

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Deskripsi dan Kedudukan Taksonomi Serai Wangi (*Cymbopogon nardus*)

Tanaman serai dipercaya berasal dari Asia Tenggara atau Sri Lanka. Tanaman ini tumbuh alami di Sri Lanka, tetapi dapat ditanam pada berbagai kondisi tanah di daerah tropis yang lembab, cukup sinar matahari dan memiliki curah hujan relatif tinggi. Saat ini, tanaman serai dapat ditanam meluas dalam kawasan tropika (Chooi, 2008). Kebanyakan negara menanam serai untuk menghasilkan minyak atsirinya secara komersial dan untuk pasar lokal sebagai perisa atau rempah ratus (Chooi, 2008). Di Indonesia terdapat dua jenis tanaman serai yaitu serai dapur (*Cymbopogon citratus*) dan serai wangi (*Cymbopogon nardus*). Tanaman serai ini banyak ditemukan di daerah Jawa yaitu di dataran rendah yang memiliki ketinggian 60-140 mdpl (Armando, 2009).

Tanaman serai dikenal dengan nama berbeda di setiap daerah. Daerah Jawa mengenal serai dengan nama *sereh* atau *sere*. Daerah Sumatera dikenal dengan nama *serai*, *sorai* atau *sanger-sange*. Kalimantan mengenal nama serai dengan nama *belangkak*, *senggalau* atau *salai*. Nusa Tenggara mengenal serai dengan nama *see*, *nau sina* atau *bu muke*. Sulawesi mengenal nama serai dengan nama *tonti* atau *sare* sedangkan di Maluku dikenal dengan nama *hisa* atau *isa* (Syamsuhidayat dan Hutapea, 1991).

Tanaman serai wangi merupakan tanaman dengan habitus terna perenial dan disebut dengan suku rumput-rumputan (Tora, 2013). Tanaman serai wangi memiliki akar yang besar. Akarnya merupakan akar serabut yang berimpang

pendek (Arzani dan Riyanto, 1992). Batang tanaman serai wangi bergerombol dan berumbi, lunak dan berongga. Isi batangnya merupakan pelepah umbi untuk pucuk dan berwarna putih kekuningan. Namun ada juga yang berwarna putih keunguan atau kemerahan. Batangnya bersifat kaku dan mudah patah serta tumbuh tegak lurus di atas tanah (Arifin, 2014).

Daun tanaman serai berwarna hijau tidak bertangkai. Daunnya kesat, panjang, runcing dan berbau khas. Daunnya memiliki tepi yang kasar dan tajam. Tulang daunnya tersusun sejajar. Panjang daunnya sekitar 50-100 cm sedangkan lebarnya kira-kira 2 cm. Daging daunnya tipis serta pada permukaan dan di bagian bawah daun terdapat bulu halus (Arifin, 2014). Morfologi tanaman serai dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Morfologi tanaman serai wangi (Sumber : Anonim, 2014)

Keterangan : Daun serai berwarna hijau dengan panjang sekitar 50-100 cm dan ujung yang runcing, serta batang bergerombol.

Menurut Tora (2013), tanaman serai wangi memiliki kedudukan taksonomi sebagai berikut.

Kerajaan : Plantae  
Divisi : Spermatophyta  
Kelas : Monocotyledoneae  
Bangsa : Poales  
Famili : Poaceae  
Marga : *Cymbopogon*  
Jenis : *Cymbopogon nardus* (L.) Randle

## B. Kandungan Senyawa Kimia Serai Wangi

Tanaman serai mengandung minyak esensial atau minyak atsiri yang terdiri dari aldehid isovalerik, betakariofilen, dipenten, furfural, geraniol, limonene, linalool, mircen, metilheptenon, neral, nerol, sitral dan sitronellal (Chooi, 2008). Serai wangi mempunyai metabolit sekunder antara lain saponin, tanin, kuinon dan steroid. Selain itu tumbuhan ini mengandung kumarin dan minyak atsiri (Ningtyas, 2008)

Senyawa aktif pada serai wangi yang umumnya diambil adalah minyak atsirinya. Minyak atsiri dari daun serai rata-rata 0,7% (sekitar 0,5% pada musim hujan dan dapat mencapai 1,2% pada musim kemarau). Minyak sulingan serai wangi berwarna kuning pucat. Bahan aktif utama yang dihasilkan adalah senyawa aldehid (sitronelol- $C_{10}H_{16}O$ ) sebesar 30-45%, senyawa alkohol (sitronelol- $C_{10}H_{20}O$  dan geraniol- $C_{15}H_{18}O$ ) sebesar 55-65% dan senyawa-senyawa lain seperti geraniol, sitral, nerol, metil, heptenon dan dipentena (Khoirotunnisa, 2008).

Menurut Guenther (1990), senyawa kimia dari minyak serai ada berbagai macam. Senyawa penyusun dari minyak atsiri serai dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Susunan senyawa kimia minyak serai.

Senyawa penyusun	Kadar (%)
Sitronelal	32-45
Geraniol	12-18
Sitronelol	12-15
Geraniol asetat	3-8
Sitronelol asetat	2-4
Limonena	2-5
Elemol dan terpen lain	2-5
Elemena dan cadinen	2-5

Sumber : Guenther (1990)

### C. Kegunaan Serai Wangi

Manfaat dari serai wangi terkait dengan kandungan senyawa aktif di dalamnya yaitu minyak atsirinya. Minyak atsiri serai wangi memiliki banyak kandungan, salah satunya adalah sitronelal yang memiliki potensi untuk membunuh nyamuk (Sukanto dkk., 2011). Sitronelal dan geraniol merupakan dua senyawa penting dalam serai wangi yang dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan ester untuk parfum dan kosmetik (Sukanto dkk., 2011). Apabila dilihat dari segi pengobatan tradisional, serai wangi dapat digunakan untuk perawatan pasca melahirkan dan sakit kepala. Serai wangi juga dapat digunakan untuk menghasilkan minyak pijat untuk mengatasi pegal dan kembung perut (Ningtyas, 2008).

Serai wangi dapat digunakan pula sebagai bahan pestisida nabati dan tanaman konservasi (Sukanto dkk., 2011). Tanaman serai wangi dapat tumbuh pada tanah yang memiliki ketersediaan hara rendah. Selain itu, serai wangi mempunyai perakaran serabut yang kuat sehingga banyak digunakan

sebagai tanaman untuk vegetasi konservasi lahan miring dan tanaman *pioneer* pada lahan bekas tambang (Sukamto dkk., 2011).

#### **D. Limbah Padat Daun Serai Wangi**

Kebutuhan pasar terhadap minyak serai wangi di Indonesia meningkat 3-5% setiap tahunnya (Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik, 2011). Akibat dari permintaan yang besar dari beberapa negara seperti Amerika Serikat, China, Taiwan, Singapura, Belanda dan Jerman terhadap minyak serai wangi, membuat Indonesia harus terus memproduksi minyak serai wangi dalam jumlah banyak. Setiap 20 ton daun serai wangi yang didestilasi hanya menghasilkan 160 liter minyak serai wangi (Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik, 2011). Penggunaan daun serai dalam jumlah banyak ini, akhirnya menghasilkan limbah padat yang banyak pula (Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik, 2011).

Limbah padat serai wangi ini merupakan limbah yang dihasilkan dari proses penyulingan minyak atsiri serai wangi. Pemanfaatan limbah padat penyulingan minyak atsiri serai wangi belum banyak diketahui. Selama ini penelitian tentang limbah ini hanya terbatas dalam pengujian anti serangga (Usmiati dkk., 2005). Selain itu, limbah hasil penyulingan serai wangi hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak karena dalam limbah tersebut masih terkandung 7 % protein, dan serat kasar 25,73 %. (Sukamto dkk., 2011). Oleh sebab itu, pemanfaatan limbah serai wangi untuk pengujian lain seperti antibakteri perlu dilakukan. Limbah padat serai wangi hasil penyulingan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Limbah padat serai wangi hasil penyulingan  
(Sumber: Anonim, 2013)

Keterangan: Limbah daun serai wangi berwarna coklat.

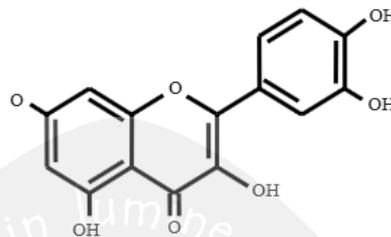
### E. Pengujian Senyawa Fitokimia

Uji fitokimia merupakan pengujian kandungan senyawa-senyawa di dalam tumbuhan. Tumbuhan umumnya mengandung senyawa aktif dalam bentuk metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin, alkaloid, triterpenoid, steroid, saponin, kuinon, dan lain-lain. Senyawa metabolit sekunder merupakan senyawa kimia yang umumnya mempunyai kemampuan bioaktivitas dan berfungsi sebagai pelindung tumbuhan tersebut dari gangguan hama penyakit untuk tumbuhan itu sendiri dan lingkungan (Lenny, 2006).

#### a. Flavonoid

Flavonoid merupakan senyawa polifenol yang banyak ditemukan di alam. Golongan flavonoid dapat digambarkan sebagai deretan senyawa  $C_6-C_3-C_6$  yang artinya kerangka karbonnya terdiri atas dua gugus  $C_6$  (cincin benzen tersubstitusi) disambungkan oleh rantai alifatik tiga-karbon kalkan (Robinson, 1995). Flavonoid termasuk dalam golongan senyawa fenol yang memiliki gugus-OH dengan adanya perbedaan, keelektronegatifan yang tinggi, sehingga sifatnya polar. Pengelompokan

flavonoid dibedakan berdasarkan cincin heterosiklik oksigen tambahan dan gugus hidroksil yang tersebar menurut pola yang berlainan pada rantai C<sub>3</sub> sesuai struktur kimianya seperti flavonol, flavon, flavanon, katekin, antosianidin dan kalkon (Robinson, 1995). Struktur senyawa flavonoid dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur kerangka dasar senyawa flavonoid  
(Sumber: Markham, 1988)

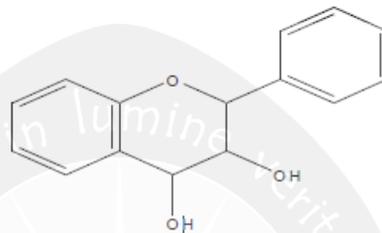
Keterangan : Struktur senyawa flavonoid terdiri dari kerangka C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>

#### b. Tanin

Tanin merupakan golongan senyawa fenol yang terdapat pada daun dan buah yang belum matang. Tanin merupakan golongan senyawa aktif tumbuhan yang termasuk golongan flavonoid, mempunyai rasa sepat dan mempunyai kemampuan untuk meratakan warna kulit. Selain itu, tanin juga banyak digunakan manusia sebagai antidiare, antibakteri, antiseptik, dan antifungi (Stevens dkk., 1993). Secara kimia tanin dapat dibedakan menjadi dua golongan yaitu tanin terkondensasi dan tanin terhidrolisis atau tanin galat (Robinson, 1995).

Tanin terhidrolisis merupakan tanin yang berikatan dengan karbohidrat membentuk jembatan oksigen sehingga dapat dihidrolisis

dengan asam sulfat. Contoh dari tanin terhidrolisis adalah gallotanin. Tanin terkondensasi adalah tanin yang tidak dapat dihidrolisis, tetapi dapat terkondensasi menghasilkan asam klorida. Tanin jenis ini kebanyakan terdiri dari polimer flavonoid yang merupakan senyawa fenol. Salah satu contoh dari tanin terkondensasi adalah *sorghum procyanidin* (Stevens dkk., 1993). Struktur tanin dapat dilihat pada Gambar 4.

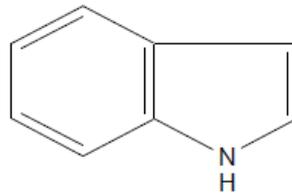


Gambar 4. Struktur kimia tanin (Sumber: Harborne, 1987)

Keterangan: Senyawa tanin merupakan senyawa polifenol yang memiliki ikatan rangkap dua yang terkonjugasi pada polifenol dan memiliki gugus OH.

### c. Alkaloid

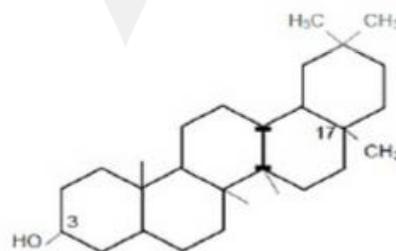
Alkaloid adalah golongan senyawa organik yang terbanyak ditemukan di alam. Satu-satunya sifat alkaloid yang terpenting adalah kebasaannya. Semua alkaloid mengandung paling sedikit satu atom nitrogen yang biasanya bersifat basa dan dalam sebagian besar atom nitrogen ini merupakan bagian dari cincin heterosiklik (Lenny, 2006). Alkaloid biasanya terdapat di dalam tumbuhan sebagai garam berbagai senyawa organik. Penggolongan alkaloid dilakukan berdasarkan sistem cincinnya seperti piridina, piperidina, indol, isokuinolina dan tropana (Robinson, 1995). Struktur senyawa alkaloid dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Struktur Senyawa Alkaloid (Sumber : Robinson, 1995)  
Keterangan: Kerangka senyawa alkaloid memiliki kandungan gugus benzena dan terdapat atom N.

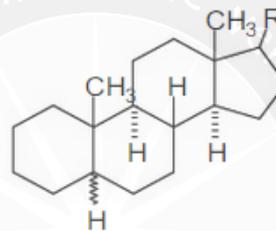
d. Triterpenoid atau steroid

Triterpenoid merupakan komponen tumbuhan yang mempunyai bau dan dapat diisolasi dari bahan nabati dengan penyulingan sebagai minyak atsiri (Lenny, 2006). Triterpenoid adalah senyawa yang kerangka karbonnya berasal dari 6 satuan isoprena dan secara biosintesis diturunkan dari hidrokarbon  $C_{30}$  asiklik yaitu skualena (Harborne, 1987). Senyawa ini paling umum ditemukan pada tumbuhan berbiji dan sebagai glikosida (Robinson, 1995). Struktur senyawa triterpenoid dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Contoh senyawa triterpenoid (Sumber: Robinson, 1995)  
Keterangan: Secara umum senyawa triterpenoid terdiri dari unsur-unsur C dan H dengan rumus molekul  $(C_5H_8)_n$ .

Steroid merupakan golongan lipid yang diturunkan dari senyawa jenuh yang dinamakan siklopentanoperhidrofenantrena, yang memiliki inti 3 cincin sikloheksana terpadu dan 1 cincin siklopentana yang tergabung pada cincin sikloheksana tersebut (Poedjiadi, 1994). Steroid tersusun dari isopren-isopren dari rantai panjang hidrokarbon yang menyebabkan sifatnya non-polar. Beberapa senyawa steroid mengandung gugus –OH yang sering disebut sterol yang memiliki sifatnya cenderung lebih polar (Robinson, 1995). Struktur senyawa steroid dapat dilihat pada Gambar 7.

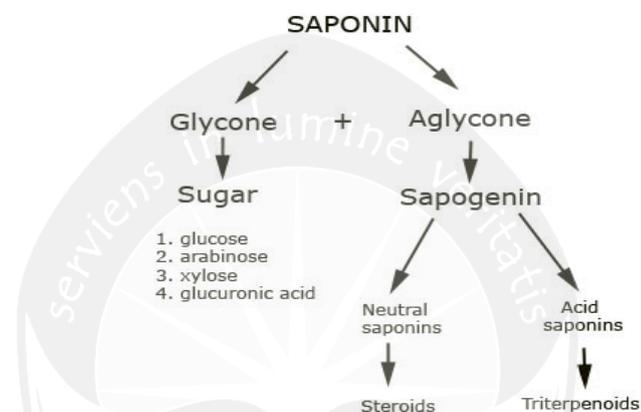


Gambar 7. Kerangka dasar senyawa steroid (Sumber: Robinson, 1995).  
Keterangan: Struktur kimia senyawa steroid memiliki 3 cincin sikloheksana terpadu dan 1 cincin siklopentana yang tergabung pada cincin sikloheksana tersebut.

#### e. Saponin

Saponin berasal dari bahasa latin *sapo* yang berarti sabun karena sifatnya menyerupai sabun. Saponin adalah senyawa aktif permukaan yang kuat, menimbulkan busa jika dikocok dengan air. Saponin berpotensi sebagai antimikrobia. Dua jenis saponin yang dikenal yaitu glikosida triterpenoid alkohol dan glikosida struktur steroid. Aglikonnya disebut sapogenin yang diperoleh dengan hidrolisis dalam asam atau menggunakan enzim (Robinson, 1995).

Berdasarkan struktur aglikonnya atau sapogenin, saponin dapat dibedakan menjadi dua tipe yaitu tipe steroid dan triterpenoid. Kedua senyawa tersebut memiliki hubungan glikosidik pada atom C-3 dan memiliki asal usul biogenetika yang sama lewat asam mevalonat dan satuan-satuan isoprenoid (Robinson, 1995). Bagan pembagian senyawa saponin dapat dilihat pada Gambar 8.



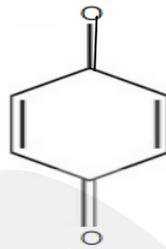
Gambar 8. Bagan pembagian senyawa saponin (Sumber: Arifin, 1986)

Keterangan: Senyawa saponin terdiri dari glikon dan aglikon. Berdasarkan aglikon atau sapogeninnya, saponin dibagi menjadi dua tipe yaitu steroid dan triterpenoid.

#### f. Kuinon

Kuinon adalah senyawa berwarna dan mempunyai kromofor dasar seperti kromofor pada benzokuinon yang terdiri atas dua gugus karbonil yang berkonjugasi dengan dua ikatan rangkap karbon-karbon. Warna pigmen kuinon di alam beragam, mulai dari kuning pucat sampai hitam, dan struktur yang dikenal jumlahnya lebih dari 450. Untuk tujuan identifikasi kuinon dapat dibagi menjadi empat kelompok benzokuinon, naftokuinon, antrakuinon, dan kuinon isoprenoid. Senyawa kuinon yang

terdapat sebagai glikosida larut sedikit dalam air, tetapi umumnya kuinon lebih mudah larut dalam lemak dan akan terekstraksi dari ekstrak tumbuhan kasar bersama-sama dengan karotenoid dan klorofil (Robinson, 1995). Struktur senyawa kuinon dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Struktur kimia kuinon (Sumber: Arifin, 1986).

Keterangan: Struktur kimia kuinon memiliki dua gugus karbonil yang berkonjugasi dengan dua ikatan rangkap karbon-karbon.

#### **F. Metode Ekstraksi Limbah Padat Serai Wangi.**

Ekstraksi adalah suatu proses pemisahan kandungan senyawa kimia dari jaringan tumbuhan ataupun hewan dengan menggunakan penyari tertentu (Departemen Kesehatan RI, 1995). Ada beberapa metode ekstraksi yang dapat dilakukan. Cara pertama adalah dengan menggunakan cara dingin yang terdiri dari maserasi dan perkolasi. Cara kedua adalah dengan cara panas yang terdiri dari refluks, digesti, infusa, dekok dan sokletasi (Departemen Kesehatan RI, 1995).

Menurut Nur dan Adjuwana (1989), ekstraksi adalah peristiwa pemindahan zat terlarut (solut) antara dua pelarut yang tidak saling bercampur. Proses ekstraksi bertujuan untuk mendapatkan bagian-bagian tertentu dari bahan yang mengandung komponen-komponen aktif. Teknik ekstraksi yang

tepat pastinya berbeda untuk masing-masing bahan. Hal ini dipengaruhi oleh tekstur kandungan bahan dan jenis senyawa yang didapat (Nielsen, 2003).

Proses ekstraksi akan menghasilkan hasil akhir berupa ekstrak. Ekstrak adalah sediaan pekat yang diperoleh dengan mengekstraksi zat aktif dari simplisia nabati atau simplisia hewani dengan menggunakan pelarut yang sesuai (Departemen Kesehatan RI, 1995). Setelah itu, semua atau hampir semua pelarut diuapkan dan massa atau serbuk yang tersisa diperlakukan sedemikian hingga memenuhi baku yang ditetapkan (Departemen Kesehatan RI, 1995).

Penggunaan metode ekstraksi yang dilakukan bergantung pada beberapa faktor, yaitu tujuan dilakukan ekstraksi, skala ekstraksi, sifat-sifat komponen yang akan diekstraksi dan sifat-sifat pelarut yang akan digunakan (Houghton dan Rahman, 1998). Beberapa metode ekstraksi yang sering digunakan adalah ekstraksi dengan pelarut, destilasi, *super critical fluid extraction*, pengepresan mekanik dan sublimasi (Houghton dan Rahman, 1998). Metode ekstraksi yang banyak digunakan adalah destilasi dan ekstraksi dengan pelarut. Proses ekstraksi dipengaruhi oleh lama ekstraksi, suhu, dan jenis pelarut yang digunakan (Houghton dan Rahman, 1998). Semakin lama waktu yang digunakan untuk maserasi, hasil ekstraksi yang diperoleh semakin baik. Semakin dekat tingkat kepolaran pelarut dengan komponen yang diekstrak, semakin sempurna proses ekstraksi (Houghton dan Rahman, 1998).

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai pelarut adalah (1) pelarut polar akan melarutkan senyawa polar, (2) pelarut organik akan cenderung

melarutkan senyawa organik dan (3) pelarut air cenderung melarutkan senyawa anorganik dan garam dari asam ataupun basa. Prinsip ekstraksi menggunakan pelarut organik adalah bahan yang akan diekstrak dikontakkan langsung dengan pelarut selama selang waktu tertentu, sehingga komponen yang akan diekstrak terlarut dalam pelarut kemudian diikuti dengan pemisahan pelarut dari bahan yang telah diekstrak (Achmadi, 1992).

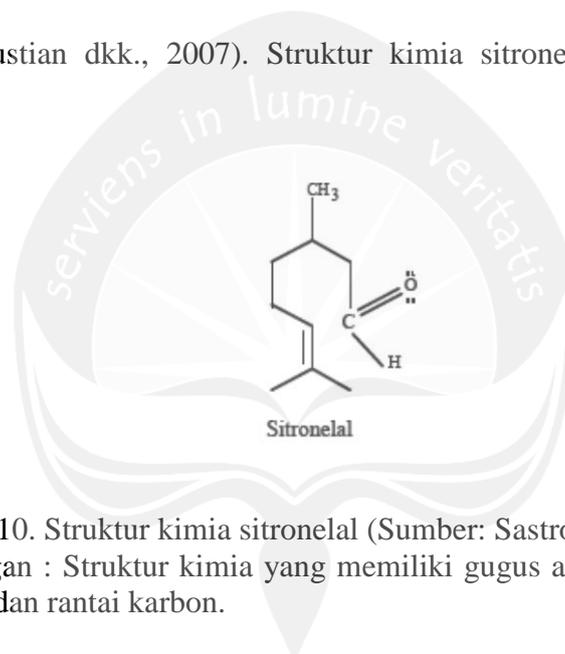
Maserasi merupakan proses ekstraksi dengan penghancuran sampel menggunakan pelarut, perendaman beberapa hari dan dilakukan pengadukan kemudian dilakukan penyaringan atau pengepresan sehingga diperoleh cairan. Penelitian ini menggunakan pelarut berupa kloroform yang merupakan senyawa non-polar (Ewansiha dkk., 2012).

Kloroform merupakan zat cair yang mudah menguap (titik didihnya  $61,2^{\circ}\text{C}$ ), berbau sedap, tidak berwarna, tidak larut dalam air, tetapi mudah larut dalam alkohol atau eter (Julie, 2001). Kloroform memiliki rumus molekul  $\text{CHCl}_3$  berat molekul 119,38 gr/mol, titik lebur  $-63,5^{\circ}\text{C}$ . Apabila terhirup, kloroform dapat menyebabkan kantuk (Julie, 2001). Penggunaan kloroform sebagai pelarut lebih efektif karena pelarut ini mampu menarik semua zat aktif dari suatu tanaman khususnya minyak atsiri yang terkandung di dalamnya (Ewansiha dkk., 2012).

#### **G. Deskripsi Senyawa Sitronelal.**

Sitronelal merupakan senyawa monoterpena yang mempunyai gugus aldehida ikatan rangkap dan rantai karbon. Sitronelal (3,7-dimetil-6-oktenal) merupakan monoterpena yang sebagian besar terbentuk dari metabolisme

sekunder tanaman serai. Sitronelal bersama dengan sitral, geraniol, linalool dan sitronelol merupakan senyawa terpena yang paling penting dalam kandungan minyak atsiri serai (Nurisman, 2009). Sitronelal yang terkandung di dalam tanaman serai memiliki peran sebagai antimikrobia. Sitronelal hasil isolasi dari minyak atsiri serai terdiri dari sepasang enasiomer yaitu (R)-sitronelal dan (S)-sitronelal. Berdasarkan peranannya, sitronelal sering digunakan sebagai salah satu campuran bahan untuk pembuatan produk seperti sabun (Agustian dkk., 2007). Struktur kimia sitronelal dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Struktur kimia sitronelal (Sumber: Sastrohamidjojo,1981)  
Keterangan : Struktur kimia yang memiliki gugus aldehida ikatan rangkap dan rantai karbon.

Menurut Mustikowati (2013), sitronelal memiliki klasifikasi sebagai berikut:

Nama IUPAC : 3,7-dimetil-6-oktenal  
Rumus Molekul :  $C_{10}H_{18}O$   
Massa Molekul : 154,25 g/mol  
Densitas :  $0,855 \text{ g/cm}^3$   
Titik didih :  $201-207^{\circ}\text{C}$

Sitronelal dihasilkan melalui proses destilasi fraksinasi minyak serai. Fraksinasi merupakan suatu proses untuk memisahkan minyak atsiri yang dalam hal ini adalah minyak serai menjadi beberapa fraksi berdasarkan

perbedaan titik didih (Guenther, 1987). Proses destilasi fraksinasi minyak serai dilakukan pada tekanan di bawah tekanan atmosfer atau tekanan vakum yaitu 3 mmHg, dan biasanya dilakukan dengan cara penyulingan minyak tanpa pengisian air dalam ketel suling atau tanpa pemasukan uap aktif ke dalam minyak. Penggunaan tekanan serendah mungkin pada proses destilasi fraksinasi minyak serai bertujuan untuk menurunkan temperatur titik didih dari minyak serai sehingga komponen-komponen yang terdapat dalam minyak serai tidak terdekomposisi (Guenther, 1987). Proses destilasi fraksinasi ini telah banyak diterapkan dalam industri minyak atsiri (Guenther, 1987).

Sitronelal memiliki bau yang khas dan merupakan bahan dasar sintesis pembuatan *fragrance* seperti sitronelol, isopulegol, mentol dan ester-ester lainnya (Agustian dkk., 2007). Pada umumnya hidroksi sitronelal digunakan untuk pewangi sabun dan kosmetik, *flavoring agent* untuk aneka makanan dan minuman, obat-obatan serta obat penolak nyamuk. Penggunaan lain dari sitronelal adalah untuk pembuatan hidroksi sitronelal. Hidroksi sitronelal ini merupakan salah satu senyawa sintetik yang paling penting dalam wewangian (Agustian dkk., 2007). Hidroksi sitronelal digunakan untuk pewangi sabun dan kosmetik, obat-obatan, produk *home care* dan *personal care* karena bermanfaat untuk menenangkan, antiseptik, membantu melemaskan otot dan untuk membangkitkan gairah (Agustian dkk., 2007).

#### **H. Deskripsi Antibakteri.**

Bahan antibakteri dapat diartikan sebagai bahan yang mampu mengganggu pertumbuhan dan metabolisme bakteri sehingga bahan tersebut dapat

menghambat pertumbuhan atau bahkan membunuh bakteri (Pelczar dan Chan, 1998). Berdasarkan sifat toksisitas selektif, ada bakteri yang menghambat pertumbuhan bakteri dan ada yang bersifat membunuh bakteri. Kadar minimal yang diperlukan untuk menghambat atau membunuh pertumbuhan bakteri masing-masing dikenal sebagai Kadar Hambat Minimal (KHM) dan Kadar Bunuh Minimal (KBM). Antibakteri tertentu aktivitasnya dapat meningkat menjadi bakterisida bila kadar antibakterinya ditingkatkan melebihi KHM (Suryaningrum, 2009).

Menurut Suryaningrum (2009), mekanisme kerja antibakteri adalah sebagai berikut:

1. Kerusakan pada dinding sel.

Bakteri memiliki lapisan luar yang disebut dinding sel yang dapat mempertahankan bentuk bakteri dan melindungi membran protoplasma di dalamnya.

2. Perubahan permeabilitas sel.

Beberapa antibiotik mampu merusak atau memperlemah fungsi ini yaitu memelihara integritas dan komponen-komponen seluler.

3. Perubahan molekul protein dan asam nukleat.

Suatu antibakteri dapat mengubah keadaan ini dengan mendenaturasikan protein dan asam-asam nukleat sehingga merusak sel tanpa dapat diperbaiki lagi.

#### 4. Penghambatan kerja enzim.

Setiap enzim yang ada di dalam sel merupakan sasaran potensial bagi bekerjanya suatu penghambat. Penghambatan ini dapat mengakibatkan terganggunya metabolisme atau matinya sel.

Senyawa antimikrobia dapat berasal dari hewan maupun tumbuhan. Senyawa antimikrobia yang berasal dari tanaman sebagian besar diketahui merupakan metabolit sekunder tanaman, terutama dari golongan fenolik dan terpen dalam minyak atsiri (Nychas dan Tassou, 2000). Sebagian besar metabolit sekunder disintesis dari banyak metabolit primer seperti asam-asam amino, asetil ko-A, asam mevalonat dan metabolit antara. Selain itu, beberapa senyawa yang bersifat antimikrobia alami berasal dari tanaman diantaranya adalah fitoaleksin, asam organik, minyak esensial (atsiri), fenolik dan beberapa kelompok pigmen tanaman atau senyawa sejenisnya (Nychas dan Tassou, 2000).

#### **I. Deskripsi Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Staphylococcus aeruginosa*.**

Bakteri merupakan mikroba prokariotik uniseluler, berkembang biak secara aseksual dengan pembelahan sel. Semua bakteri memiliki struktur sel yang relatif sederhana. Berdasarkan komposisi dan struktur dinding sel, maka bakteri dibagi ke dalam dua golongan yaitu bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif (Pratiwi, 2008). Bakteri Gram positif memiliki dinding sel yang terdiri atas lapisan peptidoglikan yang tebal dan asam teikoat yang mengandung alkohol (gliserol atau ribitol) (Pratiwi, 2008). Ada dua asam

teikoat, yaitu asam lipoteikoat yang merentang di lapisan peptidoglikon dan terikat pada membran plasma, dan asam teikoat dinding yang terikat pada lapisan peptidoglikon (Pratiwi, 2008). Sedangkan dinding sel bakteri Gram negatif mengandung satu atau beberapa lapis peptidoglikon dan membran luar (*outer membrane*). Peptidoglikon terikat pada membran luar dan periplasma terdapat diantara membran plasma dan membran luar (Pratiwi, 2008).

*Staphylococcus aureus* adalah bakteri Gram positif, selnya berbentuk bola dengan garis tengah 0,5-1,5  $\mu\text{m}$  dan tersusun dalam kelompok-kelompok yang tidak teratur (Pelczar dan Chan, 1998). *S. aureus* tidak memiliki kapsul dan spora serta tidak diketahui adanya stadium istirahat. Dinding selnya mengandung dua komponen utama yaitu peptidoglikon serta asam tekoat yang berkaitan dengannya. *S. aureus* bersifat anaerob fakultatif, tumbuh lebih cepat dan lebih banyak dalam keadaan aerobik (Pelczar dan Chan, 1998). Suhu optimum mencapai 35-40 °C. Bakteri ini berasosiasi dengan kulit, kelenjar kulit dan selaput lendir hewan berdarah panas (Pelczar dan Chan, 1998).

Menurut Todar (2005), bakteri *Staphylococcus aureus* memiliki kedudukan taksonomi sebagai berikut :

Kerajaan : Bacteria  
Divisi : Firmicutes  
Kelas : Bacilli  
Bangsa : Bacillales  
Famili : Micrococcaceae  
Marga : *Staphylococcus*  
Jenis : *Staphylococcus aureus*

*Staphylococcus aureus* merupakan bakteri yang sering ditemukan sebagai flora normal pada kulit dan selaput lendir manusia. Bakteri ini hidup di dalam saluran-saluran pengeluaran lendir dari tubuh manusia dan hewan seperti hidung, mulut dan tenggorokan dan dapat dikeluarkan pada waktu batuk atau bersin. Bakteri ini memiliki kemampuan untuk mensintesis lipase yang dapat mengubah sebum trigliserid menjadi asam lemak bebas yang dapat merangsang inflamasi (Sukatta dkk, 2008). Bakteri ini dapat menyebabkan bermacam-macam infeksi seperti pneumonia, meningitis, empiema, endokarditis, jerawat, pioderma atau impetigo (Brooks dkk, 2005). Bakteri ini merupakan salah satu bakteri patogen yang dapat menyebabkan nanah (Mertaniasih dkk., 1996).

*Pseudomonas aeruginosa* adalah bakteri Gram negatif yang berbentuk batang lurus atau lengkung, dengan ukuran  $0,6 \times 2 \mu\text{m}$  (Mayasari, 2005). Bakteri ini dapat ditemukan satu-satu, berpasangan atau membentuk rantai pendek. Bakteri ini tidak memiliki spora, tidak memiliki selubung (*sheath*) serta mempunyai flagel monotrika (flagel tunggal pada kutub) sehingga selalu bergerak (Mayasari, 2005).

*P.aeruginosa* adalah aerob obligat yang tumbuh dengan mudah pada banyak jenis medium pembiakan, karena memiliki kebutuhan nutrisi yang sangat sederhana (Mayasari, 2005). Bakteri ini tumbuh baik pada suhu 37-42°C. Pertumbuhan pada suhu 42°C membantu membedakannya dari jenis *Pseudomonas* lain dalam kelompok fluoresen. Bakteri ini oksidatif positif, nonfermenter, tetapi banyak strain mengoksidasi glukosa (Mayasari, 2005).

*P.aeruginosa* terdapat di tanah dan air, dan pada  $\pm 10\%$  orang merupakan flora normal di kolon (usus besar) (Mayasari, 2005). Selain itu, bakteri ini dapat dijumpai pada daerah lembab di kulit dan dapat membentuk koloni pada saluran pernafasan bagian atas pasien-pasien rumah sakit (Mayasari, 2005). Strain *P.aeruginosa* umumnya peka terhadap penisilin anti-*pseudomonas* (karbenisilin, tikarsilin, piperasilin, mezlosilin dan azlosilin), sefalosporin dan aminoglikosida serta senyawa karboksikuinolon berfluor (Mayasari, 2005).

Menurut Bergey dkk. (1994), kedudukan taksonomi bakteri *Pseudomonas aeruginosa* sebagai berikut :

Kerajaan : Bacteria  
Divisi : Proteobacteria  
Kelas : Proteobacteria  
Bangsa : Pseudomonadales  
Famili : Pseudomonadaceae  
Marga : *Pseudomonas*  
Jenis : *Pseudomonas aeruginosa*

#### **J. Metode Pengujian Aktivitas Antibakteri.**

Menurut Pratiwi (2008), pengujian aktivitas antibakteri dapat dilakukan dengan metode sebagai berikut :

##### **a. Metode difusi**

##### **1). Metode *disc diffusion* (tes Kirby & Bauer)**

*Paper disc* yang berisi sampel antibakteri diletakkan di atas permukaan agar yang telah ditanami bakteri, diinkubasi selama 18-24 jam pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  kemudian diamati pertumbuhan bakteri, area jernih di sekitar *paper disc* mengindikasikan adanya penghambatan pertumbuhan bakteri oleh sampel antibakteri.

## 2). Metode E-test

Strip plastik yang mengandung sampel antibakteri dari kadar terendah hingga tertinggi diletakkan pada permukaan medium agar yang telah ditanami bakteri, diinkubasi selama 18-24 jam pada suhu 37°C. Pengamatan dilakukan pada area jernih disekitar strip plastik yang mengindikasikan adanya penghambatan pertumbuhan bakteri oleh sampel antibakteri.

## 3). *Ditch-plate technique*

Pada metode ini sampel uji berupa sampel antibakteri diletakkan pada parit yang dibuat dengan cara memotong medium agar dalam cawan petri pada bagian tengah secara membujur. Bakteri uji digoreskan ke arah parit yang berisi sampel antibakteri, diinkubasi selama 18-24 jam pada suhu 37°C. Aktivitas antibakteri ditunjukkan dengan daerah bening di sekitar parit.

## 4). *Cup-plate technique*

Metode ini serupa dengan *disc diffusion*, yaitu dibuat sumuran pada medium agar yang telah ditanami bakteri uji. Sampel antibakteri dimasukkan ke dalam sumuran tersebut dengan jumlah tertentu dan konsentrasi tertentu pula. *Plate* diinkubasi selama 18-24 jam pada suhu 37°C untuk memungkinkan agar sampel antibakteri berdifusi pada permukaan medium agar. Aktivitas antibakteri ditunjukkan dengan daerah bening di sekitar sumuran.

## b. Metode Dilusi

### 1). Dilusi cair (*broth dilution test*)

Antibakteri disuspensikan pada medium cair dengan pH 7-7,4 kemudian dilakukan pengenceran dengan menggunakan beberapa tabung reaksi tergantung konsentrasi yang diinginkan. Selanjutnya dilakukan inokulasi bakteri uji yang telah disuspensikan dengan NaCl steril atau dengan medium TSB (*Trypticase Soy Broth*), yang mengandung kurang lebih  $10^5$ - $10^6$  bakteri. Suspensi zat antibakteri dimasukkan ke dalam suspensi bakteri uji. Setelah itu, diinkubasikan pada suhu  $37^\circ\text{C}$  selama 18-24 jam dan diamati pertumbuhan bakteri. Pengamatan pertumbuhan bakteri berdasarkan pada kekeruhan suspensi. Tabung yang keruh menunjukkan adanya pertumbuhan bakteri, sedangkan tabung yang lebih bening menunjukkan bahwa zat antibakteri dapat menghambat pertumbuhan bakteri yang diuji.

### 2). Dilusi padat (*solid dilution test*)

Zat antibakteri dicampur sampai homogen pada agar steril yang masih cair dengan suhu rendah yaitu  $30^\circ\text{C}$  dengan menggunakan berbagai konsentrasi aktif, larutan tersebut dituangkan ke dalam cawan petri steril kemudian setelah memadat bakteri uji diinokulasikan pada permukaannya.

## K. Pengertian Konsentrasi Hambat Minimum (KHM)

Konsentrasi hambat minimum (KHM) adalah konsentrasi terkecil (pengenceran terbesar) suatu senyawa yang masih menghambat

pertumbuhan bakteri. KHM sangat penting untuk menentukan dosis efektif terkecil dari obat dan memberikan indek perbandingan dengan obat yang lain. Aktivitas antibakteri ditentukan oleh spektrum kerja, cara kerja dan ditentukan pula oleh konsentrasi hambat minimum (KHM). Menurut (Tristiyanto, 2009), penetapan KHM dapat dilakukan dengan dua cara yaitu:

1. Cara Cair

Cara ini digunakan medium cair yang telah ditambahkan zat yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri atau jamur dengan pengenceran tertentu kemudian diinokulasikan biakan bakteri atau jamur dalam jumlah yang sama. Respon zat uji ditandai dengan kejernihan atau kekeruhan pada tabung setelah diinkubasi.

2. Cara Padat

Cara ini digunakan medium padat yang telah dicampur dengan larutan zat uji dengan berbagai konsentrasi. Dengan cara ini satu cawan petri dapat diberikan lebih dari satu jenis mikrobia untuk memperoleh nilai KHM dengan *streak method*.

#### **L. Deskripsi GC-MS (Kromatografi Gas Spektroskopi Massa)**

Kromatografi gas spektroskopi massa adalah teknik analisis yang menggabungkan dua metode analisis yaitu Kromatografi Gas dan Spektroskopi Massa (Ningtyas, 2010). Kromatografi gas merupakan metode analisis dengan sampel dipisahkan secara fisik menjadi bentuk molekul-molekul yang lebih kecil (hasil pemisahan dapat dilihat berupa kromatogram).

Sedangkan spektroskopi massa adalah metode analisis dengan sampel yang akan dianalisis diubah menjadi ion-ionnya dan massa dari ion-ion tersebut dapat diukur (hasil deteksi dapat dilihat berupa spektrum massa) (Ningtyas, 2010).

Pada GC hanya terjadi pemisahan untuk mendapatkan komponen yang diinginkan, sedangkan bila dilengkapi dengan MS (berfungsi sebagai detektor) akan dapat mengidentifikasi komponen tersebut, karena bisa mendapat spektrum bobot molekul pada suatu komponen yang dapat dibandingkan langsung dengan *Library (reference)* pada *software* (Ningtyas, 2010). Sampel-sampel yang dapat dianalisis dengan menggunakan GC-MS, harus memenuhi beberapa syarat yaitu dapat diuapkan pada suhu 400°C, secara termal stabil, dan sampel-sampel lainnya dapat dianalisis setelah melalui tahapan preparasi khusus (Ningtyas, 2010).

Pemisahan komponen senyawa dalam GC-MS terjadi di dalam kolom (kapiler) GC dengan melibatkan dua fase yaitu fase diam dan fase gerak (Hermanto, 2008). Fase diam adalah zat yang ada di dalam kolom, sedangkan fase gerak adalah gas pembawa (helium maupun hidrogen dengan kemurnian tinggi yaitu  $\pm 99,995\%$ ) (Hermanto, 2008).

Proses pemisahan ini dapat terjadi karena terdapat perbedaan kecepatan alir dari tiap molekul di dalam kolom. Perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan afinitas antarmolekul dengan fase diam yang ada di dalam kolom. Selanjutnya komponen-komponen yang telah dipisahkan tersebut

masuk ke dalam ruang MS yang berfungsi sebagai detektor secara instrumentasi, MS adalah detektor bagi GC (Hermanto, 2008).

#### **M. Hipotesis**

1. Ekstrak kloroform limbah padat serai wangi (*Cymbopogon nardus*) memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan *Pseudomonas aeruginosa* dan *Staphylococcus aureus*.
2. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak kloroform limbah padat serai wangi (*Cymbopogon nardus*), maka aktivitas antibakterinya semakin tinggi.
3. Konsentrasi Hambat Minimum dari ekstrak kloroform limbah padat serai wangi adalah 6 % (b/v)

