

BAB II

Tinjauan Mengenai Daun Pandan Wangi, Bakteri, Antibakteri, Ekstraksi dan Metode Difusi Agar

A. Tanaman Daun Pandan Wangi (*Pandanus amaryfolius* Roxb.)

Menurut Bago (2019.Hal 177) mengatakan bahwa daun pandan wangi tumbuh di daerah tropis dan banyak di tanam di perkarangan rumah, halaman dan di kebun. Terkadang pandan wangi ini tumbuh dengan liar di tempat-tempat lembab, tepi-tepi rawa sampai dengan daerah yang memiliki ketinggian 500 m dpl. Menurut Hadi (2019.Hal 37) mengatakan ”tumbuhan pandan wangi dapat dijumpai di daerah tropis dan banyak ditanam di halaman, di kebun dan di pekarangan rumah atau tumbuh liar di tepi-tepi selokan yang teduh.”



Daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius*)

Gambar 2.1 Daun Pandan Wangi

Sumber : https://id.wikipedia.org/wiki/Pandan_wangi

1. Klasifikasi Daun Pandan Wangi

Tabel 2.1 Klasifikasi Daun Pandan Wangi

Kingdom:	Plantae(Tumbuhan)
Subkingdom:	Tracheobionta(Tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi:	Spermatophyta (Menghasilkan biji)
Divisio:	Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
Class:	Liliopsida (berkeping satu / monokotil)
Sub Class:	Arecidae
Ordo:	Pandanales
Famili:	Pandanaceae
Genus:	Pandanus
Spesies:	<i>Pandanus amaryllifolius</i> <i>Roxb.</i>

Sumber : https://id.wikipedia.org/wiki/Pandan_wangi

2. Morfologi Daun Pandan

Menurut Ariana (2017.Hal 68) mengatakan bahwa “daun pandan wangi memiliki panjang daun sekitar 6 kaki dan memiliki lebar sekitar satu tangan lebih,licin,kaku dan tebal dan pada sebagian daun pandan tidak memiliki duri”. Pada dasarnya daun pandan wangi memiliki daun tunggal dengan pangkal memeluk batang. Helai daunnya berbentuk pita yang tipis serta ujung yang runcing,daun nya juga memiliki tepi yang rata,bertulang sejajar dan berwarna hijau.



Gambar 2.2 Daun Pandan Wangi
Sumber : Shutterstock

3. Kandungan Daun Pandan

Pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) termasuk genus *Pandanus* dari suku *Pandanaceae*, tersebar di daerah tropika, di tepi-tepi pantai dan sungai sungai. Menurut penelitian yang dilakukan Anjani *et al.*, (2014.hlm. 203-214) mengatakan “daun pandan wangi selain memiliki aroma yang baik, juga mengandung senyawa alkaloid, saponin, flavonoid, tannin, polifenol dan lain-lain“.

a. Flavonoid (polifenol)

Istilah “flavonoid yang diberikan untuk senyawa-senyawa fenol ini berasal dari kata flavon, yakni nama dari salah satu jenis flavonoid yang terbesar jumlahnya dan juga lazim ditemukan. Menurut Waji (2007. hlm. 5) “Senyawa-senyawa flavon ini mempunyai kerangka 2-fenilkroman, dimana posisi orto dari cincin A dan atom karbon yang terikat pada cincin B dari 1,3-diarilpropan dihubungkan oleh jembatan oksigen, sehingga membentuk suatu cincin heterosiklik yang baru (cincin C).”

Menurut Raden (2017.hlm.67-72) mengatakan “flavonoid merupakan senyawa polifenol yang tersebar luas di alam. Golongan flavonoid dapat digambarkan sebagai deretan senyawa C₆-C₃-C₆ yang artinya kerangka karbonnya terdiri atas dua gugus C₆ (cincin benzene tersubstitusi), disambungkan oleh rantai alifatik tiga karbon”. Menurut Kristanti, dkk.(2008.hlm.67-72) mengatakan bahwa “fungsi flavonoid pada tumbuhan adalah untuk mengatur proses fotosintesis, zat mikroba, antivirus, dan antiinsektisida. Flavonoid yang dihasilkan oleh jaringan tumbuhan sebagai respon

terhadap infeksi atau luka yang kemudian berfungsi untuk menghambat fungsi yang menyerangnya. Pereaksi yang biasa digunakan untuk flavonoid adalah HCl pekat yang akan merubah warna sampel menjadi merah atau jingga jika sampel mengandung flavonoid”.

Menurut Waji (2007.hlm.2) mengatakan bahwa “flavonoid merupakan senyawa fenolik alam yang potensial sebagai antioksidan dan memiliki bioaktivitas sebagai obat. Manfaat lain dari flavonoid yaitu meningkatkan efektifitas vit C, melindungi struktur sel, anti inflamasi, dan antibakteri”. Flavonoid dapat ditemukan pada daun, batang, buah, dan bunga. Dalam tubuh manusia flavonoid dapat berfungsi sangat baik untuk mencegah kanker.

b.Tannin

Menurut Febrianasari (2018.hlm.48-49) mengatakan bahwa tanin merupakan polimer dari senyawa fenol yang memiliki kemampuan untuk mengaktifkan adhesi pada sel bakteri, menginaktifkan enzim,serta mengganggu transport protein lapisan dalam sel. Selain itu tanin juga menyerang polipeptida dinding sel sehingga menyebabkan pembentukan dinding sel menjadi kurang sempurna. Hal ini menyebabkan sel bakteri menjadi lisis karena tekanan osmotik dan tekanan fisik sehingga sel bakteri akan mati

c. Saponin

Menurut Hayati (2008,dalam Raden,2017 hlm.67-72) Mengatakan bahwa Saponin berasal dari bahasa latin *sapo* yang berarti sabun, karena sifatnya sama seperti sabun. “Sampel yang mengandung saponin akan menghasilkan busa yang bertahan selama 10 menit apabila direaksikan dengan asam klorida 1 M. Pada prinsipnya saponin terbagi atas dua jenis yaitu glikosida triterpenoid alkohol dan glikosida struktur steroid. Aglikonya disebut sapogenin, diperoleh dengan hidrolisis dalam asam atau menggunakan enzim (Raden, 2017 hlm. 67–72).

d. Alkaloid

Menurut Oeleu (2017.hlm 6) mengatakan bahwa Alkaloid biasanya sering bersifat optis aktif, kebanyakan berbentuk kristal tetapi hanya sedikit yang berupa cairan, misalnya nikotin pada suhu kamar. Berbagai macam cara untuk mendeteksi alkaloid dalam jaringan tumbuhan telah dikemukakan. Bukti kualitatif

untuk menunjukkan adanya alkaloid dapat diperoleh, dengan cara menggunakan reagen Dragendorff dan Mayer.

4. Manfaat Daun Pandan Wangi

Menurut Bago (2019.Hal.177) mengatakan bahwa daun pandan memiliki banyak khasiat yaitu bermanfaat pada makanan dan pada manusia. Selain digunakan untuk rempah-rempah daun pandan juga bisa digunakan untuk bahan baku pembuatan minyak wangi. Jika daun pandan ini diremas atau diiris daunnya akan harum. Daun pandan yang diiris tipis-tipis juga dapat digunakan sebagai campuran bunga rampai.

Menurut Hadi (2019.Hal.37) mengatakan bahwa daun pandan dapat mengobati ketika seseorang yang sedang gelisah dengan cara merebus daun pandan sebanyak 2-3 lembar kemudian pisahkan daun dengan air rebusan dengan cara disaring lalu minum 2-3 kali sehari.

Menurut Ariana (2017.Hal 68) mengatakan bahwa cara pemakaian daun pandan ini yaitu dengan merebus daun pandan yang sudah diiris-iris sebanyak 2-5 lembar kemudian diminum. Daun pandan juga bisa digunakan untuk pemakaian obat luar untuk mengobati luka atau kulit yang berketombe dengan cara menumbuk halus kemudian tempelkan pada luka atau pun kulit kepala yang berketombe.

B. Bakteri

Eubacteria berasal dari awalan *eu* (=sejati) dan *bacteria* (= bakteri). *Eubacteria* merupakan kelompok makhluk hidup yang sehari-hari kita kenal sebagai bakteri. Bakteri pertama kali ditemukan oleh Anthony van Leeuwenhoek seorang ilmuwan yang berasal dari Belanda, kemudian pada tahun 1684 Leeuwenhoek menerbitkan aneka gambar bentuk-bentuk pada bakteri. Bakteri memiliki jumlah spesies mencapai ratusan ribu atau bahkan lebih. Bakteri dapat hidup di berbagai tempat mulai dari di tanah, di air, di organisme lain, dan lain-lain dapat juga berada di lingkungan yang ramah maupun yang ekstrim.

1. Definisi

Menurut Subandi (,2010.Hal.54) menjelaskan bahwa pengertian bakteri adalah sebagai berikut:

Bakteri adalah mikroorganisme yang bersel tunggal memiliki panjang beberapa micrometer dan memiliki morfologi berupa basil, kokus dan spiral. Dalam 1 gram tanah populasi bakteri diperkirakan mencapai 40 juta sel bakteri. Keberadaan bakteri merupakan hal yang penting bagi kehidupan mulai dari pembentukan zat atau substansi sampai dalam perannya dalam proses penguraian maupun pembusukan. Bakteri berinteraksi dengan makhluk hidupnya dapat bersifat patogen dan dapat bersifat simbiosis mutualis.

Menurut Febrianasari (2018.hlm 11) mengatakan bahwa berdasarkan struktur selnya, bakteri termasuk kedalam golongan prokariot. Sel prokariot adalah sel yang memiliki struktur sel yang sederhana dibandingkan dengan sel eukariot. Ciri-ciri sel prokariot yaitu yang memiliki materi genetik (DNA) sel ini tidak terstruktur dalam bentuk nucleus, akan tetapi dalam bentuk nucleoid yang tidak diselubungi oleh membran plasma.

Menurut Radji (2011.hlm 179-199) mengatakan bahwa struktur sel terdiri dari tiga bagian penting yaitu:

- a. Struktur internal yang terdiri dari membrane sitoplasma, sitoplasma, nucleus, ribosom, mesosom dan inklusi.
- b. Struktur eksternal yang meliputi glikokalis, flagel, fimbria, dan pili.
- c. Struktur dinding sel

Bakteri memiliki dampak berbahaya dan menguntungkan bagi manusia:

1. Bakteri Patogenik, biasanya yang menyebabkan penyakit dengan melepaskan eksotoksin atau endotoksin dan merupakan senjata potensial untuk bioterrorisme.
2. Bakteri dalam riset dan bidang teknologi, percobaan mengenai *Escherichia coli* telah mendatangkan kemajuan-kemajuan yang penting dalam bidang teknologi DNA. Bakteri juga dapat digunakan untuk proses bioremediasi, sintesis vitamin dan antibiotic.

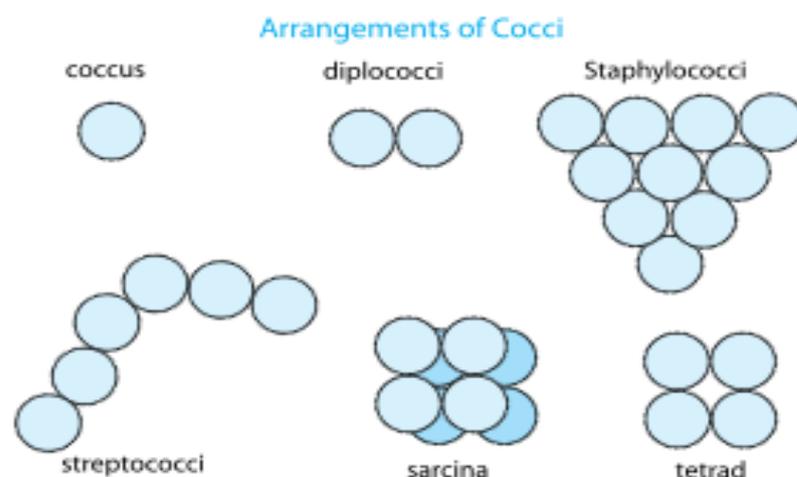
2. Bentuk dan Ukuran Bakteri

Menurut Aryulina dkk (2007.hlm 61) mengatakan bahwa "bakteri memiliki bentuk dan ukuran yang sangat bervariasi, tetapi secara umum bentuk bakteri terdiri atas empat bentuk utama : bulat (coccus), batang (bacillus), koma (vibrio) dan spiral (spirillum). Bakteri memiliki ukuran yang sangat kecil dan ukurannya berkisar antara

1,5 μ sampai 15 μ (baca μ = mikron, 1 μ = 0,001 mm)”. Variasi pada bentuk bakteri atau koloni bakteri dapat dipengaruhi oleh beberapa factor yaitu, arah pembelahan, umur, dan syarat pertumbuhan tertentu, misalnya makanan, temperatur, ataupun keadaan yang tidak menguntungkan bagi bakteri.

a. Bakteri Kokus

- Monokokus, yaitu sel bakteri yang memiliki bentuk kokus tunggal. Contoh pada bakteri penyakit mata yaitu *Chlamydia trachomatis*
- Diplokokus, yaitu sel bakteri yang memiliki bentuk kokus yang berdempetan. Contoh pada *Neisseria gonorrhoeae* penyebab penyakit kelamin raja singa.
- Tetrakokus, yaitu empat sel bakteri yang berdempetan membentuk segi empat. Contoh pada *Pediococcus cerevisiae*.
- Sarkina, yaitu delapan sel bakteri yang berdempetan membentuk kubus. Contoh pada bakteri *Thiosarcina rosea*.
- Streptokokus, yaitu lebih dari empat sel bakteri yang berdempetan membentuk semacam rantai. Contohnya pada bakteri *Streptococcus mutans*.
- Stafilokokus, yaitu lebih dari empat sel bakteri kokus berdempetan seperti buah anggur. Contoh pada bakteri *Staphylococcus aureus* penyebab penyakit radang paru-paru.



Gambar 2.3 Bentuk-Bentuk Bakteri

Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Kokus>

b. Bakteri Basil

- Monobasil, yaitu berupa sel bakteri yang tunggal. Contohnya pada bakteri *Escherichia coli* dan *Propionibacterium acnes*.
- Diplobasil, yaitu dua sel bakteri yang berdempatan.
- Streptobasil, yaitu kumpulan sel bakteri basil yang berdempatan membentuk semacam rantai.



Gambar 2.4 Bentuk Bakteri Monobasil
Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Basilus>



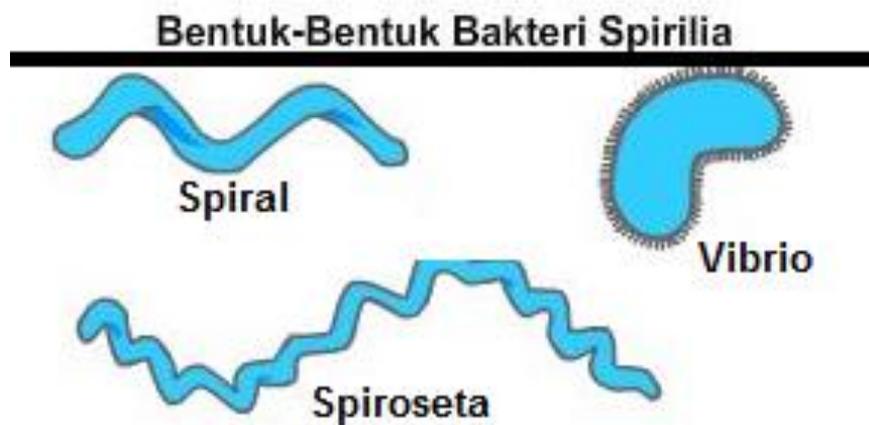
Gambar 2.5 Bentuk Bakteri Diplobasil
Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Basilus>



Gambar 2.6 Bentuk Bakteri Streptobasil
Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Basilus>

c. Bakteri Spirila

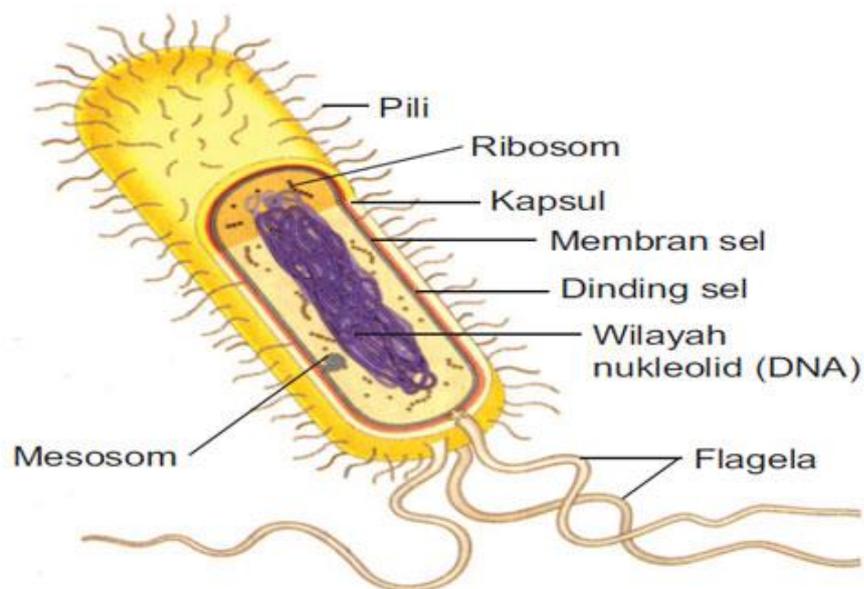
- Spiral, yaitu memiliki sel yang bergelombang. Contoh pada bakteri *Thiosprillopsis floridana*.
- Spiroseta, yaitu sel bakteri yang memiliki bentuk seperti sekrup. Contoh pada *Treponema pallidum*.
- Vibrio, yaitu sel yang memiliki bentuk seperti tanda baca koma. Contoh pada *Vibrio cholerae*.



Gambar 2.7 Bentuk Bakteri Spirilia

Sumber : <https://www.biologiedukasi.com/2016/03/cocus-bacillus-dan-spiral-bakteri.html>

3. Struktur dan fungsi sel

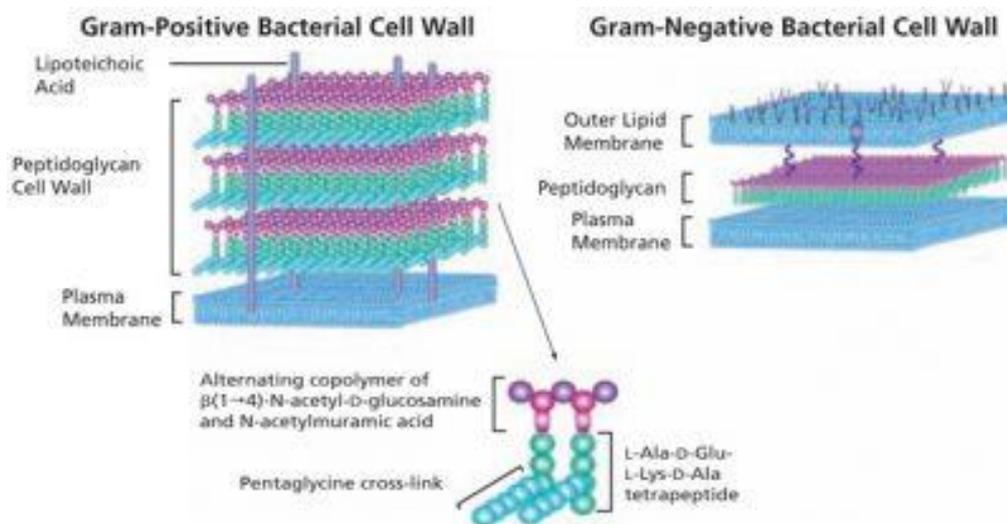


Gambar 2.8 Struktur sel

Sumber : <https://www.biologiedukasi.com/2016/01/ciri-ciri-dan-struktur-tubuh.html>

A. Dinding sel

Berfungsi sebagai pelindung dan pemberi bentuk pada sel bakteri. Dinding sel pada bakteri tersusun atas peptidoglikan, yaitu gabungan antara protein dan polisakarida. Sehingga berdasarkan dinding sel nya bakteri dapat dibedakan menjadi dua yaitu, bakteri gram positif dan bakteri gram negative. Bakteri gram positif memiliki dinding yang tebal. Bakteri ini akan berwarna ungu jika dilakukan pewarnaan gram. Sedangkan bakteri gram negative memiliki dinding sel yang lebih tipis dan akan berwarna merah ataupun merah muda jika dilakukan pewarnaan gram. Bakteri yang termasuk kedalam bakteri gram positif adalah *Neisseria gonorrhoeae*, *Vibrio cholera*, dan *Treponema pallidum*. Bakteri yang termasuk kedalam bakteri gram negative adalah *Escherichia coli*, *Streptococcus mutans*, dan *Staphylococcus aureus*.



Gambar 2.9 Struktur Dinding Sel Bakteri

Sumber : <https://www.sridianti.com/dinding-sel-bakteri-struktur-fungsi-dan-jenis.html>

B. Membran Plasma

Membran yang menyelubungi sitoplasma, memiliki sifat semi permeable yang berfungsi untuk mengatur pertukaran zat antara sel dengan lingkungan sekitarnya. Membran ini tersusun atas protein dan lapisan fosfolipid.

C. Ribosom

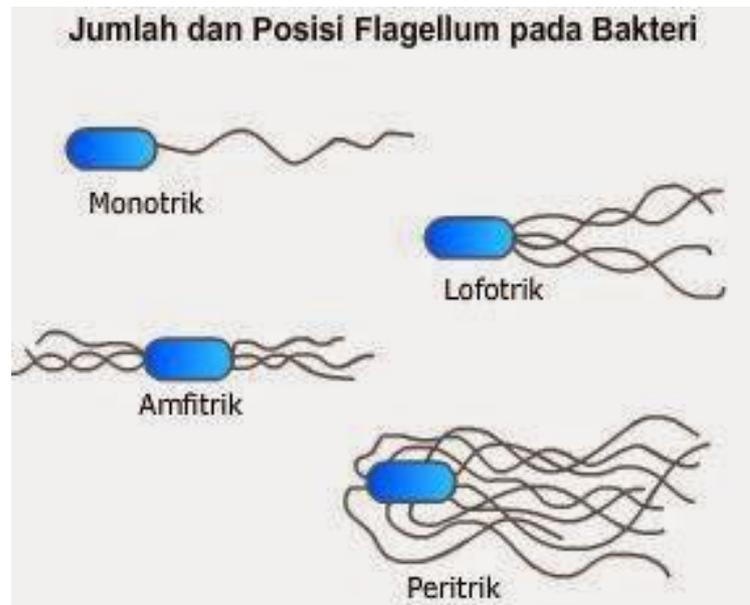
Tersusun dari protein dan RNA. Berfungsi untuk sintesis protein.

D. Kapsul atau lapisan lendir

Kapsul dan lapisan lendir berfungsi untuk membantu bakteri melekat pada suatu permukaan atau menempel dengan suatu bakteri lainnya dan tersusun atas polisakarida dan air. Selain itu kapsul atau lapisan lendir ini juga berfungsi untuk melindungi bakteri saat mengalami kekeringan.

E. Flagelum

Memiliki struktur berbentuk batang ataupun spiral yang menonjol dari dinding sel. Flagelum tersusun atas protein. Flagelum pada bakteri memiliki jumlah yang bervariasi yaitu monotrik yang berjumlah satu, lofotrik yaitu flagellum di satu sisi, satu atau amfitrik lebih flagellum di kedua ujung, ataupun peritrik yaitu tersebar di seluruh permukaan sel. Flagellum ini memiliki fungsi sebagai alat gerak bagi jenis bakteri yang berbentuk batang dan spiral.



Gambar 2.10 Jumlah dan Posisi Flagellum pada Bakteri

Sumber : <https://dinasuciwahyuni.blogspot.com/2015/03/alat-gerak-pada-bakteri.html>

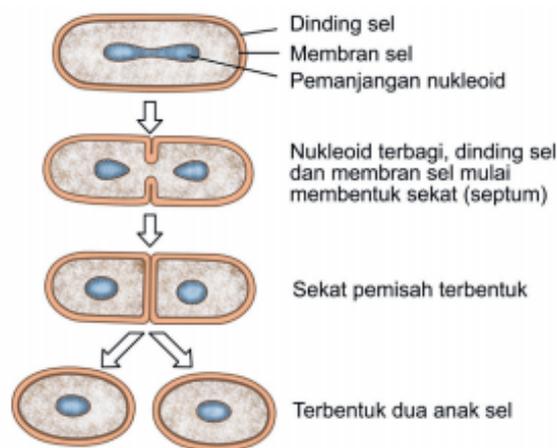
F. Organel-organel yang lain :

- Organel : struktur-struktur yang terbatas oleh membran dalam sitoplasma (organel = organ kecil) yang melakukan fungsi khusus didalam sel. Bakteri tidak mempunyai nukleolus (anak inti), Retikulum Endoplasma, mitokondaria, tubuh golgi.
- Ribosom yaitu partikel kecil yang terdiri dari protein & RNA yang berfungsi dalam mensintesis protein baru.

- Badan inklusi : kepingan-kepingan kecil material yang tidak menjadi bagian utuh dari struktur sel.

4. Reproduksi Bakteri

Pada umumnya bakteri reproduksi atau berkembang biak secara aseksual (vegetative) dengan cara membelah diri. Pembelahan pada sel bakteri disebut dengan pembelahan biner yaitu pembelahan sel menjadi dua. Terdapat jenis bakteri dalam lingkungan yang sesuai dapat membelah setiap 20 menit.



Tahapan reproduksi aseksual bakteri

Gambar 2.11 Tahapan Reproduksi Aseksual Bakteri

Sumber : Quipper Video

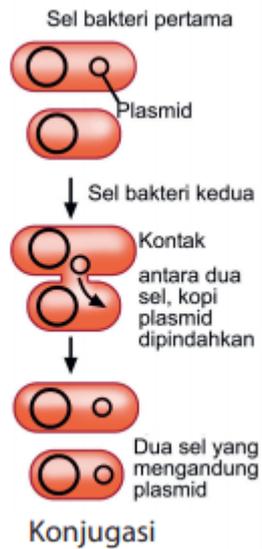
Selain reproduksi aseksual bakteri juga melakukan reproduksi secara seksual yaitu dengan pertukaran materi genetic dengan bakteri lainnya. Pertukaran materi genetic tersebut disebut rekombinasi DNA atau rekombinasi genetic. Pada rekombinasi DNA menghasilkan dua sel bakteri yang masing-masing memiliki kombinasi materi dari kedua induk. Rekombinasi DNA ini dapat dilakukan dengan cara konjugasi, transformasi, dan transduksi.

Menurut Muslim (2007 .hlm. 69-70) menjelaskan bahwa proses rekombinasi DNA pada bakteri diantaranya yaitu :

a. Konjugasi

Pemindahan materi genetik secara langsung melalui kontak langsung melalui kontak sel dengan membentuk struktur seperti jembatan antar dua sel bakteri

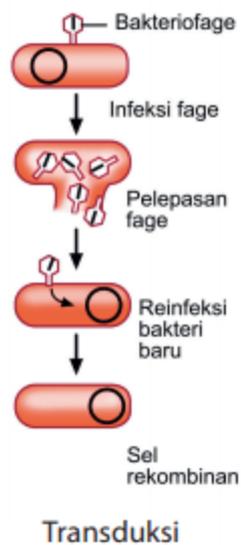
yang berdekatan. Proses konjugasi umumnya terjadi pada jenis bakteri gram negative.



Gambar 2.12 Proses Konjugasi Pada Bakteri
Sumber : Quipper Video

b. Transformasi

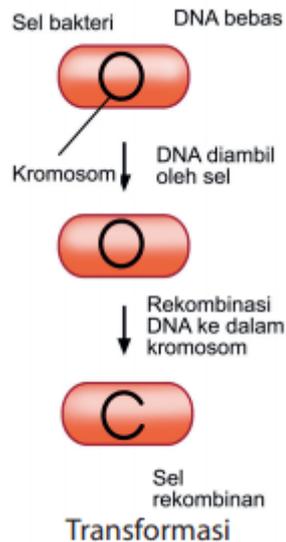
Masuknya DNA kedalam sel bakteri dan mengubah sel bakteri tersebut. Contoh bakteri yang melakukan transformasi yaitu pada bakteri *Streptococcus pneumonia*, *Bacillus*, *Rhizobium*, dan *Neisseria gonorrhoeae*.



Gambar 2.13 Proses Transduksi pada Bakteri
Sumber : Quipper Video

c. Transduksi

Pemindahan materi genetic satu sel bakteri ke sel bakteri lainnya dengan melalui perantara lain yaitu bakteriofage atau virus bakteri.



Gambar 2.14 Proses Transformasi Pada Bakteri
Sumber : Quipper Video

5. Cara Hidup Bakteri

Berdasarkan cara hidupnya bakteri dapat dibedakan menjadi dua golongan yaitu bakteri heterotrof dan bakteri autotrof.

a. Bakteri Heterotrof

Menurut Djumhana (2007.hlm 14) mengatakan bahwa “Bakteri heterotrof adalah bakteri yang hidup dengan memperoleh makanan berupa zat organik dari lingkungannya. Bakteri jenis ini dapat merombak bahan organik menjadi bahan anorganik. Perombakan organik menjadi bahan anorganik terjadi melalui fermentasi atau respirasi. Proses perombakan ini biasanya menghasilkan gas - gas : CO₂, H₂, CH₄ (metana), N₂, H₂S dan NH₃ (amoniak).” Bakteri heterotrof adalah bakteri parasit, baik parasit pada manusia, hewan maupun tumbuhan. Kebutuhan zat organik bakteri parasit diperoleh dari tubuh inangnya. Karena dapat mengakibatkan sakit maka disebut sebagai patogen. Contoh bakteri yang hidup

pada manusia adalah: *Clostridium tetani* penyebab tetanus, *Mycobacterium tuberculosis* penyebab TBC, dan *Mycobacterium leprae* penyebab lepra.

b. Bakteri Autotrof

Bakteri ini dapat menyusun sendiri zat - zat organik dari zat - zat anorganik digolongkan ke dalam bakteri autotrof (auto = sendiri, trophien = makanan). Pengubahan zat - zat anorganik menjadi zat - zat organik itu dilakukan melalui dua cara, yaitu sebagai berikut :

1. Menggunakan Energi Cahaya

Energi cahaya digunakan untuk mengubah zat anorganik menjadi zat organik, melalui proses fotosintesis. Oleh karena itu bakteri ini dikenal sebagai bakteri yang hidup secara fotoautotrof (foto = cahaya, auto = sendiri, trophien = makanan). Contoh bakteri fotoautotrof adalah bakteri hijau dan bakteri ungu.

2. Menggunakan Energi Kimia

Energi kimia diperoleh ketika terjadi perombakan zat kimia dari molekul yang kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana, dengan melepaskan hidrogen. Bakteri yang menggunakan energi kimia untuk sintesis zat - zat organik dikenal sebagai bakteri kemoautotrof. Contoh pada bakteri *Nitrosococcus* dan *Nitrobacter*.

6. Penggolongan Bakteri Berdasar Kebutuhan Oksigen

Untuk mendapatkan energi, bakteri harus melakukan pernapasan (respirasi). Untuk melakukan respirasi, terdapat 2 jenis bakteri yaitu bakteri yang memerlukan oksigen bebas dari udara, namun ada pula yang tidak memerlukan oksigen bebas dari udara.

a. Bakteri Aerobik

Contoh bakteri aerobik adalah bakteri *Nitrosomonas*. Bakteri ini memerlukan oksigen untuk memecah amoniak (NH_3) menjadi nitrit (HNO_2). Hasil pemecahan dari amoniak akan menjadi nitrit yang menghasilkan energi kemudian akan dimanfaatkan oleh bakteri. Bakteri lain yang dapat hidup secara aerob akan memecah gula menjadi air, CO_2 , dan energi.

b. Bakteri Anaerobik

Contoh pada bakteri asam susu, yakni bakteri yang dapat mengubah gula menjadi asam susu. Bakteri ini banyak digunakan untuk berbagai keperluan, misalnya *Lactobacillus bulgaricus* untuk pembuatan yoghurt.

Contoh bakteri lain yang bernapas secara anaerob adalah *Clostridium tetani*, yaitu bakteri penyebab penyakit tetanus. Jika terdapat luka yang mengandung bakteri ini tertutup sehingga tidak ada oksigen bebas, maka bakteri ini akan berkembang biak lalu toksin yang dikeluarkan dapat membahayakan kesehatan.

7. Pertumbuhan Bakteri

Istilah pertumbuhan umum digunakan untuk perubahan di dalam hasil panen sel (pertambahan total massa sel) dan bukan perubahan individu organisme. Pertumbuhan menyatakan pertambahan jumlah dan atau massa melebihi yang ada di dalam inokulum asalnya. Selama fase pertumbuhan seimbang atau balanced growth, pertambahan massa bakteri berbanding lurus dengan pertambahan komponen selular yang lain seperti DNA, RNA dan protein. Karena itu maka memungkinkan untuk mengembangkan pengukuran bagi pertumbuhan dengan berbagai cara. Sebagian besar bakteri akan tumbuh pada medium biakan buatan, namun berbeda pada beberapa jenis bakteri, contohnya seperti *Mycobacterium Leprae* dan *Treponema Palidum* belum dapat ditumbuhkan secara in vitro. Bakteri lain *klamidia* dan *riketsia*, hanya berkembang biak didalam sel pejamu dan karena itu ditumbuhkan dalam biakan jaringan.

Laju perbanyakan bakteri sangat bervariasi menurut spesies dan kondisi pertumbuhannya. Pada kondisi optimal hampir semua bakteri akan memperbanyak diri dengan pembelahan biner sekali setiap 20 menit. Cara khas reproduksi bakteri ialah pembelahan biner melintang; satu sel membelah diri, kemudian menghasilkan dua sel.

$$1 \rightarrow 2 \rightarrow 2^2 \rightarrow 2^3 \rightarrow 2^4 \rightarrow 2^5 \dots 2^n$$

atau dengan perhitungan sederhana yaitu:

$$1 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 8 \rightarrow 16 \rightarrow 32 \dots 2^n$$

8. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri

a. Suhu

Menurut Radji (2011.hlm 179-199) mengatakan bahwa suhu merupakan salah satu factor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroba. Pada setiap mikroba memiliki kisaran suhu dan suhu optimum tertentu untuk pertumbuhannya. Mikroba dibedakan atas tiga kelompok berdasarkan kisaran suhu pertumbuhan, sebagai berikut:

- 1) Psikrofil, merupakan mikroba yang mempunyai kisaran suhu pertumbuhan pada suhu 0-20°C.
- 2) Mesofil, merupakan mikroba yang mempunyai kisaran suhu pertumbuhan 20- 45°C.
- 3) Termofil, merupakan mikroba yang suhu pertumbuhannya diatas 45°C.

b. pH

Pada prinsipnya pH yang optimum bagi kebanyakan bakteri terletak anatar 6,5- dan 7,5. Namun ada beberapa spesies dapat tumbuh dalam keadaan yang sangat asam atau sangat basa (Pelzar,2013 hlm 140-141).

c. Atmosfer gas

Pelzar (2013 hlm 139-140) mengatakan bahwa gas-gas yang akan mempengaruhi pertumbuhan bakteri adalah oksigen dan karbondioksida. Bakteri memperlihatkan keragaman yang luas dalam hal respons terhadap oksigen bebas dan atas dasar ini maka bakteri terbagi menjadi dua kelompok yaitu: Aerobik (organisme yang membutuhkan oksigen),dan Anerobik (organisme yang tidak membutuhkan oksigen) .

9. Peranan bakteri

Berbagai jenis bakteri yang terdapat di alam ada yang menguntungkan serta yang merugikan. Salah satu manfaat bakteri yang menguntungkan adalah pada proses penguraian pada makhluk hidup bersama dengan jamur. Pemanfaatan bakteri juga dapat dilihat dalam penggunaan insectisida dengan menggunakan bakteri *Bacillus thuringensis*. Pemanfaatan mikroorganisme dalam bidang pangan dilakukan dengan beberapa cara, antara lain memanfaatkan aktivitas metabolisme spesifik mikroorganisme yang dapat mengubah senyawa tertentu

menghasilkan suatu produk yang lebih bermanfaat dan mempunyai nilai gizi yang tinggi. Contoh pemanfaatan mikroorganisme dalam bidang pangan yaitu, fermentasi beras, pembuatan yogurt, fermentasi ketan dan singkong, pembuatan nata de coco.

Febrianasari (2018.hlm 17) mengatakan “Pemanfaatan bakteri dalam kesehatan digunakan sebagai penghasil antibiotik. Antibiotik merupakan zat yang dihasilkan oleh mikroorganisme dan mempunyai daya hambat terhadap kegiatan mikroorganisme lain dan senyawa ini banyak digunakan dalam menyembuhkan penyakit”.

Menurut Radji (2011.hlm 179-199) mengatakan bahwa di era modern seperti sekarang ini penggunaan antibiotic telah banyak dipergunakan untuk mengatasi infeksi penyakit. Pada tahun 1928 dimulai ketika Alexander Fleming menemukan penisilin yang dihasilkan oleh *Penicillium notatum*. Sejak saat itu, berbagai upaya pencarian antibiotik baru telah dilakukan dan beberapa jenis antibiotik baru telah ditemukan dan diproduksi. Saat ini sebagian besar antibiotik yang didapatkan dari golongan *Streptomyces* yang hidup di dalam tanah, *Bacillus*, dan dihasilkan oleh jamur, terutama genus *Penicillium*, dan *Cephalosporium* (Namun beberapa bakteri juga dikenal sebagai agen penyebab infeksi dan penyakit (bakteri patogen). Bakteri patogen adalah bakteri yang dapat menyebabkan penyakit infeksi pada manusia. Radji (2011 hlm.179-199) mengatakan “Penyakit infeksi masih merupakan jenis penyakit yang paling banyak diderita oleh penduduk di negara berkembang, termasuk Indonesia.” Contoh infeksi yang disebabkan oleh bakteri adalah *Escherichia coli*.

C. Bakteri Escherichia coli

1. Morfologi Bakteri Escherichia coli

Menurut Wahyuni (2018.hlm 243) mengatakan “*Escherichia coli* merupakan bakteri Gram negatif berbentuk batang pendek yang memiliki panjang sekitar 2 μm , diameter 0,7 μm , lebar 0,4-0,7 μm dan bersifat anaerob fakultatif. *E. coli* membentuk koloni yang bundar, cembung, dan halus dengan tepi yang nyata.”

E. coli adalah anggota flora normal usus. *E. coli* memiliki peran penting dalam sintesis vitamin K, konversi pigmen-pigmen empedu, asam-asam empedu

dan penyerapan zat-zat makanan. *E. coli* termasuk ke dalam bakteri heterotroph, yaitu memperoleh makanan berupa zat organik dari lingkungannya karena tidak dapat menyusun sendiri zat organik yang dibutuhkannya. Zat organik yang diperoleh merupakan sisa organisme lain. Bakteri ini menguraikan zat organik dalam makanan menjadi zat anorganik, yaitu CO₂, H₂O, energi, dan mineral. Di dalam lingkungan, bakteri pembusuk ini berfungsi sebagai pengurai dan penyedia nutrisi bagi tumbuhan.



Gambar 2.15 Bakteri *Escherichia coli*
Sumber: www.independent.co.uk

2. Klasifikasi bakteri *Escherichia coli*

Kingdom : Bacteria

Filum : Proteobacteria

Kelas : Gamma Proteobacteria

Ordo : Enterobacteriales

Famili : Enterobacteriaceae

Genus : *Escherichia*

Spesies : *Escherichia coli*

Sumber: <https://id.wikipedia.org/wiki/Escherichia>

D. Antibakteri

1. Defnisi

Menurut Febrianasari (2018.hlm 21) “Antibakteri merupakan zat yang dapat mengganggu pertumbuhan atau bahkan mematikan bakteri dengan cara mengganggu metabolisme mikroba yang merugikan.” Menurut Radji (2011.hlm 179-199) mengatakan “Mikroorganisme dapat menimbulkan suatu penyakit pada makhluk hidup lainnya dengan kemampuannya dalam menginfeksi baik ringan ataupun berat. Oleh karena itu pengendalian dengan cara yang tepat sangat dibutuhkan agar tidak merugikan organisme lainnya.”

2. Mekanisme Kerja Antibakteri

Menurut Radji (2011.hlm179-199) menjelaskan bahwa mekanisme kerja dari senyawa antibakteri diantaranya yaitu :

a. Penghambatan terhadap sintesis dinding sel

Bakteri mempunyai lapisan luar yang kaku yaitu dinding sel yang mengelilingi secara lengkap sitoplasma membran sel. Dinding sel bakteri berisi polimer mucopeptida kompleks (peptidoglikan) yang terdiri dari turunan gula yaitu N-asetilglukosamin dan asam N-asetilmuramat serta asam amino L-alanin, D-alanin, D-glutamat dan Lisin. Bakteri Gram positif mengandung 90% peptidoglikan serta mempunyai lapisan yang tipis asam teikoat dan asam teikuronat yang bermuatan negatif. Sedangkan bakteri gram negatif hanya mengandung 5-20% peptidoglikan dan dilapisi dengan protein, lipopolisakarida, fosfolipid dan lipoprotein. Dinding sel bakteri Gram positif memiliki lapisan peptidoglikan tebal yang mengandung asam amino alanin yang bersifat hidrofobik, sedangkan bakteri Gram negatif memiliki sisi hidrofilik yaitu karboksil, amino dan hidroksil.

Dinding ini yang akan mempertahankan bentuk mikroorganisme dan berperan sebagai pelindung sel bakteri dari perbedaan tekanan osmotik di dalam dan diluar sel yang tinggi. Dinding sel bakteri terdiri dari peptidoglikan dan komponen yang lain. Sel yang aktif secara terus-menerus mensintesis peptidoglikan yang baru dan menempatkannya pada posisi yang tepat pada amplop sel. Antibakteri bereaksi dengan satu ataupun banyak enzim yang

dibutuhkan pada proses sintesis, sehingga menyebabkan pembentukan dinding sel lemah dan menyebabkan pemecahan osmotik.

b. Penghambatan terhadap fungsi membran sel

Sitoplasma semua sel hidup dibatasi oleh membran sitoplasma, yang berperan sebagai barrier permeabilitas selektif, memiliki fungsi untuk transpor aktif, dan kemudian mengontrol komposisi internal sel. Jika fungsi integritas dari membran sitoplasma dirusak akan menyebabkan keluarnya makromolekul dan ion dari sel, kemudian sel rusak atau mengalami kematian. Antibakteri berikatan dengan membran fosfolipid yang menyebabkan pemecahan protein dan basa nitrogen sehingga menyebabkan pemecahan protein dan basa nitrogen mengakibatkan membran bakteri pecah dan kematian pada bakteri.

c. Penghambatan terhadap sintesis asam nukleat

Pembentukan DNA dan RNA bakteri merupakan perjalanan yang panjang dan membutuhkan enzim di beberapa proses. Pembentukan DNA dan RNA sangat penting dan berefek dalam metabolisme protein. Antibakteri menginterferensi sintesis asam nukleat dengan menghambat sintesis nukleotida, menghambat replikasi, atau menghentikan transkripsi. Antibakteri berikatan sangat kuat pada enzim DNA Dependent RNA Polymerase bakteri, sehingga menghambat sintesis RNA bakteri. Resistensi pada antibakteri ini dapat terjadi akibat perubahan pada RNA polymerase akibat mutasi kromosom yang sangat sering terjadi.

d. Penghambatan terhadap sintesis protein

Menurut Febrianasari (2018 hlm 23-24) mengatakan “DNA, RNA, dan protein yang memegang peranan penting dalam proses kehidupan normal sel. Hal ini berarti gangguan apapun yang terjadi pada pembentukan atau pada fungsi zat-zat tersebut dapat mengakibatkan kerusakan total pada sel (Kebanyakan obat menghambat translasi atau sintesis protein, bereaksi dengan ribosom mRNA”. Pada prinsipnya bahwa mekanisme kerjanya antara lain dengan menghalangi terikatnya

RNA pada tempat spesifik ribosom, selama pemanjangan rantai peptida. Ribosom eukariotik berbeda dalam ukuran dan struktur dari prokariotik, sehingga menyebabkan aksi yang selektif terhadap bakteri. Bakteri memiliki 70s ribosom, sedangkan sel mamalia mempunyai 80s ribosom. Subunit masing-masing tipe ribosom, komposisi kimia, dan spesifikasi fungsinya berbeda. Febrianasari (2018 hlm 23-24). Perbedaan tersebut dapat untuk menerangkan mengapa antibakteri dapat menghambat sintesis protein dalam ribosom bakteri tanpa berpengaruh pada ribosom mamalia.

E. Ekstrak dan ekstraksi

1. Pengertian Ekstrak

Menurut Depkes RI (2000) mengatakan bahwa “ekstrak adalah larutan kental yang didapatkan dengan cara mengekstraksi zat aktif dari bahan alami”. Dalam penelitian ini bahan alami yang digunakan yaitu ekstrak daun pandan wangi dengan menggunakan pelarut yang sesuai, setelah itu serbuk tanaman yang sudah dilarutkan dengan pelarut akan diuapkan sampai memenuhi standar yang sudah ditetapkan.

2. Faktor yang Mempengaruhi Mutu Ekstrak

Menurut Febrianasari (2018. Hlm. 25) mengatakan bahwa faktor yang dapat mempengaruhi mutu ekstrak yang telah dibuat menurut yaitu sebagai berikut:

a. Faktor Biologi

Identitas tanaman itu sendiri seperti asal tumbuhan, jenis tumbuhan yang akan digunakan, umur tumbuhan, bagian yang digunakan pada tanaman, lokasi tumbuhan, periode pemanenan, penyimpanan bahan. Semua faktor yang telah dijelaskan diatas akan mempengaruhi mutu ekstrak yang digunakan.

b. Faktor Kimia

Kandungan kimia pada bahan yang digunakan antara lain zat aktif yang terkandung pada bahan yang digunakan, kadar rata-rata total dari senyawa aktif, kualitas ekstrak juga dipengaruhi oleh bahan tambahan seperti larutan yang digunakan pada saat melakukan ekstraksi.

3. Pengertian Ekstraksi

Menurut Dirjen POM (1986 dalam (Nugrahawati, 2016 .hlm.1-79) mengatakan “Ekstraksi adalah proses melarutkan senyawa kimia pada sampel yang digunakan dengan pelarut yang sesuai”. Selain itu Mukhriani,(2014.hlm 361-367) mengatakan bahwa ekstraksi adalah proses pemisahan antara bahan dengan pelarut yang sudah sesuai. Prinsip ekstraksi yaitu menyeimbangkan konsentrasi senyawa dalam pelarut dan konsentrasi yang berada dalam sel suatu tanaman. Setelah kedua konsentrasi seimbang maka proses ekstraksi dihentikan dan dilanjutkan dengan proses penyaringan untuk memisahkan pelarut dengan sampel.

4. Macam-Macam Ekstraksi

Menurut Mukhriani,(2014.hlm. 361–367) mengatakan bahwa terdapat beberapa jenis metode ekstraksi yang dapat digunakan yaitu sebagai berikut:

a. Maserasi

Metode ini dilakukan dengan cara melarutkan serbuk tanaman atau serbuk sampel dengan menggunakan pelarut yang sesuai kedalam wadah, lalu kemudian ditutup rapat pada suhu kamar. Proses ekstraksi akan dikatakan selesai apabila sudah tercapai kesetimbangan antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dengan konsentrasi dalam sel tanaman. Selanjutnya pelarut dipisahkan dari sampel dengan penyaringan sebanyak minimal 3 kali.

b. Ultrasound-Assisted Solvent Extraction

Merupakan metode maserasi dengan memodifikasi yaitu dengan menggunakan bantuan ultrasound (sinyal dengan frekuensi yang tinggi, yaitu 20 kHz). Wadah berisi serbuk tanaman atau serbuk sampel ditempatkan dalam wadah ultrasonic dan ultrasound.

c. Perlokasi

Dalam metode ini, serbuk tanaman atau serbuk sampel dibasahi dengan cara perlahan-lahan dalam perlokator yaitu wadah yang berbentuk silinder yang dilengkapi dengan kran pada bagian bawahnya. Pelarut akan ditambahkan

pada bagian atas serbuk sampel dan dibiarkan menetas perlahan pada bagian bawah.

d. Soxhlet

Pada metode ini dilakukan dengan menempatkan serbuk sampel didalam sarung selulosa atau dapat menggunakan kertas saring dalam klansong yang ditempatkan diatas labu dan dibawah kondensor. Dimasukan pelarut yang sesuai ke dalam labu, kemudian atur suhu penangas di bawah suhu reflux.

e. Refkux dan Destilasi Uap

Pada metode ini, sampel aakan dimasukkan bersama pelarut kedalam labu yang akan dihubungkan ke kondensor. Pelarut akan dipanaskan hingga mencapai titik didih. Uap akan terkondensasi dan kembali ke dalam labu. Destilasi uap memiliki proses yang sama dan biasanya digunakan untuk mengekstraksi minyak esensial (campuran berbagai senyawa menguap) selama pemanasan, uap terkondensasi dan destilat (terpisah senbagai 2 bagian yang tidak saling bercampur) ditampungdalam wadah yang terhubung dengan kondensor.

5. Cara Ekstraksi

Ekstrak yang digunakan adalah ekstrak induk dengan proses pembuatan sebagai berikut :

- 1) Daun pandan wangi yang digunakan sebagai ekstrak mulai dari daun ke 4 dari pucuk yang sudah berwarna hijau tua. Kemudian daun tersebut sebanyak 500g dikeringkan dengan paramater ujung daun berubah warna menjadi kekuningan dan daun sudah menjadi kaku.
- 2) Lalu menghaluskan daun pandan yang sudah kering dengan cara diblender
- 3) Setelah daun pandan halus kemudian dimaserasi dengan etanol 96%. Lalu hasil maserasi difiltrasi sampai tiga kali untuk mendapatkan ekstrak induk.

F. Metode Difusi Agar

Pada penelitian ini, ekstrak akan diuji daya hambatnya dengan menggunakan difusi cakram (metode difusi).

1. Pengertian Metode Difusi

Pada prinsipnya Metode difusi agar merupakan metode pengujian antibakteri yang didasarkan pada kemampuan difusi zat antimikroba dalam lempeng agar yang telah diinokulasikan dengan mikroba uji (Prayoga, 2004.hlm. 361–403). Kamila (2019.hlm 21.) mengatakan bahwa metode difusi agar mempunyai cara kerja dengan mengamati zona bening, yang mengindikasikan adanya hambatan pertumbuhan mikroorganisme oleh antimikroba pada permukaan media agar.

2. Jenis-jenis Metode Difusi

a. Metode Parit

Pada prinsipnya metode parit dilakukan dengan cara dibuat sebanding parit pada lempeng agar yang telah diinokulasikan dengan bakteri yang akan diuji. Kemudian parit tersebut akan diisi oleh zat antimikroba, selanjutnya diinkubasi. Hasil pengamatan yang diperoleh ada tidaknya zona hambat pada daerah parit (Kamila,2019 hlm 21-22).

b. Metode Cakram

Menurut Kamila (2019 hlm 21) mengatakan “Metode cakram digunakan untuk menentukan tingkat kepekaan kuman terhadap berbagai macam obat-obatan. Pada metode ini menggunakan suatu cakram paper disc yang berfungsi untuk tempat menampung zat antimikroba”. Cakram yang telah mengandung zat antibiotic diletakkan dipermukaan pelat agar yang telah diinokulasikan mikroba yang telah di uji, kemudia diinkubasi,. Dari hasil pengamatan yang diperoleh berupa ada atau tidaknya zona hambat yang terbentuk di sekeliling kertas cakram

Menurut Febrianasari (2018.hlm 24) mengatakan bahwa kriteria kekuatan antibakteri jika:

- a. Diameter zona hambat > 20 mm maka : Daya hambat sangat kuat
- b. Diameter zona hambat 10mm - 20 mm maka : Daya hambat kuat

c. Diameter zona hambat 5 mm - 10 mm maka : Daya hambat sedang

d. Diameter zona hambat 0 mm - 5 mm maka : Daya hambat lemah

G. Hasil Penelitian Terdahulu

Tabel 2.2 Hasil Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Keterangan
1	Diah Ariana (2017)	Uji Antibakteri Perasan Daun Pandan Wangi (<i>Pandanus amarillyfolius</i> Roxb. Terhadap <i>Shigella dysentriae</i>)	Antibakteri pada perasan daun pandan terhadap <i>Shigella dysentriae</i> yang memperoleh hasil yaitu didapatkan rata-rata jumlah koloni <i>Shigella dysentriae</i> dengan konsentrai 50% (tidak ada pertumbuhan), dan 100% (tidak ada pertumbuhan).	Prodi D3 Analisis Kesehatan, FIK Universitas Muhammadiyah Surabaya
2.	Priska Nancy Claudia Bali, Ahmad Raif, dan Setia Budi	Uji Efektivitas Daun Pandan Wangi (<i>Pandanus amarillyfolius</i> Roxb.) sebagai antibakteri terhadap <i>Salmonella typhi</i>	Ekstrak daun pandan wangi mempunyai efektivitas antibakteri terhadap bakteri <i>Salmonella typhi</i> dengan rata-rata	Fakultas Kedokteran, Universitas Prima Indonesia

	(2019)		diameter zona hambat yang terjadi sebesar 11,6 mm; 14 mm; 14,3 mm; 15,3 mm.	
--	--------	--	---	--

Keterkaitan penelitian terdahulu dengan judul penulis yaitu kesamaan pada penggunaan bahan antibakteri, yaitu daun pandan wangi. Bagi penulis penelitian terdahulu menjadi acuan untuk mencoba antibakteri yang sama terhadap subjek yang berbeda. Pada penelitian ini akan di uji cobakan ekstrak daun pandan wangi terhadap bakteri *Escherichia coli*. Pada metode penelitian ini yang dipakai yaitu metode eksperimen dan menggunakan desain penelitian RAL. Dalam desain penelitian pada Priska Nancy Claudia Bali (2019), serupa dengan penelitian penulis dalam menggunakan desain penelitian menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap). Namun terdapat perbedaan pada jumlah pengulangan, penulis menggunakan 4 kali pengulangan dengan 7 perlakuan.

H. Kerangka Pemikiran

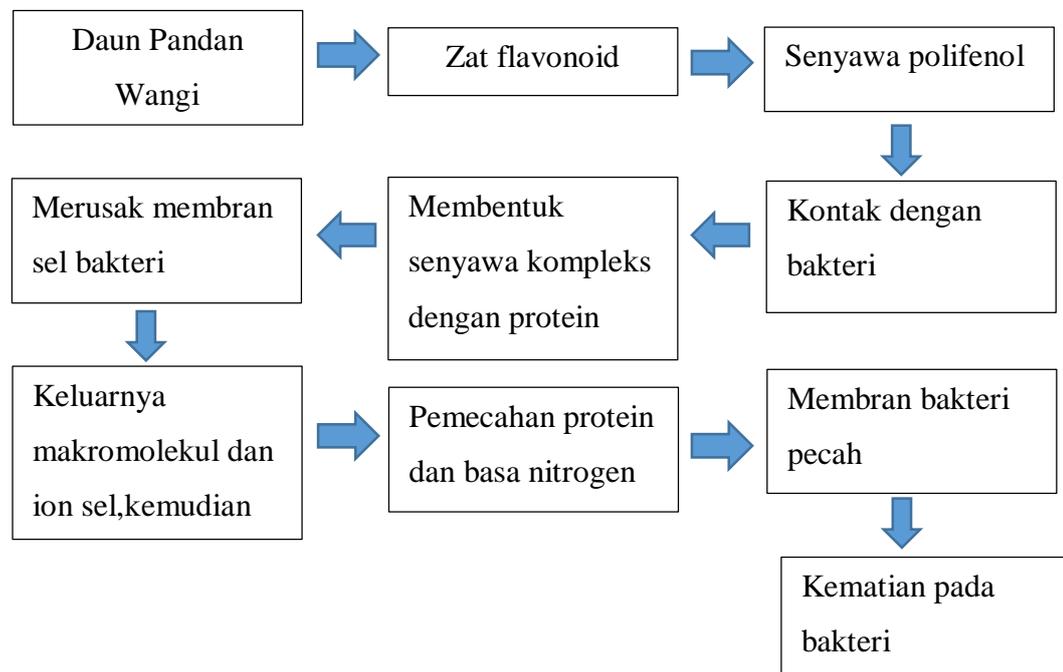
Wahyuni (2018.hlm 243) mengatakan “*Escherichia coli* merupakan bakteri Gram negatif berbentuk batang pendek yang memiliki panjang sekitar 2 μm , diameter 0,7 μm , lebar 0,4-0,7 μm dan bersifat anaerob fakultatif. *E. coli* membentuk koloni yang bundar, cembung, dan halus dengan tepi yang nyata”. Pada prinsipnya *E. coli* akan menjadi patogen jika jumlah bakteri ini dalam saluran pencernaan meningkat atau berada di luar usus. *E. coli* menghasilkan enterotoksin yang menyebabkan beberapa kasus diare. *E. coli* berasosiasi dengan enteropatogenik menghasilkan enterotoksin pada sel epitel (Wahyuni (2018.hlm 243).

Daun pandan wangi memiliki kandungan senyawa yang didalamnya memiliki potensi efektifitas antibakteri yaitu senyawa flavonoida. Kandungan senyawa kimia tersebut dinilai bersifat antibiotik. Pada prinsipnya mekanisme kerja flavonoid sebagai antibakteri yaitu dengan menghambat fungsi membrane sel,

flavonoid membentuk senyawa kompleks dengan protein ekstraseluler yang dapat merusak membrane sel bakteri (Sapara.2016.hlm 14).

Radji (2011.hlm.179-199) menjelaskan tentang mengenai proses kematian pada bakteri yaitu sebagai berikut:

Sitoplasma semua sel hidup dibatasi oleh membran sitoplasma, yang berperan sebagai barrier permeabilitas selektif, memiliki fungsi untuk transpor aktif. Jika fungsi integritas dari membran sitoplasma dirusak akan menyebabkan keluarnya makromolekul dan ion dari sel, kemudian sel rusak atau mengalami kematian antibakteri berikatan dengan membran fosfolipid yang menyebabkan pemecahan protein dan basa nitrogen sehingga menyebabkan pemecahan protein dan basa nitrogen mengakibatkan membran bakteri pecah dan kematian pada bakteri.



I. Asumsi dan Hipotesis

1. Asumsi Penelitian

Asumsi penelitian ini adalah zat flavonoid dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Menurut Sukandar (2008. hlm. 188-190) mengatakan “Daun pandan wangi memiliki Kandungan flavonoid yang dapat bermanfaat sebagai; antioksidan, antiinflamasi, antimikroba atau antibakteri, antifungi”.

2. Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran dan asumsi yang telah dijelaskan di atas maka hipotesis dalam penelitian ini adalah:

“Pemberian ekstrak daun pandan wangi efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* “

J. Keterkaitan Penelitian dengan Pembelajaran Biologi

Pada penelitian uji efektivitas ekstrak daun pandan wangi terhadap bakteri *Escherichia coli* penyebab penyakit diare, menyajikan data hasil uji keefektivan ekstrak daun pandan wangi sebagai antibakteri alami guna mengatasi penyakit diare. Keterkaitan penelitian ini dengan materi pembelajaran biologi yang sesuai dengan silabus pada kurikulum 2013 yaitu pada Kompetensi dasar 3.5 kelas X.

Kompetensi dasar 3.5 mengenai mengidentifikasi struktur, cara hidup, reproduksi dan peran bakteri dalam kehidupan yang didalam terdapat kajian berbagai kasus penyakit akibat bakteri. Penelitian ini mengenai antibakteri daun pandan wangi, dalam materi kompetensi dasar 3.5 dapat dijadikan salah satu contoh penyakit yang disebabkan oleh bakteri serta antibakteri untuk penyakit tersebut.