sintesis hormon steroid yang digunakan sebagai bahan baku untuk sintesis hormon steroid yang digunakan dalam bidang kesehatan. Saponin merupakan glikosida yang larut dalam air dan etanol, tetapi tidak larut dalam eter (Robinson, 1995).

2.2 Tinjauan *Escherichia coli*

2.2.1 Klasifikasi



Gambar 2.2 *Escherichia coli* (Anonim, 2012)

Superdomain : *Phylogenetica*
Filum : *Proterobacteria*
Kelas : *Gamma Proteobacteria*
Ordo : *Enterobacteriales*
Family : *Enterobacteriaceae*
Genus : *Escherichia*
Species : *Escherichia Coli* (Anonim, 2008).

Escherichia coli merupakan flora normal yang terdapat dalam usus. Bakteri enterik yang lain (spesies *proteus*, *enterobacter*, *klebsiella*, *margonella*, *providencia*, *citrobacter*, dan *serratia*) juga ditemukan sebagai anggota dari flora normal dalam usus tetapi jarang dibandingkan dengan *E coli*. Bakteri enterik biasanya ditemukan dalam jumlah kecil sebagai bagian dari flora normal dari sistem pernafasan dan sistem alat kelamin. Bakteri enterik biasanya tidak menyebabkan penyakit dan dalam usus mereka dapat memberikan fungsi normal dan nutrisi. Ketika infeksi klinis terjadi, biasanya disebabkan oleh *E coli*, tetapi bakteri enterik lain merupakan penyebab dari infeksi yang terjadi di rumah sakit dan kadang-kadang menyebabkan infeksi yang diperoleh dari komunitas. Bakteri menjadi patogen ketika mereka mencapai jaringan di luar intestinal normal atau tempat flora normal yang kurang umum. Beberapa bakteri enterik (misal *Serratia marcescens*, *Enterobacter aerogenes*) merupakan patogen yang opportunistik. Ketika daya pertahanan normal pada inang tidak sempurna khususnya pada bayi atau usia tua, pada tahap terminal penyakit lain, sesudah mendapat immunosuppressan atau menggunakan katheter vena atau urethra yang menetap, infeksi klinis lokal yang penting dapat terjadi, dan bakteri akan mencapai aliran darah dan mengakibatkan sepsis (Jawetz, *et al*, 2005).

Pada genus *Escherichia*, terdapat satu spesies bakteri yang sering diisolasi dari spesimen klinik, yaitu *E.coli*. *E.coli* lebih sering digunakan sebagai objek dalam penelitian ilmiah dibandingkan dengan mikroorganisme yang lain. Organisme ini merupakan penghuni utama di usus besar, dan juga merupakan isolat penyebab utama infeksi saluran kemih, pneumonia, meningitis, serta sepsis. Penelitian- penelitian yang baru juga menunjukkan bahwa galur tertentu dari *E.coli* juga merupakan patogen merupakan intestinal dan menyebabkan berbagai penyakit gastrointestinal. Disamping *E.coli*, dalam genus *Escherichia*, juga terdapat beberapa spesies yang jarang diisolasi dari penyakit - penyakit pada manusia (Sjoker, M.Dzen, 2003)

Escherichia coli adalah kuman oportunistik yang banyak ditemukan didalam usus besar manusia sebagai flora normal. Sifatnya unik karena dapat menyebabkan infeksi primer pada usus misalnya diare pada anak dan *travelers diarrhea*, seperti juga kemampuannya menimbulkan infeksi pada jaringan tubuh lain diluar usus. Genus *Escherichia* terdiri dari dua spesies yaitu: *Escherichia coli* dan *Escherichia hermannii* (Sjoker, M.Dzen, 2003).

2.2.2 Sejarah

Escherichia Coli pertama kali diidentifikasi oleh dokter hewan Jerman, Theodor Escherich dalam studinya mengenai sistem pencernaan pada bayi hewan. Pada 1885, beliau menggambarkan organisme ini sebagai komunitas bakteri *coli* (Escherich 1885) dengan membangun segala perlengkapan patogenitasnya di infeksi saluran pencernaan. Nama "*Bacterium Coli*" sering digunakan sampai

pada tahun 1991. Ketika Castellani dan Chalames menemukan genus *Escherichia* dan menyusun tipe spesies *E. Coli* (Anonim, 2008).

2.2.3 Morfologi dan Fisiologi

Escherichia coli termasuk dalam famili *Enterobacteriaceae*. Bakteri ini merupakan bakteri gram negatif, berbentuk batang pendek (kokobasil), mempunyai flagel, berukuran 0,4 µm, dan mempunyai simpai. *Escherichia coli* tumbuh dengan baik di hampir semua media perbenihan, dapat meragi laktosa dan bersifat mikroaerofilik. (Radji, Biomed, 2011). Kuman berbentuk batang pendek (kokobasil) negatif gram, ukuran 0,4-0,7 um x 1,4 um, sebagian besar gerak positif dan beberapa strain mempunyai kapsul (Jawetz, 2005).

2.2.4 Patogenesis dan Gambaran Klinik

Manifestasi klinik infeksi oleh *E.coli* dan bakteri enterik lain bergantung pada tempat infeksi dan tidak dapat dibedakan oleh gejala atau tanda - tanda akibat proses yang disebabkan oleh bakteri lain.

1. Infeksi saluran kemih

E coli adalah penyebab utama infeksi saluran kemih (ISK) dan diperkirakan sekitar 90% ISK pada wanita muda disebabkan oleh *E.coli*. Spektrum dari ISK berkisar dari sistisis sampai pielonefritis. Wanita lebih sering terkena ISK karena perbedaan struktur anatomisnya, kematangan seksual, perubahan traktus urogenitalis selama kehamilan dan kelahiran, serta karena adanya tumor. Laki-laki setelah umur 45 tahun dengan hipertrofi prostat sering disertai dengan infeksi saluran kemih. Kateterisasi atau manipulasi mekanikal pada

traktus urinarius, obstruksi, diabetes, dan kegagalan untuk mengosongkan kandung kemih selama buang air kecil adalah faktor - faktor predisposisi seseorang untuk terjadinya infeksi saluran kemih oleh *E.coli* atau mikroorganisme yang lain (Jawetz, 2005).

Gejala-gejala ISK antara lain adalah poliuria, disuria, hematuria, dan piuria serta nyeri panggul berhubungan dengan infeksi saluran kemih bagian atas. ISK dapat menyebabkan bakterimia dengan tanda klinis sepsis. Namun demikian, tidak satupun dari gejala-gejala klinis dit spesifik untuk infeksi *E.coli* (Jawetz, 2005).

2. Penyakit Diare

Escherichia coli merupakan salah satu penyebab penyakit diare yang paling sering terjadi. Diare adalah penyakit yang ditandai dengan bertambahnya frekuensi feases (tinja) lebih dari biasanya (3 atau lebih per hari) yang disertai perubahan bentuk dan konsistensi feases dari penderita (Ridwan, 2007).

Escherichia coli umumnya menyebabkan diare yang terjadi di seluruh dunia. Yang diklasifikasikan berdasarkan sifat karakteristik dari virulensinya dan tiap kelompok menyebabkan penyakit dengan mekanisme yang berbeda, yaitu :

- 1) Enteropatogenik *Escherichia coli* (EPEC) menyebabkan diare terutama pada bayi dan anak-anak, di negara sedang berkembang dengan mekanisme yang belum jelas diketahui. EPEC melekat pada sel mukosa usus kecil. Akibat dari infeksi EPEC adalah diare yang cair, yang biasanya susah diatasi namun tidak kronis (Jawetz, 2005).

- 2) Enterotoxigenic *Escherichia coli* (ETEC) menyebabkan Secretory Diarrhea seperti pada kolera. Strain kuman ini mengeluarkan toksin LT (termolabil) atau ST (termostabil). Faktor - faktor permukaan untuk perlekatan sel kuman pada mukosa usus penting di dalam patogenesis diare, karena sel kuman harus melekat dulu pada sel epitel mukosa usus sebelum kuman mengeluarkan toksin (Jawetz, 2005).
- 3) Enterohemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC) memproduksi verotoksin, banyak dihubungkan dengan hemorrhagic colitis, sebuah bentuk diare yang parah dan dengan sindroma uremic hemolytic, sebuah penyakit akibat kegagalan ginjal akut. Strain *Escherichia coli* ini menghasilkan substansi yang bersifat sitotoksik terhadap sel Vero dan Hela, identik dengan toksin dari *Shigella dysenteriae*. Toksin merusak sel endotel pembuluh darah, terjadi perdarahan yang kemudian masuk ke dalam kuman usus (Jawetz, 2005).
- 4) Enteroagregative *Escherichia coli* (EAEC) menyebabkan diare yang akut dan kronis (dalam jangka waktu > 14 hari) pada orang di negara berkembang. Patogenesis EAEC penyebab diare tidak begitu dipahami dengan baik, meskipun demikian dinyatakan bahwa EAEC melekat pada mukosa intestinal dan menghasilkan enterotoksin dan sitotoksin. Akibatnya adalah kerusakan mukosa, pengeluaran sejumlah besar mukus, dan terjadinya diare (Jawetz, 2005).
- 5) Enteroinvasive *Escherichia coli* (EIEC) menyebabkan penyakit yang mirip dengan shigellosis. Penyakit yang terjadi umumnya pada anak di negara berkembang dan dalam perjalanan ke negara tersebut. Seperti *Shigella* strain EIEC memfermentasi laktosa dengan lambat atau tidak

memfermentasi laktosa dan tidak motil. EIEC menyebabkan penyakit (Jawetz, 2005).

3. Sepsis

Bila pertahanan inang normal tidak mencukupi, *E. coli* dapat memasuki aliran darah dan menyebabkan sepsis. Nefropatogenik *Escherichia coli* secara khas memproduksi hemolisin. Kebanyakan infeksi disebabkan oleh *Escherichia coli* dari sejumlah kecil antigen O. Antigen K menjadi penting dalam patogenesis infeksi sistem saluran bagian atas. Pyelonephritis dihubungkan dengan pilus tipe spesies, yaitu pilus P dimana dapat mengikat zat kelompok darah P. Ketika host dalam keadaan normal, *Escherichia coli* dapat mencapai aliran darah dan menyebabkan sepsis. Bayi yang baru lahir rentan sekali terhadap sepsis *Escherichia coli* karena mereka kekurangan antibodi IgM. Sepsis dapat terjadi setelah infeksi sistem saluran kemih (Jawetz, 2005).

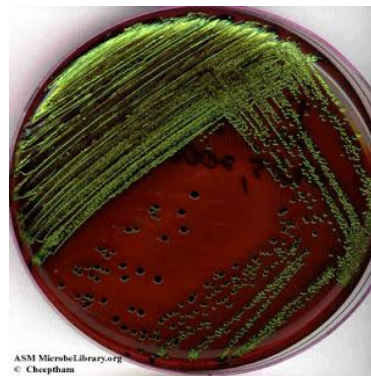
4. Meningitis

E. coli dan *Streptokokus* adalah penyebab utama meningitis pada bayi. *E. Coli* merupakan penyebab pada sekitar 40% kasus meningitis neonatal (Jawetz, 2005).

2.2.5 Sifat – Sifat Biologis

Escherichia coli tidak dapat memproduksi H₂S, tetapi dapat membentuk gas dari glukosa, menghasilkan tes positif terhadap indol, dan memfermentasikan laktosa. Bakteri ini dapat tumbuh baik pada suhu antara 8 °C- 46 °C, dengan suhu optimum dibawah temperature 37 °C. *Escherichia coli* dapat tumbuh pada ph optimum berkisar 7,2 - 7,6. Bakteri *Escherichia coli* berbentuk batang lurus,

bersifat gram negatif, fakultatif aeraob, gerak positif dengan flagel peritrica, dan tumbuh baik pada suhu 37 °C dalam media sederhana seperti buillon agar, air peptone dan gelatin. Biakan bakteri ini membentuk koloni yang bundar, cembung, halus dengan tepi yang rata. Ciri pertumbuhan, memberi hasil positif pada tes indol, lisin dekarboksilase, fermentasi manitol, laktosal dan maltosa serta membentuk gas dari glukosa. Isolat urin dengan cepat dapat dikenal sebagai *Escherichia coli* karena terjadi hemolisis pada agar darah. Pada EMB koloni tampak berkilau (Jawetz, 2001).



Gambar 2.3 Koloni *Escherichia coli* pada media EMB (Anonim, 2012)

Bila *Escherichia coli* dipanaskan pada suhu 60 °C selama 30 menit akan mati. Reaksi IMViC yang dihasilkan oleh *Escherichia coli* ialah positif, positif, negatif, negatif (+ + - -). Sensitif terhadap brilian green, citrat dan natrium dioxycholot, hal ini dimanfaatkan dalam pembuatan media SS (Salmonella Shigella) yang mengandung citrat dan garam empedu dimana media ini bisa menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* (Syahrurachman, 1994).

Berikut beberapa uji Biokimia yang digunakan untuk identifikasi bakteri *Escherichia coli* antara lain :

1. TSIA

Pada uji TSIA warna media slant (lereng) berubah menjadi kuning karena media berifat asam, ini menandakan bahwa bakteri *Escherichia coli* mengadakan memfermentasi terhadap laktosa dan sukrosa. Pembentukan gas positif hasil dari fermentasi H₂ dan CO₂ dapat dilihat dari pecahnya dan terangkatnya agar. Bakteri ini tidak membentuk H₂S. Pembentukan H₂S positif dapat ditandai dengan adanya endapan berwarna hitam, endapan ini terbentuk karena bakteri mampu menguraikan asam amino dan methion yang akan menghasilkan H₂S, dan H₂S akan bereaksi dengan Fe⁺⁺ yang terdapat pada media dan menghasilkan endapan hitam (Ramadhany, 2008).

2. Indol

Media ini biasanya digunakan dalam indentifikasi yang cepat. Hasil uji indol yang diperoleh negatif karena tidak terbentuk lapisan (cincin) berwarna merah muda pada permukaan biakan, artinya bakteri ini tidak membentuk indol dari tryptopan sebagai sumber carbon, yang dapat diketahui dengan menambahkan larutan kovac. Asam amino triptofan merupakan komponen asam amino yang lazim terdapat pada protein, sehingga asam amino ini dengan mudah dapat digunakan oleh mikroorganisme akibat penguraian protein (Ramadhany, 2008).

3. Methyl Red (MR)

Hasilnya positif, terjadi perubahan warna menjadi merah setelah ditambahkan methyl red. Artinya, bakteri ini menghasilkan asam campuran (metilen glikon) dari proses fermentasi glukosa yang terkandung dalam media

MR. Terbentuknya asam campuran pada media akan menurunkan pH sampai 5,0 atau kurang, oleh karena itu bila indikator metil ditambahkan pada biakan tersebut dengan pH serendah itu maka indikator tersebut menjadi merah. Hal ini menandakan bahwa bakteri ini menghasilkan asam campuran (Ramadhany, 2008).

4. Voges Proskauer (VP)

Hasilnya negatif, karena tidak terbentuk warna merah pada medium setelah ditambahkan α -naphthol dan KOH, artinya hasil akhir fermentasi bakteri ini bukan asetil metil karbinol atau asetolin (Ramadhany, 2008).

5. Simmons Citrat

Hasil uji sitrat yang diperoleh negatif, yang ditandai dengan tidak terjadinya perubahan warna. Artinya bakteri ini tidak mempunyai enzim sitrat permiase yaitu enzim spesifik yang membawa sitrat ke dalam sel (Ramadhany, 2008).

6. Semi Solid

Hasil yang diperoleh pada uji ini adalah positif, hal ini terlihat adanya penyebaran yang berwarna putih seperti kabut disekitar tempat inokulasi. Hal ini menunjukkan adanya pergerakan dari bakteri yang diinokulasikan, yang berarti bahwa bakteri ini memiliki flagella (Ramdhany, 2008).

7. Gula – Gula

Media gula-gula yang digunakan untuk identifikasi *Escherichia coli* adalah glukosa, laktosa, maltosa, manosa, dan sukrosa. Media-media ini menggunakan

indikator Brom Timol Blue (BTB) yang pada suasana asam indikator ini akan berubah warna menjadi kuning. Fermentasi gula oleh bakteri menghasilkan suasana yang asam sehingga media tampak berwarna kuning.

Tabel 2.1 : Uji Biokimia *Escherichia coli*

Uji Biokimia	<i>Escherichia coli</i>
TSIA :	
Fermentasi Sukrosa dan Laktosa	(+)
Fermentasi Glukosa	(+)
Produksi Gas	(+)
Produksi H ₂ S	(-)
IMViC / SIM	
Indol	(+)
MR (Methyl Red)	(+)
VP (Voges Proskauer)	(-)
Simmons Citrat	(-)
Motilitas	(+)
Gula – Gula :	
Fermentasi Glukosa	(+)
Fermentasi Laktosa	(+)
Fermentasi Maltosa	(+)
Fermentasi Manosa	(+)
Fermentasi Sukrosa	(+) / (-)
Produksi Gas	(+)

(Ramadhany, 2008)

2.2.6 Struktur Antigen

Escherichia coli mempunyai antigen O,H dan K. Antigen O merupakan bagian terluar dinding sel lipopolisakarida dan terdiri dari unit polisakarida.

Antigen O tahan terhadap panas dan alkohol dan biasanya dengan dideteksi dengan cara aglutinasi bakteri. Antigen K merupakan bagian luar dari antigen O. Beberapa antigen K adalah polisakarida dan yang lainnya protein. Antigen K pada *Escherichia coli* menyebabkan perlekatan bakteri pada sel epitelial yang memungkinkan invasi ke sistem gastrointestinal. Antigen H terletak pada flagel dan dapat didenaturasi atau dihilangkan oleh panas dan alkohol. Antigen ini dapat diawetkan dengan pemberian formalin pada varian bakteri yang motil. Antigen H mengadakan aglutinasi dengan antibodi H biasanya IgG. Penentuan dalam antigen H merupakan fungsi rangkaian dari asam amino pada protein flagella. Antigen H pada permukaan bakteri dapat mempengaruhi aglutinasi oleh antibodi anti O (Jawetz, 2005).

2.2.7 Diagnosa Laboratorium

Isolasi dan identifikasi kuman *Escherichia coli* dari bahan pemeriksaan klinik dipakai metode dan media sesuai dengan metode untuk kuman enterik lain. Diagnosa laboratorium untuk *Escherichia coli* dengan mengirim sampel ke laboratorium yang tergantung pada jenis penyakitnya. Sampel bisa berupa liquor cerebrospinalis, sputum, urine, feaces atau darah. Bahkan pemeriksaan ini diperiksa dengan mikroskop setelah pewarnaan gram dan dilakukan pembedahan. Sebagian besar strain *Escherichia coli* patogen memerlukan metode khusus untuk mengidentifikasi toksin yang dihasilkan. Beberapa metode baru berdasar test imunologi dan teknik dehidrasi DNA sudah dikembangkan, tetapi belum beredar di pasaran luas, misalnya : Test Elisa (*Enzyme linked immunosorbent assay*). Particle agglutination methods Co-agglutination dengan protein A *Staphylococcus aureus* yang telah berikatan dengan antibodi terhadap enterotoksin *Escherichia*

coli, dehidrasi DNA - DNA pada koloni kuman atau langsung pada specimen tinja (Syahrurachman, 1994).

2.2.8 Epidemiologi

Menelan makanan dan minuman yang terkontaminasi merupakan penyebab perpindahan *Escherichia coli* pada manusia. *Escherichia coli* ini biasanya terada di air, debu, es, sampah kering atau basah. Bila mikroorganisme tersebut masuk ke dalam vasikel yang cocok biasanya akan tumbuh dan berkembangbiak, maka perhatian terhadap faktor kebersihan lingkungan, pembuangan sampah dan perlindungan makanan sangat penting dilakukan untuk menghindari terjadinya cemaran oleh *Escherichia coli*. Tindakan pengendalian sulit dilakukan terhadap flora endogen normal. Serotipe *Escherichia coli* yang enteropatogenik harus diawasi. Koliform tertentu merupakan masalah yang penting dalam infeksi rumah sakit. Terutama perlu diketahui bahwa banyak bakteri - bakteri koliform gram negatif adalah “oportunis” yang menimbulkan penyakit bila masuk ke dalam penderita yang lemah (Jawezt, 2001).

2.2.9 Pencegahan dan Pengobatan

Memasak dan menyimpan makanan atau minuman dengan baik adalah salah satu cara yang baik untuk mencegah pertumbuhan *Escherichia coli* pada makanan atau minuman tersebut. Di rumah sakit atau di institusi lain, bakteri ini biasanya disebarkan melalui orang, alat atau pengobatan parental. Kontrol mereka dengan pencucian tangan, aseptis yang cermat, sterilisasi alat, desinfeksi, kedisiplinan dalam terapi melalui saluran vena dan prenatal keras dalam menjaga kesterilan saluran kemih. Berbagai cara dapat dilakukan untuk mencegah diare

pada wisatawan, termasuk mengkonsumsi setiap hari substansi bismut subsalisilat (bismut subsalisilat dapat menonaktifkan *Escherichia coli* enterotoksin in vitro) dan dosis teratur tetracycline atau obat antimikroba lain untuk periode tertentu. Karena tidak ada satupun metode yang baik atau tidak mempunyai efek samping, maka dianjurkan untuk memperhatikan makanan dan minuman di area dimana sanitasi lingkungan kurang baik dan pengobatan yang tepat untuk profilaksis (Jawetz, 2001).

2.3 Antibakteri

Antibakteri adalah zat yang dapat mengganggu pertumbuhan atau bahkan mematikan bakteri dengan cara mengganggu metabolisme bakteri. Antibakteri hanya dapat digunakan jika mempunyai sifat toksik selektif, artinya dapat membunuh bakteri yang menyebabkan penyakit tetapi tidak beracun bagi penderitanya. Faktor-faktor yang berpengaruh pada aktivitas zat antibakteri adalah pH, suhu stabilitas senyawa, jumlah bakteri yang ada, lamanya inkubasi, dan aktivitas metabolisme bakteri. Antibakteri dapat dibedakan berdasarkan mekanisme kerjanya, yaitu antibakteri yang menghambat pertumbuhan dinding sel, antibakteri yang mengakibatkan perubahan permeabilitas membran sel atau menghambat pengangkutan aktif melalui membran sel, antibakteri yang menghambat sintesis protein, dan antibakteri yang menghambat sintesis asam nukleat sel. Aktivitas antibakteri dibagi menjadi 2 macam yaitu aktivitas bakteriostatik (menghambat pertumbuhan tetapi tidak membunuh bakteri patogen)

dan aktivitas bakterisidal (dapat membunuh bakteri patogen) (Bakhriansyah, 2008).

2.4 Hipotesis

Adanya efektifitas rebusan brokoli (*Brassica oleracea var.Italica*) terhadap pertumbuhan *Escherichia coli* secara *invitro*.