

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan tentang Tumbuhan Duwet (*Syzygium cumini* Linn)

Syzygium cumini termasuk kedalam keluarga suku jambu-jambuan (*Myrtaceae*). Jenis ini termasuk jenis asli kawasan Indo-Malaysiana, termasuk Indonesia. Tumbuhan duwet dapat tumbuh di dataran rendah hingga ketinggian tempat 500 m dpl. Curah hujan yang diperlukan untuk dapat tumbuh baik lebih dari 1000 mm per tahun dengan musim kering yang nyata. Tumbuhan ini toleran terhadap kekeringan dan dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah yang tidak subur, lahan basah, dan tanah yang berdrainase (Catur dkk, 2013). Masyarakat di kawasan ini telah lama mengenalnya sebagai tumbuhan buah yang dapat dikonsumsi. Informasi terakhir mengenai tumbuhan jenis ini adalah kegunaannya sebagai bahan baku obat diabetes militus (Mudiana, 2007).

Tumbuhan duwet ini termasuk buah-buahan yang langka. Di Indonesia, tumbuhan ini dapat tumbuh dengan subur. Kebanyakan masyarakat suka dengan daging buahnya yang putih kemerah-merahan serta kulit buahnya yang licin berwarna merah hingga ungu kehitaman.



Gambar 2.1 Daun Duwet (*Syzygium cumini* Linn) (Anonim, 2011)

2.1.1 Klasifikasi Tumbuhan Duwet

Menurut Yuzami dkk, tumbuhan duwet memiliki taksonomi tumbuhan sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Angiospermae</i>
Class	: <i>Dicotyledoneae</i>
Ordo	: <i>Myrtales</i>
Famili	: <i>Myrtaceae</i>
Genus	: <i>Syzygium</i>
Spesies	: <i>Syzygium cumini</i> (Yuzami dkk, 2010)

2.1.2 Morfologi Tumbuhan Duwet



Gambar 2.2 : Morfologi Duwet (Anonim, 2011)

Tinggi tumbuhan duwet dapat mencapai 20 m, bercabang rendah, dan bertajuk bulat atau tidak beraturan. Daun duwet ini terletak berhadapan, daun tunggal, tebal, tangkai daun 1-3,5cm, daun lebar bulat memanjang atau bulat telur terbalik, berbentuk baji, tepi rata, menyirip, permukaan atas mengilap, panjang 7-16cm, lebar 5-9cm, warna hijau. Daun yang muda berwarna merah jambu. Karangan bunga dalam umumnya muncul pada cabang- cabang yang tidak berdaun. Bunga kecil terdapat 3-8 kuntum di setiap ujung tangkai, berbau harum.

Daun kelopak berbentuk lonceng melebar atau corong, dengan tinggi 4-6 mm, berwarna kuning sampai keunguan. Daun mahkota berbentuk bundar dan lepas, berukuran 3 mm, berwarna putih abu-abu sampai merah jambu dan mudah gugur. Benang sari banyak, dengan panjang 4-7 mm, dan panjang putik 6-7 mm. Buah bertipe buni dengan bentuk lonjong sampai bulat telur, sering agak bengkok, panjang 1-5 cm, bermahkota cuping kelopak, kulit tipis licin mengilap, berwarna merah tua sampai ungu kehitaman dan kadang-kadang putih, dalam gerombolan besar. Daging buah berwarna putih, kuning kelabu sampai agak merah ungu, hampir tidak berbau, dengan banyak sari buah, dengan rasa sepat masam sampai masam manis. Buah banyak mengandung vitamin A dan C. Biji berbentuk lonjong dengan panjang sampai 3,5 cm (Catur dkk, 2013).

2.1.3 Nama Sinonim

Nama sinonim Daun duwet (*Syzygium cumini* Linn) yaitu *Syzygium jambolanum*, *Syzygium jambolana* Miq, *Eugenia jambolanana*, *Eugenia jambolana* Lamk., *Eugenia cumini* (L.) Druce (Sudarso dkk, 2002).

2.1.4 Nama Lokal

Nama lokal daun duwet yaitu Sumatera: jambe kleng (Aceh), jambu kling (Gayo), jambu kalang (Minangkaba), jamblang (Sunda), juwet, duwet, manting (Jawa), dhalas, bato, dhuwak (Madura), juwet, jujutan (Bali), klayu (Sasak), duwe (Bima), jambulan (Flores), raporapo jawa (Makasar), alicopeng (Bugis), jambula (Temate), jamlang, jambelang, duwet (Malaysia) (Sudarso dkk, 2002).

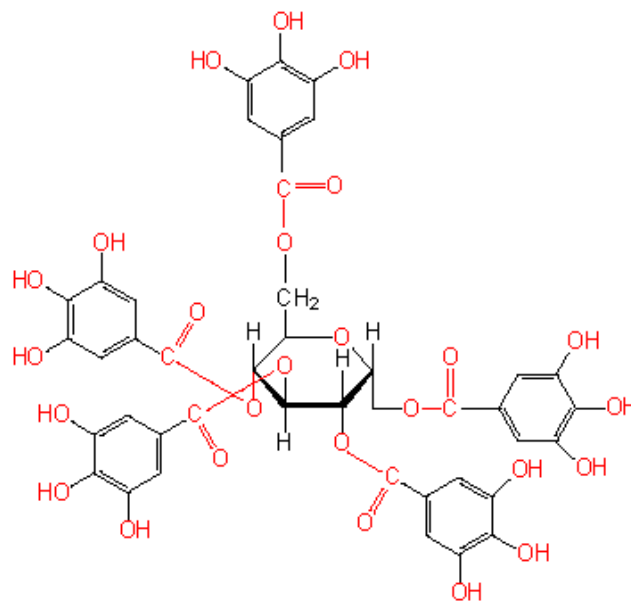
2.1.5 Kandungan Kimia

Duwet mengandung flavonoid, minyak atsiri, fenol alkaloid (jambosine), asam organik, triterpenoid, resin yang berwarna merah tua mengandung asam elagat dan tanin. Protein 6.3-8.5%, lemak 1.18%, serat kasar 16.9%, abu 21.72%, calcium 0.41%, fosfor 0.17%, asam lemak (palmitat, stearat, oleat dan linoleat), starch 41%, dextrin 6.1%, a fitosterol dan tannin 6 - 19% (Ruslan, 2010).

Daun duwet ini dilaporkan mengandung senyawa kimia antara lain suatu alkaloid, flavonoid, tannin, dan minyak atsiri (Arifin, 2006). Tetapi yang paling dominan yaitu senyawa tanin.

2.1.5.1 Tanin

Tanin merupakan salah satu jenis senyawa yang termasuk ke dalam golongan polifenol. Senyawa tanin ini banyak dijumpai pada tumbuhan.



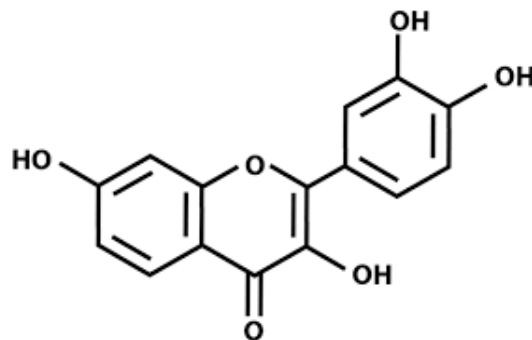
Gambar 2.3 : Struktur Tanin (Sumono, 2008)

Tanin sering ditemukan di tumbuhan yang terletak terpisah dari protein dan enzim sitoplasma, tetapi bila jaringan rusak maka reaksi penyamakan dapat

terjadi. Tanin merupakan senyawa inti berupa glukosa yang dikelilingi oleh lima gugus ester galoil atau lebih dengan inti molekulnya berupa senyawa dimer asam galat, yaitu asam heksahidroksidifenat yang berikatan dengan glukosa.

Pada tumbuhan duwet ini terdapat 6-19% tanin didalamnya. Efek antibakteri tanin antara lain melalui reaksi dengan membran sel, inaktivasi enzim, dan destruksi atau inaktivasi fungsi materi genetik. Mekanisme kerja tanin sebagai antibakteri adalah menghambat enzim reverse transkriptase dan DNA topoisomerase sehingga sel bakteri tidak dapat terbentuk. Tanin bisa juga mengganggu pembentukan polipeptida dinding sel sehingga pembentukan dinding sel menjadi kurang sempurna. Hal ini menyebabkan sel bakteri menjadi lisis karena tekanan osmotik maupun fisik sehingga sel bakteri akan mati (Ajizah, 2004). (Ajizah, 2004). Tanin juga mempunyai daya antibakteri dengan cara mempresipitasi protein, karena diduga tanin mempunyai efek yang sama dengan senyawa fenolik.

2.1.5.1 Flavonoid

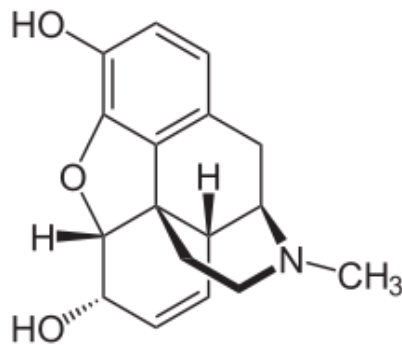


Gambar 2.4 : Struktur flavonoid (Sastrohamidjojo, 1996)

Tumbuhan duwet ini memiliki kadar flavonoid 3,2%. Flavonoid adalah 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 (Juliantina, 2008).

2.1.5.3 Alkaloid



Gambar 2.5 : Struktur alkaloid (Anonim, 2014)

Kadar alkaloid pada tumbuhan duwet ini yaitu 0.012%. Senyawa alkaloid memiliki mekanisme penghambatan dengan cara mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri, sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel tersebut (Juliantina, 2008). Selain itu, menurut Gunawan 2009, menyatakan bahwa di dalam senyawa alkaloid terdapat gugus basa yang mengandung nitrogen akan bereaksi dengan senyawa asam amino yang menyusun dinding sel bakteri dan DNA bakteri. Reaksi ini mengakibatkan terjadinya perubahan struktur dan susunan asam amino. sehingga akan menimbulkan perubahan keseimbangan genetik pada rantai DNA sehingga akan mengalami kerusakan akan mendorong terjadinya lisis sel bakteri yang akan menyebabkan kematian sel pada bakteri.

2.2 Antibakteri

Antibakteri adalah senyawa yang digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan bakteri yang bersifat merugikan. Pengendalian pertumbuhan mikroorganisme bertujuan untuk mencegah penyebaran penyakit dan infeksi, membasmi bakteri pada inang yang terinfeksi, dan mencegah pembusukan serta perusakan bahan oleh bakteri (Madigan *et al.*, 2009).

Menurut Madigan (2009), antibakteri dapat diklasifikasikan menjadi 3 yaitu :

1. Bakteriostatik

Bakteriostatik memberikan efek dengan cara menghambat pertumbuhan tetapi tidak membunuh. Senyawa bakteriostatik seringkali menghambat sintesis protein atau mengikat ribosom. Hal ini ditunjukkan dengan penambahan antibakteri pada kultur bakteri yang berada pada fase logaritmik. Setelah penambahan zat antibakteri pada fase logaritmik didapatkan jumlah sel total maupun jumlah sel hidup adalah tetap.

2. Bakteriosidal

Bakteriosidal memberikan efek dengan cara membunuh sel tetapi tidak terjadi lisis sel atau pecah sel. Hal ini ditunjukkan dengan penambahan antibakteri pada kultur bakteri yang berada pada fase logaritmik. Setelah penambahan zat antimikrobia pada fase logaritmik didapatkan jumlah sel total tetap sedangkan jumlah sel hidup menurun.

3. Bakteriolitik

Bakteriolitik menyebabkan sel menjadi lisis atau pecah sel sehingga jumlah sel berkurang atau terjadi kekeruhan setelah penambahan antibakteri. Hal

ini ditunjukkan dengan penambahan antibakteri pada kultur bakteri yang berada pada fase logaritmik. Setelah penambahan zat antibakteri pada fase logaritmik, jumlah sel total maupun jumlah sel hidup menurun.

Menurut Jawetz *et al.* 2008, mekanisme penghambatan antibakteri dapat dikelompokkan menjadi 5 yaitu :

1. Penghambatan sintesis dinding sel bakteri

Langkah pertama kerjanya berupa pengikatan pada reseptor sel. Kemudian dilanjutkan dengan reaksi transpeptidase dan sintesis peptidoglikan terhambat. Mekanisme diakhiri dengan pembuangan atau penghentian aktivitas penghambat enzim autolisis pada dinding sel. Contoh antibakteri dengan mekanisme kerja diatas adalah penisilin, sefalosporin, vankomisin, basitrasin, sikloserin dan ampisilin.

2. Merusak membran sel bakteri

Sitoplasma semua sel hidup dibatasi oleh membran sel yang bekerja sebagai penghalang dengan permeabilitas selektif, melakukan fungsi pengangkutan aktif sehingga dapat mengendalikan susunan sel. Bila integritas fungsi selaput sitoplasma terganggu misalnya oleh zat bersifat surfaktan permeabilitas dinding sel akan berubah atau bahkan menjadi rusak, sehingga komponen penting, seperti protein, asam nukleat, nukleotida, dan lain-lain keluar dari sel dan sel berangsur-angsur mati. Amfoterisin, kolistin, polimiksin, imidazol, dan polien menunjukkan mekanisme kerja tersebut.

3. Penghambatan sintesis protein bakteri

Umumnya senyawa penghambat akan berikatan dengan enzim atau salah satu komponen yang berperan dalam tahapan sintesis, sehingga akhirnya reaksi

akan terhenti karena tidak ada substrat yang direaksikan dan protein tidak dapat terbentuk. Kloramfenikol, eritromisin, linkomisin, tetrasiklin, dan aminoglikosida bersifat menghambat sintesis protein sel bakteri.

4. Penghambatan terhadap kerja enzim

Setiap enzim dari berbagai-ratus enzim berbeda-beda yang ada di dalam sel merupakan sasaran potensial bagi bekerjanya suatu penghambat. Banyak zat kimia telah diketahui dapat mengganggu reaksi biokimiawi. Penghambatan ini dapat mengakibatkan terganggunya metabolisme atau matinya sel.

5. Penghambatan sintesis asam nukleat

Antibakteri dapat mengganggu proses replikasi dan transkripsi sehingga pertumbuhan dan pembelahan sel bakteri terhambat. Pada umumnya antibiotik dapat menghambat sintesis asam nukleat dengan dua cara:

- 1) Interaksi dengan benang heliks ganda DNA sehingga replikasi dan transkripsi terganggu.
- 2) Kombinasi dengan polimerase yang terlibat dalam biosintesis DNA atau RNA.

Penentuan kepekaan bakteri patogen terhadap antibiotik dapat dilakukan dengan salah satu dari dua metode pokok yaitu dilusi atau difusi (Madigan, 2009).

1) Metode Dilusi

Metode ini menggunakan antibiotik dengan kadar yang menurun secara bertahap, baik dengan media cair atau padat. Kemudian media diinokulasi bakteri uji dan diinkubasi. Tahap akhir dilarutkan antibiotik dengan kadar yang

menghambat atau mematikan. Uji kepekaan cara dilusi agar memakan waktu dan penggunaannya dibatasi pada keadaan tertentu saja.

2) Metode Difusi

Metode yang paling sering digunakan adalah metode difusi agar. Cakram kertas saring berisi sejumlah tertentu obat ditempatkan pada permukaan medium padat yang sebelumnya telah diinokulasi bakteri uji pada permukaannya. Setelah inkubasi, diameter zona hambatan sekitar cakram dipergunakan mengukur kekuatan hambatan obat terhadap organisme uji. Metode ini dipengaruhi oleh beberapa faktor fisik dan kimia, selain faktor antara obat dan organisme (misalnya sifat medium dan kemampuan difusi, ukuran molekular dan stabilitas obat). Meskipun demikian, standarisasi faktor-faktor tersebut memungkinkan melakukan uji kepekaan dengan baik

2.3 Tinjauan tentang *Escherichia coli*

Escherichia coli, yaitu bakteri anaerob fakultatif gram negatif berbentuk batang yang termasuk dalam famili *Enterobacteriaceae*. *Escherichia coli* ini merupakan penghuni normal usus, selain berkembang biak di lingkungan sekitar manusia. Pertama dijumpai pada tahun 1885 (Arisman, 2009).



Gambar 2.6 : *Escherichia coli* (Anonim, 2014)

Menurut Songer dan Post (2005), habitat *Escherichia coli* pada sebagian besar vertebrata adalah ileum bawah dan usus besar. Berkolonisasi pada saluran pencernaan neonatal dalam waktu satu jam pasca lahir. Pada umumnya, *Escherichia coli* menetap secara normal di lumen usus inang tetapi apabila inang dalam keadaan lemah (immunosupresi) atau saat sistem pelindung gastrointestinal terganggu maka bakteri normal, non patogenik tersebut dapat menyebabkan infeksi *Escherichia coli* bisa hidup sebagai bakteri aerob maupun bakteri anaerob, oleh karena itu, *Escherichia coli* dikategorikan sebagai anaerob fakultatif (Manning 2010).

2.3.1 Klasifikasi *Escherichia coli*

Menurut Todar (2009), klasifikasi *Escherichia coli* adalah sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Bacteria</i>
Filum	: <i>Proteobacteria</i>
Kelas	: <i>Gamma Proteobacteria</i>
Ordo	: <i>Enterobacteriales</i>
Famili	: <i>Enterobacteriaceae</i>
Genus	: <i>Escherichia</i>
Species	: <i>Escherichia coli</i>

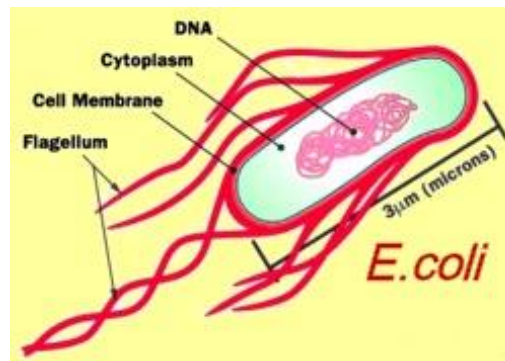
2.3.2 Morfologi *Escherichia coli*

Bakteri *Escherichia coli* merupakan spesies dengan habitat alami dalam saluran pencernaan manusia maupun hewan. *Escherichia coli* pertama kali diisolasi oleh Theodor Escherich dari tinja seorang anak kecil pada tahun 1885. *Escherichia coli* adalah bakteri batang gram negatif fermentatif dengan panjang 0,4–0,7 μm , lebar 1–3 μm , dan dapat berupa satu individu maupun berpasangan (Gyles *et al*, 2010)

Koloni, terutama pada nutrient gelatin terlihat semi transparan, halus dan homogen dalam konsistensi dan berbentuk seperti daun maple yang umum untuk

sebagian besar *Enterobacteria*, ketika ditumbuhkan pada media tertentu eosine metilen biru agar, koloni-koloni menunjukkan kemilau metalik.

Struktur sel *Escherichia coli* dikelilingi oleh membran sel, terdiri dari sitoplasma yang mengandung nukleoprotein. Membran sel *Escherichia coli* ditutupi oleh dinding sel berlapis kapsul. Flagela dan pili *Escherichia coli* menjulur dari permukaan sel (Tizard, 2004).



Gambar 2.7 : Struktur *Escherichia coli* (Anonim, 2014)



Gambar 2.8 : *Escherichia coli* dengan pili dan flagella (Anonim, 2014)

2.3.3 Struktur Antigen

Struktur antigen dan serotipe *Escherichia coli* diidentifikasi dengan tingkat presisi yang tinggi. Serotipe didasarkan pada distribusi antigen O, antigen K dan antigen H.

Antigen O merupakan polisakarida rantai ramping tertentu yang merupakan bagian dari dinding sel lipopolisakarida sel halus. Keberadaan mereka

terdeteksi oleh aglutinasi bakteri pada antiserum O spesifik. Ada beberapa reaktivitas silang antara antigen O *Escherichia coli* dengan antigen yang sama pada *Enterobacteria* lainnya. Reaksi silang ini terjadi dengan *Shigella* dan pada tingkat lebih rendah dengan genera yang lain yang menunjukkan hubungan erat antara *Escherichia coli* dengan *Shigella*.

Escherichia coli memiliki kapsul yang terdapat pada membran luar dari struktur antigen O. Hal ini mengganggu aglutinasi oleh antiserum O spesifik dengan sel-sel tersebut yang disebut dengan O-inagglutinable. Aglutinasi oleh antiserum O dapat dipulihkan dengan pemanasan yang berfungsi untuk merusak antigen kapsuler. Antigen ini ditunjukkan sebagai antigen K dan diberi nomor berurutan K1, K2 dan lain-lain, kurang lebih sesuai urutan penemuan. Lebih dari 100 antigen K telah dibuat.

Meskipun antigen K adalah polisakarida yang paling asam, terminologi tersebut telah diperluas untuk mencakup antigen permukaan berupa beberapa protein yang ada di alam. Protein tersebut muncul dipermukaan sel sebagai struktur fimbrial. Antigen fimbrial ditunjuk sebagai antigen K (K88 dan K99) ditemukan dalam strain yang berhubungan dengan penyakit diare dan hewan. Antigen jenis ini berbeda dari antigen fimbrial lain dari *Escherichia coli* yaitu aktivitas hemagglutination tidak terlambat oleh D-manosa.

Tidak semua *Escherichia coli* mengandung antigen K dan hanya dapat ditemukan pada strain tertentu. Strain yang mengandung antigen umumnya lebih tahan terhadap fagositosis dan aksi bakterisidal antibodi dan komplemen. Antigen K tertentu tampaknya berkolerasi dengan sifat virulen lainnya. Misalnya, strain

yang memiliki jenis antigen K telah berulang kali dicurigai menyebabkan terjadinya wabah meningitis neonatal.

Sintesis polisakarida kapsuler dikendalikan oleh gen kromosom *Escherichia coli*, sedangkan antigen K fimbrial dapat dialihkan dan diarahkan oleh plasmid.

Antigen flagellar atau yang lebih dikenal sebagai antigen H dari *Escherichia coli* kadang-kadang kurang berkembang, setidaknya pada isolasi primer, tetapi pada penggunaannya melengkapi serotyping kelompok ini. Lebih dari 50 antigen H diketahui (Quinn *et al.* 2002).

2.3.4 Karakteristik Biokimia dan Biakan

Escherichia coli tumbuh baik pada hampir semua media yang biasa dipakai di Laboratorium mikrobiologi, pada media yang digunakan untuk isolasi kuman enterik, sebagian besar strain *Escherichia coli* bersifat mikroaerofilik. Beberapa strain bila ditanam pada agar darah menunjukkan hemolisis tipe beta. *Escherichia coli* dapat bertahan hingga suhu 60° C selama 15 menit atau pada suhu 55° C selama 60 menit (Fitri Yulianti, 2011).

Untuk mengetahui sifat dari *Escherichia coli* yaitu uji yang menunjukkan pembentukan indol dari triptofan, uji merah metil yang menunjukkan fermentasi glukosa menghasilkan asam sampai pH 4,5 sehingga medium akan berwarna merah dengan adanya merah metil, uji voges-proskauer yang menunjukkan pembentukan asetil metil karbinol dari glukosa, dan uji penggunaan sitrat sebagai sumber karbon. *Escherichia coli* mempunyai sifat yang berbeda dengan *E. aerogenes* karena pada umumnya dapat memproduksi indol dari triptofan, membentuk asam sehingga menurunkan pH sampai 4,5 tidak memproduksi asetil

metil karbinol, dan tidak dapat menggunakan sitrat sebagai satu-satunya sumber karbon. Sifat-sifat *Escherichia coli* lainnya yang penting adalah bakteri ini dapat memfermentasi laktosa dengan memproduksi asam dan gas, mereduksi nitrat menjadi nitrit, bersifat katalase positif, dan oksidase negatif (Adams, 2008).

2.3.4.1 Uji Indol

Uji indol 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. Bakteri *Escherichia coli* mampu menggunakan triptofan sebagai sumber karbon.

Escherichia coli menghasilkan enzim triptofanase yang mengkatalisasikan penguraian gugus indol dari triptofan. Dalam media biakan, indol menumpuk sebagai produk buangan, sedangkan bagian lainnya dari molekul triptofan (asam piruvat dan NH_4^+) dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan zat hara mikroorganisme. Reagens bereaksi dengan indol dan menghasilkan senyawa yang tidak larut dalam air dan berwarna merah pada permukaan medium (Widyawati, 2012).

2.3.4.2 Uji Merah Metil (*Methyl Red*)

Uji merah metil digunakan untuk menentukan adanya fermentasi asam campuran. Beberapa bakteri memfermentasikan glukosa dan menghasilkan berbagai produk yang bersifat asam sehingga akan menurunkan pH media pertumbuhannya menjadi 5,0 atau lebih rendah. Penambahan indikator pH merah metil dapat menunjukkan adanya perubahan pH menjadi asam. Merah metil berwarna merah pada lingkungan dengan pH 4,4 dan berwarna kuning dalam lingkungan dengan pH 6,2 (Widyawati, 2012).

2.3.4.3 Uji Voges-Proskauer

Uji ini digunakan untuk mengidentifikasi mikroorganisme yang memfermentasi karbohidrat menjadi 2,3-butanadiol sebagai produk utama, akan terjadi penumpukan bahan tersebut dalam media pertumbuhan. Pada penambahan KOH, adanya asetoin ditunjukkan adanya perubahan warna menjadi merah muda. Perubahan warna ini diperjelas dengan penambahan larutan alfa-naftol (Widyawati, 2012).

2.3.4.4 Uji Sitrat

Uji sitrat digunakan untuk melihat kemampuan mikroorganisme menggunakan sitrat sebagai satu-satunya sumber karbon dan energi. Untuk uji ini dapat digunakan medium sitrat-Koser berupa medium cair atau medium sitrat-Simmons berupa medium padat. *Simmon citrate agar* merupakan medium sintetik dengan Na sitrat sebagai satu-satunya sumber karbon, NH_4^+ sebagai sumber N dan *Brom Thymol Blue* sebagai indikator pH, sedangkan medium sitrat-Koser tidak mengandung indikator. Bila mikroorganisme mampu menggunakan sitrat, maka asam akan dihilangkan dari medium biakan, sehingga menyebabkan peningkatan pH dan mengubah warna medium dari hijau menjadi biru. Terjadinya perubahan warna dari hijau menjadi biru menunjukkan bahwa mikroorganisme mampu menggunakan sitrat sebagai satu-satunya sumber karbon. Sedangkan pada medium sitrat-Koser kemampuan menggunakan sitrat ditunjukkan oleh kekeruhan yang menandakan adanya pertumbuhan (Widyawati, 2012).

Tabel 3.1: Reaksi Biokimia pada *Escherichia coli*

Tes	Reaksi Biokimia
Indol	+
Lisin dekarboksilase	±
Mucate	+
Asetat	+
Gas dari glukosa	+
Fermentasi laktosa	+
Flagella	±
Pigmen kuning	-

Sumber: Joklik *et al.*, 2009

2.3.5 Manfaat dan Patogenesis

Escherichia coli adalah anggota flora normal usus. *Escherichia coli* berperan penting dalam sistesis vitamin K, konversi pigmen-pigmen empedu, asam-asam empedu dan penyerapan zat-zat makanan. *Escherichia coli* termasuk kedalam bakteri heterotrof yang memperoleh makanan berupa zat organik dari lingkungannya karena tidak dapat menyusun sendiri zat organik yang dibutuhkannya. Zat organik diperoleh dari sisa organisme lain. Bakteri ini menguraikan zat organik dalam makanan menjadi zat anorganik, yaitu CO₂, H₂O, energi dan mineral. Di dalam lingkungan, bakteri pembusuk ini berfungsi sebagai pengurai dan penyedia nutrisi bagi tumbuhan (Jawetz *et al.*, 2007).

Escherichia coli akan patogen apabila jumlah bakteri ini dalam saluran pencernaan ameningkat atau berada di luar usus. *Escherichia coli* menghasilkan enterotoksin yang menyebabkan beberapa kasus diare. *Escherichia coli* berasosiasi dengan enteropatogenik menghasilkan enterotoksin pada sel epitel (Jawetz *et al.*, 2007).

Manifestasi klinik infeksi oleh *Escherichia coli* bergantung pada tempat infeksi dan tidak dapat dibedakan dengan gejala infeksi yang disebabkan oleh bakteri lain (Jawetz *et al.*, 2007). Penyakit yang disebabkan oleh *Escherichia coli* yaitu :

2.3.5.1. Infeksi saluran kemih

Escherichia coli merupakan penyebab infeksi saluran kemih pada kira-kira 90 % wanita muda. Gejala dan tanda-tandanya antara lain sering kencing, disuria, hematuria dan piuria. Nyeri pinggang berhubungan dengan infeksi saluran kemih bagian atas.

2.3.5.2. Diare

Escherichia coli yang menyebabkan diare banyak ditemukan di seluruh dunia. *Escherichia coli* diklasifikasikan oleh ciri khas sifat-sifat virulensinya, dan setiap kelompok menimbulkan penyakit melalui mekanisme yang berbeda. Ada lima kelompok galur *Escherichia coli* yang patogen, yaitu :

2.2.5.2.1 *Escherichia coli* Enteropatogenik (EPEC)

Penyebab penting diare pada bayi, khususnya di Negara berkembang. EPEC melekat pada sel mukosa yang kecil. Faktor yang diperantarai secara kromosom menimbulkan pelekatan yang kuat. Akibat dari infeksi EPEC adalah diare cair yang biasanya sembuh sendiri tetapi dapat juga kronik. Lamanya diare EPEC dapat diperpendek dengan pemberian antibiotik. Diare terjadi pada manusia, kelinci, anjing, kucing dan kuda. Seperti ETEC, EPEC juga menyebabkan diare tetapi mekanisme molekular dari kolonisasi dan etiologi adalah berbeda. EPEC sedikit fimbria, ST dan LT toksin, tetapi EPEC menggunakan adhesin yang

dikenal sebagai intimin untuk mengikat inang sel usus. Sel EPEC invasive (jika memasuki sel inang) dan menyebabkan radang.

2.3.5.2.2 *Escherichia coli* Enterotoksigenik (ETEC)

Penyebab yang sering dari “diare wisatawan” dan sangat penting menyebabkan diare pada bayi di Negara berkembang. Faktor kolonisasi ETEC yang spesifik untuk menimbulkan pelekatan ETEC pada sel epitel usus kecil. Lumen usus terengang oleh cairan dan mengakibatkan hipermotilitas serta diare, dan berlangsung selama beberapa hari. Beberapa strain ETEC menghasilkan eksotosin tidak tahan panas. Profilaksis antimikroba dapat efektif tetapi bisa menimbulkan peningkatan resistensi antibiotik pada bakteri, mungkin sebaiknya tidak dianjurkan secara umum. Ketika timbul diare, pemberian antibiotik dapat secara efektif mempersingkat lamanya penyakit. Diare tanpa disertai demam ini terjadi pada manusia, babi, domba, kambing, kuda, anjing, dan sapi. ETEC menggunakan fimbrial adhesi (penonjolan dari dinding sel bakteri) untuk mengikat sel – sel enterosit di usus halus. ETEC dapat memproduksi 2 proteinous enterotoksin: dua protein yang lebih besar, LT enterotoksin sama pada struktur dan fungsi toksin kolera hanya lebih kecil, ST enterotoksin menyebabkan akumulasi cGMP pada sel target dan elektrolit dan cairan sekresi berikutnya ke lumen usus. ETEC strains tidak invasive dan tidak tinggal pada lumen usus.

2.3.5.2.3 *Escherichia coli* Enterohemoragik (EHEC)

Menghasilkan verotoksin, dinamai sesuai efek sitotoksinya pada sel Vero, suatu sel hijau dari monyet hijau Afrika. Terdapat sedikitnya dua bentuk antigenic dari toksin. EHEC berhubungan dengan kolitis hemoragik, bentuk diare yang berat dan dengan sindroma uremia hemolitik, suatu penyakit akibat gagal ginjal

akut, anemia hemolitik mikroangiopatik, dan trombositopenia. Banyak kasus EHEC dapat dicegah dengan memasak daging sampai matang. Diare ini ditemukan pada manusia, sapi, dan kambing.

2.3.5.2.4. *Escherichia coli* Enteroinvasif (EIEC)

Menyebabkan penyakit yang sangat mirip dengan shigellosis. Penyakit terjadi sangat mirip dengan shigellosis. Penyakit sering terjadi pada anak – anak di Negara berkembang dan para wisatawan yang menuju ke Negara tersebut. EIEC melakukan fermentasi laktosa dengan lambat dan tidak bergerak. EIEC menimbulkan penyakit melalui invasinya ke sel epitel mukosa usus. Diare ini ditemukan hanya pada manusia.

2.3.5.2.5 *Escherichia coli* Enteroagregatif (EAEC)

Menyebabkan diare akut dan kronik pada masyarakat di Negara berkembang. Bakteri ini ditandai dengan pola khas pelekatnya pada sel manusia. EAEC memproduksi hemolisin dan ST enterotoksin yang sama dengan ETEC.

2.3.5.3 Sepsis

Bila pertahanan inang normal tidak mencukupi, *Escherichia coli* dapat memasuki aliran darah dan menyebabkan sepsis .

2.3.5.4 Meningitis

Escherichia coli dan *Streptokokus* adalah penyebab utama meningitis pada bayi. *Escherichia coli* merupakan penyebab pada sekitar 40% kasus meningitis neonatal .

2.3.6 Pengobatan

Infeksi oleh *Escherichia coli* dapat diobati menggunakan sulfonamida, ampisilin, sefalosporin, kloramfenikol, tetrasiklin dan aminoglikosida. Aminoglikosida kurang baik diserap oleh gastrointestinal, dan mempunyai efek beracun pada ginjal. Jenis antibiotik yang paling sering digunakan adalah ampisilin.

2.4 Kandungan-kandungan daun duwet sebagai antibakteri

Duwet mengandung flavonoid, minyak atsiri, fenol alkaloid (jambosine), asam organik, triterpenoid, resin yang berwarna merah tua mengandung asam elagat dan tanin. Protein 6.3-8.5%, lemak 1.18%, serat kasar 16.9%, abu 21.72%, calcium 0.41%, fosfor 0.17%, asam lemak (palmitat, stearat, oleat dan linoleat), starch 41%, dextrin 6.1%, a fitosterol dan tannin 6 - 19% (Ruslan, 2010).

Daun duwet ini dilaporkan mengandung senyawa kimia antara lain suatu alkaloid, flavonoid, tannin, dan minyak atsiri (Arifin, 2006). Mekanisme kerja tanin yaitu menghambat enzim reverse transkriptase dan DNA topoisomerase sehingga sel bakteri tidak dapat terbentuk. Tanin bisa juga mengganggu pembentukan polipeptida dinding sel sehingga pembentukan dinding sel menjadi kurang sempurna. Hal ini menyebabkan sel bakteri menjadi lisis karena tekanan osmotik maupun fisik sehingga sel bakteri akan mati (Ajizah, 2004), sedangkan mekanisme kerja flavonoid berfungsi sebagai antibakteri dengan cara membentuk senyawa kompleks terhadap protein ekstraseluler yang mengganggu keutuhan membran sel bakteri (Juliantina, 2008), dan mekanisme alkaloid yaitu menghambatan dengan cara mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada

sel bakteri, sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel tersebut (Juliantina, 2008).

2.5 Hipotesis

Ada pengaruh rebusan daun duwet (*Syzygium cumini* Linn) terhadap pertumbuhan *Escherichia coli*.