

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

1. Parijoto (*Medinilla speciosa* Blume)

a. Morfologi

Parijoto merupakan tanaman dari genus *Medinilla* yang memiliki karakteristik khas berupa daun dan bunga yang indah, sehingga diakui sebagai salah satu genus tanaman hutan tercantik yang ada di dunia (Maria *et al*, 2012). Nama genus *Medinilla* tersebut pertama kali diberikan oleh Gaudichaud dalam *Botany of Freycinet's Voyage* sebagai bentuk penghormatan kepada Gubernur *Marianna Island* di Spanyol pada tahun 1820 yang bernama Don José de Medinilla y Pineda (Hooker, 1847). Salah satu spesies penting dari 418 spesies yang termasuk dalam genus *Medinilla* adalah *Medinilla speciosa* (Maria *et al*, 2012).

Medinilla speciosa Blume tumbuh liar di lereng-lereng gunung atau hutan-hutan dan dibudidayakan untuk menghasilkan buah dan tanaman hias. Tanaman ini tumbuh di daerah Gunung Muria pada ketinggian 1602 meter di atas permukaan laut (Hanum, Prihastanti & Jumari, 2017). *Medinilla speciosa* Blume merupakan tanaman berbentuk semak, batang dan cabang tua beruas semu, berwarna abu-abu keputihan, kulit batang pecah-pecah memanjang mengikuti arah

pertumbuhan batang, cabang muda bersegi empat, berwarna hijau muda, pertumbuhan cabang kurang pesat, tinggi tanaman mencapai 4,5-7,5 m (Peneng & Sujarwo, 2011).

Daun tunggal berseling berhadapan, kadang-kadang merosot dengan jumlah daun 3-4 helai. Bangun daun oblong/bulat memanjang, ujung meruncing, pangkal tumpul, tepi rata, panjang daun 14,5-32,5 cm; lebar 6,5-14,5 cm dan tangkai daun pendek 0,5-1 cm. Daun tua berwarna hijau tua mengkilap, daun muda berwarna hijau muda kecoklatan, sedangkan warna daun yang masih kuncup coklat tua. Tulang daun melengkung mengikuti bangun daunnya, berwarna kemerahan setengah dari pangkalnya. Permukaan daun bagian atas hijau tua mengkilap, beralur sesuai dengan kedudukan tulang daun di bawahnya, sedangkan permukaan daun bagian bawah berwarna hijau muda keputihan dengan tulang daun yang sangat menonjol berjumlah tujuh buah. Tulang daun yang dekat dengan pangkal daun lebih kecil dari yang di atasnya dan setengah dari pangkal berwarna kemerahan (Peneng & Sujarwo, 2011).

Tandan bunga majemuk, tumbuh terminalis pada ujung cabang dan aksilaris pada ketiak daun dan batang. Warna bunga yang masih kuncup merah muda keputihan, bakal buah pada bunga yang sudah mekar berwarna merah muda, mahkota berwarna putih berjumlah 4-5 helai. Benang sari berjumlah delapan buah, setengah dari pangkalnya berwarna merah jambu, sedangkan setengah dari ujung melengkung ke

dalam berwarna biru. Pada pertengahan benang sari terdapat kepala sari bercabang dua berwarna kuning. Putik berwarna merah jingga dengan ujung melengkung. Buah muda berwarna merah jambu, buah tua merah dan buah masak berwarna hitam. Bijinya banyak kecil-kecil berwarna hitam (Peneng & Sujarwo, 2011).



Gambar 2.1. Buah Parijoto (sumber : Pribadi, Oktober 2019)

Medinilla speciosa Blume atau sering dikenal dikalangan masyarakat dengan sebutan parijoto. Masyarakat di Desa Colo Kecamatan Dawe Kudus mempercayai bahwa jika orang yang sedang hamil mengonsumsi buah parijoto maka anak yang dilahirkannya kelak akan terlihat cakap dan cantik serta mempunyai perilaku yang baik pula. Buah parijoto juga diujakan oleh pedagang sebagai buah tangan khas dari Gunung Muria Kudus (Wibowo, Wasino & Setyowati, 2012).

b. Klasifikasi

Berdasarkan hasil determinasi *Medinilla speciosa* Blume di Lab. Ekologi & Biosistematik Departemen Biologi Universitas Diponegoro, diperoleh klasifikasi tanaman sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Sunkingdom	: Tracheobionta
Superdivisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Subkelas	: Rosidae
Ordo	: Myrtales
Famili	: Melastomaceae
Genus	: <i>Medinilla</i>
Species	: <i>Medinilla speciosa</i> Blume
Nama Daerah	: Parijoto
Jenis	: <i>Medinilla speciosa</i> Blume

c. Kandungan Metabolit Sekunder

Hasil penapisan fitokimia ekstrak kasar buah parijoto (*Medinilla speciosa* Blume) fraksi n-heksan, fraksi etil asetat, dan fraksi metanol mengandung metabolit sekunder, yaitu saponin, glikosida, flavonoid, dan tanin (Wachidah, 2013). Berdasarkan penelitian Vifta dan Advistasari (2018) hasil penapisan fitokimia ekstrak buah parijoto

(*Medinilla speciosa* Blume) fraksi n-heksan, etil asetat dan etanol dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1. Hasil Penapisan Fitokomia Ekstrak Buah Parijoto Secara Kualitatif (Vifta & Yustisia, 2018)

Jenis uji	Ekstrak	Fraksi n-heksan	Fraksi etil asetat	Fraksi etanol
Flavonoid	+	-	+	+
Alkaloid	-	-	-	-
Tanin	+	-	+	+
Saponin	+	-	+	+

Keterangan:

+ : Mengandung metabolit sekunder

- : Tidak mengandung metabolit sekunder

d. Aktivitas Farmakologi

Menurut Kementerian Negara Riset dan Teknologi Republik Indonesia (2015), buah dan daun parijoto dapat digunakan sebagai antibakteri, obat sariawan, dan anti radang. Buah dan daun tersebut dapat digunakan baik dalam keadaan segar maupun dalam keadaan telah dikeringkan. Sebagai obat sariawan, buah parijoto yang telah ditumbuk halus, umumnya dilarutkan dalam air matang dan diminum atau digunakan untuk berkumur. Air rebusan daun parijoto juga dapat digunakan untuk mengobati diare. Parijoto secara tradisional oleh masyarakat setempat digunakan sebagai antiradang, sariawan, dan antibakteri (Wibowo *et al.*, 2012). Berdasarkan penelitian Advistasari dan Vifta (2018) ekstrak etanol buah parijoto (*Medinilla speciosa* Blume) memiliki aktivitas sebagai penurun kadar glukosa darah. Ekstrak

etanol buah parijoto (*Medinilla speciosa* Blume) juga dapat menyebabkan sitotoksitas moderat sel kanker T47D dengan nilai IC₅₀ 614,50 g/mL. Nilai tersebut menunjukkan buah parijoto (*Medinilla speciosa* Blume) memiliki potensi sebagai agen kemoprevensi dan menyebabkan berkurangnya viabilitas sel (Tussanti dan Johan, 2014). Ekstrak etanol buah parijoto (*Medinilla speciosa* Blume) juga memiliki efek penurunan terhadap kadar kolesterol total, trigliserida, dan VLDL (Kurniawati, 2015). Berdasarkan penelitian Wachidah (2013) buah parijoto (*Medinilla speciosa* Blume) memiliki potensi sebagai antioksidan alami.

2. Ekstraksi

Ekstraksi adalah proses pemisahan suatu zat dari campurannya dengan menggunakan pelarut. Pelarut yang digunakan harus dapat mengekstrak substansi yang diinginkan tanpa melarutkan material lainnya. Secara garis besar, proses pemisahan secara ekstraksi terdiri dari tiga langkah dasar yaitu :

- a. Penambahan sejumlah massa pelarut untuk dikontakkan dengan sampel, biasanya melalui proses difusi.
- b. Zat terlarut akan terpisah dari sampel dan larut oleh pelarut membentuk fase ekstrak.
- c. Pemisahan fase ekstrak dengan sampel (Wilson *et al.*, 2000)

Ekstraksi merupakan suatu proses pemisahan kandungan senyawa kimia dari jaringan tumbuhan ataupun hewan dengan menggunakan

penyari tertentu. Ekstrak adalah sediaan pekat yang diperoleh dengan cara mengesktraksi zat aktif dengan menggunakan pelarut yang sesuai, kemudian semua atau hampir semua pelarut diuapkan dan massa atau serbuk yang tersisa diperlakukan sedemikian, hingga memenuhi baku yang ditetapkan (Depkes RI 1995). Ekstraksi merupakan proses pemisahan bahan dari campurannya dengan menggunakan pelarut yang sesuai. Proses ekstraksi dihentikan ketika tercapai kesetimbangan antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dengan konsentrasi dalam sel tanaman. Pemilihan metode ekstraksi tergantung pada sifat bahan dan senyawa yang akan diisolasi. Salah satu metode ekstraksi adalah maserasi (Mukhriani, 2014).

Maserasi merupakan metode yang paling sederhana dan banyak digunakan. Metode ini dilakukan dengan memasukkan serbuk tanaman dan pelarut yang sesuai ke dalam wadah inert yang tertutup rapat pada suhu kamar (Agoes, 2007). Semakin banyak perbandingan simplisa terhadap cairan pengestraksi, akan makin banyak hasil yang diperoleh (Voight, 1995). Secara teknologi, maserasi merupakan ekstraksi dengan prinsip pencapaian kesetimbangan konsentrasi. Proses ekstraksi dihentikan ketika tercapai kesetimbangan antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dengan konsentrasi dalam sel tanaman. Pelarut dipisahkan dari sampel dengan penyaringan setelah terjadi kesetimbangan. Remaserasi berarti dilakukan pengulangan penambahan pelarut setelah dilakukan penyaringan maserat pertama. Keuntungan metode maserasi dapat menghindari rusaknya senyawa-senyawa yang bersifat termolabil. Kerugian utama dari metode

maserasi ini adalah memakan banyak waktu, pelarut yang digunakan cukup banyak, dan besar kemungkinan beberapa senyawa hilang. Selain itu, beberapa senyawa mungkin saja sulit diekstraksi pada suhu kamar (Mukhriani, 2014).

3. Nanopartikel

a. Definisi Nanopartikel

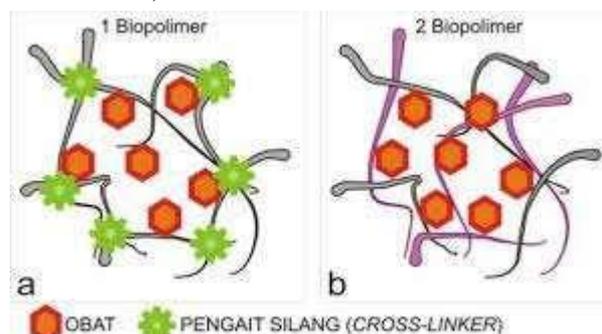
Nanopartikel adalah partikel berukuran 1-1000 nanometer dan kebanyakan metode menyarankan sebaiknya ukuran diameter partikel antara 200-400 nm. Dalam bidang farmasi, terdapat dua pengertian nanopartikel yaitu senyawa obat melalui suatu cara dibuat berukuran nanometer (nanokristal) dan suatu obat dienkapsulasi dalam suatu sistem pembawa berukuran nanometer, yaitu *nanocarrier* (Rachmawati, 2007). Pada sistem ini obat dapat terperangkap, dilarutkan, atau dienkapsulasi pada nanopartikel matriks (Mohanraj & Chen, 2006). Nanopartikel menurut bidang farmasi yaitu senyawa obat dengan cara tertentu dibuat berukuran nanometer disebut nanokristal atau senyawa obat dienkapsulasi dalam suatu sistem pembawa tertentu berukuran nanometer disebut *nanocarrier* (Ochekpe *et al.*, 2009). Nanopartikel obat secara umum harus terkandung obat dengan jumlah yang cukup di dalam matriks pada tiap butir partikel, sehingga memerlukan ukuran yang relatif lebih besar dibanding nanopartikel non-farmasetik. Penggunaan nanopartikel sebagai penghantar obat dianggap sangat baik untuk meningkatkan bioavailabilitas biomolekul,

karena mempunyai kemampuan difusi dan penetrasi yang baik ke dalam lapisan mukus (Martien *et al.*, 2012).

Nanopartikel bertujuan untuk mengatasi kelarutan zat aktif yang sukar larut, memperbaiki bioavailabilitas yang buruk, memodifikasi sistem penghantaran obat sehingga obat dapat langsung menuju daerah yang spesifik, meningkatkan stabilitas zat aktif dari degradasi lingkungan (penguraian enzimatik, oksidasi, hidrolisis), memperbaiki absorpsi suatu senyawa makromolekul, dan mengurangi efek iritasi zat aktif pada saluran cerna (Mohanraj & Chen, 2006)

b. Nanopartikel dengan Gelasi Ionik

Pembuatan nanopartikel dapat dilakukan dengan berbagai metode. Salah satu metode yang paling banyak digunakan ialah metode gelasi ionik. Metode gelasi ionik dikembangkan oleh Calvo. Gelasi atau pembentukan gel merupakan gejala penggabungan atau pengikatan silang (*crosslink*) rantai-rantai polimer membentuk jaringan tiga dimensi yang dapat mengangkat air di dalamnya menjadi suatu struktur yang kompak dan kaku dan tahan terhadap aliran bertekanan (Calvo *et al.*, 1997).



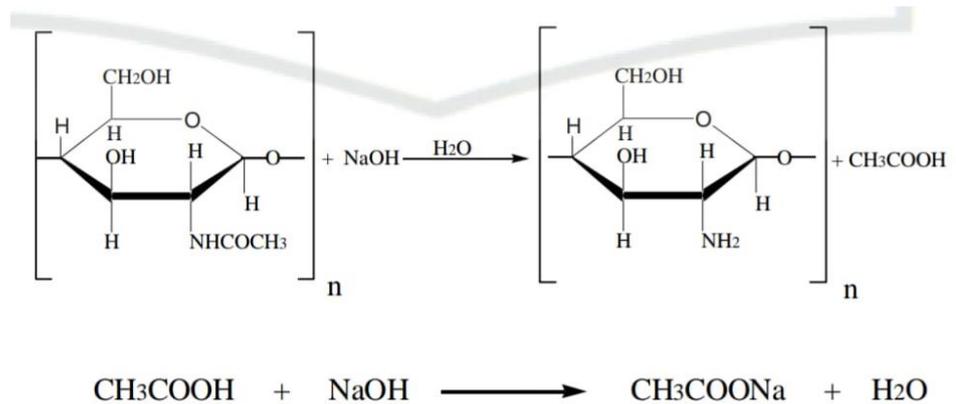
Gambar 2.2. Ilustrasi Matriks Gelasi Ionik (Martien et al., 2012)

Metode gelasi ionik adalah salah satu metode yang paling mudah diimplementasikan dalam memproduksi *delivery system* berbasis polimer. Prinsip dasar untuk metode ini adalah adanya daya tarik elektrostatik antara molekul bermuatan sebaliknya (Choiri *et al.*, 2016). Metode ini melibatkan sambungsilang antara polielektrolit dengan adanya pasangan ion multivalen. Banyak peneliti fokus pada penyiapan nanopartikel menggunakan polimer hidrofilik *biodegradabel* seperti kitosan, gelatin dan natrium alginat (Martien *et al.*, 2012).

Gelasi ionik merupakan metode pembuatan nanopartikel kitosan yang banyak menarik perhatian peneliti dikarenakan prosesnya yang sederhana, menghindari penggunaan temperatur tinggi, dan dapat dikontrol dengan mudah. Prinsip pembentukan partikel pada metode gelasi ionik adalah terjadinya interaksi ionik antara gugus amino pada kitosan yang bermuatan negatif membentuk struktur network inter dan atau intramolekul tiga dimensi (Agnihotri *et al.*, 2004).

Crosslinker polianion yang paling banyak digunakan adalah sodium tripolifosfat, karena bersifat tidak toksis dan memiliki multivalen. Proses *crosslinking* secara fisika ini tidak hanya menghindari penggunaan pelarut organik, namun juga mencegah kemungkinan rusaknya bahan aktif yang akan dienkapsulasi dalam nanopartikel kitosan (Fan *et al.*, 2012).

natrium hidroksida. Deasetilasi merupakan suatu proses perubahan kitin menjadi kitosan dengan cara merubah gugus asetil pada kitin. Proses deasetilasi dilakukan pada kondisi basa yang pekat dan suhu tinggi. Proses tersebut dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.4. Reaksi Deasetilasi Kitin Menjadi Kitosan

Kitosan telah digunakan dalam bidang pertanian, pengolahan air, industri pangan, industri kosmetika, farmasi, kedokteran, industri aneka (seperti industri cat dan tekstil), bioteknologi, dan sektor industri lainnya. Dalam bidang makanan, kitosan dapat berfungsi sebagai bahan pembentuk gel, pementuk tekstur, dan pelembut (Hirano, 1996). Dalam bidang kesehatan dan farmasi, kitosan dapat digunakan sebagai diet serat dan obat penurun kandungan kolesterol di dalam darah (Hennen, 1996). Glukosamin dari kitosan juga telah diproduksi secara luas. Produk glukosamin dapat dikonsumsi langsung atau dalam bentuk suplemen (Alasalvar & Taylor, 2002). Kitosan merupakan polisakarida alami yang banyak digunakan untuk sistem penghantaran obat farmasetik karena sifatnya yang menguntungkan seperti biokompatibel,

nontoksik, biodegradabel, dan kemampuannya membentuk gel (Can *et al.*, 2013).

Kitosan memiliki rumus molekul $(C_6H_{11}NO_4)_n$ dan merupakan salah satu dari sedikit polimer alam yang berbentuk polielektrolit kationik dalam larutan asam organik. Kitosan memiliki sifat tidak berbau, berwarna putih dan terdiri dari dua jenis polimer yaitu poli (2-deoksi,2-asetilamin,2-glukosa) dan poli (2-deoksi,2-amino glukosa) yang berikatan secara beta (1,4). Kitosan larut dalam pelarut organik, HCl encer, HNO₃ encer, CH₃COOH encer, dan H₃PO₄ 0,5% tetapi tidak larut dalam basa kuat dan H₂SO₄. Sifat kelarutan kitosan ini dipengaruhi oleh bobot molekul dan derajat deasetilisasi. Bobot molekul kitosan beragam, bergantung pada degradasi yang terjadi selama proses deasetilasi (Sugita *et al.*, 2010). Kitosan tersedia dalam variasi berat molekul dan derajat deasetilasi yang luas. Berat molekul dan derajat deasetilasi merupakan faktor utama yang mempengaruhi ukuran partikel, pembentukan partikel, dan agregasi (Tiyaboonchai, 2003).

Kitosan juga mulai banyak digunakan dalam teknologi pengantar obat. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan kitosan sebagai pengantar obat meningkatkan efisiensi obat tanpa menimbulkan efek samping pada tubuh. Nanopartikel kitosan yang ditambahkan gugus tiol mampu meningkatkan penyerapan teofilin dalam pengobatan penyakit asma. Teofilin merupakan obat

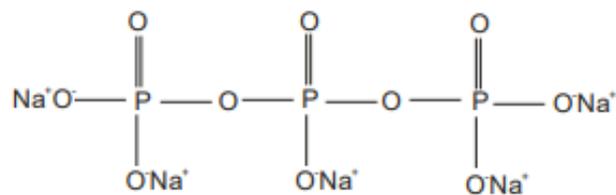
antiinflamasi yang sering digunakan dalam pengobatan asma melalui intranasal. Efek antiinflamasi teofilin ditunjukkan dengan adanya penurunan eosinofil dalam cairan *Bronchoalveolar lavage* (BAL) hingga 20%. Penggunaan nanopartikel kitosan sebagai pembawa teofilin menunjukkan penurunan eosinofil hingga 35% pada tikus (Lee *et al.*, 2006). Nanopartikel kitosan sebagai pengantar obat mata juga menunjukkan adanya peningkatan efisiensi penyerapan. Selama ini pengobatan penyakit mata terhambat oleh sistem pertahanan kompleks sel epitel konjungtiva pada kornea mata sehingga penyerapan obat kurang efisien. Penggunaan nanopartikel kitosan sebagai pengantar obat *fluorescein isothiocyanate-bovine serum albumin* (FITC-BSA) pada kelinci yang mengalami inflamasi pada kornea mata menunjukkan penurunan secara signifikan ketika diamati dengan mikroskop konvokal. Pengamatan efek samping pemberian nanopartikel kitosan dilakukan setiap 30 menit selama 6 jam. Hasil pengamatan menunjukkan tidak adanya efek samping dan kelinci tetap nyaman sehingga kitosan aman dikonsumsi dan dapat diterima oleh sel kornea (Enriquez de Salamanca *et al.*, 2006)

d. Natrium Tripolifosfat (NaTPP)

Natrium Tripolifosfat (NaTPP/TPP) dengan rumus kimia $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ adalah garam nontoksik yang diperoleh dari kondensasi rangkap tiga dari kelompok PO_4 . TPP berbentuk granul berwarna putih dengan berat molekul 367,86 g/mol dan memiliki sifat tidak berbau,

larut dalam air, titik lebur 622°C, dan higroskopis. TPP merupakan pengawet untuk makanan laut, daging, dan makanan hewan. Dalam bidang makanan, TPP digunakan sebagai emulsifier dan untuk memelihara kelembaban. Dalam aplikasi nanopartikel, TPP berperan sebagai zat pengikat silang untuk meningkatkan interaksi (ikatan silang) ionik antara gugus amino kitosan dan gugus anionic TPP (Aral & Akugba, 1998).

Tripolifosfat dalam nanopartikel sambung silang multi ion digunakan sebagai pasangan ion dari kitosan. Alasan penggunaan tripolifosfat antara lain karena sifatnya sebagai anion multivalen yang dapat membentuk ikatan sambung silang dengan kitosan. Penelitian Yu-shin *et al.*, (2008) menyebutkan bahwa dengan digunakannya tripolifosfat sebagai salah satu pasangan ion kitosan, hasil nanopartikel yang didapatkan lebih stabil. Tripolifosfat pada nanopartikel sambung silang multi ion berperan sebagai salah satu komponen anion multivalen yang nantinya akan membentuk ikatan sambung silang dengan kitosan yang bersifat kationik (Yu-shin *et al.*, 2008).



Gambar 2.5. Struktur Kimia Na-Tripolifosfat (Rismana *et al.*, 2014).

4. Ultrasonikasi

Sonikasi merupakan aplikasi penggunaan energi suara untuk proses pengadukan partikel pada suatu sampel dengan tujuan bermacam-macam. Sonikasi menggunakan energi suara untuk menggerakkan partikel yang berada dalam suatu sampel untuk berbagai keperluan seperti ekstraksi beberapa senyawa dari tanaman, mikroalga dan rumput laut. Sonikasi dapat digunakan untuk mempercepat proses pelarutan suatu materi dengan prinsip pemecahan reaksi intermolekuler, sehingga terbentuk suatu partikel yang berukuran nano. Sonikasi berarti pemberian perlakuan ultrasonik suatu bahan pada kondisi tertentu, sehingga menyebabkan bahan tersebut mengalami reaksi kimia sebagai akibat perlakuan yang diberikan. Ultrasonikasi merupakan vibrasi suara dengan frekuensi melebihi batas pendengaran manusia yaitu di atas 20 kHz (Tipler, 1998). Ultrasonikasi merupakan salah satu teknik paling efektif dalam pencampuran, proses reaksi, dan pemecahan bahan dengan bantuan energi tinggi (Pirrung, 2007). Batas atas rentang ultrasonik mencapai 5 MHz untuk gas dan 500 MHz untuk cairan dan padatan (Mason & Lorimer, 2002). Ultrasonikasi dengan intensitas tinggi dapat menginduksi secara fisik dan kimia. Efek fisik dari ultrasonikasi intensitas tinggi salah satunya adalah emulsifikasi. Beberapa aplikasi ultrasonikasi ini adalah dispersi bahan pengisi dalam polimer dasar, emulsifikasi partikel anorganik pada polimer dasar, serta pembentukan dan pemotongan plastic (Suslick & Price, 1999).

Efek kimia pada ultrasonikasi ini menyebabkan molekul-molekul berinteraksi sehingga terjadi perubahan kimia. Interaksi tersebut disebabkan panjang gelombang ultrasonik lebih tinggi dibandingkan panjang gelombang molekul-molekul. Interaksi gelombang ultrasonik dengan molekul-molekul terjadi melalui media cairan. Gelombang yang dihasilkan oleh tenaga listrik diteruskan oleh media cair ke medan yang dituju melalui fenomena kavitasi akustik yang menyebabkan kenaikan suhu dan tekanan lokal dalam cairan (Wardiyati *et al.*, 2004). Ultrasonikasi pada cairan memiliki berbagai parameter seperti frekuensi, tekanan, suhu, viskositas, dan konsentrasi suatu sampel. Aplikasi ultrasonikasi pada polimer berpengaruh terhadap degradasi polimer tersebut (Wardiyati *et al.*, 2004).

Metode sonikasi termasuk jenis metode top down dalam pembuatan material nano. Gelombang tersebut ditembakkan ke dalam medium cair sehingga menghasilkan gelembung kavitasi yang dapat menyebabkan partikel memiliki diameter dalam skala nano. Karakteristik gelombang ultrasonik yang melewati medium mengakibatkan getaran partikel medium amplitudo sejajar dengan arah rambat secara longitudinal, sehingga menyebabkan partikel medium membentuk rapatan (strain) dan regangan (stress). Proses yang kontinu menyebabkan terjadinya rapatan dan regangan di dalam medium yang disebabkan oleh getaran partikel secara periodik pada saat gelombang ultrasonik melewatinya. Kecepatan dan penyerapan ultrasonik akan berbeda dalam medium perambatan yang

juga berbeda. Ini disebabkan karena interaksi gelombang ultrasonik yang terjadi bergantung pada ciri-ciri fisik medium perambatan dan mekanisme interaksi gelombang ultrasonik dengan bahan. Kecepatan perambatan gelombang longitudinal bergantung pada modulus elastik yang setara dengan modulus pukal dan densitas medium dipengaruhi oleh parameter sonication, seperti daya input, waktu sonikasi, diameter probe, dan frekuensi sonikasi. Gelombang ultrasonik apabila berada dalam medium cair dapat menyebabkan kavitasi akustik. Selama proses kavitasi berlangsung terjadi *bubble collapse* (ketidakseimbangan gelembung), yaitu pecahnya gelembung yang kecil akibat suara. Akibatnya terjadi peristiwa hotspot melibatkan energi yang sangat tinggi. Hotspot adalah pemanasan lokal yang sangat intens yaitu sekitar 5000 K pada tekanan 1000 atm, laju pemanasan dan pendinginan bisa sangat cepat yaitu sekitar 10^{10} K/s.

Pemberian gelombang ultrasonik pada suatu larutan akan menyebabkan molekul-molekul dalam larutan berisolasi terhadap posisi rata-ratanya. Larutan mengalami regangan dan rapatan. Ketika energi gelombang ultrasonik yang diberikan cukup besar, maka regangan gelombang dapat memecah ikatan molekul antar larutan, dan gas-gas yang terlarut di dalam larutan akan terperangkap akibat molekul larutan yang ikatannya terpecah ketika timbul rapatan kembali. Akibatnya timbul bola-bola berongga atau gelembung-gelembung berisi gas yang terperangkap, yang dikenal dengan efek kavitasi. Gelembung-gelembung ini bisa memiliki diameter yang membesar sehingga ukurannya maksimum,

kemudian berkontraksi dan mengecil sehingga volumenya berkurang, bahkan beberapa hingga seluruhnya menghilang.

5. Karakterisasi Nanopartikel

Penentuan karakteristik nanopartikel diperlukan untuk mendapatkan pengertian mekanis dari perilaku nanopartikel. Hal ini dapat digunakan untuk memperkirakan kinerja dan untuk merancang partikel, pengembangan formulasi dan mengatasi masalah-masalah dalam proses pembuatan nanopartikel (Abdassah, 2009).

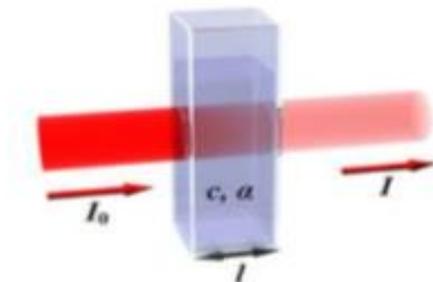
a. Ukuran dan Distribusi Partikel

Ukuran dan distribusi partikel nanopartikel diukur menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) menggunakan prinsip *Photon Correlation Spectroscopy* dan *Electrophoretic Light Scattering*. Rentang pengukuran alat ini yaitu $0,6 \mu\text{m} - 7 \text{ nm}$. Konsepnya bahwa partikel kecil dalam suspensi bergerak dengan pola secara acak, kemudian sinar laser menyinarinya. Semakin besar ukuran partikel, semakin lambat gerak Brown. Ukuran dan distribusi partikel merupakan karakteristik yang paling penting dalam sistem nanopartikel. Hal ini digunakan untuk memperkirakan distribusi secara *in vivo*, biologis, toksisitas, dan kemampuan membidik dari sistem nanopartikel. Nanopartikel mempunyai diameter yang berkisar 10-1000 nm (Mohanraj & Chen, 2006). Indeks polidispersitas merupakan jumlah yang dihitung dari dua parameter sederhana untuk data korelasi. Semakin kecil nilai indeks polidispersitas maka ukuran

partikel semakin homogen. Nilai indeks polidispersi memiliki tiga rentang, yaitu monodispersi (kurang dari 0.3), polidispersi (0.3-0.7), dan superdispersi (lebih dari 0.7). Nilai indeks polidispersi di bawah 0.3 menunjukkan bahwa ukuran partikel mempunyai distribusi yang sempit sedangkan nilai di atas 0.3 menunjukkan distribusi yang lebar (Liana, 2016).

b. Persen Transmitan (%T)

Persen transmitan (%T) menunjukkan fraksi daya radiasi yang diteruskan oleh sampel, dinyatakan sebagai $A = -\log \%T$, dimana A adalah absorbansi. Absorbansi diperoleh dari hasil pembacaan spektrofotometri UV Visibel. Absorbansi dapat digunakan untuk mengukur konsentrasi larutan dengan menggunakan Hukum Lambert-Beer (Heera & Shanmugam, 2015) dapat dilihat pada Gambar 2.5. Transmitan dapat juga dinyatakan dalam persamaan $T = \frac{I}{I_0}$ (IUPAC, 1997).



Gambar 2.6. Hukum Lambert-Beer pada Spektrofotometri UV-Vis

Persen transmitan (%T) digunakan untuk mengukur kejernihan secara kualitatif dari larutan atau sistem dispersi. Nilai transmitan yang

mendekati 100% menunjukkan dispersi jernih dan transparan dengan ukuran tetesan mencapai nanometer (Bali *et al.*, 2010). Secara fisik sistem dispersi nanopartikel tidak dapat dilihat secara kasat mata sehingga terlihat jernih dan transparan (Perdana, 2007).

c. *Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy*

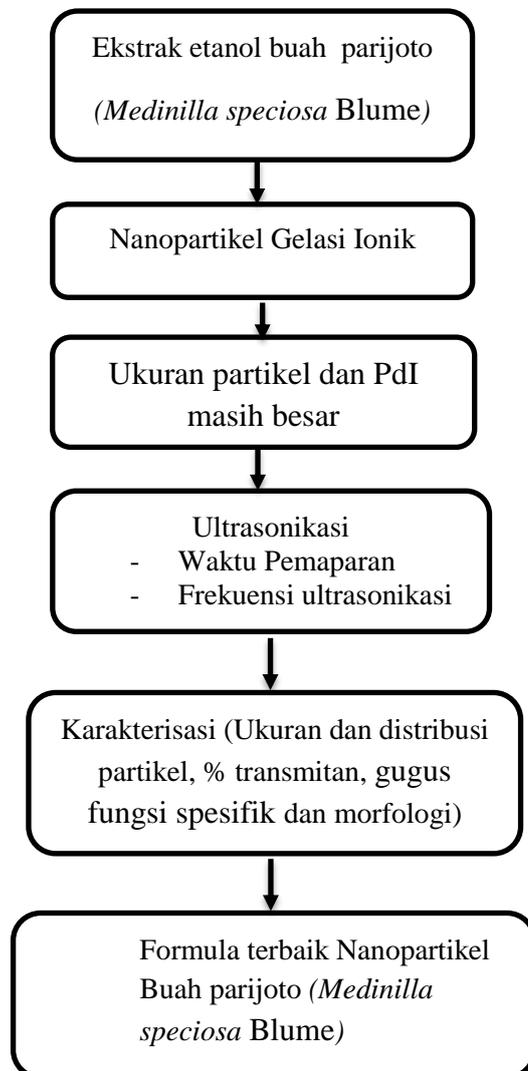
Fourier Transform Infrared (FTIR) mengukur intensitas inframerah terhadap panjang gelombang cahaya, digunakan untuk menentukan sifat kelompok fungsional terkait dan fitur struktural biologis ekstrak dengan partikel nano. Spektrum yang dihitung jelas mencerminkan ketergantungan yang terkenal dari sifat optik nanopartikel (Amudha *et al.*, 2014).

d. Teknik Mikroskopik

Teknik-teknik ini yaitu SEM dan TEM terutama digunakan untuk studi morfologi nanopartikel. Banyak peneliti menggunakan teknik ini untuk menunjukkan bahwa nanopartikel yang disintesis kurang lebih seragam dalam ukuran dan bentuk (Shoba *et al.*, 2014). *Scanning Electron Microscope (SEM)*. Karakterisasi analisis SEM digunakan untuk menentukan ukuran, bentuk dan morfologi nanopartikel yang terbentuk. SEM memberikan gambar resolusi tinggi dari permukaan sampel yang diinginkan. SEM bekerja dengan prinsip yang sama dengan mikroskop optik, tetapi mengukur elektron yang tersebar dari sampel. Elektron dapat dipercepat dengan potensial listrik, panjang gelombang dapat dibuat lebih pendek dari pada foton. Hal ini membuat SEM mampu memperbesar gambar hingga 200.000

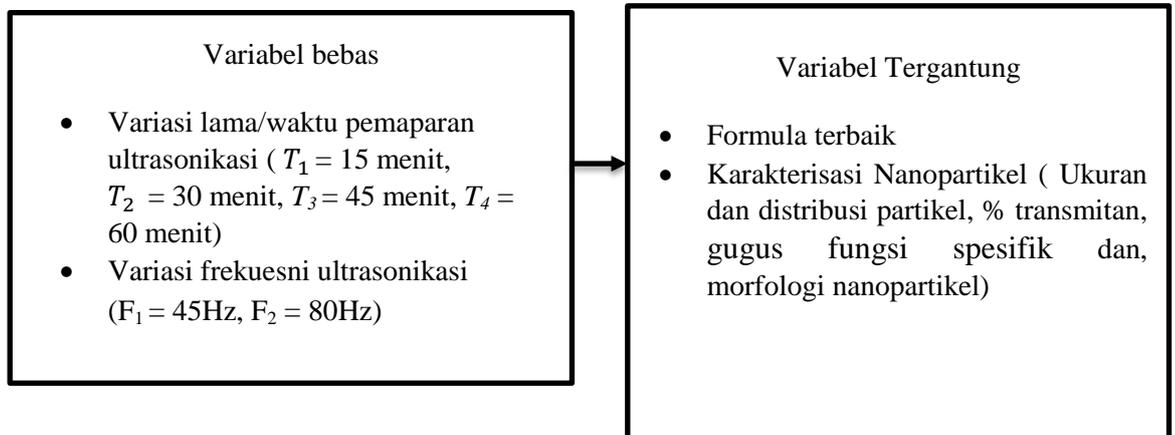
kali (Heera & Shanmugam, 2015). Bentuk nanopartikel dapat menyerupai *stalaktit* dan *stalakmit* pada goa (Kurniasari & Atun, 2017), atau membentuk agregat dengan permukaan tidak rata (Ayumi *et al.*, 2018), berbentuk bulat, permukaanya kasar dan cenderung tidak seragam (Ningsih *et al.*, 2017).

B. Kerangka Teori



Gambar 2.7. Kerangka Teori

C. Kerangka Konsep



Gambar 2.8. Kerangka Konsep

D. Hipotesis

Berdasarkan tinjauan pustaka di atas, dapat dibuat hipotesis sebagai berikut :

1. Pada durasi waktu dan besar frekuensi tertentu akan diperoleh formula terbaik nanopartikel buah piri (*Medinilla speciosa* Blume) terenkapsulasi kitosan dan ultrasonikasi.
2. Formulasi nanopartikel buah piri (*Medinilla speciosa* Blume) memiliki karakteristik sebagai nanopartikel yang meliputi ukuran dan distribusi partikel, persen transmittan, gugus fungsi spesifik dan morfologi nanopartikel.