

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Deskripsi Tanaman Duku (*Lansium domesticum* Corr var *duku* Hasskl)

Menurut Mayanti (2009), *Lansium domesticum* atau biasa disebut dengan duku termasuk dalam famili Meliaceae dan merupakan tanaman berupa pohon tinggi yang tegak dan menahun. Tinggi pohonnya dapat mencapai 20 m dengan diameter batang 35-40 cm (Gambar 2.a). Batangnya beralur-alur dalam dan menjulur tinggi. Kulit batangnya berwarna cokelat kehijauan atau keabu-abuan, pecah-pecah, dan bergetah putih. Kulit batangnya tipis dan sukar dilepaskan dari batangnya.

Menurut Mayanti (2009), daun duku merupakan daun majemuk ganjil tersusun berselang-seling. Setiap rangkaian daunnya terdiri atas 5-7 helai anak daun yang berbentuk elips panjang, berpinggir rata, pangkal asimetrik dan ujungnya meruncing. Kedua permukaan daun duku berwarna hijau tua atau agak kekuningan. Bunganya merupakan bunga majemuk tandan. Bentuk bunganya seperti mangkuk dan merupakan bunga banci (terdapat putik dan benang sari dalam 1 bunga). Kelopak bunga tebal dan berjumlah 5 helai. Mahkota bunganya terdiri dari 4-5 helai dan tebal. Bakal buahnya terdiri dari 4-5 ruang (Gambar 1). Menurut Mayanti (2009), klasifikasi tanaman duku adalah sebagai berikut:

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Bangsa	: Sapindales
Suku	: Meliaceae
Marga	: <i>Lansium</i>
Jenis	: <i>Lansium dome sticum</i> Corr var <i>duku</i> Hasskl

Buahnya berbentuk tandan, bentuk buahnya bulat atau bulat memanjang berdiameter sekitar 2-4 cm. Kulit buah duku muda berwarna hijau dan berubah menjadi kuning saat matang. Daging buahnya tebal, putih jernih agak transparan, agak kenyal, dan rasanya manis atau manis keasaman. Buah duku matang tidak mengeluarkan getah jika dibuka, bijinya kecil dan sedikit, daging buahnya tebal dan banyak, serta rasa daging buahnya manis. Tanaman duku butuh curah hujan sekitar 2000-3000 mm per tahun dengan suhu 25-25 °C dan butuh musim kemarau selama 3-4 minggu untuk merangsang perkembangan bunga. Duku tumbuh pada ketinggian kurang dari 600 m dengan jenis tanah berupa tanah liat dengan pH 5,5-6,6 serta drainase yang baik (Mayanti, 2009).



Gambar 1. Daun, bunga, dan buah duku (Sumber: Mabberley dkk., 1995)  
Keterangan: Daunnya menyirip, buahnya berbentuk bulat, sedangkan bunganya berbentuk seperti mangkuk



Gambar 2. (a) Pohon duku, (b) bunga duku (Sumber : Hanum dan Kasiamdari, 2013).

Duku dapat dibedakan dari tanaman yang satu spesies namun beda varietas yakni langsung. Langsung memiliki batang yang lebih kurus, daun berwarna hijau tua dengan permukaan atas dan bawah daun berbulu halus dan kurang lebat. Daun duku pada permukaan atas dan bawah tidak berbulu. Percabangannya tegak dan tandan buah langsung panjang, padat dan terdiri dari 15-25 butir buah per tandan, sedangkan tandan duku pendek dan hanya berisi 3-10 buah per tandan (Gambar 2). Buah langsung bentuknya bulat telur dan ukurannya besar, sedangkan buah duku bentuknya bulat dan besar. Buah langsung bergetah bila masak, sedangkan buah duku tidak bergetah bila masak. Buah langsung juga terasa lebih masam daripada duku (Hanum dan Kasiamdari, 2013).

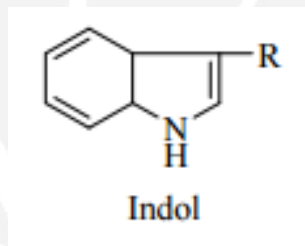
## B. Senyawa Fitokimia dan Aktivitas Farmakologi Tanaman Duku

Ekstrak etanol kulit buah *Lansium domesticum* Cor. (langsud) dinyatakan positif mengandung senyawa fenol, tanin, saponin, triterpenoid, alkaloid, dan flavonoid (Sepdahlia, 2013). Komponen utama daun duku adalah asam lansiolat dan komponen minoritasnya adalah 3-okso-24-sikloarten-21-olat yang dikarakterisasikan sebagai sikloartanoid tipe baru dari asam karboksilat (Mayanti, 2009). Kedua senyawa tersebut merupakan senyawa triterpenoid (Mayanti, 2009). Menurut Ragasa dkk. (2006), kulit buah duku mengandung 5 onoceroid triterpen yakni 3 $\beta$ -hydroxyonocera-8(26), 14-dien-210one,  $\alpha$ - $\gamma$ -onoceradienedione, *lansiolic acid*, *lansionic acid*, dan lansiosida C, sedangkan bijinya mengandung germacrene D.

Senyawa aktif dari bagian tanaman duku memiliki aktifitas farmakologis yang dapat dimanfaatkan untuk bahan obat. Senyawa cycloartanoid triterpene dari daun duku dilaporkan memiliki aktivitas penghambatan kanker kulit (Nishizawa dkk., 1989 dalam Hanum dan Kasiamdari, 2013). Biji duku juga dilaporkan mengandung senyawa terpenoid, steroid, glikosida, flavonoid, dan alkaloid yang berperan sebagai antibakteri (Supriyono, 2007). Menurut Yapp dan Yap (2003), ekstrak air dari daun dan kulit *L. domesticum* dapat mengganggu siklus hidup parasit *Plasmodium falciparum*. Ekstrak kulitnya juga dapat mengganggu siklus hidup parasit. Berikut adalah senyawa fitokimia yang terkandung dalam *Lansium domesticum* Corr var *duku*).

### a. Alkaloid

Alkaloid merupakan senyawa organik yang terkandung dalam tumbuh-tumbuhan. Senyawa alkaloid bersifat basa dan struktur kimianya mempunyai sistem lingkaran heterosiklik dengan nitrogen sebagai heteroatomnya. Alkaloid tersusun atas karbon, hidrogen, nitrogen, dan oksigen. Keberadaan nitrogen dalam lingkaran pada struktur alkaloid menyebabkan alkaloid bersifat alkali (Sumardjo, 2008). Struktur senyawa alkaloid dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur alkaloid (Sumber: Samin dkk., 2014)

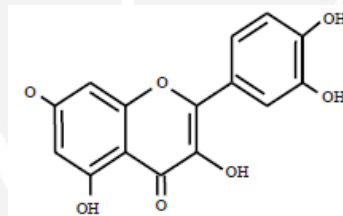
Keterangan: Alkaloid mempunyai sistem lingkaran heterosiklik dengan nitrogen sebagai heteroatom.

Menurut Ji dkk. (2014), pelarut air dan larutan asam baik digunakan untuk mengekstrak senyawa alkaloid. Menurut Tiwari dkk. (2011), alkaloid juga dapat diekstraksi menggunakan etanol. Mekanisme alkaloid sebagai antibakteri adalah dengan mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada dinding sel bakteri sehingga lapisan dinding selnya tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel (Taufiq dkk., 2015).

### b. Flavonoid

Senyawa flavonoid termasuk dalam golongan senyawa fenolik dengan struktur kimia  $C_6-C_3-C_6$ . Kerangka flavonoid terdiri dari 1 cincin

aromatik A, 1 cincin aromatik B, dan cincin tengah heterosiklik yang mengandung oksigen. Bentuk teroksidasi cincin ini dijadikan dasar pembagian flavonoid ke dalam sub kelompoknya. Flavonoid berfungsi sebagai antioksidan alami dengan mendonorkan atom hidrogen atau melalui kemampuannya mengkelat logam. Flavonoid dapat berada dalam bentuk glukosida atau dalam bentuk bebas (aglikon) (Redha, 2010). Struktur kimia flavonoid dapat dilihat pada Gambar 4.

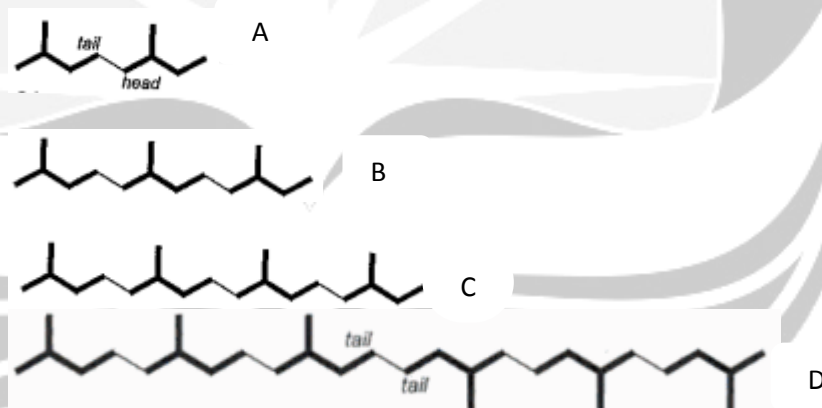


Gambar 4. Struktur flavonoid (Sumber : Redha, 2010)  
Keterangan: Flavonoid terdiri dari kerangka C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>

Menurut Tan dkk. (2014), flavonoid dapat diekstrak dengan baik menggunakan pelarut polar seperti air, etanol dan metanol. Flavonoid aglikon (tanpa gula) biasanya diekstrak dengan solven yang tidak terlalu polar seperti benzen, kloroform, dan dietil eter, sedangkan flavonoid glikosida (memiliki molekul gula) biasanya diekstrak dengan pelarut yang lebih polar seperti aseton butanol, etanol, dan metanol. Mekanisme flavonoid sebagai antibakteri adalah dengan membentuk senyawa kompleks dengan protein ekstraseluler dan terlarut sehingga dapat merusak membran sel bakteri lalu diikuti dengan keluarnya senyawa intraseluler (Nuria dkk., 2009)

### c. Terpenoid

Terpenoid merupakan senyawa yang terdiri atas kerangka isopren ( $C_5$ ), yaitu rantai yang beranggotakan lima karbon bercabang metil pada karbon nomor dua atau kelipatannya. Terpenoid terbentuk melalui jalur biosintesis mevalonat dan deoksiselulosa. Senyawa asam ursolat, asam betulinat, azadiraktin, karotenoid, skualen, dan berbagai macam parfum dan aroma merupakan senyawa golongan terpenoid (Gambar 5). Triterpenoid adalah metabolit sekunder turunan terpenoid yang kerangka karbonnya berasal dari enam isoprena (2-metilbuta-1,3-diene) yakni rangka karbon yang dibangun oleh enam satuan  $C_5$  dan diturunkan dari hidrokarbon  $C_{30}$  asiklik (Saifudin, 2014).



Gambar 5 . Kerangka terpenoid (A) monoterpenoid, (B) sesquiterpenoid, (C) diterpenoid, (D) triterpenoid(Sumber: Bretmaier, 2006)

Keterangan: terpenoid terdiri dari *isoprene units* ( $C_5$ )<sub>n</sub> yang membentuk kerangka terpen.

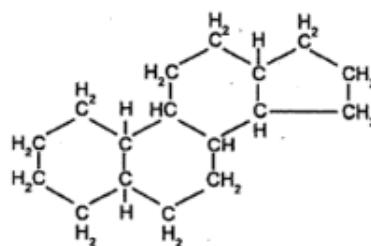
Triterpenoid sering memiliki gugus alkohol, aldehid, ataupun asam karboksilat. Sebagian senyawa triterpenoid mempunyai efek farmakologis seperti antidiabetes, mengobati gangguan menstruasi, gangguan kulit, kerusakan hati, dan mengobati malaria. Triterpenoid juga dapat berfungsi

sebagai antifungi, insektisida, antipemangsa, antibakteri, dan antivirus (Widiyati, 2006).

Mekanisme senyawa terpenoid sebagai antibakteri adalah dengan menyebabkan kerusakan membran oleh senyawa lipofilik (Haryati dkk., 2015). Terpenoid bereaksi dengan porin (protein transmembran) pada membran luar dinding sel bakteri, membentuk ikatan polimer kuat sehingga porin rusak. Kerusakan porin (pintu keluar masuknya senyawa) akan mengurangi permeabilitas dinding sel bakteri sehingga sel bakteri kekurangan nutrisi dan pertumbuhannya terhambat atau mati (Cowan, 1999 dalam Rachmawati dkk., 2011).

#### d. Steroid

Steroid dan turunannya tersebar luas di alam, baik pada hewan maupun tumbuhan. Steroid larut dalam lemak, dan tidak dapat disabunkan. Struktur kimianya mengandung cincin atau lingkaran siklopentanoperhidrofenantrena yang merupakan kombinasi antara lingkaran siklopentana dan lingkaran perhidrofenantrena. Struktur kimia steroid mempunyai empat buah lingkaran. Struktur siklopentanoperhidrofenantrena pada steroid dapat dilihat pada Gambar 6 (Sumardjo, 2008).



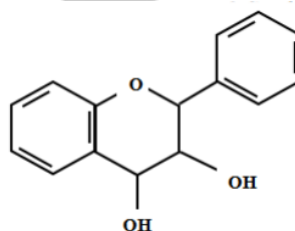
Gambar 6. Struktur steroid (Sumber: Sumardjo, 2008).  
Keterangan : steroid mengandung cincin siklopentanoperhidrofenantrena



Steroid merupakan senyawa organik lemak sterol tidak terhidrolisis yang dapat dihasilkan dari reaksi penurunan terpena atau skualena. Steroid adalah senyawa yang penting dengan struktur dasar sterana jenuh. Mekanisme kerja antibakteri senyawa steroid yaitu dengan cara merusak membran sel bakteri (Pradana, 2014).

e. Tanin

Tanin merupakan salah satu metabolit sekunder yang terdapat pada tanaman dan disintesis oleh tanaman. Tanin termasuk ke dalam golongan senyawa polifenol yang dapat membentuk senyawa kompleks dengan makromolekul lainnya. Tanin dibagi ke dalam 2 kelompok, yakni tanin yang mudah terhidrolisis dan tanin terkondensasi (Jayanegara dan Sofyan, 2008). Tanin yang mudah terhidrolisis merupakan polimer dari *gallic* atau *ellagic acid* yang berikatan ester dengan sebuah molekul gula, sedangkan tanin terkondensasi adalah polimer senyawa flavonoid dengan ikatan karbon (Jayanegara dan Sofyan, 2008). Struktur tanin dapat dilihat pada Gambar 7.



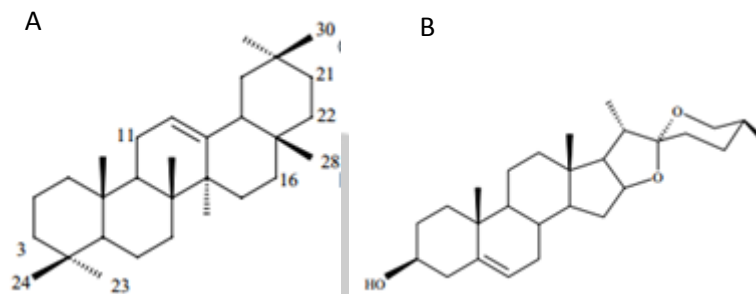
Gambar 7. Struktur inti tanin (Sumber: Sibuea, 2015)

Keterangan : Tanin merupakan polifenol dengan ikatan rangkap 2 terkonjugasi pada polifenol sebagai kromofor dan memiliki gugus OH

Tanin dapat menginaktifkan adhesin pada bakteri sehingga bakteri akan lebih susah menempel pada sel inang. Tanin juga dapat menghambat pembentukan polipeptida dinding sel bakteri sehingga sel bakteri mengalami lisis (Ngajow dkk., 2013). Akibat pembentukan polipeptida dinding sel bakteri terganggu, bakteri akan mengalami pengerutan dinding sel sehingga dapat mengganggu permeabilitas sel. Terganggunya permeabilitas sel bakteri menyebabkan sel tersebut tidak dapat melakukan aktifitas hidup sehingga pertumbuhannya terhambat dan terjadi pengerutan dinding sel bakteri sehingga bakteri mati (Hariyati dkk., 2015)

f. Saponin

Saponin merupakan senyawa glikosida yang mengandung aglikon steroid atau triterpenoid dan 1 atau lebih rantai gula (Ustundag dan Mazza, 2007). Saponin adalah senyawa fitokimia golongan glikosida yang dapat dideteksi keberadaannya berdasarkan kemampuannya membentuk buih dalam air. Saponin menurunkan tegangan permukaan air dan membentuk dispersi koloidal dalam air. Saponin dalam air akan menghasilkan buih ketika dikocok secara terus-menerus (Ramaan, 2006). Mekanisme kerja saponin sebagai antibakteri adalah menurunkan tegangan permukaan sehingga menyebabkan naiknya permeabilitas atau kebocoran sel dan senyawa intraseluler akan keluar (Nuria dkk., 2009). Struktur saponin dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Struktur saponin (Sumber: Ustundag dan Mazza, 2007)  
Keterangan: Saponin terdiri dari glikosida triterpen (A) atau steroid (B) dengan 1 atau lebih rantai gula

Serbuk daun duku memiliki bau yang aromatis yang menunjukkan kemungkinan adanya senyawa volatil tertentu pada daun duku. Senyawa volatil tersebut biasanya termasuk dalam golongan terpen. Menurut Ragasa dkk. (2006), aktivitas antibakteri kulit buah duku berasal dari senyawa terpenoid, sehingga kemungkinan aktivitas antibakteri daun duku juga berasal dari senyawa terpenoid, sehingga dilakukan uji kualitatif senyawa volatil (terpen) dengan GCMS. *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GCMS) merupakan perpaduan kromatografi gas dan spektroskopi masa. Sampel akan dipisahkan secara fisik menjadi molekul yang lebih kecil dengan kromatografi gas lalu akan diubah menjadi ion-ion gas oleh spektroskopi masa. Masa ion tersebut bisa diukur berdasarkan hasil deteksi berupa spektrum masa (Made dkk., 2015).

### C. Ekstraksi

Ekstraksi adalah pemisahan zat aktif yang dapat larut dari bahan yang tak dapat larut menggunakan pelarut cair. Ekstraksi akan menghasilkan ekstrak berbentuk pasta kental yang didapat dengan mengekstrak senyawa

aktif dari simplisia nabati atau hewani sesudah menguapkan pelarutnya (Miryanti dkk., 2011). Ekstraksi juga merupakan proses memisahkan bahan dari campurannya menggunakan pelarut yang tepat. Ekstraksi dihentikan saat dicapai kesetimbangan antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dengan konsentrasi dalam sel tanaman (Mukhriani, 2014).

Ekstraksi didasarkan pada hukum distribusi Nerst. Hukum ini menyatakan jika solut yang dapat larut dimasukkan ke dalam dua pelarut yang tidak saling bercampur maka akan terjadi pembagian kelarutan. Solut akan terdistribusi dengan sendirinya ke dalam dua pelarut tersebut setelah pengocokan dan dibiarkan memisah. Perbandingan konsentrasi solut dalam dua pelarut tersebut tetap dan merupakan suatu tetapan pada suhu tetap (koefisien distribusi) (Purwani dkk., 2008). Prinsip utama yang melandasi teknik pemisahan ekstraksi adalah *like dissolve like*, yakni senyawa polar akan larut dalam pelarut polar dan senyawa non-polar larut di dalam pelarut non-polar. Melalui perbedaan kepolaran tersebut maka zat dapat dipisahkan (Khopkar, 2004).

Metode ekstraksi maserasi adalah proses ekstraksi simplisia dengan menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengocokan atau pengadukan pada suhu ruang ( $\pm 27$  °C). Secara teknologi termasuk ekstraksi dengan prinsip metode pencapaian konsentrasi pada keseimbangan. Ekstraksi remerasi berarti dilakukan pengulangan penambahan pelarut setelah dilakukan penyaringan maserat pertama dan selanjutnya (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2000).

Prinsip maserasi adalah dengan merendam bubuk simplisia dengan menggunakan pelarut tertentu pada suhu ruang ( $\pm 27\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) dan terlindungi dari cahaya (Tantrayana dan Zubaidah, 2015). Kelebihan metode maserasi adalah prosedur dan peralatan yang digunakan sederhana, metodenya tidak dipanaskan, sehingga bahan alam tidak terurai. Ekstraksi dingin (maserasi) juga memungkinkan banyak senyawa terekstraksi, walaupun beberapa senyawa memiliki keterbatasan kelarutan dalam pelarut pada ekstraksi suhu kamar ( $\pm 27\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) (Istiqomah, 2013). Kelemahan metode maserasi adalah waktu ekstraksi lama, membutuhkan banyak pelarut untuk ekstraksi, dan tidak bisa dipakai untuk bahan bertekstur keras misalnya benzoin dan lilin (Sudjadi, 1986 dalam Pradipta, 2011).

Saat maserasi, cairan penyari akan menembus dinding sel dan masuk ke dalam rongga sel yang mengandung zat aktif dan zat aktif akan larut. Simplisia yang akan diekstrak ditempatkan dalam suatu wadah bersama dengan larutan penyari. Wadah tersebut ditutup rapat kemudian dikocok berulang kali sehingga memungkinkan pelarut masuk ke seluruh permukaan simplisia (Indraswari, 2008).

Proses ekstraksi diawali dengan sortasi bahan. Bahan tersebut kemudian dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan kotoran ataupun debu yang menempel di permukaan bahan. Bahan yang sudah dicuci kemudian ditiriskan sampai tidak basah lagi dan dipotong-potong. Bahan kemudian dikeringkan (Katno, 2008).

Menurut Winangsih dkk. (2013), proses pengeringan adalah langkah paling penting untuk menjaga kestabilan senyawa yang terkandung pada simplisia. Menurut Hernani dan Nurdjanah (2009), pengeringan yang dilakukan di tempat teduh (tanpa terkena cahaya matahari langsung) dapat melindungi aroma khas dan warna asli bahan yang dikeringkan. Pengeringan dapat dilanjutkan menggunakan oven dengan suhu 40 °C yang dilakukan sampai kadar air bahan berada di bawah 10 %. Menurut Hernani dan Nurdjanah (2009), pengeringan daun, herba, dan bunga sebaiknya dilakukan dengan suhu 20-40 °C.

Menurut Manoi (2006), kadar air simplisia semestinya kurang dari 10 %, karena jika kadar airnya lebih dari 10 %, simplisia akan rentan mengalami proses enzimatik dan kerusakan akibat aktivitas mikrobia. Proses enzimatik pada simplisia dapat mengubah senyawa kimia yang terkandung dalam simplisia menjadi produk lain sehingga dikhawatirkan dapat menghilangkan efek farmakologisnya. Sebelum proses maserasi, biasanya bahan dihaluskan terlebih dahulu (Katno, 2008). Menurut Miryanti dkk. (2011), proses menghaluskan bahan bertujuan untuk memperluas kontak antara padatan dan pelarut saat ekstraksi.

#### **D. Pelarut**

Pelarut yang digunakan adalah etanol. Etanol ( $C_2H_5OH$ ) merupakan pelarut yang bersifat polar dengan konstanta dielektrik sebesar 24,3 satuan debye. Etanol memiliki titik didih 78 °C dengan titik beku -117 °C

(Smallwood, 1996). Etanol lebih efisien daripada air pada dinding sel simplisia, mampu mendegradasi dinding sel yang memiliki karakter non-polar, dan menyebabkan polifenol dilepaskan dari sel. Etanol juga lebih mudah mempenetrasi membran sel untuk mengekstrak komponen intraseluler dari tanaman. Etanol dapat melarutkan senyawa tanin, polifenol, poliasetilen, flavonol, terpenoid, sterol, dan alkaloid (Tiwari dkk., 2011).

N-heksana atau heksan merupakan salah satu jenis pelarut dengan rumus empiris  $C_6H_{14}$ . Titik didih n-heksana adalah  $69\text{ }^{\circ}C$  dan titik bekunya adalah  $-95\text{ }^{\circ}C$ . Konstanta dielektrik n-heksana adalah 1,9 satuan Debye dan kepolarannya adalah 0,9 (Smallwood, 1996). Menurut Nopitasari (2013), n-heksana mampu mengekstrak senyawa triterpenoid dari biji langsung. Menurut Musir dkk. (2009), n-heksana dapat mengekstrak senyawa flavonoid dan terpenoid.

Dimetil sulfoksida atau DMSO dengan rumus kimia  $(CH_3)_2SO$  merupakan senyawa amfifatik. Dimetil sulfoksida memiliki domain yang polar dan 2 gugus non-polar. Hal tersebut menyebabkan DMSO dapat melarutkan komponen yang sukar larut dalam air (Santos dkk., 2003). Menurut Assidqi dkk. (2012), DMSO merupakan bahan yang dapat digunakan untuk melarutkan bahan organik dan anorganik pada industri obat.. Dimetil sulfoksida memiliki titik didih  $189\text{ }^{\circ}C$  dan titik beku  $18,5\text{ }^{\circ}C$  dengan konstanta dielektrik 46,6 satuan Debye dan kepolarannya 44,4 (Smallwood, 1996).

### **E. Antibakteri dan Metode Pengujiannya**

Senyawa antibakteri adalah bahan kimia alami maupun sintetis yang dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan bakteri (Madigan dkk., 2012). Senyawa yang dapat membunuh bakteri dinamakan senyawa bakteriosidal. Senyawa bakteristatik hanya dapat menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara menghambat sintesis protein dengan berikatan pada ribosom. Jika konsentrasi senyawa diturunkan, senyawa akan dilepas dari ribosom dan pertumbuhan mikrobia berlanjut. Bakteriosidal akan berikatan kuat dengan target selulernya dan tidak dapat dipindah oleh dilusi, dan dapat membunuh sel mikrobia (Madigan dkk., 2012). Beberapa senyawa bakteriosidal juga termasuk senyawa bakteriolitik, yang membunuh dengan cara menyebabkan lisis sel dan keluarnya komponen sitoplasma mikrobia. Lisis menurunkan jumlah sel viabel dan jumlah sel total ditandai dengan menurunnya turbiditas kultur (Madigan dkk., 2012).

Berdasarkan mekanisme kerjanya, senyawa antibiotik dibagi menjadi 5 kelompok yaitu antibiotik yang mengganggu metabolisme sel bakteri, menghambat sintesis dinding sel bakteri, merusak keutuhan membran sel bakteri, menghambat sintesis protein bakteri, dan menghambat sintesis asam nukleat sel bakteri (Franklin dan Snow, 1985 dalam Wasitaningrum, 2009). Golongan antibiotik yang mengganggu biosintesis dinding sel bakteri adalah antibiotik golongan beta laktam dan glikopeptida (Soleha, 2015).

Salah satu antibiotik golongan betalaktam adalah ampisilin. Ampisilin merupakan antibiotik golongan penisilin. Ampisilin dapat menghambat



pembentukan dinding sel bakteri Gram positif dan beberapa bakteri Gram negatif. Hal yang membedakan ampisilin dari penisilin adalah adanya gugus amino yang membantu obat-obatan menembus membran luar pada bakteri Gram negatif. Ampisilin merupakan inhibitor kompetitif dari enzim transpeptidase yang berperan dalam pembentukan dinding sel pada bakteri. Ampisilin menghambat tahap ketiga dan terakhir dari sintesis dinding sel bakteri sehingga menyebabkan lisis (Sharma dkk., 2013).

Metode pengujian aktivitas antibakteri dapat dilakukan dengan *diffusion technique*. Metode difusi dapat dilakukan menggunakan cakram dan sumuran (Prayoga, 2013). Teknik cakram dilakukan menggunakan petri yang mengandung medium agar yang telah diinokulasi dengan kultur bakteri uji. Senyawa antibakteri kemudian ditambahkan ke *filter-paper disc* yang kemudian diletakkan di permukaan agar. Selama inkubasi, senyawa antibakteri akan berdifusi dari *disc* ke agar. Zona hambat didapatkan dengan mengukur diameter zona jernih yang mengelilingi *paper disc* yang menunjukkan ukuran kekuatan hambatan senyawa uji terhadap bakteri uji (Madigan dkk., 2012).

Teknik sumuran dilakukan dengan cara menginokulasikan suspensi bakteri uji pada agar yang kemudian dilubangi. Lubang-lubang tersebut kemudian diisi dengan senyawa antibakteri. Pengamatan dilakukan dengan cara melihat keberadaan zona bening di sekitar sumuran (Prayoga, 2013). Menurut Valgas dkk. (2007), teknik sumuran jauh lebih praktis dibandingkan teknik *paper disc* karena tidak butuh kertas filter. Selain itu, teknik sumuran

juga dipandang lebih baik daripada *paper disc* karena dengan teknik *paper disc* dapat terjadi penggumpalan komponen yang tidak larut air pada *paper disc* sehingga dapat menghambat komponen antimikrobia berdifusi ke agar. Kadangkala, komponen polar dari ekstrak yang diujikan bisa jadi hanya terserap di permukaan *paper disc* sehingga susah berdifusi ke agar. Teknik sumuran memungkinkan ekstrak langsung berdifusi ke agar sehingga dirasa lebih praktis digunakan untuk pengujian aktivitas antibakteri. Menurut Listari (2009), metode sumuran juga lebih mudah diukur zona hambatnya karena senyawa antibakteri tidak hanya bekerja di permukaan agar melainkan juga sampai ke bagian dasar agar.

Aktivitas antibakteri diukur dengan menentukan konsentrasi terkecil senyawa yang dibutuhkan untuk menghambat pertumbuhan bakteri uji, nilainya disebut dengan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM). Penentuan KHM dilakukan dengan beberapa seri tabung kultur dan diinokulasikan bakteri uji dalam jumlah sama. Setiap tabung berisi medium dengan senyawa antibakteri dalam konsentrasi tertentu. Kekeruhan masing-masing tabung diamati setelah inkubasi. Teknik ini disebut dengan *tube dilution technique* (Madigan dkk., 2012). Tujuan penentuan KHM adalah untuk mengetahui kadar terendah dari ekstrak yang dapat memberikan aktivitas antibakteri terhadap bakteri uji (Melki dkk., 2011).

## F. Bakteri uji

### a. *Staphylococcus aureus*

*Staphylococcus aureus* merupakan salah satu bakteri patogen. Infeksi *Staphylococcus aureus* bervariasi, mulai dari keracunan makanan atau infeksi kulit ringan sampai infeksi berat yang mengancam jiwa. *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri Gram positif, yang terdapat pada kulit, hidung, mulut, selaput lendir, bisul, dan luka (Miranti dkk., 2013). *Staphylococcus aureus* bersifat non-motil, bersifat aerob atau anaerob fakultatif, koagulase positif dan katalase positif. Bakteri ini tumbuh subur pada suhu optimum 37 °C. Koloni pada medium agar berbentuk bundar, halus, dan berwarna jingga hingga putih. Bakteri ini toleran terhadap garam. Beberapa *strain* dapat memproduksi enterotoksin yang dapat meracuni makanan (Breed dkk., 1957). Menurut Breed dkk. (1957), klasifikasi ilmiah *Staphylococcus aureus* adalah sebagai berikut.

Kerajaan : Bacteria  
 Filum : Firmicutes  
 Kelas : Coccus  
 Bangsa : Eubacteriales  
 Suku : Micrococcaceae  
 Marga : *Staphylococcus*  
 Jenis : *Staphylococcus aureus*

*Pseudomonas aeruginosa* merupakan patogen oportunistik yang memanfaatkan kerusakan mekanisme pertahanan inang untuk memulai infeksi. Bakteri ini dapat menyebabkan infeksi saluran kemih, infeksi saluran pernafasan, dermatitis, infeksi jaringan lunak, bakteremia, infeksi tulang dan sendi, infeksi saluran pencernaan dan bermacam-macam infeksi

sistemik, terutama pada penderita luka bakar berat, kanker, AIDS yang mengalami penurunan sistem imun (Mayasari, 2005).

*Pseudomonas aeruginosa* merupakan bakteri Gram negatif, berbentuk batang lurus atau lengkung, tidak berspora, tidak berselubung, dan berflagel monotrika. *Pseudomonas aeruginosa* berukuran sekitar 0,6 x 2 µm (Mayasari, 2005). Bakteri ini tumbuh dengan baik pada suhu 37-42 °C. Bakteri ini bersifat aerob, katalase positif, oksidase positif, tidak mampu memfermentasi tetapi dapat mengoksidasi glukosa atau karbohidrat lain (Brooks dkk., 2010). Menurut Breed dkk. (1957), klasifikasi ilmiah *Pseudomonas aeruginosa* adalah sebagai berikut.

Kerajaan : Bacteria  
Filum : Proteobacteria  
Kelas : Gammaproteobacteria  
Bangsa : Pseudomonadales  
Suku : Pseudomonadaceae  
Marga : *Pseudomonas*  
Jenis : *Pseudomonas aeruginosa*

## G. Hipotesis

1. Ekstrak etanol dan ekstrak n-heksana daun duku (*Lansium domesticum*) memiliki aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus* dan *P. aeruginosa*.
2. Ekstrak etanol daun duku (*Lansium domesticum*) memiliki aktivitas antibakteri yang lebih tinggi daripada ekstrak n-heksana terhadap *S. aureus* dan *P. aeruginosa*.
3. Nilai Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) ekstrak etanol daun duku (*Lansium domesticum*) terhadap *S.aureus* dan *P. aeruginosa* adalah sebesar 0,25 %.