

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tomat

Buah tomat berasal dari Amerika Tengah dan Amerika Selatan dan menyebar ke benua Eropa dan Asia. Tomat mengandung Vitamin C, Vitamin A, Vitamin B, Vitamin K, zat besi, kalium, fosfor, protein, dan kalori. Tomat memiliki banyak jenis seperti tomat plum, tomat anggur, tomat beef, tomat pear dan tomat ceri.

Menurut Agromedia (2007), tanaman tomat memiliki daun majemuk yang bersirip gangsal. Daun tanaman tomat bewarna hijau dan berbentuk oval. Bagian tepi daun bergerigi dan membentuk celah yang menyirip. Selain memiliki daun tanaman tomat juga memiliki bunga majemuk yang bersifat hermaprodit dan dapat melakukan penyerbukan sendiri. Bunga tanaman tomat berbentuk terompet bewarna kuning cerah dan memiliki kelopak dan mahkota bunga berjumlah enam.

Menurut Tim Bina Karya Tani (2009), tanaman tomat memiliki bentuk buah yang bervariasi. Buah tomat ada yang berbentuk bulat, lonjong dan oval. Buah tomat memiliki ukuran yang bervariasi mulai dari yang paling kecil memiliki berat Sekitar 9g/buah dan yang berukuran besar sekitar 180 g/buah.

Berdasarkan sifat pertumbuhannya tanaman tomat dibagi menjadi dua tipe, yaitu tipe *determinate* dan *indeterminate*. Tipe *determinate* memiliki tipe pertumbuhan yang diakhiri dengan tumbuhnya rangkaian bunga atau buah, sehingga batang tanaman tidak bisa tumbuh tinggi. Tanaman tomat tipe *determinate* memiliki umur panen yang relative pendek. Tanaman tomat *indeterminate* memiliki tipe pertumbuhan yang tidak diakhiri dengan tumbuhnya bunga dan buah dan umur panennya relatif lama (Agromedia, 2007).

Tabel 2.1 Nilai Gizi Buah tomat segar (per 100 gram)

Zat Gizi	Jumlah*	Jumlah**
Vitamin A (SI)	1500	1500
Vitamin B1 (mg)	0,06	0,059
Vitamin C (mg)	40	19,1
Karbohidrat (g)	4,2	4,64
Lemak (g)	0,3	0,33
Protein (g)	1	0,85
Air (%)	94	93,76

Fosfor (mg)	2,7	2,4
Besi (mg)	0,5	0,45
Serat (g)	-	1,1
Lycopene (µg)	-	4600

Berdasarkan tabel 2.1 dapat dilihat bahwa tomat (*Solanum Lycopersicum L.*) mengandung lemak dan kalori dalam jumlah rendah, bebas kolesterol, dan merupakan sumber serat dan protein yang baik. Selain itu, tomat kaya akan vitamin A dan C, kalium dan antioksidan likopen. (Kailaku dkk, 2007).

2.1.1 Sistematika Tumbuhan

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisio	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Sub Kelas	: <i>Asteridae</i>
Ordo	: <i>Solanales</i>
Famili	: <i>Solanaceae</i>
Genus	: <i>Solanum</i>
Spesies	: <i>Solanum Lycopersicum L.</i>



Gambar 2.1 Buah tomat

2.1.2 Morfologi Tumbuhan

Tomat (*Solanum Lycopersicum L.*) merupakan tanaman sayuran yang berperan penting dalam pemenuhan gizi masyarakat. Tomat merupakan tumbuhan asli Amerika Tengah dan Selatan, dari Meksiko sampai Peru. Menurut Tim Bina Karya Tani (2009), tanaman tomat merupakan tanaman perdu yang

tergolong tanaman semusim yang berumur pendek. Tanaman tomat terdiri atas bagian-bagian akar, batang, daun, dan bunga. Bagian-bagian tubuh tanaman tersebut sangat berperan dalam aktivitas hidup tanaman tomat, seperti penyerapan, respirasi, fotosintesis, pengangkutan zat makanan, dan perkembangbiakan. Tanaman tomat (*Solanum Lycopersicum L.*) merupakan tanaman yang memiliki perakaran tunggang dengan akar samping yang banyak dan dangkal. Batang tanaman tomat bewarna hijau, berbentuk persegi empat hingga bulat serta bagian permukaan batangnya ditumbuhi bulu dan tinggi batang mencapai 2-3 meter (Agromedia, 2007).

2.1.3 Manfaat Buah Tomat

Menjaga kesehatan mata dan jantung, melawan kanker usus besar dan kanker prostat, menghambat sel kanker serviks, menjaga kesehatan hati dan ginjal, menurunkan kadar kolesterol, membantu mengurangi berat badan, menghaluskan kulit mengobati sembelit, mengatasi jerawat dan komedo dan masih banyak lagi. (Surtinah, 2007).

2.1.4 Zat-zat yang dikandung serta khasiatnya

- a) Zat yang terdapat dalam buah tomat yaitu alkaloid, saponin, asam folat, asam sitrat, asam salisilat, adenine, mineral, vitamin (A, B1,B2,B6,C,E,K), protein, serat (Dalimartha dan Adrian, 2011).
- b) Likopen : Likopen berperan sebagai antioksidan dan memiliki pengaruh dalam menurunkan resiko berbagai penyakit kronis termasuk kanker. Kandungan likopen pada tomat meningkat dalam tubuh jika tomat diproses menjadi jus, saus, dan lain-lain

2.2 Antioksidan

2.2.1. Pengertian Antioksidan

Di dalam tubuh kita terdapat senyawa yang disebut antioksidan yaitu senyawa yang dapat menetralkan radikal bebas, seperti: enzim SOD (Superoksida Dismutase), glutathione, dan katalase. Antioksidan juga dapat diperoleh dari asupan makanan yang banyak mengandung vitamin C, vitamin E dan betakaroten serta senyawa fenolik. Bahan pangan yang dapat menjadi

sumber antioksidan alami, seperti rempah-rempah, coklat, biji-bijian, buah-buahan, sayur-sayuran seperti buah tomat, pepaya, jeruk dan sebagainya (Prakash, 2001).

Radikal bebas adalah atom atau molekul yang tidak stabil dan sangat reaktif karena mengandung satu atau lebih elektron tidak berpasangan pada orbital terluarnya. Untuk mencapai kestabilan atom atau molekul, radikal bebas akan bereaksi dengan molekul disekitarnya untuk memperoleh pasangan elektron. Reaksi ini akan berlangsung terus menerus dalam tubuh dan bila tidak dihentikan akan menimbulkan berbagai penyakit seperti kanker, jantung, katarak, penuaan dini, serta penyakit degeneratif lainnya. Persyaratan (sesuai peraturan/undang-undang): Antioksidan sebagai bahan tambahan pangan batas maksimum penggunaannya telah diatur oleh Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor: 772/Menkes/Per/IX/88 tertulis dalam Lampiran I, antioksidan yang diizinkan penggunaannya antara lain asam askorbat, asam eritrat, askorbil palmitat, askorbil stearat, butil hidroksilanisol (BHA), butil hidrokinin tersier, butil hidroksitoluen, dilauril tiodipropionat, propil gallat, timah (II) klorida, alpha tokoferol, tokoferol, campuran pekat (Cahyadi Wisnu, 2008).

2.2.2 Fungsi Zat Antioksidan

Berkaitan dengan fungsinya, senyawa antioksidan di klasifikasikan dalam lima tipe antioksidan, yaitu:

- a. *Primary antioxidants*, yaitu senyawa-senyawa fenol yang mampu memutus rantai reaksi pembentukan radikal bebas asam lemak. Dalam hal ini memberikan atom hidrogen yang berasal dari gugus hidroksi senyawa fenol sehingga terbentuk senyawa yang stabil. Senyawa antioksidan yang termasuk kelompok ini, misalnya BHA, BHT, PG, TBHQ, dan tokoferol.
- b. *Oxygen scavengers*, yaitu senyawa-senyawa yang berperan sebagai pengikat oksigen sehingga tidak mendukung reaksi oksidasi. Dalam hal ini, senyawa tersebut akan mengadakan reaksi dengan oksigen yang berada dalam sistem sehingga jumlah oksigen akan berkurang. Contoh dari senyawa-senyawa kelompok ini adalah vitamin C (asam askorbat), askorbilpalminat, asam eritorbat, dan sulfat.
- c. *Secondary antioxidants*, yaitu senyawa-senyawa yang mempunyai kemampuan untuk berdekomposisi hidroperoksida menjadi produk akhir yang

stabil. Tipe antioksidan ini pada umumnya digunakan untuk menstabilkan poliolefin resin. Contohnya, asam tiodipropionat dan dilauriltiopropionat.

- d. *Antioxidative Enzyme*, yaitu enzim yang berperan mencegah terbentuknya radikal bebas. Contohnya glukose oksidase, superoksidase dismutase (SOD), glutathione peroksidase, dan katalase.
- e. *Chelators sequestrants*, yaitu senyawa-senyawa yang mampu mengikat logam seperti besian tembaga yang mampu mengkatalis reaksi oksidasi lemak. Senyawa yang termasuk didalamnya adalah asam sitrat, asam amino, ethylenediaminetetra acetid acid (EDTA), dan fosfolipid.

2.3. Likopen

Lycopene atau yang sering disebut sebagai α -carotene adalah suatu karotenoid pigmen merah terang, suatu fitokimia yang banyak ditemukan dalam buah tomat dan buah-buahan lain yang berwarna merah. Pada penelitian makanan dan *phytonutrien* yang terbaru, *lycopene* merupakan objek paling populer. Karotenoid ini telah dipelajari secara ekstensif dan ternyata merupakan sebuah antioksidan yang sangat kuat dan memiliki kemampuan anti-kanker. Nama *lycopene* diambil dari penggolongan buah tomat, yaitu *Lycopersicon esculantum*. (Di Mascio P dkk, 1989).

Jika *lycopene* dioksidasi, ikatan ganda antarkarbon akan patah membentuk molekul yang lebih kecil yang ujungnya berupa $-C=O$. Meskipun ikatan $-C=O$ merupakan ikatan yang bersifat kromoforik (menyerap cahaya), tetapi molekul ini tidak mampu menyerap cahaya dengan panjang gelombang yang tinggi sehingga *lycopene* yang teroksidasi akan menghasilkan zat yang berwarna pucat atau tidak berwarna. Elektron dalam ikatan rangkap akan menyerap energi dalam jumlah besar untuk menjadi ikatan jenuh, sehingga energi dari radikal bebas yang merupakan sumber penyakit dan penuaan dini dapat dinetralkan oleh *lycopene*. Sayuran dan buah yang berwarna merah seperti tomat, semangka, jeruk besar merah muda, jambu biji, pepaya, strawberry, gac, dan rosehip merupakan sumber utama *lycopene*. Sumber lain adalah bakteri seperti *Blakeslea trispora*. Tidak seperti vitamin C yang akan hilang atau berkurang apabila buah atau sayur dimasak, *lycopene* justru akan semakin kaya pada bahan makanan tersebut setelah dimasak atau disimpan dalam waktu tertentu. Misalnya, *lycopene* dalam pasta tomat empat kali lebih banyak dibanding dalam

buah tomat segar. Hal ini disebabkan *lycopene* sangat tidak larut dalam air dan terikat kuat dalam serat. *Lycopene* merupakan suatu antioksidan yang sangat kuat. Kemampuannya mengendalikan singlet *oxygen* (oksigen dalam bentuk radikal bebas) 100 kali lebih efisien daripada vitamin E atau 12500 kali dari pada glutathione. Singlet *oxygen* merupakan pro oksidan yang terbentuk akibat radiasi sinar ultra violet dan dapat menyebabkan penuaan dan kerusakan kulit. Selain sebagai anti skin aging, *lycopene* juga memiliki manfaat untuk mencegah penyakit *cardiovascular*, kencing manis, osteoporosis, *infertility*, dan kanker (kanker kolon, payudara, endometrial, paru-paru, pankreas, dan terutama kanker prostat). Ini semua diakibatkan banyaknya ikatan rangkap dalam molekulnya. Sebagai antioksidan, *lycopene* dapat melindungi DNA, di samping sel darah merah, sel tubuh, dan hati. Selain bermanfaat dalam dunia kesehatan, *lycopene* juga bermanfaat sebagai pewarna makanan dan barang-barang dari plastik. Plastik yang diwarnai dengan *lycopene* tidak akan luntur jika terkena air, sabun, maupun detergent. Namun, warna ini mudah rusak jika dipanaskan pada suhu tinggi, terkena minyak panas, dan bahan oksidator. Kemampuan likopen dalam meredam oksigen tunggal dua kali lebih baik daripada beta karoten dan sepuluh kali lebih baik daripada *alfa-tokoferol*. Tomat yang diproses menjadi jus, saus dan pasta memiliki kandungan likopen yang tinggi dibandingkan dalam bentuk segar. Sebagai contoh, jumlah likopen dalam jus tomat bisa mencapai lima kali lebih banyak daripada tomat segar. Para peneliti, tomat yang dimasak atau dihancurkan dapat mengeluarkan likopen lebih banyak, sehingga mudah diserap tubuh (Sunarmani dan Kun Tanti, 2008).

a. Sifat Fisis *Lycopene*

Nama	: Lycopene
Nama IUPAC	: (6E,8E,10E,12E,14E,16E,18E,20E,22E,24E,26E)- 2,6,10,14,19,23,27,31-Octamethyldotriaconta- 2,6,8,10,12,14,16,18,20,22,24,26,30- tridecaene
Rumus molekul	: C ₄₀ H ₅₆
Berat molekul	: 536,873 gram/mol
Warna	: merah terang
Bentuk	: kristal
Titik leleh	: 172-173 °C
Titik didih	: terdekomposisi

Kelarutan Air : Tidak larut.

Larut dalam *n-Hexane* dan hidrokarbon suku rendah lain, *methylene chloride*, dan ester suku rendah yang terbentuk dari alkohol dan asam karboksilat.

2.4. Ekstraksi

2.4.1. Pengertian Ekstraksi

Menurut Farmakope Indonesia Edisi III Tahun 2010 ekstrak adalah sediaan kering, kental atau cair, dibuat dengan cara menyari simplisia nabati atau hewani menurut cara yang cocok, di luar pengaruh cahaya matahari langsung. Ekstraksi biasanya dilakukan dengan metode dasar yaitu maserasi dan perkolasi.

Ekstraksi adalah suatu metoda operasi yang digunakan dalam proses pemisahan suatu komponen dari campurannya dengan menggunakan sejumlah massa bahan (solven) sebagai tenaga pemisah. Apabila komponen yang akan dipisahkan (solute) berada dalam fase padat, maka proses tersebut dinamakan pelindihan atau leaching.

Proses pemisahan dengan cara ekstraksi terdiri dari tiga langkah dasar. a. Proses penyampuran sejumlah massa bahan ke dalam larutan yang akan dipisahkan komponen – komponennya.

b. Proses pembantuan fase seimbang.

c. Proses pemisahan kedua fase seimbang.

Sebagai tenaga pemisah, solven harus dipilih sedemikian hingga kelarutannya terhadap salah satu komponen murninya adalah terbatas atau sama sekali tidak saling melarutkan. Karenanya, dalam proses ekstraksi akan terbentuk dua fase cairan yang saling bersinggungan dan selalu mengadakan kontak. Fase yang banyak mengandung diluen disebut fase rafinat sedangkan fase yang banyak mengandung solven dinamakan ekstrak. Terbentuknya dua fase cairan, memungkinkan semua komponen yang ada dalam campuran terbesar dalam masing – masing fase sesuai dengan koefisien distribusinya, sehingga dicapai keseimbangan fisis.

Pemisahan kedua fase seimbang dengan mudah dapat dilakukan jika density fase rafinat dan fase ekstrak mempunyai perbedaan yang cukup. Tetapi jika

density keduanya hampir sama proses pemisahan semakin sulit, sebab campuran tersebut cenderung untuk membentuk emulsi.

Dibidang industri, ekstraksi sangat luas penggunaannya terutama jika larutan yang akan dipisahkan terdiri dari komponen – komponen :

- a. Mempunyai sifat penguapan relatif yang rendah.
- b. Mempunyai titik didih yang berdekatan.
- c. Sensitif terhadap panas.
- d. Merupakan campuran azeotrop.

Komponen-komponen yang terdapat dalam larutan, menentukan jenis/macam solven yang digunakan dalam ekstraksi. Pada umumnya, proses ekstraksi tidak berdiri sendiri, tetapi melibatkan operasi-operasi lain seperti proses pemungutan kembali solven dari larutannya (terutama fase ekstrak), hingga dapat dimanfaatkan kembali sebagai tenaga pemisah. Untuk maksud tersebut, banyak cara yang dapat dilakukan misalnya dengan metode distilasi, pemanasan sederhana atau dengan cara pendinginan untuk mengurangi sifat kelarutannya.

2.4.2. Ekstraksi Cair – Cair

Proses pemisahan secara ekstraksi dilakukan jika campuran yang akan dipisahkan berupa larutan homogen (cair – cair) dimana titik didih komponen yang satu dengan komponen yang lain yang terdapat dalam campuran hampir sama atau berdekatan. Pada proses pemisahan secara ekstraksi, fase cairan II segera terbentuk setelah sejumlah massa solven ditambahkan kedalam campuran (cairan I) yang akan dipisahkan. Sebelum campuran dua fase dipisahkan meenjadi produk ekstrak dan produk rafinat, suatu uasah harus dilakukan dengan mempertahankan kontak antara fase cairan I dengan fase cairan II sedemikian hingga pada suhu dan tekanan tertentu campuran dua fase berada dalam kesetimbangan.

Jika antara solven dan diluen tidak saling melarutkan, maka sistem tersebut dikenal sebagai Ekstraksi Insoluble Liquid. Tetapi antar solven dan diluen sedikit saling melarutkan disebut Ekstraksi *Soluble Liquid*. Sebagai tenaga pemisah, solven haris memenuhi kriteria berikut :

- a. Daya larut terhadap solute cukup besar.
- b. Sama sekali tidak melarutkan dilun atau hanya sedikit melarutkan diluen.

- c. Antara solvent dengan diluen harus mempunyai perbedaan density yang cukup.
- d. Antara solven dengan solute harus mempunyai perbedaan titik didih atau tekanan uap murni yang cukup.
- e. Tidak beracun.
- f. Tidak bereaksi baik terhadap solute maupun diluen.
- g. Murah, mudah didapat.

2.5. Jenis Pelarut

2.5.1 Heksana

Heksana adalah sebuah senyawa hidrokarbon alkana dengan rumus kimia C_6H_{14} (isomer utama n-heksana memiliki rumus $CH_3(CH_2)_4CH_3$. Awalan heks- merujuk pada enam karbon atom yang terdapat pada heksana dan akhiran -ana berasal dari alkana, yang merujuk pada ikatan tunggal yang menghubungkan atom-atom karbon tersebut. N Hexana merupakan jenis pelarut non polar.

Karakteristik n – heksana:

- a. Nama lain : *caproyl hydride, hexyl hydride*
- b. Rumus molekul : $CH_3(CH_2)_4CH_3$
- c. Berat molekul : 86,17 kg/mol
- d. Warna : berwarna
- e. *Melting point* : $-94^\circ C$
- f. *Boiling point* : 69 (P = 1 atm)
- g. *Spesifik gravity* : 0,659
- h. Kelarutan dalam 100 bagian air : 0,014 ($15^\circ C$)

2.5.2 Aseton

Aseton, juga dikenal sebagai propanon, dimetil keton, 2-propanon, dimetilformaldehida, dan β -ketopropana, adalah senyawa berbentuk cairan yang tidak berwarna dan mudah terbakar.

Karakteristik aseton:

- a. Rumus molekul : CH_3COCH_3
- b. Berat molekul : 58,1 kg/mol
- c. *Melting point* : $-94,6^\circ C$
- d. *Spesifik gravity* : 0,7863 ($25^\circ C$)

Aseton dapat digunakan untuk mengaktifkan karbon arang dari batok kelapa. Karbon dari proses karbonasi batok kelapa yang merupakan bahan penutup porinya adalah tar, akan diekstraksi dengan dikontakkan dengan aseton. Aseton sangat baik digunakan untuk mengencerkan resin kaca serat, membersihkan peralatan kaca gelas, dan melarutkan resin epoksi dan lem super sebelum mengeras..

2.5.3 Etanol

Etanol (disebut juga etil-alkohol atau alkohol saja), adalah alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Karena sifatnya yang tidak beracun bahan ini banyak dipakai sebagai pelarut dalam dunia farmasi dan industri makanan dan minuman. Etanol merupakan jenis pelarut polar. Karakteristik etanol :

- a. Rumus molekul : C_2H_5OH
- b. Berat Molekul : 46,07 kg/mol
- c. Spesifik gravity : 0,789
- d. Melting point : $- 112\text{ }^{\circ}C$
- e. Boiling point : $78,4\text{ }^{\circ}C$
- f. Soluble in water : insoluble
- g. Density : 0,7991 gr/cc
- h. Temperatur kritis : $243,1\text{ }^{\circ}C$
- i. Tekanan kritis : 63,1 atm

Etanol dapat digunakan untuk mengekstraksi minyak laka (CSNL) dari kulit biji jambu mete. Selain itu etanol juga dapat digunakan dalam alkoholisis minyak dari biji kapuk (Utami, dkk,1997).

2.6 Penentuan Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH

Aktivitas antioksidan dapat dilakukan dengan DPPH, karena merupakan radikal bebas yang stabil pada suhu kamar, dan banyak digunakan untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan dari senyawa atau ekstrak bahan alam. Interaksi antioksidan dengan DPPH baik secara transfer elektron atau radikal hidrogen pada DPPH akan menetralkan radikal bebas dari DPPH dan membentuk DPPH tereduksi. Jika semua elektron pada radikal bebas pada DPPH menjadi berpasangan, maka warna larutan berubah dari ungu menjadi

kuning terang. Perubahan ini dapat diukur sesuai dengan jumlah elektron atau atom hidrogen yang ditangkap oleh molekul DPPH akibat adanya zat antioksidan. (Sitorus dkk, 2011).

Suatu senyawa menunjukkan efeknya sebagai antioksidan jika dapat menghambat reaksi peroksidasi lipid, yang secara *in vitro* dapat diketahui dari besarnya IC_{50} atau Inhibitor Concentration-50. Parameter yang dipakai untuk menunjukkan aktivitas antioksidan adalah harga konsentrasi efisiensi atau efficient concentration (EC_{50}) atau Inhibitory Concentration (IC_{50}) yaitu konsentrasi suatu zat antioksidan yang dapat menyebabkan 50% DPPH kehilangan karakter radikal atau konsentrasi suatu zat antioksidan yang memberikan persen perendaman sebesar 50%. Zat yang mempunyai aktivitas antioksidan tinggi, akan mempunyai harga EC_{50} atau IC_{50} yang rendah (Molyneux, 2004). Aktivitas antioksidan tanaman yang didasarkan besarnya IC_{50} , diklasifikasikan kedalam 3 kelompok yaitu tinggi ($IC_{50} < 20 \mu\text{g/ml}$), sedang ($20 \mu\text{g/ml} < IC_{50} < 75 \mu\text{g/ml}$), dan rendah ($IC_{50} > 75 \mu\text{g/ml}$). IC_{50} juga didefinisikan sebagai bilangan yang menunjukkan konsentrasi ekstrak (mikrogram/ mililiter) yang mampu menghambat 50% oksidasi. Semakin kecil nilai IC_{50} semakin tinggi aktivitas antioksidannya.

Suatu senyawa dikatakan sebagai antioksidan sangat kuat jika nilai $IC_{50} < 50 \mu\text{g/ml}$, kuat ($50-100 \mu\text{g/ml}$), sedang ($100-150 \mu\text{g/ml}$), dan lemah ($151-200 \mu\text{g/ml}$). Kekuatan ini dianalisis dengan metode DPPH (1,1diphenil-2-picrylhydrazil). Spektrofotometer Visibel Spektroskopi serapan ultraviolet dan serapan tampak barangkali merupakan cara tunggal yang paling berguna untuk menganalisis struktur flavonoid. Panjang gelombang untuk sinar ultraviolet antara 200-400 nm sedangkan panjang gelombang untuk sinar tampak/ visibel antara 400-800 nm (Gandjar, 2008).

Spektrofotometri serapan adalah pengukuran serapan radiasi elektromagnetik panjang gelombang tertentu yang sempit, mendekati monokromatik, yang diserap zat. Spektrofotometer pada dasarnya terdiri atas sumber sinar monokromator, tempat sel untuk zat yang diperiksa, detektor, penguat arus dan alat ukur atau pencatat. (Ditjen RI, 1979).

2.7 Penentuan Aktivitas Antioksidan dengan Menggunakan Metode ABTS

Metode peredaman radikal bebas ABTS merupakan metode pengujian untuk mengukur jumlah radikal bebas yang dapat ditangkal oleh antioksidan yang dikenal dengan aktivitas antioksidan. Selain memiliki sensitivitas yang cukup tinggi, kelebihan ABTS dibandingkan dengan metode lain yang pengujiannya yang sederhana, efektif, cepat, dan mudah diulang.

Metode ABTS dapat digunakan untuk mengetahui konsentrasi antioksidan yang mampu menghambat radikal bebas sebanyak 50% (IC_{50}). Penggunaan metode peredaman radikal bebas ABTS pada pengujian antioksidan dalam buah telah banyak digunakan.

2.8 Penentuan Aktivitas Antioksidan dengan Menggunakan Metode Kristalisasi Anti-Solvent

Kristalisasi anti-solvent merupakan metode pemisahan dan pemurnian yang efektif. Metode ini menghasilkan kristal dari larutan dan mengendalikan sifat-sifat kristal seperti ukuran partikel dan bentuk morfologinya. Penggunaan anti-solvent dalam proses kristalisasi ini mengurangi kelarutan suatu zat terlarut dalam larutan dan membentuk Kristal secara cepat. Pada tahap kristalisasi antisolvent dilakukan dengan penambahan metanol sebagai antisolventnya. Kristalisasi antisolvent merupakan metode pemisahan dan pemurnian yang efektif. Pembentukan fasa padat pada proses kristalisasi terjadi pada 2 langkah. Pertama, penampilan struktur transisi antara fasa padatan dan fluida atau nukleasi. Nukleat terjadi pada dua tahap yaitu, primer dan sekunder. Yang kedua, pertumbuhan strukturnya menjadi partikel padat yaitu Kristal.

Metode ini menghasilkan Kristal dari larutan dan mengendalikan sifat-sifat Kristal seperti ukuran partikel dan bentuk morfologinya. Penggunaan antisolvent dalam proses kristalisasi ini mengurangi kelarutan suatu zat terlarut dalam larutan dan membentuk Kristal secara cepat. Parameter eksperimen kristalisasi sangat mempengaruhi mekanisme pembentukan partikel dan mengatur bentuk ukuran Kristal dan distribusinya.

Adapun keuntungan kristalisasi antisolvent ini adalah proses dapat dilakukan pada temperatur mendekati suhu ruangan. Hal ini sangat nyaman untuk zat yang

sensitif pada panas. Selain itu, proses ini membutuhkan energy yang rendah dibandingkan proses penguapan pelarut.