BAB III

DASAR TEORI

3.1. Tumbuhan Jahe

3.1.1. Sistematika Tumbuhan Jahe

Jahe (*Zingiber officinale Rosc.*) merupakan tanaman obat berupa tumbuhan rumpun berbatang semu. Jahe termasuk dalam suku temu-temuan (*zingiberaceae*), satu famili dangan temu-temuan lainnya seperti temu lawak (Cucuma xanthorrizha), temu hitam (*Curcuma aeruginosa*), kunyit, (*Curcuma domestica*), kencur (*Kaempferia galanga*), lengkuas (*Languas galanga*), dan lain-lain.

Jahe merupakan rempah-rempah Indonesia yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam bidang kesehatan. Jahe berasal dari Asia Pasifik yang tersebar dari India sampai Cina (Paimin dan Murhanato, 2008). Sistematika tanaman rimpang jahe:

Divisi : Spermatophyta

Subdivisi : Angiospermae

Kelas : Monocotyledonae

Ordo : Musales

Famili : Zingiberaceae

Genus : Zingiber

Spesies : Officinale

Gambar dari rimpang jahe dapat dilihat pada gambar 1.

Gambar 1. Rimpang jahe

3.1.2. Morfologi Tanaman Jahe

Akar merupakan bagian terpenting dari tanaman jahe. Pada bagian ini tumbuh tunas-tunas baru yang kelak akan menjadi tanaman. Akar tunggal (rimpang) tertanam kuat di dalam tanah dan makin membesar dengan pertambahan usia serta membentuk rhizoma-rhizoma baru (Rukmana, 2000).

3.1.3. Jenis – Jenis Jahe

Menurut Navvaro (2002), jahe dapat dibedakan menjadi 3 jenis berdasarkan ukuran, bentuk dan warn arimpangnya, Umumnya dikenal dengan 3 variates jahe, yaitu :

1. Jahe gajah (*Zingiber Officinale var. officinale*)

   Variates jahe ini banyak ditanam di masyarakat dan dikenal dengan nama *Zingiber officinale var. officinale*. Batang jahe gajah berbentuk bulat, berwarna hijau muda, diselubungi pelepah daun, sehingga agak keras. Tinggi tanaman 55,88-88,38 cm. daun tersusun secara berselang-seling dan teratur, permukaan daun bagian atas bwewarna hijau muda jika dibandingkan dengan bagian bawah. Luas daun 24,87-27,52 cm^2 dengan ukuran panjang 17,42- 21,99 cm, lebar 2,00-2,45 cm, lebar tajuk antara 41,05-53,81 cm dan jumlah daun dalam satu tanaman 25-31 lembar. (Herlina *et al.,* 2002).

   Ukuran rimpangnya lebih besar dan gemuk jika dibandingkan dengan jenis jahe lainnya. Jika diiris rimpang berwarna putih kekuningan. Berat rimpang berkisar 0,81-1,04 kg dengan panjang 15,83-32,75 cm, ukuran tinggi 6,02-12,24 cm. Ruas rimpangnya lebih menggembung dari kedua variates lainnya. Jenis jahe ini bisa

dikonsumsi baik saat berumur muda maupun berumur tua, baik sebagai jahe segar maupun jahe olahan. Akar jahe gajah ini memiliki serat yang sedikit lembut dengan kisaran panjang akar 4,53-6,30 cm dan diameter mencapai kisaran 4,53-6,30 mm. rimpang jahe memiliki aroma yang kurang tajam dan rasanya kurang pedas. Kandungan minyak atsiri pada jahe gajah 0,82-1,66%, kadar pati 55,10%, kadar serat 6,89% dan kadar abu 6,6-7,5%. (Herlina *et al.,* 2002)

Jahe gajah diperdagangkan sebagai rimpang segar setelah dipanen pada umur 8-9 bulan. Rimpang tua ini padat berisi. Ukuran rimpangnya 150-200 gram/rumpun. Ruasnya utuh, daging impangnya cerah, bebas luka dan bersih dari batang semu, akar, serangga tanah dan kotoran melekat (Rukmana., 2000).

2. Jahe Emprit (*Zingiber officinale var. Rubrum*)

Jahe emprit (*Zingiber officinale var. Rubrum*) merupakan salah satu jenis jahe yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku obat-obatan. Hal ini dikarenakan rimpang jahe emprit berserat lembut beraroma tajam, dan berasa pedas meskipun ukuran rimpangnya kecil. Rimpang jahe emprit juga mengandung gizi cukup tinggi, antara lain 58% pati 8% protein, 3-5% oleoresin dan 1-3% minyak atsiri (Rukmana.,2000).

Jahe ini dikenal dengan nama latin *Zingiber officinale var. rubrum,* memiliki rimpang dengan bobot berkisar antara 0,5-0,7 kg/rumpun. Struktur rimpang kecil-kecil dan berlapis. Daging rimpang berwarna putuh kekuningan. Tinggi rimpangnya dapat mencapai 11 cm dengan panjang antara 6-30 cm dan diameter anatara antara 3,27-4,05 cm. Ruasnya kecil, agak rata sampai agak sedikit menggembung. Jahe ini selalu dipanen setelah berumur tua. Akar yang keluar dari rimpang berbentuk bulat. Panjang dapat mencapai26 cm dan diameternya berkisar anatara 3,91- 5,90 cm. Akar yang banyak dikumpulkan dari satu rumpun dapat mencapai 70 g lebih banyak dari akar jahe besar. Tinggi tanaman jika diukur dari permukaan tanah sekitar 40-60 cm sedikit lebih pendek dari jahe besar. Bentuk batang bulat dan warna batang hijau muda hampir sama dengan jahe besar, hanya penampilannya lebih ramping dan jumlahnya batangnya lebih banyak. (Herlina *et al*., 2002).

3. Jahe Merah (*Zingiber officinale var. rubrum*)

Jahe merah merupakan salah satu varian jahe yang memiliki rasa pahit dan pedas lebih tinggi jika dibandingkan dengan jahe jenis yang lain. Kulit jahe merah berwarna merah muda hingga jingga muda, dan dagingnya sedikit cokelat (Martani, 2015). Jahe seringkali dimanfaatkan sebagai bahan bumbu masak, selain itu jahe secara empiris juga digunakan sebagai salah satu komponen penyusun berbagai ramuan obat (Handrianto, 2016).

Jahe merah memiliki bentuk bulat dengan ukuran kecil berawarna hijau, tetapi batang bagian bawah berwarna kemerahan, struktur batang agak keras karena diselubungi oleh pelepah daun. Tinggi tanaman mencapai 34,18-62,28 cm. Daun jahe merah tersusun berselang-seling secara teratur dan memiliki warna yang lebih hijau (gelap) dibandingkan jenis tanaman jahe lainnya. Permukaan daun bagian atas berwarna hijau muda dibandingkan dengan permukaan bagian bawahnya. Rimpang jahe berwarna merah hingga jingga muda. Ukuran rimpang jahe merah lebih kecil dibandingkan dengan jahe gajah dan jahe emprit yakni panjang rimpang 12,33-12,60 cm. Tinggi mencapai 5,86-7,03 cm, dan berat rata-rata 0,29-1,17 kg. Akar berserat agak kasar dengan panjang 17,03-24,06 cm dan diameter akar mencapai 5,36-5,46 cm.(Lentera, 2002). Jahe merah mempunyai kandungan minyak atsiri sebesar 3,9%, pati 44,99% dan abu sebesar 7,46%. (Daryono *et al*. 2005)

3.1.4. Kandungan Tanaman Jahe

Minyak atsiri jahe termasuk jenis minyak yang mudah menguap dan merupakan suatu komponen yang memberi bau harum khas jahe. Minyak atsiri jahe terdiri dari zingiberol, zingiberen, n-nonyl aldehida, d-camphen, dbphellandren, methyl heptanon, sineol, stral, borneol, linalool, asetat, kaprilat, phenol, dan chavicol (Koswara, 1995).

Struktur rimpang jahe kecil dan berlapis. Jahe memiliki kandungan minyak atsiri sebesar 1,50 – 3,50 %. Kadar serat 6,59% dan kadar pati 54,70%. Bunga jahe terbentuk langsung dari rimpang. Bunga jahe umumnya berbentuk tabung sari semu yang menyerupai mahkota bunga (Puseglove *et al*., 1981).

3.2. Oleoresin

Oleoresin berasal dari kata “oleo” yang berarti minyak dan “resin” yang berarti damar. Jadi oleoresin adalah minyak dan damar yang merupakan campuran minyak atsiri sebagai pembawa aroma dan sejenis damar sebagai pembawa rasa. Oleoresin berbentuk padat atau semi padat dan biasanya lengket. Dalam dunia perdagangan oleoresin dikenal sebagai ginggerin (Ravindran *et al*., 2005). Oleoresin merupakan suatu gugusan kimia yang cukup komplek susunan kimianya. Oleoresin berupa minyak berwarna coklat tua sampai hitam dan mengandung kadar minyak atsiri 15 sampai 35 %. Oleoresin jahe mengandung komponen gingerol, shoganol, zingerone, resin dan minyak atsiri. Gambar 2 menunjukkan contoh dari oleoresin jahe.

Gambar 2. Oleoresin jahe

3.3. Nanoenkapsulasi

3.3.1. Definisi Nanoenkapsulasi

Nanoenkapsulasi merupakan proses penyalutan bahan inti berbentuk cairan atau padat menggunakan suatu enkapsulan khusus yang membuat partikel-partikel inti mempunyai sifat fisikokimia yang diinginkan (Deladino et al., 2008). Nanoenkapsulasi menghasilkan partikel dengan diameter mikrometer sampai nanometer (Zuidan dan nedovic, 2010).

3.3.2 Morfologi Nanoenkapsulasi

Nanoenkapsulasi dan nanosphere merupakan nanopartikel yang berukuran koloid dengan diameter berkisar antara 10-1000 nm. Nanoenkapsulasi adalah sistem vasikular dimana komponen bioaktif diperangkap pada sebuah rongga yang dikelilingi oleh membran polimer yang unik sedangkan nanosphere adalah sistem matriks dimana komponen bioaktif tersebar secara merata. Nanoenkapsulasi digunakan sebagai teknologi untuk mengenkapsulasi zat/bahan dalam utau mengacu untuk pengemasan bioaktif pada skala nano (Lopez *et al*., 2006).

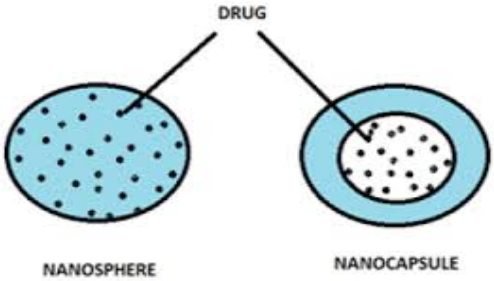
Nanoenkapsulasi merupakan inovasi untuk mendapatkan ukuran enkapsulan yang berukuran sangat kecil dan memiliki ukuran nanometer melalui teknik pengembangan enkapsulan. Aplikasi nanoteknologi dilakukan sebaga usaha untuk mempermudah kecernaan senyawa yang dikandung di dalam bahan yang dienkapsulasi, meningkatkan kelarutan dan menstabilkan dari kondisi thermal. Ukuran diameter mikroenkapsulasi antara 3-800 μm, sedangkan pada nanoenkpasulasi bahan yang dienkapsulasi hanya memiliki ukuran 10-1000 nm. Pembuatan nanoenkapsulasi dapat menggunakan senyawa yang hidrofilik yang bersifat larut dalam air namun tidak dalam lemak dan pelarut organik dan senyawa lipofilik yang tidak larut dalam air namun justru larut dalam pelarut lemak serta organik.(Ezhilarasi *et al*., 2012)

3.3.3. Tujuan Nanoenkapsulasi

Proses nanoenkapsulasi memiliki beberapa tujuan, antara lain:

1. Memperbaiki kelarutan, kemampuan disperse, dan sifat alir bahan inti.
2. Mengurangi sifat initasi bahan inti terhadap lambung dan saluran pencernaan.
3. Perlindungan bahan inti atau tidak stabil dari pengaruh lingkungan sebelum digunakan.
4. Peningkatan waktu simpan dengan mencegah reaksi degradasi (oksidasi, dehidrasi).
5. Menutupi bau rasa yang tidak enak.
6. Mengatur pelepasan bahan inti.

7. Mencegah inkompatibilitas antara komposisi dalam sediaan.
8. Mengurangi bahaya dari bahan anti toksik.
9. Mengubah bentuk cairan menjadi padatan.
10. Mengurangi sifat higrokopis bahan inti (Ghosh, 2006; Deasy, 1984).



Gambar 3. Nanoenkapsulasi

3.3.4. Bahan Enkapsulan

Jenis penyalut yang digunakan untuk proses enkapsulasi harus bersifat tidak beracun dan tidak bereaksi dengan bahan inti. Jenis penyalut juga akan mempengaruhi proses release dalam tubuh. Bahan penyalut yang digunakan terdiri dari satu jenis penyalut atau penggabungan dari jenis penyalut yang berbeda muatan untuk membentuk fase pemisahan menjadi fase kaya polimer yang akan digunakan untuk melapisi bahan aktif dan fase miskin polimer (Wise,2000; Saravan and Rao,2010).

Jenis penyalut yang digunakan disesuaikan dengan permasalahan yang akan diselesaikan dan juga tergantung pada jenis bahan aktif yang akan di salut. Formulasi penyalut dapat dikembangkan dari berbagai bahan penyalut, pengubah (*modifiers*) dan pelarut, Jenis bahan penyalut yang digunakan untuk enkapsulasi adalah akasia, albumin,alginate, polimetil metakrilat, etil selulosa, maltodekstrin, polivinil alcohol (Jyothi *et al*., 2012)

3.4. Pelepasan Terkendali *(controlled release)*

Pelepasan terkendali dapat didefinisikan sebagai modifikasi waktu dan tempat dimana bahan yang aktif akan dilepaskan. Modifikasi dapat dilakukan menggunakan bahan dengan sifat spesifik sebagai penghalang untuk manipulasi pelepasan bahan

aktif dan untuk menyediakan sensor unik dan manfaat fungsional. Terdapat dua prinsip dalam pelepasan terkendali, yakni pelepasan tertunda dan pelepasan berkelanjutan.

a. Pelepasan yang ditunda

Pelepasan yang ditunda adalah mekanisme dimana pelepasan zat aktif tertunda sampai ke titik dimana pelepasan tidak lagi terhalang.

b. Pelepasan berekelanjutan

Pelepasan berekelanjutan adalah mekanisme yang dirancang untuk mempertahankan konsentrasi konstan dari bahan aktif yang akan dipertahankan.

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pelepasan bahan aktif dari suatu matriks adalah bahan penyalut, kelembaban relative dan temperature. Mekanisme pelepasan untuk kapsul dipengaruhi oleh pelarut, meliputi : titik didih pelarut, sifat difusi pelarut dan degradasi pelarut. Keuntungan dari pelepasan terkendali adalah bahan aktif yang akan dirilis dapat dikendalikan selama periode waktu yang berekpanjangan. (Lakkis.,2007.

3.5. Maltodekstrin

Maltodekstrin adalah suatu polisakarida yang digunakan sebagai bahan tambahan pangan. Senyawa ini biasanya dijumpai dalam bentuk serbuk putih yang dibuat dari amilum dengan cara hidrolisis parsial, dan yang dijumpai dengan cara *spray drying* dan bersifat higroskopis. Maltodekstin mudah bersifat sedikit manis atau hamper tak berasa, diserap dengan cepat sebagai glukosa, dan dicerna. Maltodekstrin secara umum biasanya digunakan dalam produksi soda dan kembang gula serta dapat pula dijumpai sebagai bahan campuran berbagai macam olahan.

Maltodekstrin didefinisikan sebagai produk hidrolisis pati yang mengandung unit α-D-glukosa yang sebagian besar terikat melalui ikatan 1,4 glikosidik dengan DE (*Dextrose Equivalent*) hanya memberi gambaran tentang kandungan gula pereduksi. Peningkatan nilai DE akan meningkatkan warna, sifat higroskopis, plastisitas, rasa manis dan kelarutan (Lubis.,2011). Maltodekstrin sebagai DE yang rendah lebih efektif

sebagai pengikat lemak dibandingkan DE yang tinggi. Nilai DE yang tinggi akan memberikan viskositas yang lebih rendah (Fasikhatun., 2010).

Maltodekstrin dapat diperoleh dengan menghidrolisis pati singkong secara parsial dengan enzim α- amilase pada suhu 85 ^{o}C selama 65 menit. Maltodekstrin merupakan campuran maltose, maltotriosa, maltotetraosa. Maltodektrsin memiliki rumus kimia (C_6 $H_{10}O_5)_nH_2$ O. Maltodekstrin harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan yaitu susut pengeringan < 6%, sisa pemijaran < 0,5% dan pH antara 4-7 (Lubis, 2011). Maltodekstrin memiliki sifat sebagai penyalut yang baik karena kemampuannya dalam membentuk emulsi dan viskositas yang rendah (Laoasongkram *et al*., 2011).

Aplikasi maltodekstin dalam produk pangan antara lain:

1. Produk remotian, misalnya cake, muffin, dan biskuit digunakan sebagai pengganti gula atau lemak.
2. Makanan beku, maltodekstrin memiliki mengikat kemampuan air dan berat molekul rendah sehingga dapat mempertahankan produk beku.
3. Makanan rendah kalori, penambahan maltodekstrin dalam jumlah besar tidak meningkatkan kemanisan produk beku.

Maltodekstrin banyak digunakan karena mudah ditemukan, mudah dalam penanganan proses (Moore *et al*.,2005), dapat mengalami disperse yang cepat, memiliki kelarutan yang tinggi, mampu membentuk matriks, kemungkinan terjadinya pencoklatan rendah, mampu menghambat kristalisasi, memiliki daya ikat kuat dan viskositasnya rendah (Dickinson.,2003). Maltodekstrin mempunyai kemampuan yang baik dalam menghambat reaksi oksidasi sehingga enkapsulan yang dihasilkan mempunyai sisa umur simpan yang lebih baik daripada menggunakan gum arab. Maltodekstrin memiliki sifat-sifat spesifik tertentu sehingga dapat digunakan pada makanan. Sifat-sifat spesifik yang dimiliki maltodekstrin antara lain, memiliki daya larut tinggi, maltodekstrin mengalami proses disperse yang cepat, mampu menghambat kristalisasi, sebagai pengental pada saus dan produk-produk sejenisnya, mampu

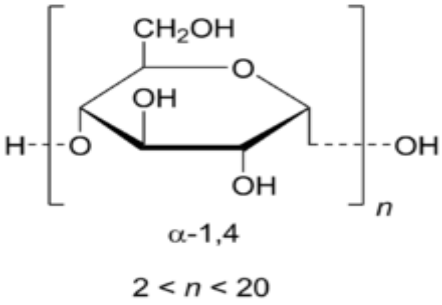
membentuk film, mampu membentuk tekstur, memiliki sifat higroskopis yang rendah, memiliki daya ikat yang baik, dan dapat digunakan pada makanan rendah kalori (Gharsallaoui *et al,* 2007). Mengenai kriteria dari maltodekstrin dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini :

Tabel 1. Kriteria maltodekstrin

Kriteria	Spesifikasi
Kenampakan	Bubuk putih agak kekuningan
Bau	Bau seperti malt-dekstrin
Rasa	Kurang manis, hambar
Kadar air	6%
DE (*Dextrose Euquivalent*)	10-20%
Ph	4,5 – 6,5
Sulfated ash	0,6% (maksimum)
Total Plate Count (TPC)	1500/g

Dekstrin mmapu mempertahankan viabilitas BAL yang cukup tinggi yaitu berkisar 7,6-9,3 (log cfu/ml). Maltodekstrin tergolong pati resistan, yaitu pati yang tidak dapat dicerna oleh enzim pankreas dalam saluran pencernaan. Pati resistan dapat difermentasikan di kolon (Anal dan Singh, 2007). Karakteristik yang terjadi tersebut dapat menyebabkan pati memiliki kemampuan pelepasan yang baik. Maltodekstrin, oligosakarida, inulin, galakto-oligosakarida, polidekstrosa merupakan beberapa komponen prebiotic (Gibson *et al*., 2004). Maltodekstrin digolongkan prebiotik dikarenakan maltodekstrin mengandung oligosakarida. Maltodekstrin memiliki efek prebiotic dengan ditunjukkannya pada peningkatan konsentrasi fecal dari bakteri menguntungkan, termasuk bifidobacteria pada anjing. Kajian secara invitro pada tikus mencit menunjukkan asam lemak rantai pendek dihasilkan dengan adanya maltodekstrin dan juga maltodekstrin dapat mencegah infeksi saluran pencernaan.

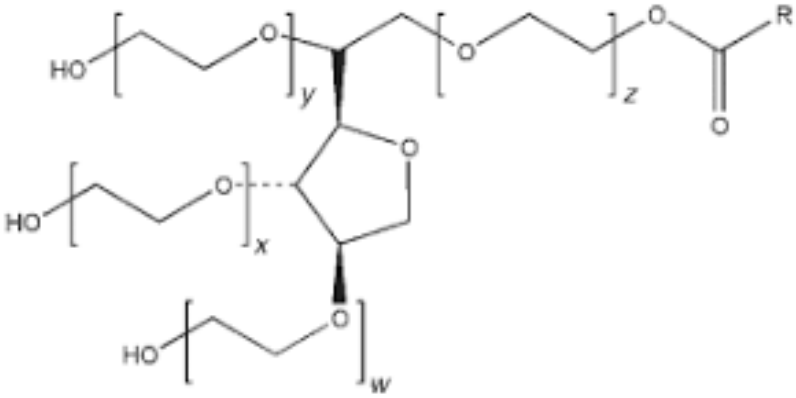
Gambar 4 menunjukkan bentuk fisik dari maltodekstrin sedangkan pada gambar 5 menunjukkan struktur molekul dari maltodekstrin.



Gambar 4. Bubuk maltodekstrin **Gambar 5**. Struktur Maltodekstrin

3.6. Tween80

Tween80 merupakan bagian dari ester asam lemak polioksietilen sorbitan dengan nama kimia polioksietilen 20 sorbitan monooleat dengan rumus molekul $C_{64}H_{124}O_{26}$ dapat dilihat strukturnya pada Gambar 6.



Gambar 6. Struktur Tween80

Tween80 pada suhu 25^0 C, tween80 berwujud cair, berwarna kekuningan dan berminyak, memiliki aroma yang khas dan berasa pahit. Tween80 larut dalam air dan ethanol tidak larut dalam minyak mineral. Fungsi dari Tween80 antara lain sebagai zat

pembasah, emulgator dan peningkatan kelarutan (Rowe., 2009). Selain beberapa fungsi tersebut tween80 juga berfungsi sebagai peningkat penetrasi (Akhtar *et al*.,2011).

3.7. Pengeringan Semprot (*Spray Drying*)

Spray drying merupakan alat yang mengubah cairan umpan menjadi serbuk kering. Umpan yang dimaksud memiliki produk akhir berupa butiran, gumpalan atau bubuk dan dapat berupa suspense atau pasta serta larutan. Proses *spray drying* memiliki ciri yang khas yaitu retensi produk dalam ruang pengering yang singkat, siklus pengeringan yang cepat dan ketika proses pengeringan selesai produk akhir yang dihasilkan siap dikemas.

Spray drying memiliki prinsip dasar yaitu pembentukan drolet yang selanjutnya dikontakkan dengan udara pengering panas sehingga dapat memperluas permukaan cairan yang akan dikeringkan. Udara panas akan memberikan energi untuk proses penguapan dan menyerang uap air yang keluar dari bahan. Bahan (cairan) yang akan dikeringkan dilewatkan pada suatu nozzle (saringan bertekanan) sehingga keluar dalam bentuk butiran (droplet) yang sangat halus. Butiran ini selanjutnya masuk kedalam ruang pengering yang dilewati oleh aliran udara panas. Hasil pengeringan berupa bubuk akan berkumpul di bagian bawah ruang pengering yang selanjutnya dialirkan ke bak penampung. Suhu pengeringan berperan dalam penguapan air yang terkandung dalam bahan peningkatan dan menyebabkan penurunan kadar air (Hel Daman *et al*, 1981). Skema alat *spray drying* dapat dilihat pada gambar 7.

Gambar 7. Skema alat *spray drying*

Ada beberapa proses pengeringan *spray drying* secara umum: (Gibss, 1999).

a) Atomizer

Atomizer merupakan bagian terpenting pada *spray drying* atomizer memiliki fungsi untuk menghasilkan droplet dari cairan yang akan dikeringkan. Droplet yang terbentuk akan didistribusikan (disemprotkan) secara merata pada alat pengering agar terjadi kontak dengan udara panas. Untuk menghasilkan ukuran droplet yang seragam tanpa penyumbat atomizer, maka bahan yang akan dimasukkan dalam alat *spray drying* harus dihomogenasikan dengan cara pengadukan terlebih dahulu. Selanjutnya bahan dialirkan kedalam atomizer berupa ring/wheel dengan lubang-lubang kecil yang berputar. Tujuan dari atomizer adalah untuk memperluas permukaan sehingga pengeringan dapat terjadi lebih cepat. Ukuran droplet yang dihasilkan tidak boleh terlalu besar karena proses pengeringan tidak akan berjalan dengan baik. Apabila ukuran droplet terlalu kecil, maka akan menyebabkan terjadinya *over heating*. Pada industri makanan, luas permukaan droplet setelah melalui atomizer adalah mencapai 1-400 μm.

b) Chamber

Chamber merupakan ruang dimana terjadi kontak antara droplet cairan yang dihasilkan oleh atomizer dengan udara panas untuk pengeringan hingga menghasilkan bahan kering dalam bentuk bubuk. Bubuk yang terbentuk akan turun ke bagian bawah chamber dan akan dialirkan dalam bak penampung.

c) Heater

Heater berfungsi sebagai pengering dalam bentuk pemanasan udara panas yang diberikan harus diatur sesuai dengan jumlah droplet, ukuran yang dihasilkan dan karakteristik bahan. Suhu udara pengering yang digunakan diatur agar tidak terjadi *over heating*.

d) Cyclone

Cyclone berfungsi sebagai bak penampung hasil proses pengeringan. Selanjutnya, bubuk yang dihasilkan dipompa menuju bak penampung atau *cyclone*. Adanya kontak droplet dengan udara panas dapat menghasilkan bubuk yang disebabkan oleh evaporasi kandungan air pada droplet hingga 95 %. Bubuk yang telah kering jatuh ke bawah *drying chamber* hingga dasar hanya memerlukan waktu selama beberapa detik.

e) Bag filter

Bag filter berfungsi untuk memisahkan udara setelah digunakan pengeringan dengan bubuk yang terbawa setelah proses. Udara hasil pengeringan selanjutnya dipisahkan dengan pengambilan udara yang mengandung serpihan serbuk dalam *chamber*, kemudian udara akan memasuki separator. Dengan menggunakan gaya sentrifugal, maka dilakukan pemisahan udara hasil pengeringan dan serpihan serbuk. Selanjutnya udara hasil pengeringan tersebut dibuang dan serpihan bahan dikembalikan dengan cara diblow sehingga bergabung kembali dengan produk dalam line proses.

Suhu *spray drying* dapat mempengaruhi struktur nanokapsul. Apabila terjadi ketidaksesuaian antara suhu *spray* dan pengkapsul, maka akan terjadi retakan pada

dinding kapsul sehingga mengakibatkan penurunan retensi bahan aktif dan kebocoran. Bahan pengkapsul yang umum digunakan untuk *spray drying* berupa gelatin, maltodekstrin, gum arab, natrium kaseinat, sirup glukosa padat dan beberapa bahan turunan pati lainnya (Arshady, 1993; Yuliani *et al*., 2004).

3.7.1. Parameter Krisis *Spray Drying*

Spray drying memiliki beberapa parameter krisis yaitu sebagai berikut :

a. Suhu pengering yang masuk: semakin cepat proses penguapan akhir pada bahan, maka semakin tinggi suhu udara yang digunakan untuk pengeringan, namun suhu yang tinggi dapat mengakibatkan bahan yang tidak panas terjadi kerusakan secara fisik maupun kimia.
b. Viskositas bahan (larutan) yang masuk: partikel yang keluar melalui nozel dipengaruhi oleh viskositas bahan yang akan dikeringkan. Apabila viskositas suatu bahan rendah, maka akan terjadi kekurangan energi dan tekanan dalam menghasilkan partikel pada atomization.
c. Jumlah padatan terlarut: untuk menghasilkan ukuran partikel dalam bentuk yang tepat, maka jumlah padatan terlarut pada bahan yang masuk harus diatas 30%.
d. Tegangan permukaan: penambahan emulsifier dapat menurunkan tegangan permukaan, sedangkan tegangan permukaan yang tinggi dapat menghambat proses pengeringan. Emulsifier juga dapat mempercepat proses pengeringan melalui ukuran partikel yang keluar dari nozzle yang lebih kecil.
e. Suhu bahan yang masuk: proses pengeringan akan berjalan dengan lebih cepat apabila terjadi peningkatan suhu bahan yang akan dikeringkan sebelum memasuki alat yang akan membawa energi.
f. Bahan dasar nozzle terbuat dari bahan yang tahan karat seperti *stainless steel*. Hal ini dilakukan untuk menjaga keamanan dalam proses penggunaanya.

3.7.2. Kelebihan *Spray Drying*

Spray drying mempunyai beberapa kelebihan yaitu sebagai berikut **:**

a. Tidak terjadi pembebasan senyawa volatile dalam jumlah besar (aroma)

b. Kapasitas pengeringan mencapai 100 ton/jam dan terjadi dalam jumlah yang besar serta proses pengeringan dalam waktu yang cepat.
c. Cocok untuk produk yang tidak tahan pemanasan atau tinggi protein.
d. Merupakan sistem kontinyu yang dapat dikontrol secara manual maupun otomatis serta mempunyai kapasitas produksi yang sangat besar.
e. Memproduksi partikel kering dengan sifat-sifat yang dapat dikontrol sesuai keinginan. Sifat yang dimakhsud seperti ukuran, bentuk, dan kandungan air.

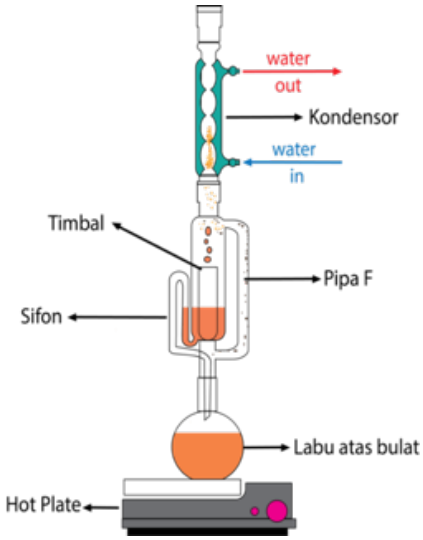
3.7.3 Kekurangan *Spray Drying*

Spray drying mempunyai beberapa kekurangan yaitu sebagai berikut :

a. Membutuhkan biaya yang mahal.
b. Tidak dapat digunakan pada produk padat maupun gas, melainkan hanya pada produk cair saja dengan tingkat kekentalan tertentu.
c. Tidak bisa digunakan pada produk yang memiliki sifat lengket. Hal ini dikarenakan dapat menyebabkan penempelan dan penggumpalan pada permukaan alat.

3.8. Teknik Sokletasi

Sokletasi adalah ekstraksi menggunakan pelarut yang selalu baru yang umumnya dilakukan dengan alat khusus sehingga terjadi ekstraksi kontinu dengan jumlah pelarut relative konstan dengan adanya pendingin balik. Sokletasi juga sebagai metode ekstraksi untuk bahan yang tahan pemanasan dengan cara meletakkan bahan yang akan diekstraksi dalam sebuah kantung ekstraksi di dalam sebuah alat ekstraksi dari gelas yang bekerja kontinu (Istiqomah, 2013). Skema mengenai alat sokletasi dapat dilihat pada gambar 8 berikut ini :



Gambar 8. Skema alat sokletasi

Metode ini dilakukan dengan menempatkan serbuk sampel dalam sarung selulosa (dapat digunakan kertas saring) dalam klonsong yang ditempatkan di atas labu dan di bawah kondensor. Pelarut yang sesuai dimasukkan ke dalam labu dan suhu penangas diatur di bawah suhu refluks. Keuntungan dari metode ini adalah proses ekstraksi yang kontinu, sampel terekstraksi oleh pelarut dan tidak memakan banyak waktu. Kerugiannya adalah senyawa yang bersifat termolabil dapat terdegradasi karena ekstrak yang diperoleh terus-menerus berada pada titik didih (Mukhriani, 2014).

Metode ekstraksi sokletasi adalah metode ekstraksi lebih lanjut yang dapat menyempurnakan kelemahan dari metode ekstraksi maserasi dan perkolasi. Menurut Sirait (2008), menyatakan bahwa keunggulan ekstraksi sokletasi yaitu menggunakan pelarut yang selalu baru menggunakan alat khusus sehingga terjadi ekstraksi kontinyu dengan jumlah pelarut relatif konstan dengan adanya pendingin balik.

Irianty *et al*.,(2012) menambahkan, proses ekstraksi dipengaruhi oleh suhu, ukuran partikel, jenis pelarut, waktu ekstraksi, dan metode ekstraksi. Metode ekstraksi sokletasi merupakan suatu metode dengan pemanasan, pelarut yang digunakan akan mengalami sirkulasi, dibandingkan dengan cara maserasi, ekstraksi sokletasi memberikan hasil ekstrak yang lebih tinggi.

3.9. Kromatografi Gas – Spektrometer Massa

Minyak atsiri yang mudah menguap dapat dianalisis dengan GC-MS. GC (*Gas Cromatografi*) berfungsi untuk memisahkan komponen-komponen minyak atsiri dan MS (*Mass Spectra*) berfungsi untuk menentukan berat molekul tiap komponen berdasarkan fragmentasi. Ketika suatu uap senyawa organik dilewatkan pada ruang ionisasi spektrometer massa, senyawa ini akan ditembak dengan elektron berenergi tinggi dan melemparkan elektron berenergi tinggi dan melemparkan elektron dari senyawa tersebut. Senyawa yang kehilangan elektronnya ini akan membentuk ion positif yang disebut ion molekul (Dachriyanus, 2004). Pada sistem GC–MS yang berfungsi sebagai detektor adalah spektrometer massa yang terdiri dari sistem analisis dan sistem ionisasi, dimana *Electron Impact* (EI) adalah metode yang umum digunakan (Agusta, 2000).

3.9.1. Kromatografi Gas (KG)

Kromatografi gas merupakan proses pemisahan dimana fase geraknya berupa gas dan fase diam umumnya suatu cairan, tetapi dapat berupa zat padat dan zat cair (Depkes RI, 1995). Prinsip dasar kromatografi gas melibatkan volatilisasi atau penguapan sampel dalam injektor, pemisahan komponen-komponen dalam campuran, dan deteksi tiap komponen dengan detektor. Kromatografi gas digunakan untuk memisahkan komponen campuran kimia dalam suatu bahan berdasarkan polaritas campuran (Eaton,1989). Komponen-komponen utama pada kromatografi gas:

1. Fase gerak

Fase gerak pada KG juga disebut dengan gas pembawa karena tujuan awalnya adalah untuk membawa solut ke kolom (Rohman, 2009). Fase gerak akan membawa campuran sampel menuju kolom. Campuran dalam fase gerak akan berintegrasi dengan fase diam (Eaton, 1989). Faktor yang menyebabkan suatu senyawa bergerak melalui kolom kromatografi gas adalah sifat mudah menguap dari cuplikan, aliran gas pembawa melalui kolom dapat terjadi karena perbedaan tekanan pada ujung masuk dan ujung keluar dari kolom tersebut. Gas pembawa yang sering dipakai adalah Helium (He), Argon (Ar), Nitrogen (N_2), dan Karbondioksida (CO_2). Gas pembawa yang dipakai harus disesuaikan dengan jenis detektornya (Adnan Mochamad, 1997).

2. Ruang suntik sampel

Lubang injeksi didesain untuk memasukkan sampel secara cepat dan efisien.

3. Kolom

Kolom merupakan tempat terjadinya proses pemisahan karena di dalamnya terdapat fase diam. Oleh karena itu, kolom merupakan komponen sentral pada KG (Rohman, 2009). Keberhasilan suatu proses pemisahan terutama ditentukan oleh pemisahan kolom (Agusta, 2000). Kolom dapat dibuat dari tembaga, kuningan, aluminium, zat sintetik atau gelas, berbentuk lurus, melengkung, ataupun gulungan spiral sehingga lebih menghemat ruang (Herman, Goofried, 1988).

4. Detektor

Komponen utama selanjutnya dalam kromatografi gas adalah detektor. Detektor merupakan perangkat yang diletakkan pada ujung kolom tempat keluar fase gerak (gas pembawa yang membawa komponen hasil pemisahan). Detektor pada kromatografi adalah suatu sensor elektronik yang berfungsi mengubah sinyal gas pembawa dan komponen-komponen di dalamnya menjadi sinyal elektronik (Rohman, 2009). Fungsi detektor (terletak pada ujung kolom pemisah) untuk mengukur kuantitas dari komponen yang telah dipisahkan yang ada dalam aliran gas pembawa yang meninggalkan kolom. Kolom dari detektor diumpan ke sebuah perekam yang menghasilkan suatu kurva yang disebut kromatogram (Griter,J.Roy, 1991).

5. Komputer

Kromatografi Gas modern menggunakan komputer yang dilengkapi dengan perangkat lunaknya (software) untuk digitalisasi sinyal detektor (Rohman, 2009).

3.9.2. Spektrometer Massa

Spektrometer massa adalah suatu alat berfungsi untuk mendeteksi masing-masing molekul komponen yang telah dipisahkan pada sistem kromatografi gas (Agusta, 2000). Spektrometer massa adalah suatu instrument yang menghasilkan berkas ion dari suatu zat uji, memilah ion tersebut menjadi spektrum sesuai dengan perbandingan massa terhadap muatan (m/z) dan merekam kelimpahan relatif tiap jenis ion yang ada. Spektrometer massa dapat digunakan untuk mengukur perbandingan

massa ion terhadap muatan, untuk menetapkan kelimpahan ion dan untuk mempelajari proses ionisasi (Depkes RI, 1995). Spektrometri massa pada umumnya digunakan untuk: menentukan massa molekul, menentukan rumus molekul dengan menggunakan spektrum Massa Beresolusi Tinggi (*High Resolution Mass Spectra*) dan untuk mengetahui informasi dari struktur dengan melihat pola fragmentasinya (Silverstein, 1986).

Spektrometer massa bekerja melalui 4 tahap yaitu:

1. Ionisasi

Ada beberapa metode ionisasi untuk analisis spektrometer massa. *Electron Impact ionization* (EI) adalah metode ionisasi yang umum digunakan. Sampel diuapkan pada kondisi hampa udara pada tekanan 10^{-4} sampai 10^{-6} mmHg pada suhu tertentu. Sampel yang berupa uap akan diteruskan ke dalam ruang pengion. Di dalam ruang pengion ini, sampel dibombardir dengan arus elektron sekitar 70 eV sehingga terbentuk ion molekul. Kemudian ion molekul tersebut terpecah lagi menjadi ion-ion yang lebih kecil (Agusta, 2000).

2. Akselerasi

Ion yang terbentuk akan diakselerasi sehingga seluruhnya akan mempunyai energi kinetik yang sama. Ion positif akan ditolak dari ruang ionisasi dan seluruh ion diakselerasikan menjadi sinar ion yang terfokus dan tajam.

3. Defleksi

Ion didefleksikan (dibelokkan) oleh medan magnet sesuai dengan massanya. Besarnya defleksi tergantung pada: massa ion yaitu ion yang memiliki massa kecil akan lebih terdefleksi dari yang berat dan muatan ion yaitu ion yang mempunyai 2 atau lebih muatan positif akan lebih terdefleksi dari yang hanya mempunyai satu muatan positif. Kedua faktor ini digabung menjadi rasio massa/muatan (rasio massa/muatan). Rasio massa/muatan diberi simbol m/z (atau kadang-kadang dengan m/e). Sebagai contoh: jika suatu ion memiliki massa 56 dan muatannya adalah 2+ , maka ion ini akan mempunyai rasio m/z 28.

4. Deteksi

Ion yang melewati mesin akan dideteksi secara elektrik (Dachriyanus, 2004). Dari analisis GC-MS akan diperoleh dua informasi dasar, yaitu hasil analisis kromatografi gas yang ditampilkan dalam bentuk kromatogram dan hasil analisis spektrometri massa yang ditampilkan dalam bentuk spektrum massa. Dari kromatogram dapat diperoleh informasi mengenai jumlah komponen kimia yang terdapat dalam campuran yang dianalisis yang ditunjukkan oleh jumlah puncak yang terbentuk pada kromatogram dengan kuantitasnya masing-masing. Spektrum massa hasil analisis sistem spektroskopi massa merupakan gambaran mengenai jenis dan jumlah fragmen molekul yang terbentuk dari suatu komponen kimia. Setiap fragmen yang terbentuk dari pemecahan suatu komponen kimia memiliki berat molekul yang berbeda m/z (m/e, massa/muatan). Selanjutnya, spektrum massa komponen kimia yang diperoleh dari hasil analisis diidentifikasi dengan cara dibandingkan dengan spektrum massa yang terdapat dalam suatu bank data (Agusta, 2000). Gambar 9 menunjukkan gambar alat instrumen GC-MS.

Gambar 9. Instrumen GC-MS

3.10. Particle Size Analyzer (PSA)

Particle Size Analyzer merupakan alat yang digunakan untuk menganalisis ukuran partikel suatu sampel dalam bentuk cairan. Analisis ukuran partikel mempunyai prinsip kerja yaitu analisis pengukuran atau perhitungan ukuran sampel dengan cara

menyebarkan elektron sehingga memperoleh hasil analisis yang tepat. Sebelum dilakukan analisis menggunakan PSA sampel yang akan diuji terlebih dahulu harus dilakukan preparasi sampel berwujud padatan maka sampel tersebut harus didestruksi terlebih dahulu dengan menggunakan pelarut yang sesuai dengan sifat fisik dan kimia pada sampel tersebut. Preparasi sampel bertujuan agar pada saat pengujian menggunakan PSA dengan metode basah sampel dapat terdispersi dengan baik pada detektor. Terdapat juga metode pengujian PSA dengan metode kering dimana material yang akan diuji apabila berwujud padatan maka tidak perlu untuk dilakukan destruksi terlebih dahulu, karena pada metode kering hanya menggunakan aliran udara untuk mengalirkan sampel kedalam detektor dan akan beraglomerasi sehingga dapat dilihat ukurannya.

Pada umumnya metode yang digunakan untuk hasil analisis menggunakan PSA digunakan metode basah, hal ini dikarenakan hasil dari metode basah lebih bagus, lebih akurat jika dibandingkan dengan metode kering. Hasil dari metode basah bisa sampai ukuran nanometer yang sangat cocok digunakan untuk sampel yang mempunyai sifat mudah karena sampel akan sulit untuk menggumpal dalam keadaan cair digunakan analisis basah agar tetap terjaga dari pengaruh lingkungan sehingga hasil pengukuran partikel yang didapatkan juga maksimal (Steven, 2001).

Prinsip alat instrument *Particle Size Analyzer* (PSA) pada umumnya menggunakan sistem DLS (*Dinamic Light Scattering*) atau dikenal juga dengan sebutan spektroskopi korelasi foton. Penggunaan DLS lebih unggul dibandingkan dengan teknik DLS adalah sampel emulsi, polimer, protein, atau koloid. Cara kerja teknik DLS cukup sederhana sampel akan disinari oleh sinar laser dan menyebabkan fluktasi cahaya yang menyebar terdeteksi pada sudut hamburan yang dikenal θ oleh detektor foton. Gambar 9 menunjukkan gambar dari alat instrument *Particle Size Analyzer* (PSA).

Gambar 10. *Particle Size Analyzer*

3.11. Scanning Electron Microscopy (SEM)

Scanning Electron Microscopy (SEM) adalah alat yang dapat melihat benda dengan resolusi tinggi menggunakan sel ektron sebagai pengganti cahaya. Analisis SEM dimanfaatkan untuk mengetahui mikrostruktur benda padat. Mikrostruktur dalam hal ini yaitu termasuk porositas dan bentuk/retakan sedangkan berkas sinar electron dihasilkan dari filament yang dipanaskan disebut *electron gun*.

Prinsip kerja dari SEM adalah dengan permukaan benda atau material dengan berkas elektron yang dipantulkan dengan energi tinggi. Permukaan material yang disinari atau terkena berkas elektron sekunder ke segala arah. Tetapi dari semua berkas elektron yang dipantulkan terdapat satu berkas elektron yang dipantulkan oleh benda atau material yang dianalisis. Preparasi cuplikan dilakukan pada sebuah ruang vakum.

Cara kerja SEM yaitu melalui gelombang elektron yang dipancarkan *electron gun* dan terkondensasi di lensa kondensor serta terfokus sebagai titik yang jelas oleh lensa objektif. *Scanning coil* yang diberikan oleh energi menyediakan medan magnetik bagi sinar elektron. Berkas sinar electron yang mengenai cuplikan menghasilkan elektron sekunder kemudian dikumpulkan oleh detektor sekunder atau detector backscatter. Gambar yang dihasilkan terdiri dari ribuan titik berbagai intensitas dipermukaan *Chatode Ray Tube* (CRT) sebagai topografi gambar (Kroschwitz dalam

Gunawan *et al*., 2010). Pada sistem ini berkas electron dikonsentrasikan pada spesimen, bayangannya diperbesar dengan lensa objektif dan diproyeksikan pada layar (Gabriel dalam gunawan *et al*., 2010).

3.11.1. Cara Kerja SEM

SEM bekerja melalui sebuah elektron yang diemisikan dari katoda tungsten dan selanjutnya diarahkan menuju ke suatu anoda. Tungsten digunakan untuk keperluan pemancaran elektron. Hal ini disebabkan oleh titik lebur tungsten yang paling tinggi dan tekanan uap paling rendah dari semua jenis logam, sehingga dapat dipanaskan. Di dalam suatu berkas cahaya dengan spot 1 nm sampai 5 nm, terdapat berkas elektron yang memiliki beberapa ratus eV dan dipusatkan oleh satu atau dua lensa kondensor. Daerah permukaan sampel persegi empat terbentuk karena adanya berkas cahaya yang dipancarkan melalui sepasang *coil scan* pada lensa objektif. *Coil scan* tersebut dapat membelokkan berkas cahaya secara horizontal dan vertikal.

Elektron akan kehilangan energi oleh penyebaran berulang dan penyerapan dengan setetes volume spesimen ketika berkas elektron pertama saling berinteraksi dengan sampel. Setetes volume spesimen dikenal sebagai volume interaksi yang meluas kurang dari 100 nm hingga 5 nm pada permukaan. Berkas cahaya yang mempercepat tegangan dapat mempengaruhi ukuran dari volume interaksi. Selain itu, ukuran volume interaksi juga dipengaruhi oleh nomor atom spesimen dan kepadatan spesimen. Energi yang berubah dari berkas elektron spesimen. Energi yang berubah dari berkas elektron dan hasil sampel pada emisi elektron yang dapat dideteksi untuk menghasilkan suatu gambar.

3.11.2. Bagian-bagian SEM

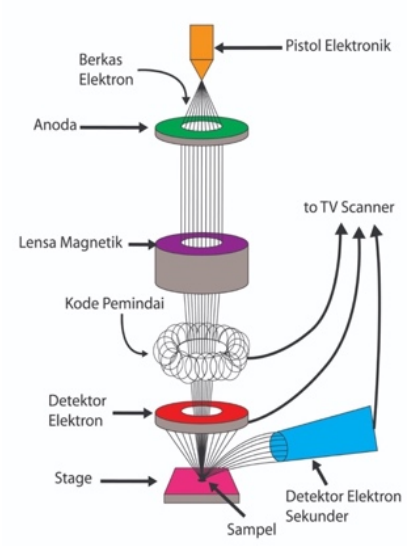
Kolom SEM terdiri dari elektron gun, 2 buah lensa kondenser, 1 buah lensa objektif, sistem deteksi elektron, dan 1 set deflektor, semua komponen beroperasi di dalam vakum. Elektron gun menyediakan sumber elektron dan mempercepatnya menjadi energi antara 1-30 keV. Bagian dari sinar silang yang terkecil pada sumber

dinamakan "*crossover*" diperbesar oleh sistem lensa elektron tiga bagian, sehingga sebuah elektron dengan diameter 1-10 nm membawa arus 1-100 Pa yang terbentuk pada permukaan spesimen. Pada arus yang lebih tinggi, 1-10 nA diameter dari elektron dapat meningkat hingga 0,1 sampai 1 μm (Khursheed, 2011).

Kebanyakan SEM, sinar berkas elektron muncul dari lensa akhir hingga wadah spesimen, dimana sinar tersebut berinteraksi dengan daerah dekat permukaan dari spesimen hingga kedalaman hamper 1μm, dan sinyal electron yang terbentuk digunakan untuk membentuk gambar.

Sistem defleksi yang berada didepan lensa akhir mengamati elektron yang bersebrangan dengan spesimen dan beroperasi secara sinkron dengan monitor computer atau *cathode-ray tube* (CRT). Dua pasang dari gulungan defleksi magnet biasanya digunakan perbesaran gambar M_1 dari specimen ditetapkan sebagai rasio dari ukuran linear dari layar yang dilihat terhadap ukuran linear dari pola scan pada spesimen. Perbesaran dapat ditingkatkan secara sederhana denga mengurangi arus dari gulungan scan, menjaga ukuran gambar pada CRT yang konstan.

Detektor elektron digunakan untuk mengumpulkan bermacam jenis sinyal yang terbentuk dari sinar primer atau interaksi spesimen. Dikarenakan sinar primer menembus permukaan spesimen, elektron yang tersebar dari beberapa kedalaman, beberapa terbebas dari permukaan. Elektron yang tersebar yang terbebas dari dekat permukaan spesimen dikenal sebagai elektron sekunder, dan terbentuk oleh tumbuhan kaku. Elektron yang tersebar balik dari tingkat kedalaman dinamakan backscattered electrons dan mereka terbentuk dari tumbuhan yang elastic. Elektron sekunder dan backscattered elektron membentuk satu sinyal yang digunakan untuk membentuk gambar SEM (Khursheed, 2011). Skema dari alat instrumentasi SEM dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Skema alat instrumen SEM