**BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini akan menguraikan mengenai : (2.1) Buah Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.), (2.2) Tinjauan Mengenai Tomat Opal dan Zamrud, (2.3) Antioksidan dan Likopen, (2.4) Saus Tomat, (2.5) Penyimpanan dan Penurunan Mutu Bahan Pangan, (2.6) Penentuan Umur Simpan, dan (2.7) Model Arrhenius.

* 1. **Buah Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.)**

Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) adalah [tumbuhan](http://id.wikipedia.org/wiki/Tumbuhan) dari keluarga [Solanaceae](http://id.wikipedia.org/wiki/Terong-terongan), yang pada mulanya banyak tumbuh di [Amerika Tengah](http://id.wikipedia.org/wiki/Amerika_Tengah) dan [Selatan](http://id.wikipedia.org/wiki/Amerika_Selatan), dari [Meksiko](http://id.wikipedia.org/wiki/Meksiko) sampai [Peru](http://id.wikipedia.org/wiki/Peru). Dilihat dari masa pertumbuhannya, tomat merupakan tumbuhan dengan siklus hidup singkat, yakni tidak hanya dapat hidup tidak lebih dari 1 tahun (Duriat, 1997).

Tomat merupakan salah satu buah yang tidak mengenal musim sehingga mudah ditemukan di mana saja dan kapan saja. Secara ilmiah, buah tomat termasuk dalam kelompok solanaceae dengan urutan klasifikasi sebagai berikut:

|  |
| --- |
| [Klasifikasi ilmiah](http://id.wikipedia.org/wiki/Klasifikasi_ilmiah) buah tomat: |
| |  |  | | --- | --- | | Kerajaan | : [Plantae](http://id.wikipedia.org/wiki/Plantae) | | Ordo | : [Solanales](http://id.wikipedia.org/wiki/Solanales) | | Famili | : [Solanaceae](http://id.wikipedia.org/wiki/Solanaceae) | | Genus | :[*Lycopersicum*](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Solanum&action=edit&redlink=1) | | Spesies | : *Lycopersicum esculentum* Mill. | |

Tanaman ini berbentuk perdu atau semak dengan tinggi dapat mencapai dua meter. Tanaman tomat dapat tumbuh baik pada dataran tinggi maupun dataran rendah yang tidak terlalu basah. Tanah yang dibutuhkan adalah tanah yang gembur dengan pH sekitar 5-6 serta didapat cukup pengairan dan teratur. Suhu yang baik bagi tanaman ini adalah 23°C pada siang hari dan 17°C pada malam hari. Waktu tanam yang baik adalah dua bulan sebelum musim hujan berakhir. Buah tomat dapat dipanen pada umur sekitar dua sampai tiga bulan setelah waktu penanaman. Tanaman tomat termasuk tanaman semusim, yaitu umur tanaman hanya untuk satu kali periode panen dan kemudian mati (Tugiyono, 1986).

Varietas tomat yang ada di Indonesia adalah varietas Intan, Ratna, Berlian, Mutiara, Mirah, Opal, Zamrud, Moneymaker, Precious F1 hybrid (TW-375), varietas Farmers 209 F1 hybrid (TW-369), Sugar Pearl F1 hybrid (TW-373) dan masih banyak varietas lainnya. Penamaan tersebut merupakan penamaan yang resmi dikeluarkan pemerintah, sedangkan nama-nama lain yang sering dipakai dalam perdagangan diantaranya adalah tomat biasa, tomat apel, tomat kentang, dan tomat keriting (Setiawan, 1994).

Definisi tomat segar menurut SNI 01-3162-1992 adalah buah dari tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) dalam keadaan utuh, segar dan bersih. Kesamaan sifat varietas dinyatakan seragam apabila terdapat keseragaman dalam bentuk tomat normal (bulat, bulat lonjong, bulat pipih, lonjong dan beralur) dan warna kulit buah. Buah tomat dinyatakan tua apabila buah tomat telah mencapai tingkat perkembangan fisiologi yang menjamin proses pematangan yang sempurna, dan isi dari dua atau lebih rongga buah telah berisi bahan yang mempunyai konsistensi/kekentalan serupa jeli dan biji-biji telah mencapai tingkat perkembangan yang sempurna. Buah tomat dinyatakan terlalu matang dan lunak apabila buah tomat telah mencapai kematangan penuh dengan tekstur daging yang lunak dan dianggap telah lewat waktu pemasarannya.

Apapun varietasnya, tomat ternyata kaya vitamin A ,C, mineral dan zat fitonutrien. Berdasarkan Daftar Komposisi Bahan Makanan yang dikeluarkan Departemen Kesehatan RI tahun 2000, kandungan zat gizi pada buah tomat (dalam 100 gram) dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini:

**Tabel 2.1. Kandungan Gizi Buah Tomat**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No.** | **Zata Gizi** | **Jumlah Kandungan** |
| 1. | Kalori | 20 kkal |
| 2. | Vitamin C | 40 milligram |
| 3. | Vitamin A | 1.500 SI (Satuan Indonesia) |
| 4. | Kalsium | 5 milligram |
| 5. | Protein | 1,0 gram |
| 6. | Lemak | 0,3 gram |
| 7. | Karbohidrat | 4,2 gram |

Sumber : Departemen Kesehatan RI tahun 2000 dalam Supriyono (2012)

Menurut beratnya, tomat digolongkan besar (jika beratnya lebih dari 150 g/buah), sedang (jika beratnya 100 g-150 g/buah), dan kecil (jika beratnya kurang dari 100 g/buah).

Terdapat ratusan kultivar tomat yang dibudidayakan dan diperdagangkan. Pengelompokan hampir selalu didasarkan pada penampilan atau kegunaan buahnya. Tomat yang ada terdapat dipasaran umumnya memiliki 2 warna, yakni merah dan hijau. Dan keduanya memiliki perbedaan kandungan Vitamin C dan A yang bermanfaat untuk meningkatkan kekebelan tubuh. Buah Tomat yang berwarna merah memilliki kandungan Vitamin A dan C lima kali lebih banyak daripada yang berwarna hijau, dan tomat merah ini sangat baik dikonsumsi anak-anak sejak dini demi kesehatan mata dan lebih meningkatkan imunitas terhadap berbagai penyakit yang menyerang. Salah satu kandungan di dalam tomat yang paling bermanfaat adalah Likopen yang merupakan salah satu jenis antioksidan vital alami. Likopen berkhasiat membantu mencegah kerusakan sel yang dapat mengakibatkan kanker leher rahim, kanker prostat, kanker perut dan kanker pankreas (**Supriyono**, 2012).

Tomat termasuk pada jenis buah klimakterik, yaitu buah yang masih dapat mengalami proses respirasi selama penyimpanan. Tomat termasuk jenis sayuran buah yang mudah rusak dan kerusakannya dapat disebabkan oleh faktor fisik, kimiawi, dan hayati. Selain dibuat sebagai sayuran, tomat juga sering digunakan dalam industri pengalengan tomat dan pembuatan saus tomat (Tugiyono, 1986).

Di Indonesia, tomat paling populer dimanfaatkan sebagai bahan sambal yang nikmat. Istimewanya lagi, selain nikmat, ternyata tomat juga memiliki beragam manfaat bagi kesehatan dan juga kecantikan. Buah tomat telah lama dikenal selain sebagai bahan makanan juga memiliki manfaat yang cukup banyak untuk kesehatan terutama digunakan untuk mengobati beberapa penyakit ringan. Hal ini tidak terlepas dari kandungannya yang memiliki Vitamin C dan Vitamin A dosis tinggi serta antioksidan (likopen). Karena kandungannya tersebut buah tomat bermanfaat untuk memutihkan kulit dan menghilangkan jerawat.

Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill*.*) merupakan salah satu produk hortikultura yang menyehatkan. Baik dalam bentuk segar maupun olahan, buah tomat memiliki komposisi zat gizi yang cukup lengkap dan baik. Buah tomat terdiri dari 5-10% berat kering tanpa air dan 1 persen kulit dan biji. Jika buah tomat dikeringkan, sekitar 50% dari berat keringnya terdiri dari gula-gula pereduksi (terutama glukosa dan fruktosa), sisanya asam-asam organik, mineral, pigmen, vitamin dan lipid. Tomat dapat digolongkan sebagai sumber vitamin C yang sangat baik (*excellent*) karena 100 gram tomat memenuhi 20% atau lebih dari kebutuhan vitamin C sehari. Selain itu, tomat juga merupakan sumber vitamin A yang baik (*good)* karena 100 gram tomat dapat menyumbangkan sekitar 10-20% dari kebutuhan vitamin A sehari (Astawan, 2008)

Menurut Suprapti (2000), tomat sebagai bahan baku saus tidak ditentukan berdasarkan jenis dan varietasnya, tetapi pemilihan tomat didasarkan atas umur (tua), tingkat kematangan, tingkat kesegaran, dan tidak diserang hama atau penyakit. Jika semua persyaratan dapat terpenuhi, kualitas produknya juga pasti baik. Untuk menjamin kulaitas produk saus sebaiknya tomat dipetik pada waktu matang di pohon (kandungan gizi dan nutrisinya maksimal).

Tomat merupakan komoditas yang cepat rusak (*perishable*), sehingga memerlukan penanganan yang tepat sejak dipanen. Pengolahan tomat menjadi berbagai produk pangan menjadi salah satu pilihan untuk dapat mengkonsumsi tomat dan memperoleh manfaat dari sifat fungsional tomat, salah satu bentuk olahan tomat yaitu saus tomat. Saus tomat terbuat dari pasta tomat, yaitu tomat yang dijadikan bubur kental (puree tomat). Pasta tomat adalah tomat konsentrat yang mengandung 24% atau lebih padatan terlarut tomat alami. Sifat kimia *puree* maupun pasta tomat diperlukan agar produk tersebut diketahui kandungan gizi dan zat alami yang ada di dalamnya (Astawan, 2008).

Tomat merupakan buah pangan yang saat ini telah dikonsumsi di seluruh penjuru dunia. Diyakini, mengkonsumsi tomat baik bagi kesehatan hati. Likopen, salah satu antioksidan alami yang sangat kuat ternyata terkandung di dalam buah tomat dengan kadar 4,28 mg/100g (Tsang, 2005). Likopen memiliki kemampuan untuk mencegah penyakit kanker. Saat ini telah dikembangkan pula ekstrak buah tomat yang digunakan sebagai treatment tekanan darah tinggi. Adapun gambaran kandungan likopen dalam 100g produk olahan tomat dijelaskan pada Tabel 2.2 berikut ini:

**Tabel 2.2. Kandungan Likopen Buah Segar dan Olahan Tomat**

|  |  |
| --- | --- |
| **Bahan** | **Kandungan Likopen (mg/100g)** |
| Pasta tomat | 42,2 |
| Saus spagetti | 21,9 |
| Pink grapefruit | 4,0 |
| Saus seafood | 17,0 |
| Sup tomat | 7,2 |
| Jus tomat | 12,8 |
| Saus tomat | 15,9 |
| Sambal | 19,5 |

Sumber : Tsang (2005) ; Arab dan Steck (2000)

* 1. **Tinjauan Mengenai Tomat Opal dan Zamrud**

Tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum.,*Mill) merupakan salah satu jenis dari kelompok famili Solanaceae yang memiliki varietas yang cukup banyak. Hampir sebagian besar varietas tanaman ini sengaja dikembangkan untuk kepentingan peningkatan kualitas hasil panen baik dari segi ketahanan, peningkatan kuantitas serta kualitas hasil (Duriat, 1997).

Di Indonesia khususnya hingga saat ini telah dikembangkan puluhan hingga ratusan varietas tomat yang memiliki ciri serta keunggulannya masing- masing. Salah satu hasil dari upaya perbaikan varietas pada buah tomat yaitu ditemukannya varietas-varietas baru yang memiliki kualitas tinggi sebagai bahan olahan produk pangan. Varietas Opal dan Zamrud merupakan dua diantaranya yang memiliki beberapa karakteristik unggul untuk kepentingan peningkatan kualitas dan mutu hasil olehan produk pangan dalam hal ini yaitu sebagai bahan baku saus atau pasta (Setiawati,dkk 2007).

Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Pertanian dengan Nomor 712 sampai dengan 714/Kpts/TP.240/6/99, menyatakan bahwa varietas tomat Opal dan Zamrud telah dilepas secara resmi sebagai varietas tomat dataran rendah yang siap diperkenalkan dan dipasarkan untuk kepentingan komponen bisnis usahatani khususnya dari segi kualitas hasil olahannya (Purwati dkk, 2001). Dilihat dari morfologi tanamannya, kedua varietas ini memiliki struktur akar, batang dan daun yang hampir dengan tanaman tomat pada umumnya, yang membedakannya adalah baik varietas opal maupun zamrud memiliki sifat pertumbuhan *determinate* (pertumbuhannya pendek). Dalam hal buah, kedua varietas ini secara visual memiliki bentuk yang cukup berbeda dimana tomat opal memiliki bentuk buah lonjong (opal) sedangkan tomat zamrud memiliki bentuk buah bulat. Perbedaan bentuk buah tomat opal dan tomat zamrud dapat dilihat pada Gambar 2.1.



**Tomat Opal**  **Tomat Zamrud**

**Gambar 2.1.** Perbedaan bentuk dan kenampakan buah tomat opal dan zamrud

Penelitian yang dilakukan oleh Purwati, dkk (2001) mengenai karakteristik beberapa varietas tomat dataran rendah memperoleh hasil bahwa varietas opal memiliki rata-rata bobot buah sebesar 35-40g/buah. Tomat zamrud juga memiliki rata-rata bobot buah yang hampir sama yakni 30-40g/buah. Karakteristik buah lainnya yang membedakan kedua varietas ini adalah dari jumlah rongga buahnya. Rongga buah biasanya merupakan tempat melekatnya biji tomat. berdasarkan penelitian, jumlah rongga buah tomat opal rata-rata berjumlah 2-3 rongga, sementara untuk varietas zamrud rata-rata berjumlah 4-5 rongga buah. Selain itu, dari segi hasil panen, baik buah tomat opal dan zamrud memiliki kisaran hasil sebanyak 30-50 ton/ha dengan usia panen 60-80 hari untuk dataran rendah dan 90-100 hari untuk dataran tinggi.

Dari segi karakteristik pangannya, baik varietas opal maupun zamrud memiliki beberapa sifat unggul terutama sebagai bahan baku produk olahan yang berbahan baku tomat seperti selai tomat, pasta maupun saus tomat. Hal ini didukung karena kedua varietas ini memiliki daging buah yang tebal serta berwarna merah terang ketika mencapai tingkat kematangannya. Selain itu, rasa dari kedua buah tomat ini cukup sesuai untuk dijadikan bahan baku olahan karena memiliki perbandingan rasa asam dan manis yang cukup (Purwati dkk, 2001).

Selain berbagai sifat unggul yang dimiliki oleh kedua varietas tomat tersebut, hasil penelitian lainnya mengungkapkan bahwa varietas tomat opal dan jamrud memiliki umur simpan yang hanya berkisar antara 8-9 hari (Purwati, 1993). Umur simpan ini tentunya cukup singkat mengingat varietas lainnya mampu bertahan hingga lebih dari 2 minggu pada kisaran suhu normal. Kisaran umur simpan yang cukup singkat tersebut tentunya berhubungan dengan kerusakan buah tomat sehingga pengolahan menjadi salah satu alternatif yang sangat tepat untuk dilakukan. Pengolahan tersebut dapat dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas buah tomat, baik dalam hal kandungan gizinya yang bermanfaat bagi kesehatan maupun nilai ekonominya sehingga mampu menambah daya jual.

* 1. **Antioksidan dan Likopen**
     1. **Antioksidan**

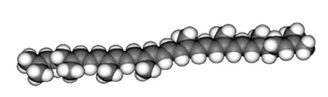
Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menetralkan radikal bebas terutama yang terdapat di dalam tubuh. Radikal bebas adalah atom atau molekul yang tidak stabil dan sangat reaktif karena mengandung satu atau lebih elektron tidak berpasangan pada orbital terluarnya. Untuk mencapai kestabilan atom atau 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. Hingga saat ini, terdapat berbagai macam senyawa yang berperan sebagai antioksidan seperti: enzim SOD (*Superoksida Dismutase*), gluthatione, 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, sayuran seperti tomat pepaya jeruk dan sebagainya (Prakash, 2001).

Antioksidan sebagai bahan tambahan pangan batas maksimum penggunaannya telah diatur oleh Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor: 772/Menkes/Per/IX/88. Antioksidan yang diizinkan penggunannya antara lain asam askorbat, asam eritrobat, 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, 2008).

Menurut Maulida dan Zulkarnaen (2010), berkaitan dengan fungsinya, senyawa antioksidan di klasifikasikan dalam lima tipe antioksidan, yaitu:

1. *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.
2. *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 sulfit.
3. *Secondary antioxidants I*, yaitu senyawa-senyawa yang mempunyai kemampuan untuk berdekomposisi hidroperoksida menjadi prodak akhir yang stabil. Tipe antioksidan ini pada umumnya digunakan untuk menstabilkan poliolefin resin. Contohnya, asam tiodipropionat dan dilauriltiopropionat.
4. *Antioxidative Enzime I*, yaitu enzim yang berperan mencegah terbantuknya radikal bebas. Contohnya glukose oksidase, superoksidase dismutase (SOD), glutation peroksidase, dan kalalase.
5. *Chelators sequestrants* yaitu senyawa-senyawa yang mampu mengikat logam seperti besidan tembaga yang mampu mengkatalis reaksi oksidasi lemak. Senyawa yang termasuk didalamnya adalah asam sitrat, asam amino,ethylenediaminetetra acetid acid (EDTA), dan fosfolipid.
   * 1. **Likopen**

Likopen 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, likopen merupakan objek paling populer. Karotenoid ini telah dipelajari secara ekstensif dan ternyata merupakan sebuah antioksidan yang sangat kuat dan memiliki kemampuan anti-kanker. Nama likopen diambil dari penggolongan buah tomat, yaitu Lycopersicon esculantum (Di Mascio P, Kaiser, and Sies,1989).



**Gambar 2.2. Bentuk Molekul Likopen**

Secara struktural, likopen terbentuk dari delapan unit isoprena. Banyaknya ikatan ganda pada likopen menyebabkan elektron untuk menuju ke transisi yang lebih tinggi membutuhkan banyak energi sehingga likopen dapat menyerap sinar yang memiliki panjang gelombang tinggi (sinar tampak) dan mengakibatkan warnanya menjadi me2.rah terang. Jika likopen dioksidasi, ikatan ganda antarkarbon akan patah membentuk molekul yang lebih kecil yang ujungnya berupa –C=O. Meskipun ikatan –C=O merupakan ikatan yang bersifat kromophorik (menyerap cahaya), tetapi molekul ini tidak mampu menyerap cahaya dengan panjang gelombang yang tinggi sehingga likopen 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 dinetralisir oleh likopen (Di Mascio P, Kaiser, and Sies,1989).

Sayuran dan buah yang berwarna merah seperti tomat, semangka, jeruk besar merah muda, jambu biji, pepaya, strawberry, dan wortel merupakan sumber utama likopen. Sumber lain adalah bakteri seperti *Blakeslea trispora*. Tidak seperti vitamin C yang akan hilang atau berkurang apabila buah atau sayur dimasak, likopen justru akan semakin kaya pada bahan makanan tersebut setelah dimasak atau disimpan dalam waktu tertentu. Misalnya, likopen dalam pasta tomat empat kali lebih banyak dibanding dalam buah tomat segar. Hal ini disebabkan likopen sangat tidak larut dalam air dan terikat kuat dalam serat. Likopen 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 gluthation. Singlet oxygen merupakan prooksidan yang terbentuk akibat radiasi sinar ultra violet dan dapat menyebabkan penuaan dan kerusakan kulit. Selain sebagai anti skin aging, likopen 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 (Di Mascio P., Kaiser., and Sies.,1989). Sebagai antioksidan, likopen dapat melindungi DNA, di samping sel darah merah, sel tubuh, dan hati.

Selain bermanfaat dalam dunia kesehatan, likopen juga bermanfaat sebagai pewarna makanan dan barang-barang dari plastik. Plastik yang diwarnai dengan likopen 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 (Di Mascio P., Kaiser., and Sies.,1989).

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 Tanti, 2008).

* 1. **Saus Tomat**

Saus secara umum didefinisikan sebagai suatu produk yang merupakan hancuran dari beberapa bahan pangan yang tergolong sayuran, seperti tomat dan cabe (Fardiaz, 1992). Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 01-3546-1994), saus tomat sendiri merupakan salah satu bentuk olahan yang dipergunakan sebagai bahan penyedap makanan. Saus tomat adalah bubur kental yang diperoleh dari pengolahan daging buah tomat yang masak dan segar dengan penambahan bumbu-bumbu dan digunakan sebagai penyedap makanan.

Saus tomat dibuat dari buah [tomat](http://id.wikipedia.org/wiki/Tomat) yang sudah [masak](http://id.wikipedia.org/wiki/Ranum) ditambah [gula](http://id.wikipedia.org/wiki/Gula), [garam](http://id.wikipedia.org/wiki/Garam_dapur), [cuka](http://id.wikipedia.org/wiki/Cuka) dan [rempah-rempah](http://id.wikipedia.org/wiki/Rempah-rempah) seperti [cengkeh](http://id.wikipedia.org/wiki/Cengkeh) dan [kayu manis](http://id.wikipedia.org/wiki/Kayu_manis). Setiap bahan yang digunakan pada pembuatan saus tomat mempunyai fungsi tertentu yang bertujuan untuk memperbaiki rasa, warna, aroma, kekentalan dan keawetan. Gula misalnya untuk memberikan rasa manis, garam untuk memberikan rasa asin, sementara cuka untuk memberikan rasa asam sekaligus memberikan efek pengawetan karena sebagian besar mikroorganisme tidak tahan terhadap kondisi asam. Rempah-rempah digunakan untuk memperbaiki aroma dan cita rasa, sedangkan maizena untuk meningkatkan kekentalan saus dan mencegah terjadinya pemisahan air dengan padatan saus pada saat penyimpanan. Pengawet digunakan untuk mencegah tumbuhnya kapang (jamur) yang menjadi masalah saat penyimpanan. Adapun persyaratan mutu saus tomat dapat diamati pada Tabel 2.3.

**Tabel 2.3. Tabel  Persyaratan Mutu Saus Tomat**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No.** | **Uraian** | **Satuan** | **Syarat Mutu** |
| 1. | Keadaan  Bau  Rasa  Warna |  | Normal  Normal tomat  Norma merah |
| 2. | Jumlah padatan | % b/b | 20-40 |
| 3. | Bahan tambahan makanan  Pewarna  Pengawet benzoat  Pengental | mg/kg | Sesuai dengan SNI 01-0222-1987)\*)  Maks. 1000 |
| 4. | pH |  | 3 – 4 |
| 5. | Identifikasi tomat |  | Positif |
| 6. | Cemaran Logam  Pb  Cu  Hg  Zn  Sn | mg/kg  mg/kg  mg/kg  mg/kg  mg/kg | Maks. 50,0  Maks. 1,0  Maks. 0,03  Maks 40,0  Maks.40,0 (250,0)\*\*) |
| 7. | Cemaran Arsen | mg/kg | Maks. 1,0 |
| 8. | Cemaran Mikroba  Angka lempeng total  Kapang, % (lapang pandang) | koloni/g  koloni/g | Maks 105  Maks 50 |
| Catatan :  \*)     SNI 01-0222-1987, Bahan Tambahan Makanan dan Revisinya.  \*\*)  Jika dikemas dalam gelas maks. 40,0 mg/kg dan jika dikemas dalam kaleng Maks. 250,0   mg/kg. | | | |

Sumber : SNI 01-3546-1994

Menurut Haryoto (1998) proses pembuatan saus meliputi pencucian, pemotongan tangkai dan pembuangan biji tomat, pengukusan, penggilingan, penambahan garam, bahan pengawet, gula, asam cuka 25%, penyedap, maizena dan air, dilanjutkan dengan proses pengadukan, pemasakan dengan api kecil sampai mendidih dan mengental, pemasukan dalam botol steril, exhausting dan penutupan botol serta pendinginan.

Penggunaan produk saus tomat semakin meningkat. Hal ini didukung dengan berkembangnya industri makanan, terutama industri mi instan. Industri mi instan menggunakan saus sebagai salah satu komponen bumbu. Beberapa jenis makanan non oriental seperti burger, steak dan sebagainya, juga sering menggunakan produk ini. Menurut Prasetyawati (2006), dengan karakteristiknya yang kental dan berwarna, produk ini juga cukup menguntungkan untuk difortifikasi dengan beberapa zat gizi agar manfaatnya meningkat.

* 1. **Penyimpanan dan Penurunan Mutu Bahan Pangan**

Penyimpanan bahan pangan merupakan salah satu aspek penting dalam teknologi pasca panen. Tujuan proses penyimpanan adalah agar bahan makanan tidak mudah rusak dan kehilangan nilai gizinya. Selama penyimpanan, bahan pangan dapat mengalami perubahan atau kerusakan yang dapat menurunkan kualitas dan kuantitas bahan pangan (Kusmayadi, 2008).

Pada proses penyimpanan, berbagai aspek perlu dipertimbangkan mulai dari aspek karakteristik bahan pangan, pengontrolan kondisi lingkungan, pemilihan jenis kemasan dan perkiraan lama penyimpanan. Lama penyimpanan, jenis komoditas dan model fasilitas penyimpanan untuk tiap-tiap makanan beragam menurut fungsi dan kebutuhannya (Syarief dan Halid, 1992).

Kondisi penyimpanan yang kurang baik dapat menyebabkan penurunan mutu makanan. Mutu pangan merupakan karakteristik mutu yang dapat diterima oleh konsumen, sehingga pangan bermutu merupakan pangan produk yang memiliki karakteristik tertentu sehingga dapat sesuai dengan keinginan konsumen. Mutu produk pangan dipengaruhi faktor luar yang dapat terlihat misalnya : warna, flavor, penampakan, bentuk atau ukuran. Faktor dalam yang tidak dapat terlihat, misalnya : rasa, kemanisan, pahit, atau kandungan gizi. Mutu pangan dapat dihubungkan dengan beberapa hal antara lain: kualitas Sensori yang meliputi penampakan, rasa, bau, tekstur, warna;nilai Gizi produk;cara mempertahankan produk**;** kesegaran produk dan keamanan produk (Kusnandar, 2004)

Mutu suatu produk akan menurun seiring dengan bertambahnya umur produk. Selama proses penanganan, pengolahan, penyimpanan, dan distribusi, Mutu produk pangan akan mengalami perubahan karena adanya interaksi dengan berbagai faktor. Reaksi penurunan mutu suatu produk makanan dapat disebabkan oleh faktor ekstrinsik dan faktor intrinsik. Faktor ekstrinsik (lingkungan) meliputi udara, oksigen, uap air, cahaya, dan suhu, sedangkan faktor intrinsik meliputi komposisi produk. Keadaan lingkungan akan memicu reaksi dalam produk, seperti reaksi kimia, reaksi enzimatis, dan penyerapan uap air atau gas.

Penyimpangan suatu produk dari mutu awalnya disebut deteriorasi. Produk pangan mengalami deteriorasi segera setelah diproduksi. Reaksi deteriorasi dimulai dengan persentuhan produk dengan udara, oksigen, uap air, cahaya atau akibat perubahan suhu. Tingkat rekasi deteriorasi suatu produk dipengaruhivoleh lamanya penyimpanan, sedangkan laju deteriorasi dipengaruhi kondisi lingkungan penyimpanan (Arpah, 2001).

* 1. **Penentuan Umur Simpan**

Hasil atau akibat dari berbagai reaksi kimiawi yang terjadi di dalam produk pangan bersifat akumulatif dan *irreversible* selama penyimpanan sehingga pada saat tertentu hasil reaksi tersebut mengakibatkan mutu makanan tidak dapat diterima lagi (Syarief dan Halid, 1993). Jangka waktu akumulasi hasil reaksi yang mengakibatkan mutu pangan tidak lagi dapat diterima ini disebut sebagai umur simpan. Bahan pangan akan disebut rusak apabila bahan pangan tersebut telah melampaui masa simpan optimumnya dan pada umumnya pangan tersebut menurun mutu gizinya meskipun penampakannya masih bagus.

Umur simpan produk pangan biasa dituliskan sebagai *best before date* yang berarti produk masih dalam kondisi baik dan masih dapat dikonsumsi beberapa saat setelah tanggal yang tercantum terlewati. Istilah lain yang digunakan adalah *use by date* yang menyatakan produk tidak dapat lagi dikonsumsi, karena berbahaya bagi kesehatan manusia (produk yang sangat mudah rusak oleh mikroba) setelah tanggal yang tercantum terlewati (Ellis, 1994).

Umur simpan adalah selang waktu antara saat produksi hingga saat konsumsi dimana produk berada dalam kondisi yang memuaskan pada sifat-sifat penampakan, rasa, aroma, tekstur, dan nilai gizi. *National Food Processor Association* mendefinisikan umur simpan sebagai berikut: Suatu produk dikatakan berada pada kisaran umur simpannya bila kualitas produk secara umum dapat diterima untuk tujuan seperti yang diinginkan oleh konsumen dan selama bahan pengemas masih memiliki integritas serta memproteksi isi kemasan (Floros and Gnanasekharan, 1993).

Menurut Ellis (1994), penentuan umur simpan suatu produk dilakukan dengan mengamati produk selama penyimpanan sampai terjadi perubahan yang tidak dapat diterima lagi oleh konsumen. Penentuan umur simpan dilakukan dengan mengamati perubahan yang terjadi pada produk selama selang waku tertentu. Syarief dan Halid (1993), menyatakan bahwa perubahan mutu pangan dapat diketahui dari perubahan faktor-faktor mutunya. Oleh karena itu, untuk menentukan daya simpan suatu produk perlu dilakukan pengukuran terhadap atribut mutu produk tersebut.

Umur simpan produk pangan dapat diduga dan kemudian ditetapkan umur simpannya dengan menggunakan dua konsep yaitu dengan metode konvesional (*Extended Storage Studies*) dan metode percepatan (*Accelerated Shelf Life Testing*) Hariyadi (2004). Metode konvensional adalah penentuan umur simpan dengan cara menyimpan suatu seri produk pada kondisi normal sehari-hari sambil dilakukan pengamatan terhadap penurunan mutunya hingga mencapai tingkat kadaluarsa. Metode ini akurat dan tepat, namun membutuhkan waktu yang panjang dan analisis parameter mutu yang relatif banyak.

Menurut Arpah (2001), metode konvensional biasanya digunakan untuk produk yang mempunyai masa kadaluarsa kurang dari 3 bulan. Sementara itu, metode ASLT menggunakan suatu kondisi lingkungan yang dapat mempercepat reaksi deteriorasi (penurunan mutu) produk pangan. Keuntungan dari metode ini adalah waktu pengujian yang relatif lebih singkat, namun tetap memiliki ketepatan dan akurasi yang tepat.

* 1. **Model Arrhenius**

Model Arrhenius umumnya digunakan untuk menduga umur simpan produk pangan yang sensitif terhadap perubahan suhu, diantaranya produk pangan yang mudah mengalami ketengikan (oksidasi lemak), perubahan warna oleh reaksi pencoklatan, atau kerusakan vitamin C (Kusnandar, 2004).

Prinsip model Arrhenius adalah menyimpan produk pangan pada suhu ekstrim, dimana produk pangan akan lebih cepat rusak, kemudian umur simpan produk ditentukan berdasarkan ekstrapolasi ke suhu penyimpanan. Oleh karena itu, umur simpan yang diperoleh merupakan nilai perkiraan yang validitasnya sangat ditentukan oleh model matematika yang diperoleh dari hasil percobaan. Beberapa produk yang dapat ditentukan umur simpannya dengan model Arrhenius adalah makanan kaleng steril komersial, susu UHT, susu bubuk, produk snack, meat product, produk pasta, jus buah, mie instant, tepung-tepungan, kacang-kacangan, dan produk lain yang mengandung lemak tinggi atau mengandung gula pereduksi dan protein yang memungkinkan terjadinya oksidasi lemak atau reaksi pencoklatan (Kusnandar, 2004).

Semakin sederhana model yang digunakan untuk menduga umur simpan maka semakin banyak asumsi yang dipakai. Adapun asumsi untuk penggunaan model Arrhenius ini antara lain: perubahan faktor mutu hanya ditentukan oleh satu macam reaksi saja; tidak terjadi faktor lain yang mengakibatkan perubahan mutu; proses perubahan mutu dianggap bukan merupakan akibat dari proses-proses yang terjadi sebelumnya dan suhu selama penyimpanan tetap atau dianggap tetap.

Menurut Labuza (1982) dalam Herawati (2008), raksi penurunan mutu pada makanan banyak dijelaskan oleh orde nol dan orde satu, hanya sedikit yang dijelaskan oleh orde reaksi lain. Untuk melihat penurunan mutu bahan pangan banyak yang tidak mengikuti orde nol tapi mengikuti orde reaksi satu.

Pendugaan umur simpan dengan metode ASLT pada prinsipnya sangat bertumpu pada model Arrhenius, yaitu upaya mempercepat penurunan umur simpan dengan meningkatkan suhu secara terukur. Secara umum, rumus umum penurunan mutu adalah:

-dA/dt = k {A}n

---------------------------------------- (1)

dimana: A = nilai mutu yang tersisa setelah waktu t

Ao = nilai mutu awal

t = waktu penyimpanan (dalam hari, bulan atau tahun)

k = konstanta laju reaksi ordo nol atau satu

n = ordo reaksi

Persamaan di atas diterapkan pada suatu kondisi dimana temperatur, Aw dan intensitas cahaya dibuat konstan. Penerapan persamaan ini untuk penentuan umur simpan yang dilakukan dengan menentukan konsentrasi kritis A dimana pengaruhnya terhadap mutu mencapai tingkat kerusakan tertentu atau batas penerimaan konsumen.

**Reaksi Ordo Nol**

Tipe kerusakan yang mengikuti kinetika orde nol adalah kerusakan enzimatik, pencoklatan enzimatik dan oksidasi. Menurut Arpah (2001), faktor ‘n’ dalam persamaan (1) di atas menunjukkan ordo reaksi. Jika n = 0, maka reaksi berlangsung mengikuti reaksi ordo nol (*Pseudo Zero Order*) terhadap konsentrasi {A} atau dengan kata lain penurunan mutu berlangsung secara konstan dan persamaannya akan menjadi:

--------------------------------------- (2)

-dQ/dt = kt

Dengan mengintegrasi terhadap konsentrasi Q = Q0 dan Q = Qt serta t = t0 dan t = t , maka :

= - kt  --------------------------------------- (3)

Qt = Q0 – k . ts

Qt - Q0 = k . ts --------------------------------------- (4)

Jika konsentrasi kritis komponen Q = Qt , maka umur simpan produk akan sama dengan:

--------------------------------------- (5)

Plot antara perubahan konsentrasi {Q} dengan waktu t , untuk reaksi ordo nol memberikan garis lurus dengan nilai kemiringan (*slope*) = k

**Reaksi Ordo Satu**

Tipe kerusakan pada bahan pangan yang mengikuti kinetika raksi orde satu adalah ketengikan, perubahan mikroba, produk *off-flavour* oleh mikroba pada daging, ikan dan unggas, kerusakan vitamin dan kerusakan mutu protein. Reaksi ordo satu digunakan untuk penentuan reaksi penyimpangan selama proses penyimpanan atau dapat dikatakan bahwa penurunan mutu yang terjadi tidak konstan. Adapun rumus reaksi ordo satu untuk nilai n = 1 adalah:

{A} --------------------------------------- (6)

. dt --------------------------------------- (7)

selanjutnya dengan mengintegrasikan nilai batas Q = Q0 hingga Q = Qt serta t = t0 sampai t = t , maka :

------------------------------------ (8)

ln Qt – ln Q0 = ts

ln Qt = ln Q0 ts

ts = ln Qt ln Q0

)/k --------------------------------- (9)

dimana : ts = umur simpan produk

Pengujian laju kerusakan mutu biasanya dilakukan pada minimal suhu yang berbeda. Nilai konstanta laju penurunan mutu (k) dapat ditentukan berdasarkan persamaan Arrhenius, dimana nilai k merupakan fungsi suhu. Selanjutnya masa kadaluarsa (ts) produk ditentukan dengan persamaan: ts = (Qo-Qt)/k untuk laju reaksi ordo nol dan ts = [ln (Qo/Qs)] / k untuk reaksi ordo 1, dimana Qo adalah nilai mutu awal dan Qs adalah nilai mutu akhir. Berikut ini adalah persamaan Arrhenius:

k = k0. e (–Ea/RT)

ln k = ln k0 – (Ea/RT)

ln k = ln k0 – {(Ea/R) . (1/T)}

dimana: k = konstanta laju penurunan mutu pada suhu T

k0 = konstanta (faktor frekuensi yang tidak tergantung suhu)

Ea = energi aktivasi (J/mol)

T = suhu mutlak (0K)

R = konstanta gas (8.314 J/mol.K = 1.986kal/mol.K)

Interpretasi Ea (energi aktivasi) dapat memberikan gambaran mengenai besarnya pengaruh suhu terhadap reaksi. Nilai Ea diperoleh dari slope grafik garis lurus hubungan antara ln k dengan (). Dengan demikian energi aktivasi yang besar mempunyai arti bahwa nilai ln k berubah cukup besar dengan hanya perubahan beberapa derajat suhu, sehingga nantinya nilai slope akan besar.