

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan tentang *Staphylococcus aureus*

2.1.1. Klasifikasi *Staphylococcus aureus*

Klasifikasi *Staphylococcus aureus* sebagai berikut (Jawetz, 2008) :

Domain : Bacteria
Kingdom : Eubacteria
Phylum : Firmicutes
Class : Bacilli
Order : Bacillales
Family : Staphylococcaceae
Genus : Staphylococcus
Spesies : *Staphylococcus aureus*

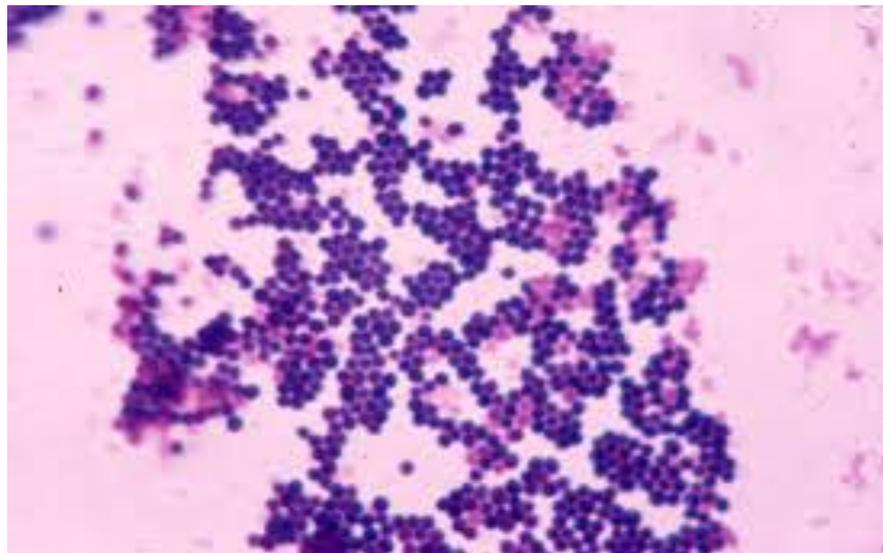
2.1.2. Morfologi dan karakteristik *Staphylococcus aureus*

Semua jenis *Staphylococcus* adalah bakteri gram positif dengan sel berbentuk coccus, biasanya membentuk rangkaian menyerupai anggur sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 2.1. *Staphylococcus aureus* bisa hidup diberbagai media, pada suhu 15-45 derajat celsius dan bisa hidup dalam konsentrasi NaCl mencapai 15% dan aktif secara metabolik, memfermentasi karbohidrat dan menghasilkan pigmen putih sampai kekuningan (Todar, 2008)

Staphylococcus aureus adalah bakteri koagulase positif (memproduksi enzim koagulase). *Staphylococcus aureus* merupakan patogen bagi manusia. Hampir setiap manusia mengalami infeksi *Staphylococcus aureus* selama hidupnya. *Staphylococcus aureus* berkolonisasi terutama di jalur pernafasan, tapi bisa ditemukan dikulit, mulut, dan saluran pencernaan (Todar, 2008)

Fenotip *Staphylococcus aureus* (Todar, 2008) :

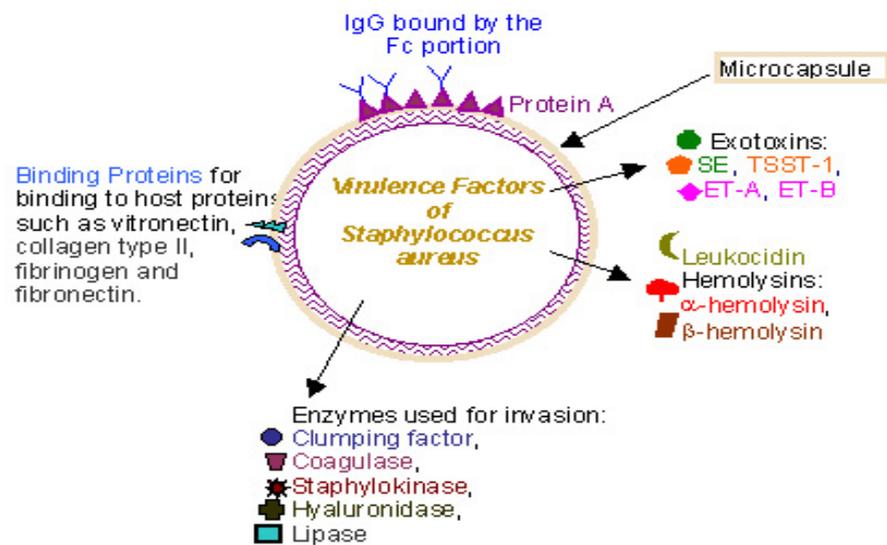
1. Gram positif, coccus membentuk cluster
2. Tidak motil, bakteri anaerob fakultatif, tidak berspora
3. Hasil fermentasi glukosa : asam laktat
4. Fermentasi manitol
5. Katalase positif
6. Koagulase positif
7. Warna dimedium agar kuning keemasan
8. Merupakan flora normal pada manusia ditemukan dijalur pernafasan, kulit, dan membran mukosa.



Gambar 2.1 Penampakan koloni bakteri *Staphylococcus aureus* dengan pewarnaan gram bila dilihat dibawah mikroskop perbesaran 100x (Sumber : Todar, 2008)

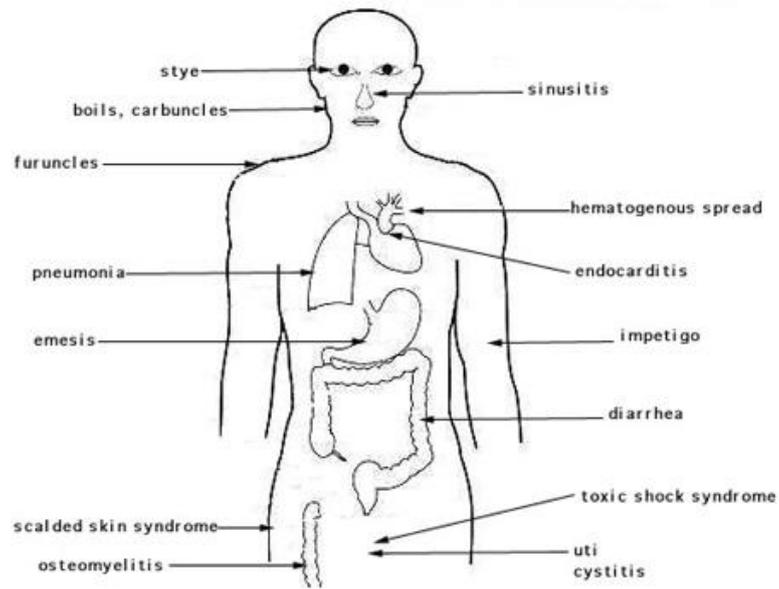
2.1.3. Faktor Virulensi *Staphylococcus aureus*

Faktor virulensi merupakan faktor-faktor yang menyebabkan suatu bakteri atau benda asing dapat menetap ditubuh inang dan melakukan aktivitasnya. *Staphylococcus aureus* memiliki banyak faktor virulensi berupa (1)protein permukaan, (2)leukocidin, (3)Kinase, (4)hyaluronidase, (5)kapsul dan protein A, (6)Karotenoid, (7)Koagulase, (8)hemolysin, (9)leukotoksin, (10)exotoksin : SEA-G, TSST, ET sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 2.2 (Todar, 2008). Faktor virulensi menyebabkan bakteri dapat melakukan invasi pada tubuh host dan akhirnya menimbulkan manifestasi penyakit sesuai dengan lokasinya. Infeksi yang dapat terjadi akibat infeksi *Staphylococcus aureus* antara lain sinusitis, endocarditis, impetigo, urinary tract infection, dan cystitis sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 2.3 (Todar, 2008)



Gambar 2.2 Faktor-Faktor Virulensi pada bakteri *Staphylococcus aureus*

(Sumber : Todar, 2008)



Gambar 2.3 Lokasi Infeksi *Staphylococcus aureus* dan nama penyakit yang di akibatkan (Sumber : Todar, 2008)

2.1.4. Daya Tahan Bakteri

Di antara semua kuman yang tidak membentuk spora, *Staphylococcus aureus* termasuk bakteri yang memiliki daya tahan tubuh paling kuat. Pada agar miring, *S. aureus* dapat tetap hidup berbulan-bulan, baik dalam lemari es maupun suhu kamar. Dalam keadaan kering pada benang, kertas, kain dan dalam tanah, bakteri ini tetap hidup selama 6-14 minggu (Jawetz, 2008)

2.1.5. Sifat Pertumbuhan

Suhu optimal untuk pertumbuhan *Staphylococcus aureus* adalah 35 °C – 37 °C dengan suhu minimum 6,7 °C dan suhu maksimum 45,4 °C. Pada bakteri ini dapat tumbuh pada pH 4,0 – 9,8 dengan pH optimum 7,0 – 7,5. Pertumbuhan pada pH mendekati 9,8 hanya mungkin bisa substratnya mempunyai komposisi yang baik untuk pertumbuhannya. Bakteri ini membutuhkan asam nikotinat untuk tumbuh dan akan distimulir pertumbuhannya dengan adanya thiamin. Pada keadaan anaerobik, bakteri ini juga membutuhkan urasil. Untuk pertumbuhan

optimum diperlukan sebelas asam amino, yaitu valin, leusin, threonin, phenilalanin, tirosin, sintesis, metionin, lisin, prolin, histidin dan arginin. Bakteri ini tidak dapat tumbuh pada media sintetik yang tidak mengandung asam amino atau protein.

Staphylococcus aureus membentuk koloni besar berwarna agak kuning dalam media yang baik. Warna khas keemasan, hanya intensitas warnanya dapat bervariasi. Warna pigmen menentukan sifat pathogenesis dari *Staphylococcus aureus*. Kuman *Staphylococcus aureus* yang memproduksi pigmen putih. Untuk mengisolasi *Staphylococcus aureus* dari tinja, digunakan media agar yang mengandung NaCl sampai 10% sebagai penghambat bakteri jenis lain dan manitol untuk dapat mengetahui patogenitas (Jawetz, 2008).

2.1.6. Penyakit Yang Ditimbulkan

Staphylococcus aureus menimbulkan infeksi bernanah dan abses. Infeksinya akan lebih berat jika menyerang anak-anak., usia lanjut dan orang yang daya tahan tubuhnya menurun, seperti diabetes melitus, luka bakar dan AIDS. *Staphylococcus aureus* dapat menyebabkan penyakit seperti : infeksi pada folikel rambut, kelenjar keringat, meningitis, pneumonia, sedangkan di rumah sakit sering menimbulkan Nosocomial Infection pada bayi, pasien luka bakar dan sebagian besar disebabkan kontaminasi oleh personel Rumah Sakit (Jawetz, 2008)

2.1.7. Patogenitas

Kuman *Staphylococcus aureus* bersifat invasif, penyebab hemolisis, membentuk koagulase, mencairkan gelatin, membentuk pigmen kuning emas dan meragi manitol. Infeksi oleh *Staphylococcus aureus* ditandai dengan kerusakan jaringan yang disertai abses bernanah. Beberapa penyakit infeksi yang disebabkan

oleh *Staphylococcus aureus* adalah bisul, jerawat, impetigo, dan infeksi luka. Infeksi yang lebih berat diantaranya pneumonia, mastitis, plebitis, meningitis, infeksi saluran kemih, osteomielitis, dan endokarditis. *Staphylococcus aureus* juga merupakan penyebab utama infeksi nosokomial, keracunan makanan, dan sindroma syok toksik (Jawetz, 2005). Infeksi dapat menyebar ke bagian tubuh lain melalui pembuluh getah bening dan pembuluh darah, sehingga terjadi peradangan pada vena, trombosis, bahkan bakterimia. Bakterimia dapat menyebabkan terjadinya endokarditis, osteomielitis akut hematogen, meningitis atau infeksi paru-paru.

2.1.8. Pengobatan

Pengobatan yang dilakukan pada infeksi *Staphylococcus aureus* tergantung pada manifestasinya. Antisepsis lokal sangat penting untuk mengendalikan furunkulosis berulang. Untuk infeksi ganda yang berat pada kulit (jerawat furunkulosis) yang sering pada remaja, digunakan tetrasiklin untuk pengobatan jangka panjang. Hampir semua infeksi *Staphylococcus aureus* disebabkan oleh kuman penghasil penisilinase, karena itu harus diobati dengan penisilin yang tahan terhadap penisilinase. Sedangkan *Staphylococcus aureus* yang resisten terhadap penisilin harus dibasmi dengan vancomycin (Jawetz, 2008)

2.2. Tinjauan Tentang Daun Kelor (*Moringa oleifera*)

2.2.1. Klasifikasi Daun Kelor (*Moringa oleifera*)

Klasifikasi Daun Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai berikut (Satria, 2015) :

Kingdom : Plantae
Subkingdom : Tracheobionta
Sub Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Sub Kelas : Dilleniidae
Ordo : Capparales
Famili : Moringaceae
Genus : Moringa
Spesies : *Moringa oleifera*

Nama Lokal : Kelor (Indonesia, Jawa, Sunda, Bali, Lampung), kerol (Buru), marangghi (Madura), moltong (Flores), kelo (gorontalo), kelo (Bugis), kawano (Sumba), ongge (Bima), hau fo (Timor)

Berikut merupakan gambar Daun Kelor :



Gambar 2.4 Tanaman Kelor (Sumber : Satria, 2015)

2.2.2. Morfologi dan karakteristik Daun Kelor (*Moringa oleifera*)

Daun kelor termasuk jenis tumbuhan perdu yang batangnya bisa mencapai 7-11 meter. Tegak berwarna putih kotor, percabangan simpodial, arah cabang tegak dan miring, cenderung tumbuh lurus dan memanjang. Daunnya majemuk berbentuk bulat telur dengan ukuran yang kecil-kecil, bertangkai panjang, tersusun berseling (alternate), beranak daun gasal (imparipinatus), helai daun saat muda berwarna hijau muda sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 2.4. Bunga tanaman kelor berwarna putih kekuningan dengan tudung pelepah bunga yang berwarna hijau. Bunganya keluar sepanjang tahun dengan aroma yang semerbak. Buahnya yang sering disebut sebagai kelentang berbentuk panjang bersegitiga, panjang 20-60 cm, buah muda berwarna hijau-setelah tua menjadi coklat, bentuk biji bulat-berwarna coklat kehitaman, berbuah setelah berumur 12-18 bulan. Akar tanggung, berwarna putih, membesar seperti lobak. Berkembang biak secara generatif (biji) maupun vegetatif (setek batang). Tumbuh didataran rendah maupun dataran tinggi sampai \pm 1000 meter di atas permukaan laut, banyak ditanam sebagai tapal batas atau pagar di halaman rumah atau ladang (Satria, 2015:166-167)

Daun Kelor merupakan tanaman yang cukup mudah beradaptasi, sehingga tanaman ini banyak tersebar antara lain, sebagian Amerika latin, Amerika tengah, sebagian besar Afrika, Asia termasuk Indonesia. Di Indonesia, tanaman ini tersebar hampir di seluruh pulau, mulai dari Sabang sampai Merauke karena iklimnya sangat cocok dengan lingkungan yang dibutuhkan (Tim Trufus, 2013)

2.2.3. Komposisi Kandungan Daun Kelor (*Moringa oleifera*)

Berikut tabel mengenai kandungan gizi Daun Kelor (*M. Oleifera*) :

Tabel 2.1 Kandungan gizi *M. oleifera*. (Sumber : Witariadi, nm. *et al*, 2009)

Per 100 gram	Biji	Daun	Tepung daun
Kadar air (%)	86.9	75.0	7.5
Calori	26	92	205
Protein (g)	2.5	6.7	27.1
Lemak (g)	0.1	1.7	2.3
Carbohydrate (g)	3.7	13.4	38.2
Fiber (g)	4.8	0.9	19.2
Minerals (g)	2.0	2.3	-
Ca (mg)	30	440	2,003
Mg (mg)	24	24	367
P (mg)	110	70	204
K (mg)	259	259	1,324
Cu (mg)	3.1	1.1	0.57
Fe (mg)	5.3	7	28.2
S (mg)	137	137	870
Oxalic Acid (mg)	10	101	1.6 %
Vitamin A-B carotene (mg)	0.11	6.8	16.3
Vitamin B-choline (mg)	423	423	-
Vitamin B1-thiamin (mg)	0.05	0.21	2.64
Vitamin B2-ribofravin (mg)	0.07	0.05	20.5
Vitamin B3-nicotinic acid (mg)	0.2	0.8	8.2
Vitamin C-ascorbic acid (mg)	120	220	17.3
Vitamin E-tocopherol (mg)	-	-	113
Arginine (g/16g N)	3.6	6.0	1.33%
Histidine (g/16g N)	1.1	2.1	0.61%
Lysine (g/16g N)	1.5	4.3	1.32%
Tryptophan (g/16g N)	0.8	1.9	0.43%
Phenylalanine (g/16g N)	4.3	6.4	1.39%
Methionine (g/16g N)	1.4	2.0	0.35%
Threonine (g/16g N)	3.9	4.9	1.19%
Leucine (g/16g N)	6.5	9.3	1.95%
Isoleucine (g/16g N)	4.4	6.3	0.83%
Valine (g/16g N)	5.4	7.1	1.06%

Kandungan bahan aktif tersaji dalam tabel 2.3 :

Tabel 2.2 Kandungan bahan aktif daun kelor (Sumber : Fuglie, 2001)

Kandungan Bahan Aktif	Konsentrasi
Saponin	5,0%
Tannin	1,4%
Polyphenol	3,4%
Phy tate	3,1%
Xanthine	76 mg/kg DM
Triterpenoid	5,0%
Plerygospermin	2,0%

2.2.4. Kegunaan Daun Kelor dalam bidang kesehatan antara lain :

1. Kesehatan manusia, mengatasi masalah kekurangan nutrisi karena kandungan protein yang tinggi. Berdasarkan penelitian yang ada di Senegal, Daun Kelor bisa digunakan untuk menjaga atau meningkatkan berat badan serta untuk menjaga kesehatan pada anak-anak dan pada ibu hamil, Daun Kelor bisa mengatasi anemia serta menghindari berat badan bayi lahir rendah (Mathur, 2005)
2. Sebagai Immunomodulator. Tepung daun Kelor memiliki kandungan vitamin A & C yang tinggi. Vitamin-vitamin tersebut memiliki peranan yang sangat penting bagi fungsi kekebalan tubuh (Mathur, 2005)
3. Bisa digunakan sebagai antibiotik. Dalam beberapa penelitian, percobaan pemberian extrack Daun Kelor, pada kultur bakteri, menunjukkan hasil yang signifikan dalam menghasilkan area terisolasinya bakteri. Menurut literatur yang diperoleh penulis, Daun Kelor memiliki kandungan mikroprotein dan bahan aktif lain yang memiliki sifat anti bakteri dan antifungal (Dahot, 2008)

2.2.5. Fungsi Daun Kelor sebagai antibiotik

Tanah merupakan tempat dimana berbagai patogen berada, termasuk phytopathogen (patogen yang menyerang tanaman) sehingga normalnya, setiap tanaman yang tumbuh di tanah, harus memiliki suatu bentuk pertahanan. Terdapat

dugaan tentang keberadaan dari sistem pertahanan tersebut, salah satunya, di duga ada komponen protein yang punya sifat antipatogen. Berdasarkan hal diatas, ada suatu penelitian yang menjelaskan mekanisme kerja dari protein antipatogen tersebut, yaitu mengikat zat kitin atau meningkatkan permeabilitas dari dinding sel dari mikroba dan memproduksi zat antimikroba (contohnya : phytoalexin) (Dahot, 2008)

Daun Kelor merupakan salah satu tanaman yang tumbuh di tanah. Yang mana, tanaman ini juga memiliki sistem pertahanan terhadap phytopathogen. Pada awalnya, tanaman ini digunakan untuk menjernihkan dan memurnikan air dengan mekanisme mengendapkan sel-sel mikroba dalam air. Setelah di teliti, secara mengejutkan ternyata tanaman ini memiliki aktifitas antimikroba. Selain aktifitas antimikroba tersebut, zat ini juga tidak menyebabkan efek toksik. Mikroprotein tersebut, secara struktural, memiliki suatu motif berupa urutan lengkung heliks.

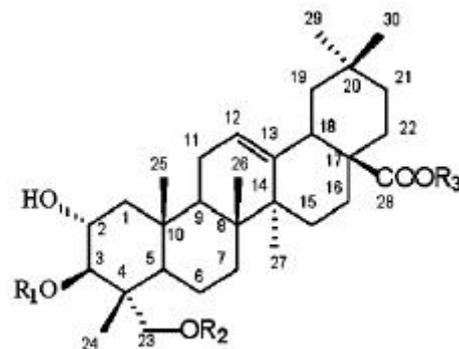
Efek antimikroba dari mikroprotein itu akan meningkat seiring dengan bertambahnya replikasi dari motif urutan lengkung heliks yang ada pada mikroprotein tersebut. Dan keuntungan yang paling utama dari antibiotik yang dibuat dari tanaman ini adalah bisa mengatasi bakteri yang sudah resisten terhadap antibiotik pada umumnya. (Suarez, 2005)

Antibiotik berbahan dasar Daun Kelor memiliki efektifitas antimikroba yang terbukti optimal terhadap beberapa mikroba, diantaranya *Streptococcus puogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Klebsiella aerogenes*, *Klebsiella pneumonia*, dan *Staphylococcus aureus* (Dahot, 2008)

2.3. Mekanisme Zat Aktif Daun Kelor

2.3.1. Saponin

Saponin merupakan salah satu glikosida yang memiliki karakteristik busa yang berbeda. Mereka dapat ditemukan di tanaman. Berdasarkan gambar 2.5 saponin terdiri dari polycyclic aglycone baik berupa choline steroid atau triterpenoid yang menempel lewat C3 dan memiliki ikatan ether dengan rantai gula. Ada dua jenis saponin yaitu glikosida triterpenoid alkohol dan glikosida struktur steroid tertentu yang mempunyai rantai samping spiroketal. Senyawa tingkat kelarutan tinggi dalam air dan metanol. Saponin bersifat spektrum luas sebagai antibakteri dan anti jamur. Saponin dapat menghancurkan sel darah dan diketahui bahwa membran bakteri menyerupai membran sel darah merah sehingga saponin dapat melisiskan membran sel bakteri. Selain itu, saponin juga dapat menghambat DNA polimerase sehingga sintesa asam nukleat terganggu (Davidson, 2004; Cowan, 1999; Lingga *et al*, 2005)



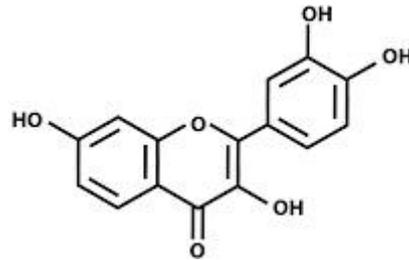
Gambar 2.5 Struktur Kimia Saponin (Sumber : Davidson, 2004)

2.3.2. Tanin

Tanin merupakan astrigen yang merupakan polifenol yang dapat mengikat atau mengendapkan atau mengecilkan protein dan berbagai komponen organik termasuk asam amino dan alkaloid. Senyawa ini mempunyai berat molekul antara 500 hingga 3000. Senyawa tannin dibagi menjadi dua yaitu tannin terhidrolisa dan tannin terkondensasi (tanin katekat). Pada tannin yang terhidrolisa, bagian tengahnya mengandung karbohidrat yang biasanya disebut D-glukosa. Tanin jenis ini dapat dihidrolisa oleh asam lemah maupun basa lemah untuk untuk memproduksi karbohidrat dan asam fenolat. Sedangkan tannin terkondensasi atau tanin katekat (gambar 2.6) ini unit polimer flavonoid yang berikatan dengan karbon dan tak dapat dipecah dengan mekanisme hidrolisis (Ling and Yi, 2008; McGee, 2004).

Senyawa tanin memiliki beberapa potensi aktivitas dibidang medis, antara lain sebagai antivirus, antibakteri, dan antiparasit. Secara garis besar mekanisme zat antibakteri dari tanin adalah sebagai berikut : toksisitas tanin dapat merusak membran sel bakteri, senyawa astrigen tanin dapat menginduksi pembentukan kompleks senyawa ikatan terhadap enzim atau substrat mikroba dan pembentukan suatu kompleks ikatan tanin terhadap ion logam yang dapat menambah daya toksisitas tanin itu sendiri. Selain itu, tanin diduga dapat mempresipitasi protein (karena diduga tanin mempunyai efek yang sama dengan senyawa fenolik) dan mengkerutkan dinding sel atau membran sel sehingga mengganggu permeabilitas. Akibat terganggunya permeabilitas tersebut, sel tidak dapat melakukan aktivitas hidup dan pertumbuhannya terhambat atau bahkan mati (Juliantina *et al*, 2009)

Dari beberapa pernyataan tersebut dapat disingkat bahwa efek anti bakteri tanin antara lain melalui : reaksi dengan membran sel, inaktivasi enzim, destruksi atau inaktivasi fungsi materi genetik, dan merusak dinding sel.



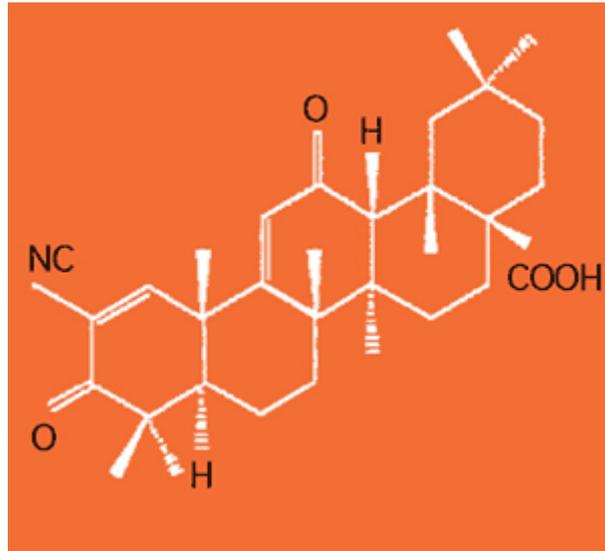
Gambar 2.6 Struktur Kimia Tanin ketekat (Sumber : Akiyama *et al*, 2001)

Polyphenol yang terdiri atas tanin, flavonoid, dan asam fenolat merupakan komponen yang paling menonjol dalam kaitannya dengan aktivitas antimikroba. Namun karena konsentrasinya tidak terlalu banyak, sehingga tidak terlalu dominan dibandingkan bahan aktif yang lain (Agnol, 2003).

2.3.3. Terpenoid

Terpenoid merupakan komponen tanaman yang memiliki bau dan dapat diisolasi dari bahan nabati dengan penyulingan yang disebut minyak atsiri. Golongan terpenoid (Gambar 2.7) memiliki perbandingan atom hidrogen dan atom karbon sebesar 8:5. Sebagian besar senyawa terpenoid memiliki rantai karbon yang dibangun oleh dua atau lebih unit C-5, yang biasa disebut dengan unit isopren. Klasifikasi terpenoid ditentukan dari unit isopren atau unit C-5 penyusun senyawa tersebut. Berdasarkan mekanisme biosintesisnya senyawa terpenoid dibagi menjadi 6 jenis yang salah satunya merupakan senyawa triterpenoid. Triterpenoid terdiri dari kerangka 3 siklik 6 yang bergabung dengan siklik 5 (Lenny, 2006).

Triterpenoid sangat mudah memasuki membran sel bakteri dengan cara memecah lipid sehingga terjadi peningkatan permeabilitas dan kerusakan membran sel. Triterpenoid juga mengganggu proses-proses kimia intraseluler bakteri yakni dengan mempengaruhi banyak ligand dan kofaktor (Klein, 2004; Linsey *et al*, 2003).



Gambar 2.7 Struktur kimia Triterpenoid (Sumber : Sporm, 2007)

2.4. Hipotesis

Ada pengaruh air perasan daun kelor (*Moringa Oleifera*) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.