

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang penelitian.

Bawang putih dikenal di negara kita sebagai bumbu masak dan berkhasiat dalam penyembuhan berbagai penyakit. Bawang putih dalam bahasa inggris disebut Garlic yaitu berasal dari bahasa inggris kuno, garlic berasal dari kata "Gar" yang berarti tombak atau ujung tombak dan "Lic" berarti umbi atau bakung. Dalam pengklasifikasian tanaman, bawang putih termasuk genus *Allium* dengan spesies *Allium sativum* (bawang putih). *Allium* berasal dari kata "All" dalam bahasa celtic yang berarti berbau tak sedap, sedang "sativum" berarti tumbuh (Roser, 1991).

Bawang putih sudah dikenal sejak lama seiring perkembangan peradaban dan menyebar keseluruh dunia. Orang China suka mengkonsumsi bawang putih bukan sekedar dalam masakannya tetapi juga dalam bentuk teh dimana bawang putih berperan sebagai obat antibiotik dan penurun panas (Nadesul, 1993).

Dalam sejarah peradaban manusia penggunaan bawang putih sudah dikenal dengan tujuan untuk mendapat khasiat bawang putih, antara lain seperti di Mesir orang mengkonsumsi bawang putih untuk mengobati rasa nyeri gigi, bangsa Romawi meresep bubuk bawang putih dengan minyak angsa serta abu

1.1.1. Bawang putih mengobati luka bakar, bisul serta abses (Roser

Pada perang dunia I dan II bawang putih dimanfaatkan untuk menolong para serdadu yang terluka dari bahaya pembusukan jaringan. Hal ini semua menunjukkan bahwa bawang putih telah dikenal khasiat dalam pengobatan sejak zaman dahulu (Nadesul, 1993).

Bawang putih adalah tanaman yang telah dikenal secara luas oleh bangsa Indonesia. Bawang putih juga ikut serta mewarnai masakan - masakan khas Indonesia. Namun demikian pengetahuan masyarakat luas akan khasiat bawang putih sebagai obat berbagai penyakit masih sangat terbatas, terlebih lagi pengetahuan akan pemanfaatan bawang putih sebagai usaha kuratif dan preventif terhadap suatu penyakit. Bawang putih tidak hanya bermanfaat sebagai usaha kuratif saja tetapi juga bermanfaat untuk usaha preventif, dengan demikian bawang putih yang dikenal khasiatnya berdasarkan mitos - mitos yang telah ada perlu terus digali dan dibuktikan secara ilmiah akan kebenaran mitos - mitos tersebut.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengetahui khasiat bawang putih, namun keterbatasan informasi yang diterima masyarakat serta adanya pergeseran pola hidup masyarakat kearah masyarakat moderen sehingga khasiat bawang putih mulai dilupakan oleh masyarakat. Masyarakat lebih menaruh perhatian dan kepercayaanya pada obat - obatan sintetik yang diproduksi oleh pabrik - pabrik obat sehingga pengkonsumsian bawang putih kini mulai ditinggalkan.

Khasiat bawang putih berdasarkan penelitian - penelitian yang telah dilakukan

Louis Pasteur menyatakan bahwa bawang putih mempunyai daya antimikroba yang tak kalah hebatnya dengan penisilin (Josling, 1999).

Hal lain yang merupakan kelebihan dari bawang putih adalah kita bisa mendapatkan khasiat bawang putih pada usaha kuratif dan preventif untuk berbagai penyakit sekaligus, hal ini dikarenakan bawang putih memiliki beberapa khasiat antara lain ; antimikroba, antiparsit, antifungi, antiviral, Menurunkan kadar gula darah, antioxidan, antikanker, pengobatan aterosclerosis, antihepatotoksiok, mengatasi masalah kolesterol darah, antihelminthic, meningkatkan daya tahan tubuh, dan khasiat - khasiat lainnya yang telah diteliti dan dipublikasikan pada berbagai media publikasi.

Sebagian besar masyarakat dalam mengkonsumsi bawang putih menemui kesulitan untuk dapat mengkonsumsi bawang putih secara mentah dengan kata lain tanpa dimasak terlebih dahulu, hal ini dikarenakan adanya bau dari bawang putih segar yang sangat tajam dan pedas ditambah lagi dengan mengkonsumsi bawang putih yang mentah dapat merangsang asam lambung dan merangsang selaput lendir mulut, sehingga pengkonsumsian bawang putih sering harus dimasak terlebih dahulu (Nadesul,1993).

Berbagai cara memasak bawang putih untuk dikonsumsi menyebabkan bawang putih mengalami proses pemanasan dengan suhu yang berbeda-beda, hal ini menjadi penting karena allicin yang merupakan zat yang dihasilkan dari

Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan diketahui allicin merupakan zat yang berkhasiat sebagai antimikroba dan dapat terurai menjadi zat-zat sulfur lain yang juga memberikan khasiat - khasiat bagi kesehatan (Roser, 1991)

Jadi informasi lebih lanjut tentang apakah bawang putih akan kehilangan khasiat antimikrobanya oleh pemanasan sangat penting untuk diketahui agar dalam pengkonsumsiannya baik untuk kepentingan pengobatan atau sebagai bumbu khasiat antimikroba dari bawang putih tidak hilang. Sehubungan dengan hal tersebut perlu dilakukan penelitian tentang daya antibakteri infusa bawang putih (*Allium sativum*) terhadap *Escherichiae coli* dengan berbagai pemanasan. Dengan demikian akan melengkapi dasar-dasar ilmiah yang telah ada dalam pemanfaatan bawang putih sebagai zat antimikroba.

1.2. Perumusan Masalah.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas dapat diidentifikasi beberapa masalah, antara lain ;

- 1.2.1. Apakah bawang putih (*Allium sativum*) memiliki daya antimikroba terhadap *Escherichiae coli* ?
- 1.2.2. Apakah pemanasan infusa bawang putih mempengaruhi daya antibakteri bawang putih terhadap *Escherichiae coli* ?
- 1.2.3. Pada kisaran suhu berapakah infusa bawang putih (*Allium sativum*) mempunyai daya antimikroba paling efektif untuk menghambat pertumbuhan *Escherichiae coli* ?

Kedudukan tanaman Bawang putih dalam sistematika tumbuhan – tumbuhan adalah sebagai berikut :

- Divisio : Spermatophyta
- Sub divisio : Angiospermae
- Classis : Monocotyledoneae
- Ordo : Liliales
- Familiae : Liliaceae
- Genus : Allium
- Species : *Allium sativum* (Hill, 1952)

Bawang putih termasuk jenis tanaman umbi lapis. Sebuah umbi bawang putih terdiri atas 8 – 20 anak bawang. Antara anak bawang yang satu dengan anak bawang yang lain dipisahkan oleh kulit tipis dan liat, sehingga membentuk satu kesatuan yang rapat. Akar bawang putih berbentuk serabut dengan panjang maksimum 10 cm. Akar yang tumbuh pada batang pokok rudimenter berfungsi sebagai alat penghisap makanan. Daunnya panjang, pipih dan tidak berlubang. Banyaknya daun 7 – 10 helai per tanaman. Pelepah daunnya yang memanjang merupakan batang semu (Santos, 1992).

Umbi bawang putih bila dipotong berbau sangat tajam dan khas. Bawang putih banyak ditanaman di ladang – ladang pada daerah – daerah pegunungan

Tabel.1. **Komposisi Kimia Bawang Putih Per 100 gram**

Kandungan	Jumlah
Air	66.2 – 71.0 gram
Energi	95.0 – 122 kal
Protein	4.5 – 7.5 gr
Lemak	0.2 – 0.3 gr
Karbohidrat	23.1 – 24.6 gr
Ca	26.0 – 42.0 gr
P	15.0 – 109.0 mg
K	346.0 mg.

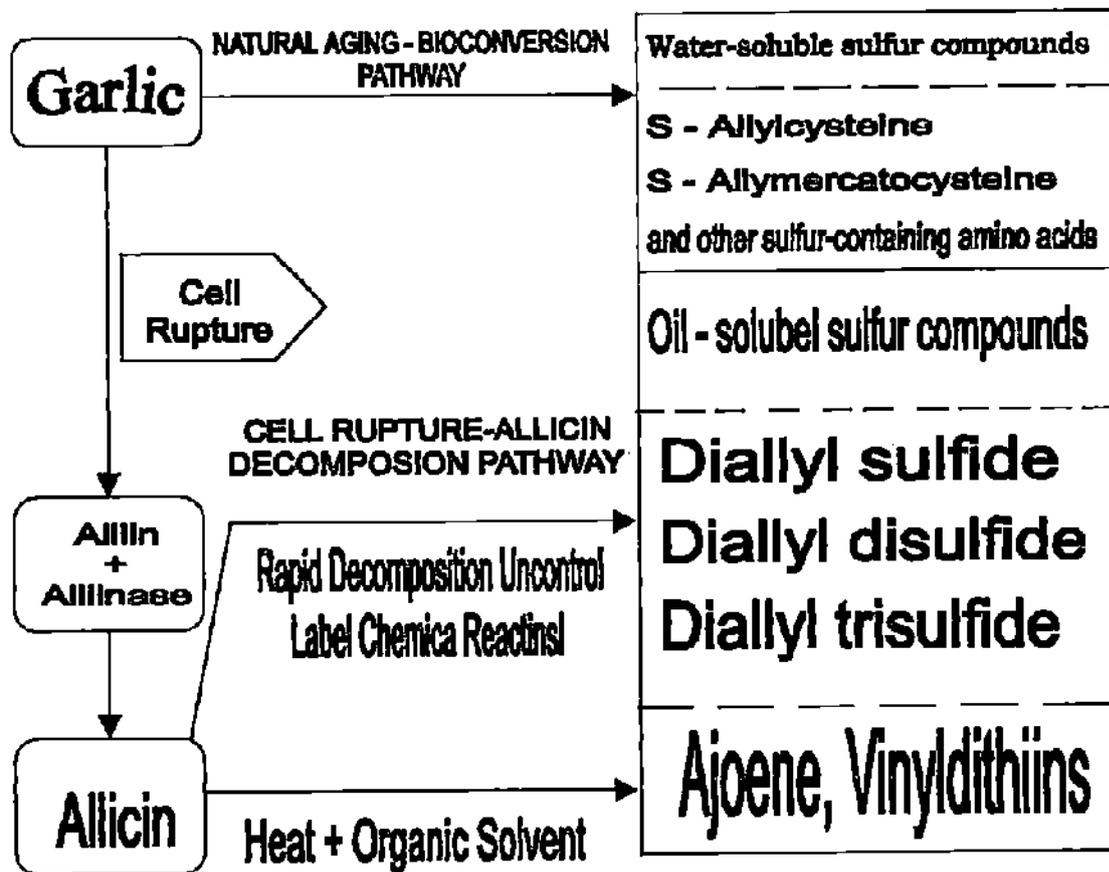
(Sumber ; Amalia, 1996)

1.4.1.a. Kandungan zat berkhasiat bawang putih.

Bawang putih memiliki zat-zat yang berkhasiat yang mengalami perubahan

...

Diagram 1 Tranformasi komponen pada bawang putih



(Sumber, Kyolic 2000).

Dengan mengiris bawang putih atau memotong bawang putih maka menyebabkan rupturnya sel-sel bawang putih dan hal ini dapat mengaktifkan enzim alliinase, dimana alliinase mengkatalisis reaksi pembentukan allicin dari alliin, dimana allicin merupakan komponen kunci dari bawang putih. Allicin dari gerusan bawang putih berbau tajam dan sangat tidak stabil dan merupakan campuran reaktif atau oksidatif yang mudah membentuk berbagai zat-zat berkehasiat lain yang mengandung sulfur seperti diallyl sulfida, diallyl disulfida,

Pada abad ke-21 ini pembuktian beberapa kepercayaan lama mengenai bawang putih mulai dilakukan, baik dilaboratorium maupun rumah sakit. Berbagai penelitian tentang khasiat bawang putih telah dilakukan. Khasiat bawang putih antara lain ; antimikroba, antiparasit, antihelmitik, antioksidan, antihepatotoksik, menurunkan kadar gula darah, untuk penggunaan pengobatan penyakit jantung koroner dan kencing manis, antikanker, menurunkan tekanan darah, mengurangi kemungkinan darah menjadi beku (blood clot) yang berguna untuk mengurangi resiko stroke dan banyak lagi khasiat bawang putih lainnya. Berbagai penelitian tentang kandungan kimiawi bawang putih telah dilakukan antara lain bawang putih mengandung allicin, allinin, ajoene 2-vinil-(4H)-1, 3-ditiin, 3-vinil-(4H)-1, 2-ditiin, diallyl sulfida, diallyl trisulfida, allyl metil trisulfida, adenosin, asam arakidonat dan vitamin (Zwaving, 1987).

Macam – macam zat yang terkandung dalam bawang putih menjadikan bawang putih memiliki berbagai khasiat dalam kesehatan, antara lain sebagai berikut:

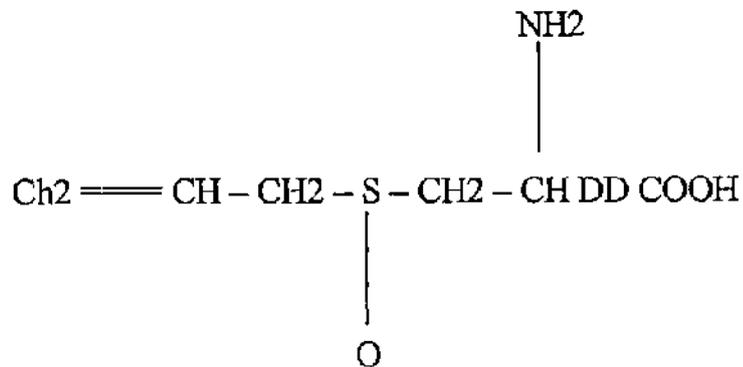
Alliin suatu asam amino yang menjadi bahan baku pembentuk Allisin (Stoll, 1951). Alliin terdapat dalam umbi segar dan mengandung sulfur, tak berbau dan inaktif. Bila umbi dihancurkan enzim allinase dalam jaringan bawang putih akan terlepas dan mengosidasi allinin menjadi allil sulfonad yang bersifat tak stabil, lalu allil sulfonad berkondensasi dengan allil sulfid membentuk allicin (Amalia, 1996). Alliin adalah prekursor bawang sebagai antimikroba, antifungi

antiviral. Sebagai antimikroba allicin dapat menghambat bakteri baik gram positif maupun gram negatif. Sebagai antifungal allicin dapat menghambat beberapa jenis jamur termasuk *Candida albican*, sedang sebagai antiparasit allicin dan menghambat pertumbuhan beberapa parasit termasuk protozoa usus seperti *Entamoeba histolitika* (Mirelman, 1999). Bawang putih juga mempunyai khasiat sebagai antikanker dan antioksidan. Selenium dan S-ally cystein merupakan zat yang dapat menghambat oksigen radikal bebas atau berperan sebagai antioksidan. Selain sebagai antioksidan dan antikanker S-allyl-cysteine memiliki aktivitas dalam menetralsir lemak jenuh sehingga mengurangi kadar kolesterol dalam tubuh(Lioyd,1998). Dr. Rivinlin dan teamnya menemukan S-ally mercaptocysteine dari bawang putih yang berkhasiat sebagai antikanker. Bawang putih juga diketahui memiliki beberapa zat khasiat lain seperti Suger regulation factor yaitu zat yang dapat menurunkan kadar gula darah dalam tubuh, Antiartitic factor yaitu suatu zat yang dapat mencegah rusaknya persendian, dan Methylallyl trisulfida yaitu zat yang dapat mencegah terjadinya perlekatan sel darah merah (Nadesul, 1997). Bawang putih juga menunjukkan aktivitas terhadap alergi yaitu aktivitas antialergi (Kyo, 1993).

Allicin adalah zat aktif yang dihasilkan dari bawang putih ketika sebuah bawang putih tergerus, allicin berasal dari allinin yang teraktivasi oleh suatu

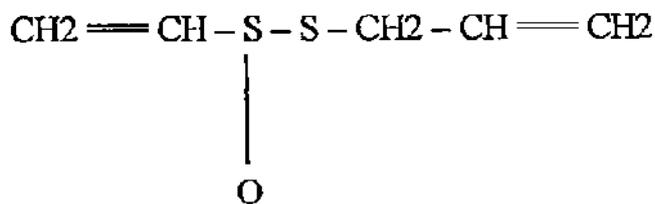
Downloaded from <http://www.indonesiainfo.com> by user www.indonesiainfo.com

Alliin berbentuk kristal dan mempunyai formula sebagai berikut :



Struktur alliin disebut S-ALLYL-L-Cystein sulfoxide . (Stecher, 1960)

Struktur kimia Allicin adalah sebagai berikut :



Struktur Allicin disebut Allylsulfinyl - allyl sulfide, komponen ini diidentifikasikan oleh Cavalliton dan dinyatakan sebagai zat antibakteri (Guenther, 1949).

Allicin merupakan komponen kunci dalam bawang putih dalam bawang putih. Seorang ahli jerman Werthein dan F W berhasil membuat minyak bawang putih tanpa mengetahui apa yang terkandung dari minyak tersebut. Pada tahu 1944, Chester J Cavallito di New York berhasil mengungkapkan adanya zat Allicin

asam amino pembentuk allicin yang terdapat pada bawang putih dan Stoll et.al (1948) mengukapan pembentukan allicin dari sistem alliin-alliinase.

Menurut Peter Josling bahwa allicin murni dapat disimpan untuk beberapa bulan tanpa hilang efektivitasnya, berbeda dengan allicin dalam bentuk ekstrak, normalnya akan kehilangan khasiatnya dalam beberapa jam karena allicin akan bereaksi dengan komponen yang lain dari bawang putih yang segar setelah bawang putih digerus.

Allicin dapat bertahan lebih lama pada suhu kamar, ketidak stabilan allicin menyebabkan allicin tidak dapat bertahan lama dan menyebabkan allicin akan terurai, pada saat allicin terurai, allicin akan mengambil oksigen dari udara dan berubah menjadi bahan kimia yang kaya akan sulfur. Pada setiap penguraian allicin akan terbentuk lebih dari 70 macam senyawa sulfur organik yang beberapa diantaranya bersifat stabil, sementara yang lainnya akan terurai lagi menjadi senyawa - senyawa sulfur dasar yang hanya punya sedikit manfaat, pada saat itu allicin tidak lagi dianggap sebagai bahan aktif tetapi kini bahan sulfur organik yang stabil dianggap sebagai bahan obat (Roser, 1991).

Allisin yang dihasilkan dari bawang putih memiliki aktivitas antimikroba terhadap bakteri gram negatif dan bakteri gram positif termasuk enterotoxigenic dari strains *Escherichiae coli* yang resisten terhadap berbagai obat. Allisin juga mempunyai aktivitas sebagai anti jamur, antiparasit yaitu protozoa usus seperti *Trichomonas vaginalis* dan *Giardia lamblia* serta aktivitas antiviral (Angris dan

1.4.1.b. Bawang putih sebagai antibiotik

Khasiat bawang putih sebagai antibiotik lambat laun mulai terungkap. Berawal dari berbagai kejadian ilmiah antara lain ketika matinya biakan kuman Luis pasteur setelah dibubuhi oleh bawang putih menunjukkan adanya daya bunuh dan daya hambat bawang putih terhadap pertumbuhan koloni kuman. Beberapa hasil penelitian mengungkapkan bahwa bawang putih dapat berperan sebagai antimikroba pada *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Brucella* *Vibro species*, *Eshcrechia coli*, *Proteus vulgaris*, *Salmonella enteritis*, *Klehsiella pnemonia* dan *Mykobacteria tubekulosa* dan masih banyak lagi bakteri yang dapat dihambat pertumbuhannya dengan menggunakan bawang putih. Sifat antimikroba pada bawang putih ini disebabkan oleh adanya allicin yang terdapat pada bawang putih.

Penemuan lainya tentang aktivitas antimikroba bawang putih yaitu adanya thiosulfinates yang diisolasi dari minyak ekstrak bawang putih. Ada tiga macam tiosulfinat yang diisolasi dari minyak bawang putih, ketiganya memiliki struktur yang diidentikan sebagai 2 Propene -1- Sulfinothioic acid S – (Z,E) -1- Propenyl Ester atau Alls (O) Spn-(Z,E), 2 - Propenesulfinothioic Acid S-Methylester atau Alls (O) SMe dan Methanesulfnthioic Acid S-(Z,E)-1-Propenylester atau MeS(O) SPn-(Z,E) mempunyai aktivitras antimikroba terhadap bakteri gram positif dan bakteri gram negatif (Yoshida , et al, 1999).

Menurut Peter Josling tentang aktivitas antimikroba dari allisin yaitu pada

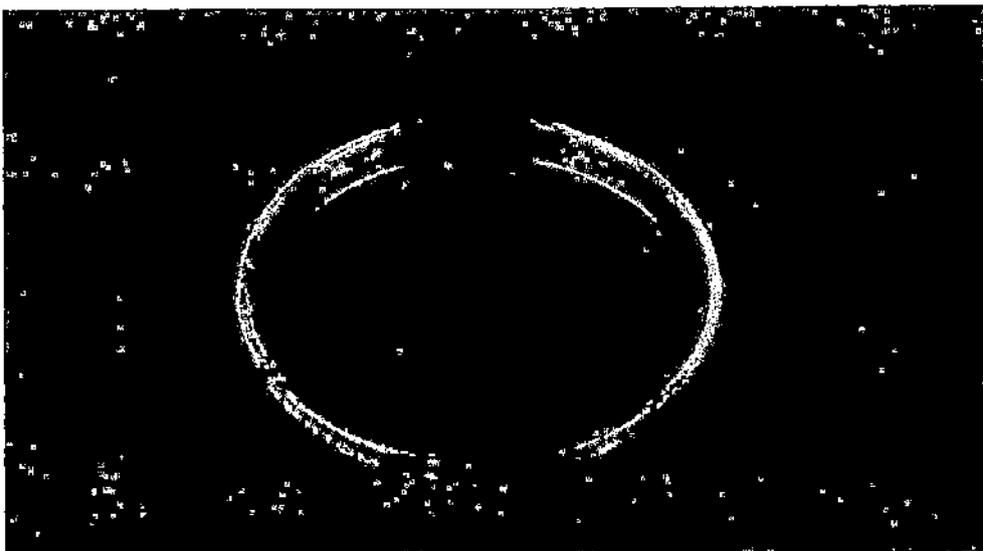
memblok 2 group enzim yaitu cysteine proteinases dan alcohol dehydrogenases. Cysteine proteinase merupakan enzim yang dimiliki mikroorganisme penyebab infeksi yang merupakan salah satu yang menyerang dan merusak jaringan. Alcohol dehydrogenase merupakan enzim yang memegang peranan mayor pada metabolisme dan kelangsungan hidup organisme penyebab infeksi. Kedua enzim ini ditemukan secara luas pada organisme penyebab infeksi seperti bakteri, jamur dan virus. Hal ini sangat menguntungkan untuk mengatasi masalah resistensi obat yang terjadi pada bakteri-bakteri karena untuk dapat menjadi resisten terhadap allicin bakteri-bakteri penyebab infeksi itu perlu mengubah kedua enzim yang mereka miliki tersebut dan hal ini hampir tidak mungkin terjadi. Bawang putih merupakan antimikroba yang memiliki cukup banyak kelebihan, salah satunya adalah sebagai antimikroba yang dapat membunuh bakteri penyebab infeksi sekaligus pada waktu yang sama melindungi tubuh dari racun yang dihasilkan oleh bakteri tersebut dan hal ini telah diteliti dengan menggunakan bakteri basilus anthrax. Bapak antibiotik Lois Pasteur menyatakan allicin memiliki efek yang sama dengan penisilin dan penelitian terakhir menunjukkan cara kerja allicin yang sama dengan antimikroba moderen lainnya seperti cloramfenikol bahkan darah dari pengonsumsi bawang putih dapat membunuh bakteri, disamping itu dilaporkan juga bahwa uap bawang putih segar yang dipotong dapat membunuh kuman pada jarak 20 cm (Josling, 1999).

Penelitian secara invitro menunjukkan bahwa bawang putih memiliki aksi yang

mudah terurai dan membentuk senyawa sulfur, namun demikian sebelum penemuan penisilin terdapat antibiotik lain yaitu sulfa yang berperan penting selama perang dunia ke II. Aktivitas sulfa itu didasarkan atas senyawa sulfur, senyawa sulfur merupakan senyawa yang juga terdapat pada bawang putih yang berasal dari penguraian allicin dan menjadi pertanyaan sekarang apakah senyawa sulfur yang terbentuk tersebut memiliki aktivitas antimiroba sebagai mana allisin.

1.4.2. *Escherichiae coli*

Gambar 1. Koloni Pertumbuhan *Escherichiae coli*



1.4.2.a. Morfologi *Escherichiae coli*.

Escherichiae coli merupakan organisme enterik yang termasuk dalam famili Enterobacteriaceae. Kuman enterik terdiri dari beberapa famili misalnya Enterobacteriaceae dan Pseudomonadaceae dan terdiri atas beberapa genus antara lain *Escherichia*, *Shigella*, *Salmonella*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia* dan

Proteus. *Enterobacteriaceae* merupakan bakteri batang gram negatif, ciri organisme ini adalah merupakan kuman koliform yaitu kuman batang pendek gram negatif yang dapat membentuk rantai. *Escherichiae coli* merupakan spesies dari genus *Escherichia* yang memiliki masa inkubasi 24 – 72 jam, merupakan bakteri berbentuk batang lurus kira - kira 1,1 – 1,5 μm x 2,0 – 6,0 μm . *Escherichicae coli* dapat tumbuh dengan mudah pada medium sederhana, biakan *Escherichiae coli* membentuk koloni bulat konveks halus dengan pinggir yang nyata. Sifat pertumbuhan *Escherichiae coli* adalah memecahkan banyak karbohidrat dengan membentuk asam dan gas. Struktur antigen dari *Escherichiae coli* terdiri dari antigen O, antigen K dan antigen H. Beberapa strain *Escherichiae coli* membentuk eksotoksin tak tahanpanas yang dikendalikan oleh plasmid yang dapat dipindahkan, eksotoksin tersebut terdiri dari rangkaian peptida dengan berat molekul total sekitar 80 000 sedang strain *Escherichiae coli* yang lain menghasilkan enterotoksin yang tahan panas dengan berat molekul < 5000 (Jawetz, 1986).

1.4.2.b. Pathogenesis *Escherichiae coli*.

Escherichiae coli merupakan flora normal yang tergolong dalam bakteri gram negatif yang bersifat fakultatif anaerob. Sebagai flora normal *Escherichiae coli* menempati usus besar dalam tubuh manusia. Strain *Escherichiae coli* menghasilkan selubung antigenoid polisakarid yang disebut Antigen K

Escherichiae coli sebagai flora norma mempunyai manfaat bagi tubuh, penemuan pada binatang-binatang percobaan menunjukkan bahwa strain-strain *Escherichiae coli* tertentu membantu produksi antibodi antibakterial yang memberikan perlindungan melawan infeksi-infeksi yang disebabkan oleh *Haemophylus influenza*.

Escherichiae coli menimbulkan beberapa penyakit infeksi antara lain :

- a. Infeksi saluran kemih, yang dapat berkembang dari uretritis menjadi peilonefritis.
- b. Infeksi pada lambung ; gastroenteritis
- c. Infeksi pada paru-paru; pneumonia
- d. Meningitis pada bayi yang baru lahir
- e. Septikemia
- f. Menyebabkan diare, disentri dan kolera.

Escherichiae coli juga dapat dibagi atas penggolongan tertentu dan dapat menimbulkan infeksi – infeksi tertentu pula, antara lain :

- a. *Escherichiae coli enteropatogen* (EPEC). Sekarang istilah EPEC didefinisi lebih sempit dari pada penggunaan aslinya yang meliputi semua strain *Escherichiae coli*. Sekarang EPEC merujuk pada strain *Escherichiae coli* yang secara epidemologi terlibat pada jangkitan diare, yang ditentukan secara serologik.
- b. *Escherichiae coli enteroadheren* (EAEC). Strain serotipe nonklasik ini ditandai oleh kemampuannya melekat pada sel Hen-2 in vitro

- c. *Escherichiae coli Enterohemoragi* (EHEC). Strain ini dihubungkan dengan kasus yang terjadi pada tahun 1982 yaitu gastrointestinal akut yang terjadi di Oregon dan Michigan bersama dengan makanan hamburger (Shulman,1992).

1.4.2.c. Epidemiologi *Escherichiae coli*.

Kuman koliform merupakan penghuni normal saluran pencernaan beberapa hari setelah lahir dan sejak itu merupakan bagian utama flora jasad renikerobik normal tubuh. *Escherichiae coli enterotoksigenik* merupakan penyebab tersering dari “ diare musafir “. Organisme ini tumbuh di dalam usus dan menghasilkan toksin selain itu juga menyerang epitel superfisial (Jawetz,1986)

Pada tahun 1945 dan 1947, sejumlah jangkitan diare yang mematikan pada bayi terjadi di Inggris, Mexico dan Skotland. Beberapa dari jangkitan ini dihubungkan dengan serotip (O111=B4 dan O55=B5) *Escherichiae coli*, yang menyebabkan diare lebih mudah pada bayi daripada serotip *Escherichiae coli* yang lain. Pada tahun – tahun pasca jangkitan ini, serotip tambahan diuraikan bahwa juga diisolasi dari bayi dengan diare berat. Sindroma diare secara klasik, penyakit ini ditemukan pada bayi dalam perawatan rumah sakit dengan gambaran klinik, serangan berat yang mendadak, diare berair yang mengakibatkan dehidrasi dan shok. Angka mortalitas yang tinggi menyertai penyakit ini. Selama tahun 1960 dan 1961 di Chicago, lebih dari 1300 kasus gastroenteritis

tertinggi adalah pada neonatus, yang juga mempunyai angka kematian tertinggi yaitu mencapai 16 % (Shulman, 1992).

1.5. Hipotesis

Dari uraian diatas dapat disusun hipotesis sebagai berikut ;

- (1) Infusa bawang putih (*Allium sativum*) mempunyai daya antibakteri terhadap *Escherichiae coli*.
- (2) Pemanasan infusa bawang putih (*Allium sativum*) mempengaruhi kadar hambat minimal (KHM / MIC) infusa bawang putih terhadap *Escherichiae coli*.

1.6. Variabel Penelitian.

Beberapa variabel yang berperan dalam penelitian ini antara lain :

- 1.6.1 Variabel pengaruh : pemanasan larutan infusa bawang putih.
- 1.6.2 Variabel terpengaruh : Kadar hambat minimal.
- 1.6.3 Variabel terkendali :
 - a. Strain *Escherichiae coli*.
 - b. Jumlah bakteri sebelum perlakuan.
 - c. Umur bakteri.
 - d. Suhu pengeraman.
 - e. Suhu pemanasan infusa bawang putih.

1.6.4 Variabel tak terkendali : net aktif dalam bawang putih