

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penyakit Kanker

1. Konsep Kanker

Kanker adalah jaringan tubuh tumbuh lain dari biasanya dan bersifat ganas, biasanya diakibatkan ketidakaturan perjalanan hormon, kelainan siklus sel dan neoplasma ganas merupakan kekuatan sel yang dapat:

- a. Sel membelah melebihi batas normal sehingga tumbuh dengan tidak terkendali.
- b. Jaringan biologis yang dekat akan terserang.
- c. Bermetastasis melalui system kardiovaskuler dan getah bening.

Kebanyakan sel kanker akan membentuk tumor, namun sebagian kecil tidak, seperti leukemia⁽²²⁾. Kanker merupakan istilah penyakit dimana sel tidak normal membelah tak terkontrol dan bisa menyerang jaringan sekitarnya melewati sistem pembuluh darah dan kelenjar getah bening⁽¹⁾.

Sifat sel kanker yang ganas yaitu anaplastik, invasi, serta metastasis tetapi kanker bukan suatu penyakit menular. sel atau jaringan tumbuh diluar batas, terus menumpuk dan terus menerus hidup merupakan nama lain dari sel kanker, sel kanker ini akan masuk ke jaringan terdekat dan menimbulkan anak sebar⁽²⁾.

Gangguan yang perlu diperhatikan, akan tetapi perlu diagnosa pasti untuk menegakan terkena kanker atau tidak adalah sebagai berikut ⁽²²⁾:

- a. Terjadi perubahan kebiasaan buang hajat.
- b. Terganggunya saluran pencernaan dan nyeri nelan.
- c. Batuk lama dan tidak kunjung sembuh serta suara jadi parau.
- d. Terdapat benjolan di mamae atau tempat lain.
- e. Semakin membesarnya tahi lalat atau andeng-andeng
- f. Keluar darah atau lendir yang tidak biasa dari dalam tumuh.
- g. Borok atau koreng yang tidak kunjung sembuh.

Gejala atau gangguan kanker sangat bervariasi, sesuai dengan lokasi, keganasan, dan terdapat metastasis atau tidak, proses diagnosa lanjut. Penderita pada umumnya langsung ditangani dengan perawatan baik pembedahan, *chemotherapy* dan radiasi.

2. Klasifikasi Kanker

Pengklasifikasian kanker didasarkan lokasi sel dan jenis target organ yang diserang dimana tempat terjadinya kanker tersebut, pengklasifikasian kanker terdiri dari:⁽²³⁾

- a. Kanker yang sering menyerang jaringan epitel dinamakan *Carcinoma*.
- b. Kanker terjadi pada tulang atau dinamakan *Sarcoma*.
- c. kanker yang disebabkan oleh ketidak matangan sel darah yang berkembang di dalam sumsum tulang dan cenderung untuk menumpuk di dalam system peredaran darah disebut *Leukemia*.
- d. Kanker yang berawal dari nodus limfa dan jaringan dalam sistem kekebalan tubuh disebut dengan *Limfoma*.

- e. kanker yang berasal di jaringan otak dan sumsum tulang belakang atau *Central Nervous Systems Cancers*.

3. Patofisiologi Kanker

Patofisiologi kanker pada setiap organisme, baik manusia, hewan dan tumbuhan yaitu munculnya kecacatan, setiap kali penggandaan akan mempunyai potensi cacat (mutasi), akan tetapi upaya untuk mencegah dan memperbaiki mutase tersebut diobati dengan benar, kecacatan tersebut akan turunkan ke sel anak/*daughter cell*, namun tubuh dengan sendirinya akan mempertahankan diri, apabila dalam lingkungan tersebut mengandung zat karsinogenik akan terjadi cacat berulang.

Kanker yaitu merupakan sel yang cacat, sel yang cacat tersebut biasanya bisa mempertahankan dan mendaurulang sendiri (*self-amplifying*) dan bereplikasi secara eksponensial, seperti berikut ini:

- a. Perubahan pada saat *self-amplifying* dapat mengakibatkan *daughter cell* bertumpuk menimbulkan cacat lebih cepat.
- b. Perubahan pada saat pembuatan sinyal diendokrin
- c. Perubahan dapat mengakibatkan sel berpindah dan merusak sel sehat.
- d. Perubahan menjadikan *cancer cell* tidak mati, menjadikan sel yang sakit dan sehat semakin rusak selamanya⁽²⁴⁾.

Adapun patofisiologi kanker sebagai berikut:

a. Pembentukan Sel Kanker

Proses terjadinya sel kanker dimulai dari keadaan dengan mengakibatkan terjadinya perubahan sel sehat menjadi sel kanker yaitu seperti pada saat kondisi *hiperplasia, displasia, dan neoplasia*. Hiperplasia adalah kondisi dimana sel sehat yang terletak dalam jaringan tumbuh dengan jumlah yang abnormal. Displasia yaitu keadaan dimana perkembangan sel abnormal dan biasanya nucleus mengalami perubahan bentuk dan bervariasi dari yang seharusnya. Neoplasia adalah keadaan sel yang terdapat di jaringan yang berproliferasi secara abnormal, mempunyai sifat invasif.⁽²⁴⁾

Perkembangan sel yang tidak terkendali, hal ini dikarenakan adanya kerusakan DNA, sehingga terjadi perubahan di gen penting yang membantu mengendalikan sel membelah. Sebagian perubahan sel mungkin diperlukan pada saat perubahan dari sel sehat menjadi sel kanker. Perubahan-perubahan sel ini pada umumnya lebih disebabkan oleh agen kimia maupun fisik atau karsinogen. Mutasi bias terkena baik langsung atau diturunkan (mutasi *germline*).

Kecacatan pertukaran sel terjadi pada waktu sebagai berikut:

1. Fase G₁ berpindah menjadi fase S.
2. Kerusakan DNA yang diakibatkan siklus sel tidak akan terpulihkan.
3. Kromosom mengalami translokasi.

Karsinogenesis ialah suatu tahapan yang diakibatkan zat karsinogen yang banyak terdapat dilingkungan secara konsumsi atau infeksi. Tahapan karsinogenesis:

1. Pembentukan sel kanker awal.
2. Perkembangan awal sel.

3. Perubahan menjadi ganas.
4. Perubahan mutagenic dan epigenetik.

b. Angiogenesis

Lintasan angiogenesis dibutuhkan oleh sel tumor untuk tumbuh dan berkembang membentuk anak sebar, apabila tidak menggunakan lintasan tersebut sel tumor berkembang hingga memiliki garis tengah sebesar 1 sampai dengan 2mm, kemudian berhenti. Sebaliknya pada angiogenesis ukuran garis tengah sel tumor akan mencapai lebih dari 2mm, dikarenakan hal tersebut kemampuan yang dimiliki tumor yaitu pengaktifan dengan mensekresi protein. Para peneliti sudah menemukan dua protein yang essential untuk tumor tumbuh dan berkembang yaitu *vascular endothelial growth factor* (VEGF) dan *basic fibroblast growth factor* (BFGF). Kedua protein ini disekresi oleh bermacam jenis sel kanker dan sebagian jenis sel sehat.⁽²⁵⁾

Pencerap sel endotelial dapat mengsekresi VEGF atau BFGF dan mengaktifkan kanker dengan tujuan membentuk jalur metabolisme sehingga membuat pembuluh darah baru. Endotelial diharapkan menghasilkan enzim MMP, nantinya mengdegradasi jaringan matriks ekstraseluler, asam *tetraiodotiroasetat* akan bereaksi dengan *integrin* yang nantinya akan menghambat proses hormon *tiroksin* dan *tri-iodotironina* dimana sangat berfungsi dalam lintasan tersebut.⁽²⁶⁾

c. Metastasis

Mekanisme patofisiologis dari metastasis sampai saat ini masih belum benar-benar terbukti dan masih dalam perdebatan, akan tetapi ditemukan metastasis fundamental, hampir sama diciptakan oleh Stephen Paget pada tahun 1889, dengan penjelasan proses ini tergantung antara sel kanker untuk berkomunikasi baik sebagai *the seed* dan *the soil* (lingkungan makro organ tertentu).

Tumor primer tercipta hal ini berdasarkan pada pemodelan yang pertama, model ini akan terjadi potensi untuk melakukan metastasis ke organ lain dan membentuk tumor sekunder, yang disebabkan berbagai perubahan seperti heterogenitas, ketidakseimbangan genomik, penyimpangan gen, perubahan fenotipe dan perilaku sel.

Pemodelan selanjutnya menjelaskan sel kanker akan tumbuh pada suatu organ, sel punca kanker akan terjadi metastasis dari bagian jaringan tubuh yang lain diakibatkan karena adanya pengaktifan ruang.⁽²⁷⁾

d. Sitotoksik

Sitotoksik merupakan gabungan kata *cito* yang artinya “sel” dan *toxic* yang artinya “racun” jadi sitotoksik adalah suatu zat yang dapat merusak sel dan menghambat pertumbuhan baik sel normal maupun sel kanker. Sel yang terkena sitotoksik akan mengalami nekrosis yaitu sel mati dengan cepat karena proses lisis sel dan biasanya ditandai dengan adanya bengkak, dan sel akan mengalami apoptosis.

Tubuh manusia membentuk sel yang dianggap sitotoksik yaitu *T Cell*, yang merupakan bagian dari system kekebalan tubuh, *T Cell* ini berfungsi untuk mencari,

menemukan hingga menghancurkan sel terinfeksi baik oleh bakteri, virus dll. Tidak hanya manusia sitotoksik juga dapat ditemukan pada binatang seperti ular dan laba laba, serta dari Tumbuhan.

e. Apoptosis

Bahasa apoptosis berasal dari bahasa Yunani yaitu *Apo* artinya “dari” dan *Ptosis* yang berarti “jatuh” sehingga pengertian apoptosis adalah kematian sel yang terprogram yang dilakukan organisme untuk melepaskan sel rusak dan tubuh tidak membutuhkan lagi. Perbedaan antara apoptosis, nekrosis dan piroptosis yang mana kalau apoptosis berlangsung seumur hidup dan menguntungkan sedangkan nekrosis kematian sel dikarenakan kerusakan dan piroptosis kematian sel dikarenakan terjadinya infeksi intraseluler sehingga terjadi inflamasi pada jaringan.⁽²⁴⁾

Apoptosis yang terjadi pada sel yang mati dimulai dari enzim kaspase menjadi kompleks dan mengaktifkan protease menjadi multi sub-unit yang dikenal dengan apoptosom, selanjutnya apoptosom disintesa disitoplasma, permeabilitas membrane mitokondria terjadi peningkatan dan sitrokrom c lepas kedalam sitoplasma, kemudian memunculkan aktifitas peroksidase melalui interaksi fosfolipid dengan membran ganda sardiolipin mitokondria. Pro-apoptosis dilepaskan ke sitoplasma dan terjadinya permeabilitas mitokondria terjadi tanpa reseptor kematian atau yang dikenal dengan jalur intrisik mitokondria (*intrinsic pathway*). Kegagalan pada *intrinsic pathway* akan menyebabkan terjadinya kanker karena jalur intrinsic yang paling sensitif dan sering menimbulkan mutasi dari gen p53, fungsi dari gen p53 yaitu untuk menghambat penggandaan sel dengan cara menghentikan siklus sel pada fase G1 (interfase).

Extrinsic pathway dirangsang oleh reseptor kematian yang terdapat dipermukaan sel, reseptor ini merupakan salah satu reseptor *Tumor Necrosis Factor* (TNF) yang didalamnya terdapat *cytoplasmic death domain* yang berperan untuk mengirimkan sinyal apoptosis. Mekanisme apoptosis dimulai dengan TNF dihubungkan dengan protein CD95 (Fas), Fas akan berikatan dengan *ligandnya* sehingga membentuk FasL dan bergabung dengan *cytoplasmic death domain* membentuk *binding site* sebagai adaptor protein sehingga dinamakan *Fas Associated Death Domain* (FADD). FADD akan berikatan dengan *caspase 8* yang tidak aktif dan membentuk molekul *procaspase 8*, molekul ini akan pecah menjadi *caspase 8* yang aktif, selanjutnya *caspase 8* yang aktif akan merangsang *cascade* dan membangkitkan *procaspase* lainnya serta *enzyme* mediator untuk fase eksekusi.

Intrinsic Pathway atau disebut juga *Mitochondrial Pathway* terjadi adanya permeabilitas dari *mitochondria* dan terlepasnya molekul pro-apoptosis kedalam sitoplasma tanpa membutuhkan reseptor kematian, terbentuknya anti apoptosis *Bcl-2* dan *Bcl-x* didalam mitokondria dan sitoplasma berperan sebagai regulator apoptosis yang dipengaruhi oleh faktor pertumbuhan dan sinyal lainnya. Sel yang mengalami kerusakan akan menghilangkan kadar *Bcl-2* dan *Bcl-x* dalam mitokondria dan digantikan oleh *Bak*, *Bax* dan *Bim* yang merupakan protein pro-apoptosis serta membentuk *Cytochrom-c* yang digunakan oleh mitokondria untuk respirasi sel. *Cytochrom-c* ini akan berikatan dengan *Apoptosis Activating Factor-1*(Apaf-1) dan mengaktifkan *caspase-9* yang terjadi didalam *cytosol*, kemudian *Apoptosis Inducing*

Factor (AIF) yang merupakan protein mitokondria lainnya akan memasuki sitoplasma untuk menghambat aktivasi *caspase*

4. Sel Kanker MCF-7

Sel kanker MCF-7 yaitu *cell line* yang tumbuh pada jaringan epitel payudara, dengan titik metastasis *pleural effusion breast adenocarcinoma*, yang berasal dari perempuan ras kaukasian yang berumur 69 tahun dengan golongan darah O dan Rh+, sel kanker MCF-7 bersifat menempel pada sel inang, merupakan singkatan dari Michigan Cancer Foundation-7 yang berbasis di Institute Detroit negara bagian Amerika Serikat, didirikan pada tahun 1973 oleh Herbert Soule dan rekan kerja, Yayasan amal Michigan Cancer Foundation-7 (MCF-7) sekarang dikenal sebagai Institut Kanker Barbara Ann Karmanos.⁽²⁸⁾

Karakteristik dari sel MCF-7 adalah sebagai berikut:

- a. Tumor primer (karsinoma duktal payudara invasif)
- b. Berasal dari efusi pleura
- c. Terdapat Reseptor estrogen
- d. Respon proliferasi terhadap estrogen
- e. Adanya reseptor progesteron
- f. Tidak dapat memiliki amplifikasi gen ERBB2 (dengan ekspresi berlebih protein Her2/neu)
- g. Fenotip epitel luminal

Terdapat dua kelompok yang paling banyak berpengaruh terhadap terjadinya sel kanker yaitu Proto-onkogen dan Onkogen. Proto-onkogen merupakan sel normal

yang berperan mengkode protein untuk regenerasi dan diferensiasi sel dengan cara transduksi dan eksekusi sinyal mitogen, sedangkan onkogen merupakan proto-onkogen yang mengalami kerusakan yang disebabkan oleh perubahan struktur dan konsentrasi protein, peran dari onkogen ini yaitu menginduksi proliferasi sel sehingga pembelahan sel tidak terkontrol.

5. Sel HaCat

Sel HaCaT adalah *cell line* keratinosit *immortal aneuploid* yang berubah secara spontan dari kulit manusia dewasa, sel epidermal yang mensintesis keratin dan mengalami perubahan karakteristik ketika mereka bergerak ke atas dari lapisan basal epidermis ke lapisan tanduk kulit. Tahap-tahap diferensiasi keratinosit membentuk lapisan epidermis adalah sel basal, sel spinosus atau prickle, dan sel granular. Sel HaCat banyak digunakan dalam penelitian ilmiah karena kapasitasnya yang tinggi untuk berdiferensiasi dan berproliferasi secara *in vitro*, penggunaannya dalam penelitian memungkinkan untuk karakterisasi keratinosit manusia menggunakan model yang dapat direproduksi dan membahas masalah-masalah seperti umur kultur yang pendek dan variasi antara garis sel yang seharusnya ditemui. Sel-sel ini memungkinkan karakterisasi beberapa proses, seperti pemanfaatannya sebagai sistem model untuk metabolisme vitamin D3 di kulit.⁽²⁹⁾

6. Faktor Resiko

Faktor resiko terjadinya penyakit kanker terdiri dari kondisi lingkungan sebesar 90-95% dan faktor keturunan sebesar 5-10%. Kontrol Negatif, adapun kondisi lingkungan

yang menjadi resiko masyarakat terkena kanker dan sering terjadinya kasus kematian yaitu akibat merokok (25-30%), pola makan dan kegemukan sebesar 30-35 %, dan sebesar 15-20% berasal dari infeksi, kegiatan olah raga kurang, radiasi, stress dan polusi.⁽²⁵⁾

2.2 Pasak Bumi (*Eurycoma longifolia* Jack)

1. Morfolgi dan Taksonomi

Pasak Bumi (*Eurycoma longifolia* Jack) mempunyai berbagai nama lokal diantaranya: penar pahit, bedara pahit, bedara puteh, tongkat ali, lempung pahit, paying ali, tongkat baginda, muntah bumi, petala bumi, akar jangat seining, tungke ali, pasak bumi (Malaysia, Sumatera, dan Kalimantan), dan *tung saw* (Thailand). Taksonomi pasak bumi adalah sebagai berikut: kerajaan *Plantae*, divisi *Magnoliophyta*, kelas *Magnolipsida*, ordo *Sapindales*, famili *Simaroubaceae*, genus *Eurycoma*, dan spesies *Eurycoma longifolia* Jack.

Pasak Bumi (*Eurycoma longifolia* Jack) biasanya berupa semak belukar atau tanaman perdu dapat tumbuh menjulang sampai 10m, namun terdapat tanaman dengan tinggi lebih dari 15 meter, mempunyai struktur yang dapat digambarkan sebagai berikut ini:⁽³⁰⁾

a. Batang

Pada umumnya ditemukan tidak mempunyai anak cabang dan apabila ada yang bercabang jumlahnya hanya sedikit seperti payung, formasi daun melingkar, berwarna coklat keabu-abuan dan licin.



Sumber: id.m.wikipedia.org

Gambar 1. Batang Pasak Bumi (*Eurycoma longifolia* Jack)

b. Daun

bentuk daun menyirip seperti berbentuk lanset atau oval dan runcing pada ujung daun berjumlah antara 13 sampai dengan 41 lembar, daun memiliki panjang dari pangkal tangkai 20-40cm dengan tipe pinatus, oblong, bergelombang, daun muda berukuran 5 sampai dengan 25cm dikali 1,25 sampai 3cm berwarna hijau tua, tepi daun bergelombang, tangkai coklat kehitaman.



Sumber: id.m.wikipedia.org

Gambar 2. Daun Pasak Bumi ((*Eurycoma longifolia* Jack)

Bentuk daun muda betina jorong sedangkan pada jantan pada jantan berbentuk memanjang dengan ukuran panjang 2,8 sampai 9,0cm dan lebar 1,5 sampai 2,9cm. Jumlah helaian pada anak daun yaitu 11 sampai dengan 23 helaian apabila dibanding Pasak Bumi jantan jumlah helaianya yaitu 13 sampai 27 helaian.

c. Bunga

Termasuk *monoceous* atau *diceous* dengan bunga warna merah keunguan dan lebar sebesar 0,6cm, mempunyai benjolan di ujung dan berbulu halus. Bunga Pasak Bumi dikelompok menjadi 2 bunga yaitu tumbuhan berbunga jantan dimana bunga ini tidak akan berbuah dan bunga betina akan berbuah.



Sumber: id.m.wikipedia.org

Gambar 3. Bunga Pasak Bumi (*Eurycoma longifolia* Jack)

d. Buah

Buah matang dengan warna hijau gelap kemerahan, dengan panjang sebesar 1 sampai dengan 2cm dan mempunyai lebar 0,5 sampai 1cm.



Sumber: id.m.wikipedia.org

Gambar 4. Buah Pasak Bumi (*Eurycoma longifolia* Jack)

e. Akar

Akar tunjang merupakan ciri khas dari tanaman Pasak Bumi dengan posisi akar menembus tanah sedalam 2m dan sedikit memiliki cabang.



Sumber: id.m.wikipedia.org

Gambar 5. Akar Pasak Bumi (*Eurycoma longifolia* Jack)

2. Kandungan Pasak Bumi (*Eurycoma longifolia* Jack)

Kandungan dari akar Pasak Bumi terdiri dari berbagai senyawa untuk menaikkan gairah seksual. Bahan kimia yang diekstrak dari akar Pasak Bumi dalam berbagai pelarut mengandung *terpenoid, stigmasterol, sitosterol, sterol, saponin, kuassinoid, campesterol, benzokoinpon, alkaloid, skopoletin, piskidinol, nilositin, metoksisantin-monooksida, metoksisantin, melian, longilen, longilakton A dan B, hidroksleurikomalakton, hidroksiantin-monooksida, hidroksidehidro eurikomalakton, hispidon, eurilene, eurycomanone, durilakton, erikomanol-oD glikopiranosid, eurikomanol, dihidroeurikomalakton.*⁽¹²⁾⁽¹³⁾

Hasil ekstraksi Pasak Bumi dengan pelarut air ternyata mengandung senyawafenol, tanin, polisakarida dengan bobot molekul tinggi, glikoprotein, dan mukopolisakarida. Selain senyawa tersebut terdapat 3 (tiga) quasinoid, yaitu eurikolakton A, B dan C yang ditemukan pada akar, akan tetapi bagian Pasak Bumi berupa batang dan kayu didapatkan 3 (tiga) quasinoid yang berpengaruh pada *carcinoma*. Kandungan lain dari Pasak Bumi yaitu terdiri dari berbagai jenis mineral seperti besi, timbal dan mangan serta seng. Hampir semua bagian tanaman dimanfaatkan untuk pengobatan antara lain untuk mengobat panas-dingin, nyeri gusi, kecacingan dan tonikum setelah melahirkan. Pemanfaatan batang dan kulit pohon berkhasiat mengobati demam, bibir pecah-pecah, pegel linu, kecacingan dan tonikum setelah melahirkan. Daun berkhasiat sebagai obat gatal-gatal karena alergi, sebagai sakit kepala, sakit perut dan nyeri tulang digunakan buah dan bunganya⁽³¹⁾

2.3 Nanopartikel

1. Pengertian Nanopartikel

Nano adalah satuan panjang sepertriliun meter ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{ m}$), ukuran tersebut 1000 kali sangat kecil dibandingkan dengan diameter rambut. Nanopartikel adalah penghubung antara molekul dan bahan berukuran mikrometer menggunakan skala nanometer, ukuran yang teramat kecil sekali akan tetapi mempunyai ukuran luas permukaan sangat besar, hal tersebut salah satu kekhasan dari nano partikel ini, sehingga nano ini mempunyai sifat toksis disebabkan permukaannya yang besar dan berkait rapat.⁽³²⁾

Nanopartikel yaitu suatu partikel dengan ukuran kecil sekali, memiliki garis tengah 1 sampai dengan 100nm, yang memiliki ukuran nanometer dan mempunyai beda sifat dengan ukuran *bulk*, perbandingan nilai yang dimiliki nanopartikel yaitu luas permukaan dan volume yang lebih besar apabila dibandingkan dengan partikel sejenis yang membuatnya lebih reaktif, kereaktifan ini didasarkan banyaknya atom di permukaan hal ini dikarenakan dapat bersentuhan langsung dengan material lain.⁽³³⁾

Kelarutan suatu obat, dapat terperangkap, terenkapsulasi dengan matriks nanopartikel. Terdapat dua teknik pembuatan dan preparasi nanopartikel yaitu nanokapsul dan nanosphere. Nanosphere yaitu dimana obat terdispersi homogen pada matriks sedangkan nanokapsul yakni membran polimer mengelilingi obat tersebut.⁽³⁴⁾

2. Nanopartikel Perak (Nanosilver)

Nanopartikel perak didapat dengan berbagai cara untuk bisa disintesis dengan menggunakan teknik biologi, kimia dan fisika, beberapa yang dilakukan seperti dalam misel terbalik diantaranya reaksi fotokimia, kimiawi dan reduksi larutan, senyawa perak dilakukan dekomposisi termal, dukungan radiasi, elektrokimia, proses *microwave* dan sonokimia, pada era sekarang menggunakan teknik *green chemistry*.⁽³⁵⁾

Pada umumnya terdapat dua kelompok besar teknik yang digunakan untuk dapat mensintesa nanopartikel yaitu teknik kimia *bottom-up* dan teknik fisika *top-down*. Teknik *top-down* yaitu suatu teknik yang dilakukan untuk menghancurkan ukuran partikel besar secara mekanik menjadi partikel berukuran nanometer. Akan tetapi teknik *bottom-up* yaitu berawal dengan melarutkan garam perak, agen pereduksi, dan penstabil sehingga atom atau molekul dapat menjadi partikel berukuran nanometer seperti yang dikehendaki⁽³⁶⁾. Ukuran serta bentuk dari nanopartikel *silver* merupakan bagian utama untuk menentukan antimikroba, kelistrikan, kemagnetan, katalisator dan sifat optik. Penggunaan antimikroba nanopartikel silver berdasarkan ukuran partikel yaitu ukuran nano partikel.⁽³⁷⁾

Kesetabilan nanopartikel diakibatkan nanopartikel cenderung beraglomerasi bukan berdasarkan pada ukuran partikel yang semakin kecil, dengan ukuran nanopartikel memiliki *surface area* khusus yang tajam, pada *surface area* tajam terbentuk dipol listrik sehingga dapat beraglomerasi, hal ini disebabkan karena adanya peningkatan ikatan kimia antar partikel, karena itu yang mempunyai peran yang sangat esensial adalah penstabil nanopartikel perak.⁽³⁸⁾

3. Karakterisasi Nanopartikel Perak (Nanosilver)

a. Spektroskopi *Ultra-Violet Visible* (UV-Vis)

Spektroskopi yaitu ilmu yang mempelajari kaitan antara atom dan cahaya serta molekul. Serapan cahaya, radiasi cahaya atau elektromagnet dapat dianggap menyerupai gelombang menjadi dasar spektroskopi UV-Vis, sebagian dari cahaya diserap oleh molekul-molekul apabila cahaya jatuh pada senyawa tersebut, sehingga struktur dari molekul akan sesuai.⁽³⁹⁾

Metode yang dipakai untuk menentukan cahaya yang terserap dan tersebar oleh sampel yaitu metode Spektroskopi UV-Vis. Secara simpel, sampel diposisikan berada pada fotodetektor dan sumber cahaya, sebelum dan setelah melalui sampel adalah penentuan intensitas cahaya, untuk menentukan panjang gelombang sampel tergantung pada spektra dengan cara membandingkan pada setiap panjang gelombang yang terjadi. Posisi data disesuaikan menurut fungsi panjang gelombang tersebut.

Penggunaan emas dan perak untuk proses pembuatan nanopartikel, mengakibatkan panjang gelombang tertentu akan berinteraksi dengan kuat tertentu dari sifat optik dan cahaya yang khas dari emas dan perak, yang merupakan sifat dasar dari plasmonik. kesensitifitasan terhadap pembuatan *silver* koloid dinamak *nanosilver* partikel, eksitasi permukaan plasmon merupakan gambaran *peak* absorpsi yang kuat, hal ini menunjukkan konduksi elektron eksitasi bersama dari dalam logam.⁽³⁹⁾

Penyebaran nanopartikel didasarkan pada gelombang panjang dan pendek, penyebaran ultra violet atau cahaya biru yang kuat berasal dari panjang gelombang yang lebih panjang dengan cahaya merah, tidak tergantung pada panjang gelombang untuk penyebaran cahaya partikel yang lebih besar, puncak serapan dari *nanosilver* partikel berkisar antara 400nm sampai dengan 530nm dengan menggunakan

spektrofotometer.⁽⁴⁰⁾

b. *Particle Size Analysis (PSA)*

Particle Size Analysis ditujukan untuk penentuan rata-rata ukuran nanopartikel *silver*, teknik yang digunakan yaitu *Dinamyc Light Scattering* lebih dikenal dengan Spektroskopi Korelasi Foton (SKF). Pancaran sinar *infrared* yang sampai ke alat sampel akan membentuk gerak *brown* dimana molekul dan zat cair berbentur secara acak, *brown* ini akan semakin cepat apabila semakin kecil ukuran partikel.⁽⁴¹⁾

Nanopartikel perak dengan ukuran yang diukur menggunakan *Dinamyc Light Scattering* yaitu berdasarkan garis tengah pada saat mengukur lingkaran partikel akan terdifusi dengan kecepatan yang sama. Kecepatan pada saat tertentu dengan intensitas yang berfluktuasi sangat bergantung pada ukuran partikel dan analisis distribusi sesuai hasil persentase volume sampel.⁽⁴¹⁾

c. *Transmission Electron Microscopy (TEM)*

Ukuran partikel diukur menggunakan *Transmission Electron Microscopy*, hal ini dikarenakan alat tersebut mempunyai resolusi pengamatan yang valid dan jelas detector, dapat menyerap bayangan dengan cara sampel yang tipis sekali dipancarkan elektron dan dipercepat dengan tegangan ratusan kilo volt, sehingga menembus bagian yang lunak namun ditahan bagian keras sampel seperti partikel, akhirnya detektor menangkap berkas elektron yang lolos dari bagian lunak.⁽³³⁾

Posisi Sampel di atas grid TEM berasal dari logam Cu dan Co dan dibuat sangat pipih supaya bisa dilewati dengan elektron. Apabila bentuk sampel berupa partikel, maka partikel akan dipendar dalam cairan yang bersifat volatil seperti etanol kemudian teteskan keatas grid TEM tersebut dan apabila sampel berupa polimer, komposit maka

diiris tipis menjadi nanometer adapun alat pengiris tersebut dinamakan *microtome*, diobservasi dengan menggunakan TEM akan terbentuk sehingga dapat menetapkan distribusi ukuran partikel hasil foto. ⁽³³⁾