**BAB II**

**TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1 Tanaman kubis**

Uraian tumbuhan meliputi sistematika tumbuhan, nama daerah, nama asing morfologi tumbuhan dan manfaat tumbuhan.

**2.1.1 Sistematika Tanaman Kubis**

Sistematika dari tumbuhan Daun kubis menurut para ahli adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Subdivisi : Angiospermae

Kelas : Dicotyledonae

Ordo : Papavorales

Famili : Cruciferae (Brassicaceae)

Genus : Brassica

Spesies : *Brassica oleracea* L. (siti,2019).

**2.1.2 Nama Daerah dan Nama Asing Tanaman Kubis**

Kubis atau kol (terdiri dari beberapa kelompok kultivar dari *Brassica oleracea* L.) adalah [tanaman dua tahunan](https://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Tanaman_dua_tahunan&action=edit&redlink=1) hijau atau ungu berdaun, ditanam sebagai [tanaman tahunan](https://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Tanaman_tahunan&action=edit&redlink=1) sayuran untuk kepala padat berdaunnya. Kubis mempunyai nama daerah kol, kobis, kubis telur, kubis krop dan nama asingnya yaitu cabbage.

**2.1.3 Morfologi Tanaman Kubis**

1. **Akar**

Tanaman kubis memiliki akar tunggang dan akar serabut. Akar tunggang tumbuh ke pusat Bumi (ke arah dalam), sedangkan akar serabut tumbuh kearah samping (horizontal), menyebar dan dangkal (20-30 cm) (siti, 2019).

1. **Batang**

Batang tanaman kubis bunga tumbuan pendek tegak (± 30 cm). Batang tersebut berwarna hijau, tebal dan lunak namun cukup kuat. Batang tanaman tidak bercabang, batang tanaman tersebut halus tidak berambut, dan tidak begitu tampak jelas karena tertutup oleh daun - daun (siti, 2019).

1. **Daun**

Daun kubis bunga berbentuk bulat telur (oval) dengan bagian tepi daun bergeri, agak panjang seperti daun tembakau dan membentuk celah - celah yang menyirip agak melengkung ke dalam. Daun tesebut berwarna hijau dan tumbuh berselang - seling pada batang tanaman (siti, 2019).

1. **Bunga**

Bunga tanaman merupakan kumpulan massa bunga yang berjumlah banyak. Bunga tanaman tersebut tersusun dari kuntum - kuntum bunga yang berjumlah dari 5.000 kuntum bunga yang bersatu membentuk bulatan yang tebal serta padat (kompak). Kubis bunga memiliki berat anatara 0,5-1,3 kg dengan diameter 20 cm atau lebih (siti, 2019).

1. **Buah**

Tanaman kubis bunga dapat menghasilkan buah yang mengandung banyak biji. Buah tersebut terbentuk dari hasil penyerbukan sendiri ataupun penyerbukan silang dengan bantuan serangga lebah madu. Buah berbentuk polong, berukuran kecil, dan ramping dengan panjang antara 3-5 cm. Di dalam buah tersebut terdapat biji. Biji - biji tersebut dapat dipergunakan sebagai benih perbanyakan tanaman (siti, 2019).



Gambar 2.1 Daun Kubis *(Brassica oleracea* L*.)*

#### 2.1.4 Manfaat Tanaman Kubis

Kubis dikonsumsi dalam bentuk daun, umbi, bunga, dan krop. Kubis berdaun hijau mengandung vitamin C. Sementara kubis putih sumber vitamin A dan kubis bunga sumber vitamin B. Kubis juga memiliki beberapa manfaat yaitu sebagai berikut:

#### Meningkatkan Kekebalan Tubuh

Vitamin C pada kubis jauh lebih banyak daripada jeruk. Dengan kekayaan vitamin C yang demikian mengonsumsi kubis dapat membantu meningkatkan kekebalan tubuh sehingga kita lebih terlindung dari berbagai infeksi bakteri dan virus di sekitar kita (siti, 2019).

#### Baik untuk Organ Pencernaan

Kandungan serat yang tinggi menjadikan kubis sebagai makanan yang sangat baik bagi kesehatan organ pencernaan. Dimana serat dapat dapat membantu pergerakan usus ketika menyerap makanan sehingga usus tidak perlu bekerja terlalu keras dan menghindarkan dari berbagai gangguan pencernaan seperti sembelit, diare, atau risiko wasir (siti, 2019).

#### Mencegah Kanker

Kubis mengandung antoksidan yang tinggi sehingga dapat mencegah perkembangan radikal bebas di dalam tubuh yang dapat memicu berbagai penyakit berbahaya seperti kanker (siti, 2019).

#### Menurunkan Berat Badan

Bagi yang menjalankan program diet disarankan mengonsumsi makanan- makanan rendah kalori, kaya serat, serta yang mengandung vitamin dan mineral yang dibutuhkan tubuh (siti, 2019).

#### Kesehatan Tulang

Kubis mengandung beberapa mineral penting bagi tubuh seperti magnesium, kalsium, dan potasium yang sangat baik untuk kesehatan tulang sehingga tulang sehat dan terhindar dari berbagai penyakit seperti osteoporosis (siti, 2019).

#### Detoksifikasi

Kubis juga bermafaat sebagai langkah detoksifikasi atau pembuangan zat- zat racun dalam tubuh. Kandungan vitamin C dan sulfur pada kubis menjadikan tubuh lebih sehat dan bersih dari zat-zat beracun (siti, 2019).

#### Membantu Pembentukan Sel Darah

Sel darah merah sangat diperlukan oleh tubuh dalam jumlah cukup agar berbagai fungsinya seperti membawa oksigen ke seluruh tubuh dapat berjalan dengan baik. Hal ini bisa dicapai dengan mengonsumsi makanan yang mengandung zat besi seperti kubis (siti, 2019).

#### 2.1.5 Kandungan Kimia Daun Kubis

Kubis segar mengandung air, protein, lemak, karbohidrat, serat, kalsium, fosfor, besi, natrium, kalium, vitamin (A, C, E, tiamin, riboflavin, nicotinamide), kalsium, dan beta karoten. Sel ain itu juga mengandung senyawa sianohidroksibutena (CHB), sulforafan, dan iberin yang merangsang pembentukan glutation (Dalimartha, 2000). Brassica dan banyak genus Brassicaceae mengandung senyawa glukosinolat yang diubah oleh enzim mirosinase menjadi senyawa yang berasa pahit (mita et al, 2009).

#### 2.1.6 Khasiat dan Kegunaan

Dilaporkan bahwa kubis berkhasiat untuk mengobati pirai (gout, pembengkakan sendi), diare, tuli, dan sakit kepala; lumatan kubis adalah ramuan yang biasa digunakan untuk mengobati keracunan jamur (Vincent, 1998). Selain itu tanaman kubis juga secara tradisional sering digunakan sebagai obat gatal 6 akibat jamur Candida (candidiasis), jamur dikulit kepala, tangan dan kaki, kadar kolesterol darah tinggi, radang sendi (artritis), antidotum pada mabuk alkohol (hangover), racun dihati, sulit buang air besar, mencegah tumor membesar, dan meningkatkan produksi ASI (mita et al, 2009).

#### 2.2 Simplisia

Simplisia adalah bentuk jamak dari kata simpleks yang berasal dari kata simple, berarti satu atau sederhana.Istilah simplisia dipakai untuk menyebut bahan- bahan obat alam yang masih berada dalam wujud aslinya atau belum mengalami perubahan bentuk. Simplisia adalah bahan alami yang digunakan untuk obat dan belum mengalami perubahan proses apapun dan kecuali dinyatakn lain umumnya berupa bahan yang telah dikeringkan. Berdasarkan hal itu maka simplisia dibagi menjadi tiga golongan yaitu simplisia nabati, simplisia hewani dan simplisia pelikan/mineral (Gunawan dan Sri, 2010).

**2.2.1 Jenis - Jenis Simplisia**

1. **Simplisia Nabati**

Simplisia Nabati adalah simplisia yang dapat berupa tanaman utuh, bagian tanaman, eksudat tanaman atau gabungan antara ketiganya. Eksudat tanaman adalah isi sel yang secara spontan keluar dari tanaman atau dengan cara tertentu sengaja di keluarkan dari selnya. Eksudat tanaman dapat berupa zat-zat atau bahan- bahan nabati lainnya yang dengan cara tertentu dipisahkan/diisolasi dari tanamannya (Gunawan dan Sri, 2010).

#### Simplisia hewani

Simplisia hewani adalah simplisia berupa hewan utuh atau zat-zat berguna yang dihasilkan oleh hewan dan belum bahan kimia murni. Contohnya adalah minyak ikan dan madu (Gunawan dan Sri, 2010).

#### Simplisia Pelikan atau Mineral

Simplisia pelikan atau mineral adalah simplisia berupa bahan pelikan atau mineral yang belum diolah atau telah dioleh dengan cara sederhana dan belum berupa bahan kimia murni. Contohnya serbuk seng dan serbuk tembaga (Gunawan dan Sri, 2010).

#### 2.2.2 Pembuatan Simplisia

Pada umumnya melalui tahapan yaitu pengumpulan bahan baku, sortasi basah, pencucian, perajangan, pengeringan, sortasi kering, pengepakan, penyimpanan dan pemeriksaan mutu.

#### Pengumpulan Bahan Baku

Kadar senyawa aktif dalam suatu simplisia berbeda-beda antara lain tergantung pada bagian tanaman yang digunakan, umur tanaman atau bagian tanaman saat panen, waktu panen dan lingkungan hidup (Indriaty et al., 2021).

#### Sortasi Basah

Untuk memisahkan kotoran-kotoran atau bahan-bahan asing lainnya dari bahan simplisia. Misalnya pada simplisia yang dibuat dari akar suatu tanaman obat, bahan-bahan asing seperti tanah, kerikil, rumput, batang, daun, akar yang telah rusak, serta kotoran lain harus dibuang. Tanah mengandung bermacam-macam mikroba dalam jumlah yaang tinggi. Oleh karena itu pembersihan simplisia dari tanah yang terikut dapat mengurangi jumlah mikrorba awal (Indriaty et al., 2021).

#### Pencucian

Untuk menghilangkan tanah dan kotoran lain yang melekat pada bahan simplisia. Pencucian dilakukan dengan air bersih misalnya dari mata air, air sumur atau air PAM. Simplisia yang mengandung zat yang mudah larut di dalam air yang mengalir, pencucian agar dilakukan dalam waktu yang sesingkat mungkin. Pencucian sayur-sayuran satu kali dapat menghasilkan 25% dari jumlah mikroba awal, jika dilakukan pencucian sebanyak tiga kali, jumlah mikroba yang tertinggal haanya 42% dari jumlah mikroba awal. Pencucian tidak dapat membersihkan simplisia dari semua mikroba karena air pencucian yang digunakan biasanya mengandung juga jumlah mikroba (Indriaty et al., 2021).

#### Perajangan

Beberapa jenis bahan simplisia perlu mengalami proses perajangan. Perajangan bahan simplisia dilakukan untuk mempermudah proses pengeringan, pengepakan dan penggilingan. Perajangan dapat dilakukan dengan pisau, dengan alat mesin perajang khusus sehingga diperoleh irisan tipis atau potongan dengan ukuran yang dikehendaki. Semakin tipis bahan yang dikeringkan, semakin cepat penguapann air, sehingga mempercepat waktu pengeringan. Akan tetapi irisan yang terlalu tipis juga dapat menyebabkan berkurangnya atau hilagnya zat yang berkhasiat yang mudah menguap, sehingga mempengaruhi komposisi bau dan rasa yang diinginkan (Indriaty et al., 2021).

#### Pengeringan

Tujuan pengeringan adalah untuk mendapatkan simplisia yang tidak mudah rusak sehingga dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama. Dengan mengurangi kadar air dan menghentikan reaksi enzimatik akan dicegah penurunan mutu atau perusakan simplisia. Pengeringan simplisia dilakukan dengan menggunakan sinar matahari atau menggunakan suatu alat pengering. Hal-hal yang perlu diperhatikan selama proses pengeringan adalah suhu ppengeringan. Kelembaban udara, aliran udara, waktu pengeringan dan luas permukaan bahan. Pada pengeringan bahan simplisia tidak dianjurkan menggunakan alat dari plastik (Indriaty et al., 2021).

#### Sortasi Kering

Tujuan sortasi untuk memisahkan benda-benda asing seperti bagian-bagian tanaman yang tidak diinginkan atau pengotoran-pengotoran lainnya yang masih ada dan tertinggal pada simplisia kering (Indriaty et al., 2021).

#### Pengepakan

Tujuannya untuk melindungi agar simplisia tidak rusak atau berubah mutunya, karena beberapa faktor baik dari dalam maupun dari luar (Indriaty et al., 2021).

#### Pemeriksaan Mutu

Simplisia harus memenuhi persyaratan umum yaitu simplisia harus memenuhi persyaratan air yang tepat tidak berubah warna dan bau, serta tidak terserang serangga (Indriaty et al., 2021).

#### 2.3 Skrining Fitokimia

Skrining fitokimia merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan senyawa metabolit sekunder suatu bahan alam. Skrining fitokimia merupakan tahap pendahuluan yang dapat memberikan gambaran mengenai kadnungan senyawa tertentu dalam bahan alam yang akan diteliti. Skrining fitokimia dapat dilakukan, baik secara kualitatif, semi kuantitatif, maupun kuantitatif sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Metode skrining fitokimia secara kualitatif dapat dilakukan melalui reaksi warna dengan menggunakan suatu pereaksi tertentu. Hal penting yang mempengaruhi dalam proses skrining fitokimia adalah pemilihan pelarut dan metode ekstraksi. Pelarut yang tidak sesuai memungkinkan senyawa aktif yang diinginkan tidak dapat tertarik secara baik dan sempurna (Vifta dan Yustisia, 2018)

**2.4 Uraian Senyawa Kimia Tumbuhan**

**2.4.1 Metabolit Primer**

Senyawa metabolit primer adalah senyawa yang dihasilkan oleh makhluk hidup yang bersifat esensial pada proses metabolisme sel dan keseluruhan proses sintesis dan perombakan zat-zat ini yang dilakukan oleh organisme untuk kelangsungan hidupnya. Senyawa metabolit primer terdiri dari karbohidrat, protein dan lemak (Wahidah et al.,2017)

**2.4.2 Metabolit sekunder**

Metabolit sekunder merupakan senyawa kimia yang diproduksi oleh tanaman dalam bentuk yang tidak sama antara satu spesies dengan yang lainnya. metabolit sekunder tidak berperan langsung untuk pertumbuhan tanaman (Nofiani, 2008). Namun, metabolit sekunder biasanya bermanfaat untuk perkembangan dan pertahanan tanaman karena metabolit sekunder umumnya bersifat racun bagi hewan (Hersila et al., 2023).

**2.4.3 Alkaloid**

Alkaloid adalah suatu golongan senyawa yang tersebar luas hampir pada semua jenis tumbuhan. Semua alkaloid mengandung paling sedikit satu atom nitrogen yang bersifat basa dan membentuk cincin heterosiklik Alkaloid dapat ditemukan pada biji, daun, ranting dan kulit kayu dari tumbuh-tumbuhan (Silla,2020).

#### 2.4.4 Flavonoid

Flavonoid merupakan senyawa metabolit sekunder dengan struktur fenolik yang bervariasi dan dapat ditemukan dalam buah - buahan, sayuran, biji - bijian, kulit kayu, akar, batang, bunga, teh dan anggur. Flavonoid terkenal dengan efek menguntungkannya bagi kesehatan dan upaya sedang dilakukan untuk mengisolasi bahan yang disebut flavonoid. Flavonoid sekarang dianggap sebagai komponen yang sangat diperlukan dalam berbagai aplikasi nutrasetikal, farmasi, obat - obatan dan kosmetik. Hal ini karena flavonoid memiliki sifat antioksidan, anti-inflamasi, anti-mutagenik dan anti-karsinogenik (khoirunnisa et al., 2019).

#### 2.4.5 Saponin

Saponin adalah suatu glikosida yang sangat banyak ditemukan pada bagian tumbuhan, dimana struktur kimianya terdiri atas glikon dan aglikon. Bagian aglikon merupakan sapogenin sedangkan bagian glikon terdiri dari glukosa, fruktosa, dan jenis gula lainnya. Saponin memiliki berbagai manfaat dalam bidang kesehatan, antara lain mampu mengurangi konsentrasi kolestrol dalam darah (Raju & Benjakul, 2020), memiliki aktivitas antioksidan yang tingi, serta berfungsi sebagai senyawa antistress dan antipenuaan (khafid et al., 2023).

#### 2.4.6 Tannin

Tanin adalah senyawa polifenol dengan gugus hidroksil yang kompleks dan mempunyai bentuk yang beragam dengan berat molekul tinggi sekitar 500 hingga

20.000 Da.Tanin merupakan jenis senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada tanaman dan disintesis oleh tanaman itu sendiri (Hersila et al., 2023).

#### 2.4.7 Steroid

Steroid adalah golongan triterpenoid yang mengandung inti siklopentana perhidrofenantrena, yang terdiri dari tiga cincin sikloheksana dan satu cincin siklopentana. Steroid memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan garam, mengendalikan metabolisme dan meningkatkan fungsi organ seksual dan perbedaan fungsi biologis lainnya antara jenis kelamin. Steroid pada tanaman telah menunjukkan efek penurun kolesterol dan anti kanker (Nola et al., 2021).

#### 2.4.8 Glikosida

Glikosida merupakan suatu senyawa metabolit sekunder yang berikatan dengan senyawa gula melalui ikatan glikosida. Kata glikosida memiliki makna, yaitu suatu karbohidrat atau gula yang umumnya bersifat oksidator yang disebut dengan glikon. Sedangkan bukan gula disebut sebagai aglikon. Glikosida adalah senyawa alami yang terdiri dari dua bagian yaitu bagian karbohidrat dan bagian bukan karbohidrat. Glikosida triterpenoid, steroid, dan flavonoid merupakan bagian glikosida bukan karbohidrat yang paling banyak ditemukan (Ravelliani et al, 2021).

#### 2.5 Definisi Rambut

Rambut merupakan tambahan pada kulit kepala yang memberikan kehangatan, perlindungan dan keindahan. Rambut juga terdapat diseluruh tubuh,kecuali telapak tangan,telapak kaki dan bibir. Jenis-jenis kosmetik yang digunakan pada kulit kepala yaitu dalam bentuk sediaan hair tonic,gel penumbuh rambut,pelembab rambut,masker rambut dan sampo (Nurhikmah et al., 2018). Rambut merupakan bagian dari kulit manusia seperti kuku tetapi tumbuh menjadi bagian terpisah dari kulit yang berfungsi sebagai perlindungan tubuh dari lingkungan. Rambut manusia rata-rata memiliki sekitar 100.000 folikel di dalamnya yang menjalankan fungsi pengaturan pertumbuhan dan diferensiasi epithelial serta siklus pertumbuhan rambut 5,6. Namun, belakangan kerontokan rambut/alopesia menjadi masalah yang sering terjadi pada sebagian besar masyarakat. Berbagai faktor dapat menjadi penyebab kerontokan rambut, seperti gangguan hormon, usia, kehamilan, konsumsi obat, paparan sinar matahari secara terus-menerus, ataupun gaya hidup (Pravitasari et al., 2021).

#### 2.6 Definisi Ketombe

Ketombe adalah kondisi kulit dimana terjadi pengelupasan sel - sel kulit mati yang berlebihan, pada umumnya berbentuk serpihan berwarna putih atau kekuningan. Ketombe dapat terjadi di alis dan kulit kepala, namun umumnya terjadi di kulit kepala. Ketombe merupakan salah satu permasalahan kulit yang sering terjadi di masyarakat. Beberapa penelitian telah menunjukkan prevalensi penderita ketombe di dunia yakni mencapai 50% dari keseluruhan populasi. Ketombe dapat dialami oleh laki-laki maupun perempuan (Widowati et al., 2020).

#### 2.6.1 Faktor Penyebab Ketombe

Penyebab ketombe dapat berupa sekresi kelenjar keringat yang berlebihan atau adanya peranan mikroorganisme di kulit kepala yang menghasilkan suatu metabolit yang dapat menginduksi terbentuknya ketombe di kulit kepala Mikroorganisme yang diduga sebagai penyebab utama ketombe adalah Pityrosporum ovale (P.Ovale) atau Malassezia furfur (Nurhikma et al., 2018).

#### 2.7 Ekstrak

Ekstrak adalah sediaan cair, kental atau kering yang merupakan hasil proses ekstraksi atau penyarian suatu matriks atau simplisia menurut cara yang sesuai.ekstrak cair diperolah dari ekstraksi yang maih mengandung sebagian besar cairan penyari. Ekstrak kental akan didapat apabila sebagian besar penyari sudah diuapkan, sedangkan ekstrak kering akan diperoleh jika sudah tidak mengandung cairan penyari (Hanani, 2015).

#### 2.7.1 Definisi Ekstraksi

Ekstraksi atau penyarian merupakan proses pemisahan senyawa dari matriks atau simplisia dengan menggunkan pelarut yang sesuai. Metode ekstraksi yang digunakan tergantung pada jenis, sifat fisik, dan sifat kimia kandungan senyawa yang akan diekstraksi. Pelarut yang digunakan tergantung pada polaritas senyawa yang akan disari, mulai dari yang bersifat non polar hingga polar. Beberapa metode ekstraksi yang umum digunakan antara lain maserasi,perkolasi, refluks, sokletasi, infusa,dekok, destilasi (Hanani,2015).

#### 2.7.2 Ekstraksi Cara Dingin

Metoda ini artinya tidak ada proses pemanasan selama proses ekstraksi berlangsung, tujuannya untuk menghindari rusaknya senyawa yang dimaksud rusak karena pemanasanan. Jenis ekstraksi dingin adalah maserasi dan perkolasi. (Sudarwati et al., 2019).

#### 2.7.3 Ekstraksi Cara Panas

Metoda ini pastinya melibatkan panas dalam prosesnya. Dengan adanya panas secara otomatis akan mempercepat proses penyarian dibandingkan cara dingin, refluks, sokletasi, infusa,dekok, destilasi (Sudarwati et al., 2019).

#### 2.7.4 Jenis - Jenis Metode Ekstraksi

Berikut merupakan jenis-jenis dari metode ekstraksi:

#### Maserasi

Maserasi merupakan cara penyarian yang sederhana. Maserasi dilakukan dengan cara merendam serbuk simplisia dalam cairan penyari. Cairan penyari akan menembus dinding sel dan masuk ke dalam rongga sel yang mengandung zat aktif, zat aktif akan larut dengan karena adanya perbedaan konsentrasi antara larutan zat aktif di dalam sel dengan yang di luar sel, maka larutan yang terpekat didesak keluar. Peristiwa tersebut berulang sehingga terjadi keseimbangan konsentrasi antara larutan di luar sel dan di dalam sel (Sudarwati et al., 2019).

#### Perkolasi

Perkolasi adalah proses penyarian simplisia dengan jalan melewatkan pelarut yang sesuai secara lambat pada simplisia dalam suatu percolator. Perkolasi bertujuan supaya zat berkhasiat tertarik seluruhnya dan biasanya dilakukan untuk zat berkhasiat yang tahan ataupun tidak tahan pemanasan. Cairan penyari dialirkan dari atas ke bawah melalui serbuk tersebut, cairan penyari akan melarutkan zat aktif sel-sel yang dilalui sampai mencapai keadaan jenuh (Sudarwati et al., 2019).

#### Reflux

Salah satu metode sintesis senyawa anorganik adalah refluks, metode ini digunakan apabila dalam sintesis tersebut menggunakan pelarut yang volatil. Pada kondisi ini jika dilakukan pemanasan biasa maka pelarut akan menguap sebelum reaksi berjalan sampai selesai. Prinsip dari metode refluks adalah pelarut volatil yang digunakan akan menguap pada suhu tinggi, namun akan didinginkan dengan kondensor sehingga pelarut yang tadinya dalam bentuk uap akan mengembun pada kondensor dan turun lagi ke dalam wadah reaksi sehingga pelarut akan tetap ada selama reaksi berlangsung (Sudarwati et al., 2019).

#### Sokletasi

Sokletasi adalah suatu metode atau proses pemisahan suatu komponen yang terdapat dalam zat padat dengan cara penyaringan berulang-ulang dengan menggunakan pelarut tertentu, sehingga semua komponen yang diinginkan akan terisolasi (Sudarwati et al., 2019).

#### Infusa

Infusdasi merupakan metode ekstraksi dengan pelarut air. Pada waktu proses infusdasi berlangsung,temperatur pelarut air harus mencapai suhu 90ºC selama 15 menit (Sudarwati et al., 2019).

#### Dekok

Dekok adalah cara ekstraksi yang mirip dengan infusa, hanya saja waktu ekstraksinya lebih lama yaitu 30 menit dan suhunya mencapai titik didih air (Hanani, 2015).

#### Destilasi (penyulingan)

Destilasi merupakan cara ekstraksi untuk menarik atau menyari senyawa yang ikut menguap dengan air sebagai pelarut. Pada proses pendinginan, senyawa dan uap air akan terkondensasi dan terpisah menjasi destilat air dan senyawa yang diekstraksi. Cara ini umum digunakan untuk menyari minyak atsiri dari tumbuhan (Hanani,2015).

#### 2.8 Definisi Jamur

Jamur adalah organisme eukariotik, jamur berbeda dari tanaman karena tidak memiliki klorofil. Terdapat jamur makroskopis (mushroom) atau mikroskopis (kapang dan ragi). Hanya beberapa spesies jamur yang menyebabkan penyakit pada manusia. Jamur bersifat tidak motil, mereka dapat tumbuh sebagai sel tunggal (ragi) atau struktur berfilamen (miselia), yang bagian diantaranya membentuk cabang (Elliot et al.,2013).

#### 2.8.1 Aktivitas Jamur

Pengukuran aktivitas antibakteri atau jamur dapat dilakukan dengan metode in vitro. Hal ini dilakukan untuk menentukan kemampuan suatu zat antibakteri atau jamur dalam larutan, konsentrasi suatu zat antibakteri atau jamur terhadap cairan badan dan jaringan, dan kepekaan suatu bakteri atau jamur terhadap konsentrasi yang dipaparkan. Penentuan sensitivitas bakteri atau jamur terhadap antibakteri atau jamur dapat dilakukan dengan metode difusi dan dilusi (Choi dkk, 2006 ; Jenie, 2003 dalam Harti dkk, 2012).

Antijamur merupakan zat berkhasiat yang digunakan untuk penanganan penyakit jamur. Umumnya suatu senyawa dikatakan sebagai zat anti jamur apabila senyawa tersebut mampu menghambat pertumbuhan jamur (Siswandono, 2020). Zat anti jamur bekerja menurut salah satu dari berbagai cara, antara lain menyebabkan kerusakan dinding sel, perubahan permeabilitas sel, perubahan molekul protein dan asam nukleat, penghambatan kerja enzim, atau penghambatan sintesis asam nukleat dan protein. Kerusakan pada salah satu situs ini dapat mengawali terjadinya perubahan-perubahan yang menuju pada matinya sel tersebut (Pelezar dan Chan, 1998).

1. Kerusakan pada dinding sel Dinding sel merupakan penutup lindung bagi sel lin juga berpartisipasi dalam proses-proses fisiologi tertentu. Strukturnya dapat dirusak dengan cara menghambat pembentukannya atau mengubah setelah selesai terbentuk (Pelezar dan Chan, 1988).
2. Perubahan permeabilitas sel Membran sitoplasma mempertahankan bahan- bahan tertentu di dalam sel serta secara selektif mengatur aliran keluar- masuknya zat antara sel dengan lingkungan luarnya. Membran memelihara integritas komponen-komponen seluler. Membran ini juga merupakan situs beberapa reaksi enzim. Kerusakan pada membran ini akan mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan sel atau matinya sel (Pelezar dan Chan, 1988).
3. Perubahan molekul protein dan asam nukleat Hidupnya suatu sel bergantung pada terpeliharanya molekul-molekul protein dan asam nukleat pada membran alamiahnya. Suatu kondisi atau substansi yang mengubah keadaan ini yaitu mendenaturasikan protein dan asam-asam nukleat dapat merusak sel tanpa dapat diperbaiki kembali. Suhu tinggi dan konsentrasi pekat beberapa zat kimia dapat mengakibatkan koagulasi (denaturasi) ireversibel (tak dapat balik) komponen- komponen seluler yang vital ini (Pelezar dan Chan, 1988).
4. Penghambatan kerja enzim Setiap enzim dari beratus-ratus enzim berbeda-beda yang ada di dalam sel merupakan sasaran potensial bagi bekerjanya suatu penghambat. Banyaknya zat kimia telah diketahui dapat mengganggu reaksi biokimia. Penghambatan ini dapat mengakibatkan terganggunya metabolisme atau matinya sel (Pelezar dan Chan, 1988)
5. Penghambatan sintesis asam nukleat dan protein DNA, RNA dan protein memegang peranan sangat penting di dalam proses kehidupan normal sel. Hal ini berarti bahwa gangguan apapun yang terjadi pada pembentukan atau pada fungsi zat-zat tersebut dapat mengakibatkan kerusakan total pada sel (Pelezar dan Chan, 1988).

#### 2.8.2 Mekanisme Kerja Zat Antijamur

Zat antijamur dalam melakukan efeknya, harus dapat mempengaruhi bagian- bagian vital sel seperti membran sel, enzim-enzim dan protein struktural. Mekanisme antijamur dapat dikelompokkan menjadi (Siswandono dan Soekardjo, 1995):

1. Gangguan pada membran sel

Gangguan ini terjadi karena adanya ergosterol dalam sel jamur. Ergosterol adalah komponen sterol yang sangat penting sangat mudah diserang oleh antibiotik turunan polien. Kompleks polien-ergosterol yang terjadi dapat membentuk suatu pori dan melalui pori tersebut konstituen esensial sel jamur seperti ion K, fosfat anorganik, asam karboksilat, asam amino dan ester fosfat bocor keluar hingga menyebabkan kematian sel jamur. Contoh: Nistatin, Amfoterisin B dan Kandisidin.

1. Penghambatan biosintesis ergosterol dalam sel jamur

Mekanisme ini merupakan mekanisme yang disebabkan oleh senyawa turunan imidazol karena mampu menimbulkan ketidakteraturan membran sitoplasma jamur dengan cara mengubah permeabilitas membran dan mengubah fungsi membran dalam proses pengangkutan senyawa-senyawa essensial yang dapat menyebabkan ketidakseimbangan metabolik sehingga menghambat pertumbuhan atau menimbulkan kematian sel jamur. Contoh: Ketokonazol, Klortimazol, Mikonazol, Bifonazol.

1. Penghambatan sintesis asam nukleat dan protein jamur

Mekanisme ini merupakan mekanisme yang disebabkan oleh senyawa turunan pirimidin. Efek antijamur terjadi karena senyawa turunan pirimidin mampu mengalami metabolisme dalam sel jamur menjadi suatu antimetabolik. Metabolit antagonis tersebut kemudian bergabung dengan asam ribonukleat dan kemudian menghambat sintesis asam nukleat dan protein jamur.

1. Penghambatan mitosis jamur

Efek antijamur ini terjadi karena adanya senyawa antibiotik Griseofulvin yang mampu mengikat protein mikrotubuli dalam sel, kemudian merusak struktur spindle mitotic dan menghentikan glikometafase pembelahan sel jamur.

### 2.9 KHM

Dalam mikrobiologi, konsentrasi hambat minimum (MIC) adalah konsentrasi terendah suatu zat kimia, biasanya obat, yang mencegah pertumbuhan bakteri atau jamur yang terlihat secara in vitro. Pengujian MIC dilakukan di laboratorium diagnostik (Magreault S et al, 2010) dan penemuan obat (Pfaller MA, et al 2010). Nilai MIC memberikan ukuran kuantitatif potensi antimikroba ekstrak atau senyawa . Semakin rendah MIC, semakin kuat antimikroba nya. Ketika data toksisitas in vitro tersedia, MIC juga dapat digunakan untuk menghitung nilai indeks selektivitas, ukuran toksisitas dari target ke target (Cushnie TP, 2020).

MIC ditentukan dengan menyiapkan serangkaian pengenceran bahan kimia, menambahkan agar atau kaldu, kemudian menginokulasi dengan bakteri atau jamur, dan menginkubasi pada suhu yang sesuai. Nilai yang diperoleh sebagian besar bergantung pada kerentanan mikroorganisme dan potensi antimikroba bahan kimia, tetapi variabel lain juga dapat mempengaruhi hasil. [5] MIC sering dinyatakan dalam mikrogram per mililiter (μg/mL) atau milligram per liter (mg/L).

Di laboratorium diagnostik, hasil uji MIC digunakan untuk menilai kerentanan mikroba. Penilaian ini ditetapkan berdasarkan nilai yang disepakati yang disebut breakpoint. Breakpoint diterbitkan oleh organisasi pengembangan standar seperti US Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI), British Society for Antimicrobial Chemotherapy (BSAC), dan European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST) (Humphries R et al 2021, Andrews JM et al 2001).

Tujuan pengukuran MIC dan penilaian mikroba adalah untuk memungkinkan dokter meresepkan pengobatan antimikroba yang paling tepat. Langkah pertama dalam penemuan obat sering kali adalah pengukuran MIC dari ekstrak biologis , senyawa yang diisolasi atau perpustakaan kimia besar terhadap bakteri dan jamur yang diinginkan (Turnidge JD et al 2003, O'Neill AJ et al 2004).

### 2.10 KBM

Konsentrasi bunuh minimum, konsentrasi bakterisidal minimum, atau KBM (bahasa Inggris: minimum bactericidal concentration, MBC) adalah konsentrasi terendah dari suatu agen antibakteri yang diperlukan untuk membunuh bakteri tertentu (Amyes S et al 1996). KBM dapat ditentukan dari uji konsentrasi hambat minimum (KHM) pengenceran kaldu dengan melakukan subkultur pada lempeng agar yang tidak mengandung agen uji. KBM diidentifikasi dengan menentukan konsentrasi agen antibakteri terendah yang mengurangi viabilitas inokulum bakteri awal sebesar ≥99,9% (Arthur L. Barry et. al.1999).

KBM bersifat komplementer terhadap KHM; uji KHM menunjukkan tingkat agen antimikroba terendah yang menghambat pertumbuhan, sedangkan KBM menunjukkan tingkat agen antimikroba terendah yang mengakibatkan kematian mikroba. Ini berarti bahwa meskipun KHM tertentu menunjukkan penghambatan, pelapisan bakteri pada agar masih dapat menyebabkan proliferasi organisme karena antimikroba tidak menyebabkan kematian. Agen antibakteri biasanya dianggap sebagai bakterisida jika nilai KBM tidak lebih dari empat kali nilai KHM. Karena uji KBM menggunakan unit pembentuk koloni sebagai ukuran proksi viabilitas bakteri, uji ini dapat dikacaukan oleh agen antibakteri yang menyebabkan agregasi sel bakteri. Contoh agen antibakteri yang melakukan hal ini adalah flavonoid dan peptida (French GL 2006, Cushnie TP et al 2020).

#### 2.11 Metode Pengujian Aktivitas Antijamur

Uji senyawa antijamur adalah uji untuk mengetahui apakah suatu senyawa uji dapat menghambat pertumbuhan jamur dengan mengukur respon pertumbuhan populasi mikroorganisme (jamur) terhadap agen antijamur (Pratiwi, 2008). Beberapa metode uji antijamur di antaranya adalah metode difusi dan metode dilusi. Metode difusi merupakan salah satu metode yang sering digunakan dalam uji antimikroba.

Pengujian aktivitas antijamur dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan metode difusi dan dilusi.

1. Metode difusi

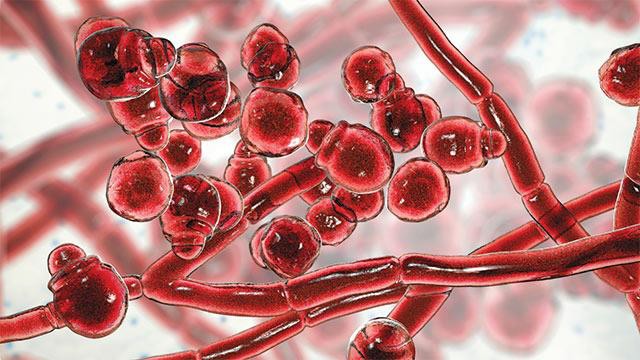
Metode difusi dimana metode ini merupakan menguji daya antibakteri berdasarkan berdifusinya zat mikroba pada media. Metode ini digunakan untuk zat mikroba yang larut dan tidak larut. Metode difusi terdiri dari metode sumuran , silinder atau cakram, dan metode dengan parit. Efektivitas senyawa antimikroba ditandai dengan adanya zona hambat yang terbentuk di sekitar disk setelah di inkubasi. Metode difusi parit dengan membuat parit sepanjang diameter media dan zat uji diletakkan sepanjang parit tersebut, untuk bakterinya diletakkan pada bagian kiri dan kanan parit (Rollando.2019).

1. Metode Dilusi

Metode ini merupakan metode penghambat pada media cair zat antimikroba. Pada metode ini penghambatan dilihat dari kekeruhan larutan dan pada dilusi padat mengamati pada konsentrasi terendah. Metode ini digunakan untuk zat antimikroba yang larut sempurna (Rollando.2019).

#### 2.12 Jamur Malassezia furfur

Malassezia furfur adalah mikroorganisme yang didiagnosis sebagai penyebab ketombe. Malassezia furfur merupakan mikroflora alami pada kulit kepala, namun pada kasus rambut dengan kelenjar sebaceous berlebih, jamur ini dapat tumbuh berlebihan dan dapat menyebabkan ketombe (Azzahra et al., 2023).



**Gambar 2.2**. Jamur *Malassezia furfur*

**2.12.1 Faktor Penyebab Tumbuhnya *Malassezia furfur***

Malassezia furfur, yang merupakan jamur utama penyebab ketombe, dapat tumbuh pada kondisi khusus seperti suhu, kelembapan, kandungan minyak yang tinggi, dan faktor kekebalan tubuh yang rendah (Azzahra et al., 2023).

**2.12.2 Klasifikasi Jamur *Malassezia furfur***

Kerajaan : Fungi

Divisio : Basidiomycota

Kelas : Hymenomycetes

Ordo : Tremellales

Familia : Filobasidiaceae

Genus : Malassezia

Spesies : *Malassezia furfur* (Masruroh,2017).

#### 2.12.3 Morfologi Jamur Malassezia furfur

Nama Malassezia diambil dari nama penemunya Louis Charles Malassez dari Perancis pada akhir abad ke 19. *Malassezia* sp. merupakan flora normal yang terdapat pada mukosa dan kulit. Jamur ini merupakan *Lipophilic yeast* berupa kelompok sel-sel bulat, bertunas, berdinding tebal, hifanya berbatang pendek dan tidak lurus. Pemeriksaan mikroskopis menunjukkan adanya untaian jamur yang terdiri dari spora dan hifa yang saling bergabung satu sama lainnya (Masruroh,2017).

#### 2.12.4 Karakteristik Malassezia furfur

*Malassezia furfur* adalah jamur yang bersifat lipofilik dan memerlukan lipid dalam medium pertumbuhan .Koloni *Malassezia* berwarna putih hingga putih susu atau *cream* dan halus,tumbuh dengan cepat dan matang selama 5 hari pada suhu 30- 37° (Masruroh, 2017).

#### 2.13 Definisi Media

Media merupakan suatu bahan yang terdiri atas campuran nutrisi yang digunakan untuk menumbuhkan mikroorganisme baik dalam mengkultur bakteri, jamur, dan mikroorganisme lain. Suatu media dapat menumbuhkan mikroorganisme dengan baik bila memenuhi persyaratan antara lain kelembapan yang cukup, pH yang sesuai, kadar oksigen baik, media steril dan media harus mengandung semua nutrisi yang mudah digunakan mikroorganisme (Putra et al., 2021).

#### 2.13.1 Jenis- Jenis Media

Menurut bahan yang dipakai dalam pembuatannya, media dapat digolongkan menjadi :

1. Media alami : Media yang komponen pembentuknya terdiri dari bahan-bahan alam, seperti kentang, tauge, daging, nasi, dan lain sebagainya.
2. Media semi sintetik : Media yang bahan pembentuknya terdiri dari campuran bahanbahan alami dan bahan sintetik. Contoh : Agar Tauge, Agar Kentang Dextrosa, dll.
3. Media sintetik : Media yang bahan pembentuknya secara keseluruhan terbuat dari bahan-bahan sintetik. Contoh : Agar Sabouraud, Endo Agar, Agar Czapex Dox, dll (Sujaya,2017).

Menurut bentuknya, media dapat digolongkan menjadi :

1. Media cair : Media yang tidak ditambahkan zat pemadat (agar), sehingga media ini dalam keadaan encer (cair). Contoh : Lactose Broth, Nutrient Broth.
2. Media semi padat : Media yang mengandung bahan yang sama dengan media cair, tetapi ditambah sedikit agar (setengah konsentrasi agar), sehingga menjadi agak padat. Media ini dipakai untuk menumbuhkan mikroba yang banyak memerlukan air dan hidup dalam lingkungan yang anaerob atau anaerob fakultatif. Media ini juga dipakai untuk uji motilitas suatu bakteri.
3. Media padat : Media cair yang ditambahkan dengan agar-agar sehingga menjadi padat. Contoh : Nutrient Agar (NA), Potato Dextrose Agar (PDA), dll (Sujaya,2017).

Menurut kegunaanya, Media digolongkan menjadi:

1. Media umum : Media yang digunakan untuk menumbuhkan satu atau lebih kelompok mikroba secara umum. Contoh : Nutrient Agar (media untuk menumbuhkan kelompok bakteri, Potato Dextrose Agar (media yang dipakai untuk menumbuhkan kelompok jamur, dll.
2. Media pengaya : Media yang dipakai untuk menyuburkan mikroba tertentu sebelum ditumbuhkan pada media yang dipakai dalam penelitian. Contoh: Selenit Broth (untuk menyuburkan pertumbuhan bakteri Salmonella
3. Media selektif : Media yang dipakai untuk menumbuhkan species tertentu dari mikroba, dengan menghambat pertumbuhan species lain yang tidak dikehendaki. Contoh: Media SS Agar(Salmonella dan Shigella Agar) untuk bakteri Salmonella dan Shigella.
4. Media penghitungan : Media yang dipakai untuk menghitung jumlah mikroba suatu bahan. Media ini dapat berupa media media umum dan media selektif (Sujaya,2017).

#### 2.14 Definisi Metode Difusi

Metode difusi adalah metode yang sering digunakan untuk analisis aktivitas antibakteri. Ada 3 cara dari metode difusi yang dapat dilakukan yaitu metode sumuran, metode cakram, dan metode silinder. Prinsip kerja metode difusi adalah terdifusinya senyawa antibakteri ke dalam media padat dimana mikroba uji telah diinokulasikan. Hasil pengamatan yang diperoleh berupa ada atau tidaknya daerah bening yang terbentuk di sekeliling kertas cakram yang menunjukan zona hambat pada pertumbuhan bakteri (Nurhayati et al., 2020).

#### 2.14.1 Jenis-Jenis Metode Difusi

1. **Metode Sumuran**

Metode sumuran dilakukan dengan membuat lubang yang dibuat tegak lurus pada agar padat yang telah diinokulasi dengan bakteri uji. Jumlah dan letak lubang disesuaikan dengan tujuan penelitian, kemudian lubang diisi dengan sampel yang akan diuji. Setelah dilakukan inkubasi, pertumbuhan bakteri diamati untuk melihat ada tidaknya daerah hambatan di sekeliling lubang.Metode sumuran memiliki kelebihan yaitu lebih mudah mengukur luas zona hambat yang terbentuk karena bakteri beraktivitas tidak hanya di permukaan atas nutrien agar tetapi juga sampai ke bawah. Pembuatan sumuran memiliki beberapa kesulitan seperti terdapatnya sisa-sisa agar pada suatu media yang digunakan untuk membuat sumuran, selain itu juga besar kemungkinan media agar retak atau pecah disekitar lokasi sumuran sehingga dapat mengganggu proses peresapan (Halimathussadiah et al., 2021).

#### Metode Cakram

Metode difusi cakram merupakan pengukuran daerah zona bening yang terbentuk di sekitar kertas cakram yang digunakan untuk mengetahui aktivitas antimikroba. Kertas cakram direndam dalam larutan ekstrak kayu manis selama 15 menit dengan tujuan agar ekstrak menyerap secara sempurna kedalam kertas cakram, selanjutnya diletakkan pada media yang telah ditanami oleh bakteri. Pengujian daya hambat bakteri ditandai dengan terbentuknya zona bening pada permukaan media agar Kelebihan dari metode difusi cakram yaitu proses pengujian cepat, biaya relatif murah, mudah dan tidak memerlukan keahlian khusus. Sedangkan kelemahan dari metode ini yaitu sulit untuk diaplikasikan pada mikroorganisme yang perkembangannya lambat dan zona bening yang terbentuk dipengaruhi pada kondisi inkubasi, inokulum serta ketebalan medium (Intan et al., 2021).

#### Metode Silinder

Metode silinder dilakukan dengan cara meletakkan silinder yang terbuat dari alluminiumdi atas media agar yang telah diinokulasi bakteri. Tiap silinder ditempatkan sedemikian rupa sehingga berdiri diatas media agar, kemudian silinder diisi dengan larutan yang akan diuji dan diinkubasi selama 24 jam dan terlihat adanya zona bening di sekitar silinder. Tahap terakhir yaitu uji aktivitas anti bakteri, setelah 24 jam terlihat adanya zona bening disekitar silinder. Zona hambat tersebut kemudian diukur diameternya menggunakan jangka sorong (Kapitan, 2017).

#### 2.15 Definisi Metode Dilusi

Metode dilusi dibagi menjadi 2, yaitu dilusi cair dan padat. Metode dilusi cair digunakan untuk mengukur KHM (kadar hambat minimum) sementara metode dilusi padat digunakan untuk menentukan KBM (kadar bakterisidal minimum). Cara yang dilakukan pada metode dilusi cair adalah dengan membuat seri pengenceran agen antimikroba pada medium cair yang ditambahkan dengan mikroba uji. Metode dilusi padat dilakukan dengan menginokulasi mikroba uji pada media agar yang mengandung agen antimikroba. Keuntungan metode dilusi ini adalah satu konsentrasi agen antimikroba yang diuji dapat digunakan untuk menguji beberapa mikroba uji (arinda et al., 2019).

#### 2.16 Nanopartikel

Nanopartikel didefinisikan sebagai dispersi partikel atau partikel padat yang memiliki kisaran ukuran 1-1000 nm. Bahan aktif atau obat dilarutkan, dijerat, dienkapsulasi, maupun disisipkan ke dalam suatu matriks nanopartikel. Tujuan utama dalam mendesain nanopartikel sebagai sistem penghantaran adalah untuk mengontrol ukuran patikel, sifat permukaan, dan pelepasan bahan aktif untuk mencapai sisi aktif spesifik, melindungi obat dari degradasi, dan mengurangi toksisitas maupun efek samping (Risa et al., 2020).

#### 2.16.1 Keuntungan Nanopartikel

Beberapa keuntungan penggunaan nanopartikel sebagai penghantaran obat, yaitu bersifat biokompatibel dan biodegradable, meningkatkan stabilitas obat, risiko toksisitas rendah, dapat dipreparasi dengan mudah dalam jumlah besar, meningkatkan spesifitas, dan dapat bersifat non-imunogenik dan non-toksik (Yuwanda et al., 2021).

Beberapa kelebihan nanopartikel adalah kemampuan untuk menembus ruang-ruang antar sel yang dapat ditembus oleh partikel koloid. Selain itu,nanopartikel fleksibel untuk dikombinasikan dengan berbagai teknologi lain. Kemampuan ini membuka potensi luas untuk dikembangkan pada berbagai keperluan dan target. Kelebihan lain adalah adanya peningkatan afinitas dari sistem karena peningkatan luas permukaan kontak pada jumlah yang sama (Buzea et al., 2007).

#### 2.16.2 Kekurangan Nanopartikel

Beberapa masalah yang sering muncul pada saat preparasi nanopartikel adalah terjadinya agregasi yang cepat dan ukuran partikel yang tidak sama, sehingga stabilitas dispersi menjadi sulit untuk dikontrol (Martien, 2012). Selain itu, nanopartikel tidak cocok untuk obat dosis besar karena ukurannya yang kecil, nanopartikel dapat menembus bagian tubuh yang tidak diinginkan sehingga menimbulkan efek yang merugikan, misalnya dapat menembus membran inti sel dan menyebabkan kerusakan genetik atau mutasi yang tidak diinginkan (Rawat dkk., 2006).

#### 2.17 Metode Pembuatan Nanokristal

Pembuatan nanopartikel dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu teknologi bottom-up (pembuatan partikel dari larutannya atau presipitasi), dan teknologi top- down (penurunan ukuran partikel yang pada umumnya dengan gaya mekanik) (surya,2018).

#### Teknologi bottom-up

Metode yang telah banyak digunakan adalah presipitasi atau metode hidrosol. Parameter yang harus diperhatikan dalam metode ini adalah kecepatan pengadukan, suhu, perbandingan antara pelarut dengan non pelarut, konsentrasi obat, viskositas, jenis pelarut, dan bahan penstabil yang digunakan. Keuntungan dari metode presipitasi adalah menggunakan peralatan yang sederhana. Kekurangan metode presipitasi yaitu obat harus dapat larut setidaknya dalam satu pelarut dan pelarut tersebut harus dapat bercampur dengan non- pelarut. Keterbatasan metode bottom- up adalah kesulitan saat scale up adanya residu dari pelarut yang digunakan

(surya,2018).



#### Teknologi top-down

Teknologi top-down merupakan metode pembuatan nanopartikel dengan menggunakan gaya mekanik, sehingga mengubah partikel berukuran besar menjadi kecil. Hal yang perlu diperhatikan bila menggunakan metode top-down adalah kekuatan atau keliatan bahan, kekerasan, sifat abrasive, bentuk dan ukuranpartikel, serta sensitivitasnya terhadap suhu (surya,2018)



Metode pembuatan dengan teknologi ini terdiri dari berbagai cara, yaitu :

1. **Pearl Milling (Ball Milling)**

Alat yang digunakan dalam pearl milling terdiri dari wadah dan bola yang bergerak. Pada metode ini obat didispersikan dalam larutan surfaktan kemudian dimasukkan ke dalam alat pearl milling. Keuntungan metode ini adalah teknologi sederhana dan biaya produksi relative murah. Kekurangan metode ini adalah potensi kontaminasi dari bahan milling, durasi proses lama, adanya potensi pertumbuhan kuman pada fase air karena proses pembuatan yang lama (surya,2018).

1. **High Pressure Homogenizer (homogenisasi tekanan tinggi)**

Metode homogenisasi tekanan tinggi dibagi menjadi 2 macam, yaitu piston-gap homogenization dan jet stream arrangement. Metode piston-gap homogenization menghancurkan suspensi kasar dengan mendorong partikel kasar masuk ke dalam suatu celah (gap). Proses pengecilan ukuran partikel dipengaruhi oleh daya dorong, kavitasi dan tumbukan antar partikel. Contoh alat homogenisasi tekanan tinggi adalah Micron Lab.Keuntungan metode ini adalah efektif dalam proses pengurangan ukuran partikel, proses produksi dapat divalidasi, terhindar dari pengecilan Partikel besar kontaminasi, proses relatif sederhana dan biaya relatif rendah. Teknologi yang sudah dikembangkan menggunakan metode ini adalah Dissocubes . Dissocubes menggunakan media dispersi air dan melalui kavitasi dengan memberikan tekanan yang tinggi pada media dispersi (surya,2018).

#### 2.18 Metode Karakterisasi Nanopartikel

#### PSA (Particle Size Analyer)

#### Dari pengujian PSA (particle size analyer) ini dapat diketahui bahwa pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ukuran partikel setelah diketahui ukuran partikel arang bambu kemudian ditumbuk menggunakan mesin shaker miling. Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian PSA yaitu PSA HORIBA SZ-10 dengan pembacaan skala ukuran micrometer sampai dengan nanometer (primadasa, 2018). Terdapat berbagai jenis teknik dalam pengukuran ukuran partikel menggunakan instrumentasi PSA. Salah satu yang umum digunakan adalah teknik Lasser Diffraction (Boddolla dan Satyanarayana, 2018).

#### Prinsip dasar teknik ini adalah penghamburan cahaya laser oleh partikel-partikel yang terdispersi dan melewati berkas sinar laser. Partikel dengan ukuran yang lebih besar akan menghamburkan cahaya dengan sudut yang relatif kecil dan sebaliknya untuk partikel yang berukuran lebih kecil. Distribusi dari intensitas hamburan akan dianalisis dengan komputer sebagai hasil distribusi ukuran partikel. Pengukuran nanopartikel dengan menggunakan PSA biasanya menggunakan sampel basah . Hasil pengukuran disajikan dalam bentuk distribusi, sehingga hasil pengukuran dapat menggambarkan ukuran sampel secara keseluruhan (Boddolla dan Satyanarayana, 2018).

#### 

#### Gambar 2.3 Alat PSA

1. **DIFRAKSI SINAR-X (XRD)**

Difraksi sinar-X (XRD) adalah jenis teknik analisis non-destruktif yang memberikan wawasan berharga tentang struktur kisi zat kristal seperti dimensi sel satuan, sudut ikatan, komposisi kimia dan struktur kristalografi bahan alami dan buatan . XRD didasarkan pada prinsip interferensi konstruktif sinar-X dan sampel yang bersangkutan yang seharusnya berupa kristal. Sinar-X yang dihasilkan oleh CRT disaring, dikolimasi dan kemudian diarahkan ke sampel. Interaksi yang terjadi menghasilkan interferensi konstruktif berdasarkan hukum Bragg yang menghubungkan panjang gelombang radiasi insiden dengan sudut difraksi dan jarak kisi. Difraksi serbuk sinar-X (XRD) adalah teknik analisis cepat yang terutama digunakan untuk identifikasi fase bahan kristal dan dapat memberikan informasi tentang dimensi sel satuan dan jarak atom. Sinar-X dihasilkan oleh tabung sinar katode, disaring untuk menghasilkan radiasi monokromatik, dikolimasi untuk berkonsentrasi, dan diarahkan ke sampel. Interaksi sinar monokromatik yang datang dengan sampel menghasilkan interferensi konstruktif (dan sinar difraksi) ketika kondisi memenuhi Hukum Bragg nÿ = 2d Sinÿ Persamaan ini menghubungkan panjang gelombang (ÿ) radiasi elektro-magnetik dengan sudut difraksi (ÿ) dan jarak kisi (d) dalam sampel kristal dengan memindai sampel melalui susunan sudut 2ÿ. Semua kemungkinan arah difraksi kisi dicapai karena orientasi acak bahan serbuk(Boddolla dan Satyanarayana, 2018).

1. **MIKROSKOPI ELEKTRON PEMINDAIAN (SEM)**

Mikroskop elektron pemindaian (SEM) adalah jenis mikroskop elektron yang mengambil gambar sampel dengan cara memindainya menggunakan berkas elektron berenergi tinggi dalam pola pemindaian raster. Elektron berinteraksi dengan atom-atom yang menyusun sampel, menghasilkan sinyal yang berisi informasi tentang topografi permukaan sampel, komposisi, dan sifat-sifat lain seperti konduktivitas listrik. SEM dapat menghasilkan gambar permukaan sampel dengan resolusi sangat tinggi, yang memperlihatkan detail berukuran kurang dari 1 hingga 5 nm. Karena berkas elektron yang sangat sempit, mikrograf SEM memiliki kedalaman bidang yang besar, sehingga menghasilkan tampilan tiga dimensi yang khas dan berguna untuk memahami struktur permukaan sampel. Dalam kondisi vakum, elektron yang dihasilkan oleh sumber dipercepat dalam gradien medan. Berkas tersebut melewati Lensa Elektromagnetik, yang difokuskan ke spesimen. Akibat dari penembakan ini, berbagai jenis elektron dipancarkan dari spesimen. Detektor menangkap elektron sekunder dan gambar permukaan sampel dibuat dengan membandingkan intensitas elektron sekunder ini dengan berkas elektron primer pemindaian. Akhirnya, gambar tersebut ditampilkan di monitor(Boddolla dan Satyanarayana, 2018).

Pada sebagian besar aplikasi, data yang dikumpulkan berada pada area permukaan sampel yang telah dipilih sebelumnya dan setelah itu, gambar 2D dihasilkan yang menunjukkan berbagai variasi spasial. SEM konvensional dengan rentang perbesaran 20X-30000X dengan resolusi spasial 50-100 nm dapat memindai area yang bervariasi dari lebar 1 cm hingga 5ÿm. SEM juga memiliki kemampuan untuk menganalisis titik-titik tertentu seperti yang dapat dilihat selama operasi EDX yang membantu dalam menentukan komposisi kimia sampel yang bersangkutan (Boddolla dan Satyanarayana, 2018).

1. . **SINAR-X DISPERSIF ENERGI (EDX)**

Spektroskopi sinar-X dispersif energi (EDS atau EDX) adalah teknik analisis yang digunakan untuk analisis unsur atau karakterisasi kimia suatu sampel. Ini adalah salah satu varian spektroskopi fluoresensi sinar-X yang bergantung pada penyelidikan sampel melalui interaksi antara radiasi elektromagnetik dan materi, menganalisis sinar-X yang dipancarkan oleh materi sebagai respons dengan menabrak partikel bermuatan [1], [2]. Kemampuan karakterisasinya sebagian besar disebabkan oleh prinsip dasar bahwa setiap elemen memiliki struktur atom yang unik yang memungkinkan sinar-X yang merupakan karakteristik struktur atom suatu elemen diidentifikasi secara unik satu sama lain. Untuk merangsang emisi sinar-X karakteristik dari spesimen. seberkas partikel bermuatan berenergi tinggi seperti elektron atau proton atau seberkas sinar-X difokuskan ke sampel yang sedang dipelajari. Saat diam, sebuah atom dalam sampel berisi elektron keadaan dasar (atau tidak tereksitasi) dalam tingkat energi diskret atau kulit elektron yang terikat pada nukleus. Berkas insiden dapat mengeksitasi elektron dalam kulit bagian dalam, mengeluarkannya dari kulit tersebut sambil menciptakan lubang elektron di tempat elektron itu berada. Sebuah elektron dari kulit luar yang berenergi lebih tinggi kemudian mengisi lubang tersebut, dan perbedaan energi antara kulit berenergi lebih tinggi dan kulit berenergi lebih rendah dapat dilepaskan dalam bentuk sinar-X. Jumlah dan energi sinar-X yang dipancarkan dari spesimen dapat diukur dengan spektrometer dispersif energi. Karena energi sinar-X merupakan karakteristik dari perbedaan energi antara dua kulit, dan struktur atom unsur tempat sinar-X dipancarkan. Hal ini memungkinkan komposisi unsur spesimen diukur (Boddolla dan Satyanarayana, 2018).

1. **MIKROSKOP ELEKTRON TRANSMISI (TEM)**

Mikroskop elektron transmisi tersusun atas: (1) dua atau tiga lensa kondensor untuk memfokuskan berkas elektron pada sampel, (2) lensa objektif untuk membentuk difraksi pada bidang fokus belakang dan bayangan sampel pada bidang bayangan, (3) beberapa lensa perantara untuk memperbesar bayangan atau pola difraksi pada layar. Jika sampel tipis (< 200 nm) dan tersusun atas unsur-unsur kimia ringan, bayangan akan menunjukkan kontras yang sangat rendah saat difokuskan. Untuk memperoleh bayangan kontras amplitudo, diafragma objektif dimasukkan ke dalam bidang fokus belakang untuk memilih berkas yang ditransmisikan (dan mungkin sedikit berkas yang didifraksi): bagian kristal dalam orientasi Bragg tampak gelap dan bagian amorf atau tidak berorientasi Bragg tampak cerah. Mode pencitraan ini disebut mode medan terang (BF). Dalam mode difraksi, lensa perantara lainnya dimasukkan untuk mencitrakan pola difraksi bidang fokus belakang pada layar. Jika difraksi terdiri dari banyak fase difraksi, masing-masing fase dapat dibedakan dengan memilih salah satu berkas difraksinya dengan diafragma objektif. Untuk melakukannya, berkas datang harus dimiringkan sehingga berkas difraksi diletakkan pada sumbu lensa objektif untuk menghindari aberasi di luar sumbu. Mode ini disebut mode medan gelap DF. Mode BF dan DF digunakan untuk mencitrakan material pada skala nanometer. SAED dan pola difraksi mikro kristal memungkinkan untuk memperoleh simetri kisi dan menghitung jarak antarbidangnya (dengan hukum Bragg). Ini berguna untuk mengonfirmasi identifikasi fase, setelah asumsi yang umumnya didasarkan pada literatur sistem yang dipelajari dan pada analisis kimia(Boddolla dan Satyanarayana, 2018).

1. **SPEKTROSKOPI ULTRAVIOLET-TAMPAK**

Spektroskopi ultraviolet-tampak atau spektrofotometer ultraviolet-tampak (UV-Vis) melibatkan spektroskopi foton dalam wilayah UV-Tampak. Spektrofotometer ini menggunakan cahaya dalam rentang tampak dan ultraviolet dekat (UV) serta inframerah dekat (NIR) yang berdekatan. Di wilayah spektrum elektromagnetik ini, molekul mengalami transisi elektronik. Spektrofotometer UV-Vis terutama digunakan untuk mengukur transmisi atau penyerapan dalam cairan dan padatan transparan atau buram. Spektrofotometer ini melakukannya dengan mengirimkan seberkas cahaya melalui sampel dan kemudian memantau cahaya yang tersisa di detektor. Dalam kasus spektrofotometer UV-Vis, cahaya berada dalam panjang gelombang 800 - 200nm, menyelidiki transisi elektronik dalam sampel. Sulit untuk mencapai panjang gelombang yang lebih rendah dari 200nm karena oksigen mulai menyerap cahaya di bawah panjang gelombang tersebut. Ketika cahaya melewati sampel, beberapa molekul dalam sampel akan menyerap cahaya pada berbagai panjang gelombang spektrum ini, tergantung pada ikatan kimia dan strukturnya. Sebagai aturan, promosi elektron yang disukai secara energetik akan terjadi dari orbital molekul yang terisi tertinggi (HOMO) ke orbital molekul yang tidak terisi terendah (LUMO), dan spesies yang dihasilkan disebut keadaan tereksitasi. Ketika molekul sampel terkena cahaya yang memiliki energi yang sesuai dengan kemungkinan transisi elektronik dalam molekul, sebagian energi cahaya akan diserap saat elektron dipromosikan ke orbital energi yang lebih tinggi. Spektrofotometer merekam panjang gelombang di mana penyerapan terjadi, bersama dengan tingkat penyerapan pada setiap panjang gelombang. Spektrum yang dihasilkan disajikan sebagai grafik absorbansi versus panjang gelombang (Boddolla dan Satyanarayana, 2018).

1. **ANALISIS TERMOGRAVIMETRIK/ANALISIS TERMAL DIFERENSIAL (TG/DTA)**

Analisis Termo Gravimetri (TGA) adalah teknik analisis termal yang mengukur perubahan berat dalam suatu material sebagai fungsi suhu dan waktu, dalam lingkungan yang terkendali. Ini sangat berguna untuk menyelidiki stabilitas termal suatu material, atau untuk menyelidiki perilakunya dalam atmosfer yang berbeda (misalnya inert atau oksidasi). Ini cocok untuk digunakan dengan semua jenis bahan padat, termasuk bahan organik atau anorganik. Analisis termal diferensial (DTA) adalah teknik kalorimetri, yang merekam suhu dan aliran panas yang terkait dengan transisi termal dalam suatu material. Ini memungkinkan transisi fase untuk ditentukan (misalnya titik leleh, suhu transisi kaca, kristalisasi, dll.) (Boddolla dan Satyanarayana, 2018).

Analisis Termo Gravimetri (TGA) adalah jenis pengujian yang dilakukan pada sampel yang menentukan perubahan berat sehubungan dengan perubahan suhu. Analisis tersebut bergantung pada tingkat presisi yang tinggi dalam tiga pengukuran: berat, suhu, dan perubahan suhu. Karena banyak kurva penurunan berat yang tampak serupa, kurva penurunan berat mungkin memerlukan transformasi sebelum hasilnya dapat diinterpretasikan. Kurva penurunan berat turunan dapat mengidentifikasi titik di mana penurunan berat paling jelas terlihat. Sekali lagi, interpretasi terbatas tanpa modifikasi lebih lanjut dan dekonvolusi puncak yang tumpang tindih mungkin diperlukan. Untuk menentukan komposisi dan kemurnian, seseorang harus mengambil massa zat dalam campuran dengan menggunakan analisis gravimetri termal. Analisis gravimetri termal adalah tindakan memanaskan campuran ke suhu yang cukup tinggi sehingga salah satu komponen terurai menjadi gas, yang terdisosiasi ke udara. Jika senyawa dalam campuran yang tersisa diketahui, maka persentase massa dapat ditentukan dengan mengambil berat apa yang tersisa dalam campuran dan membaginya dengan massa awal. Mengetahui massa campuran awal dan total massa pengotor yang terbebas saat dipanaskan, rasio stoikiometri dapat digunakan untuk menghitung persentase massa zat dalam sampel. TGA umumnya digunakan dalam penelitian dan pengujian untuk menentukan karakteristik material seperti polimer, untuk menentukan suhu degradasi, kadar air yang diserap material, tingkat komponen anorganik dan organik dalam material, titik dekomposisi bahan peledak, dan residu pelarut. TGA juga sering digunakan untuk memperkirakan kinetika korosi dalam oksidasi suhu tinggi (Boddolla dan Satyanarayana, 2018).

**2.19 Standar interpretasi Minimal Inhibitor Konsentrasi (mg/L)**

**Tabel 2.1**. Rentang konsentrasi hambat minimal (MIC) , mean geometrik, modus, MIC50, dan MIC90.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Malassezia furfur | MIC  range (µg/mL) | Geometric mean | Mode | MIC50 | MIC90 |
| ≤0.03–  0.25 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.06 |

#### 2.20 Analisis Data

Data yang diperoleh pada pengujian aktivitas antijamur diolah secara statistik dengan metode one way ANOVA pada taraf kepercayaan 95% dengan menggunakan program SPSS.

Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan analisis data one way analysis of variance. Uji yang digunakan dalam Anova adalah uji F karena dipakai untuk pengujian lebih dari 2 perlakuan sampel. Hasil data yang diperoleh dari uji antibakteri dianalisis dengan menggunakan SPSS 23 teknik analisis ini dapat menguji kesamaan beberapa rata-rata secara sekaligus. Tujuan dan pengujian Anova ini adalah untuk mengetahui apakah ada pengaruh dari berbagai kriteria yang diuji terhadap hasil yang diinginkan. Sebelum melakukan uji Anova satu jalur, terlebih dahulu melakukan uji normalitas dan homogenitas. Uji normalitas dan homogenitas yang digunakan adalah Kolmogorov karena sampel yang digunakan kurang dari 50. Data yang menggunakan uji Kolmogorov dikatakan distribusi data normal jika nilai kemaknaan sig >0,05. Syarat uji ANOVA adalah distribusi data harus normal dan varians data harus sama.

**Test of normality:**

1. Jika nilai signifikansi untuk masing-masing kelompok semuanya >0,05 maka dapat diambil kesimpulan bahwa distribusi data normal.
2. Jika nilai signifikansi < 0,05 maka dapat diambil kesimpulan bahwa distribusi data tidak normal (Hesty, 2021).

#### Test of homogeneity of variances:

1. Jika nilai signifikansi > 0,05 maka dapat diambil kesimpulan bahwa varians data adalah sama.
2. Jika nilai signifikansi < 0,05 maka dapat diambil kesimpulan bahwa varians data adalah tidak sama. Jika memenuhi syarat (distribusi data normal, varians sama) maka dipilih uji ANOVA. Pada uji ANOVA jika menghasilkan nilai signifikansi ≤0,05. maka dilanjutkan dengan melakukan analisis Pos Hoc (Hesty, 2021).

#### Pos Hoc Test :

Setelah diketahui bahwa ada perbedaan yang signifikan di antara kelompok sampel, dapat diketahui kelompok mana saja yang berbeda dan mana yang tidak berbeda menggunakan uji lanjutan Pos Hoc Test. Perbedaan antara kelompok yang satu dengan yang lain (Hesty, 2021).