

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Jamur Tiram

Jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) merupakan salah satu jamur konsumsi, berwarna putih dengan tudung bulat berdiameter 3-15 cm. Kandungan protein jamur tiram putih rata – rata 3,5 – 4% dari berat basah, protein ini dua kali lipat lebih tinggi dibandingkan asparagus dan kubis. Bila dihitung dari berat kering, kandungan protein jamur tiram putih adalah 19 – 35%, sementara beras 7,3%, gandum 13,2%, kedelai 39,1%, dan susu sapi 25,2%. Jamur tiram putih juga mengandung 9 asam amino esensial yang tidak bias disintesis dalam tubuh yaitu lisin, metionin, triptofan, threonin, valin, leusin, isoleusin, histidin dan fenilalanin (Cahyana dan Muchrodji, 1999).



Gambar 1. Jamur tiram putih (Anonim<sup>a</sup>, 2011).

Menurut Suriawaria<sup>(a)</sup>(2000), sebanyak 72% dari total kandungan lemak jamur tiram putih terdapat asam lemak tidak jenuh. Jamur tiram putih juga mengandung

sejumlah vitamin yang penting terutama kelompok vitamin B, seperti vitamin B1 (tiamin), B2 (riboflavin) dan vitamin C, jamur tiram putih merupakan sumber mineral yang baik, kandungan mineral utama adalah kalium (K), kemudian natrium (Na), fosfor (P), kalsium (Ca), dan (Fe). Jamur tiram juga dipercaya berhasiat menurunkan kadar kolestrol, mencegah diabetes, mencegah anemia, dan berperan sebagai anti kanker. Komposisi gizi jamur tiram putih dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi dan kandungan nutrisi jamur tiram per 100 g

Zat gizi	Kandungan
kalori (energi)	Mg
Protein	10,5 - 30,4%
Karbohidrat	56,6%
Lemak	1,7 - 2,2%
Tianin	0,2 mg
Riboflavin	4,7 - 4,9 mg
Niasin	77,2 mg
Ca (kalsium)	314 mg
K (kalium)	3,793 mg
P (posfor)	717 mg
Na (natrium)	837 mg
Fe (zat besi)	3,4 - 18,2 mg
Serat	7,5 - 87%

Sumber : Suriawaria<sup>b</sup>, 2000.

Jamur tiram juga mengandung 9 macam asam amino yaitu lisin, metionin, triptopan, threonin, valin, leusin, isolisin, isoleusin, histidin dan fenilalanin. Sekitar 72% lemak jamur tiram adalah asam lemak tidak jenuh sehingga aman dikonsumsi baik yang menderita kelebihan kolestrol (hiperkolestrol) maupun gangguan metabolisme lipid lainnya. Asam lemak jamur sebesar 28% serta adanya

semacam polisakarida kitin di dalam jamur tiram diduga menimbulkan rasa enak. Jamur tiram juga mengandung vitamin penting, terutama, B, C dan D. Vitamin B1 (tiamin), vitamin B2 (riboflavin), niasin dan provitamin D2 (ergosterol) dalam jamur tiram cukup tinggi. Mineral utama tertinggi adalah kalium, fosfor, natrium, kalsium, dan magnesium. Mineral utama tertinggi adalah : Zn, Fe, Mn, Mo, Co, Pb. Konsentrasi K, P, Na, Ca, dan Me mencapai 56 – 70% dari total abu dengan kadar K mencapai 45%. Mineral mikroelemen yang bersifat logam dalam jamur tiram kandungannya rendah, sehingga jamur ini aman dikonsumsi setiap hari (Winarno, 2000).

Jamur tiram juga memiliki berbagai manfaat yaitu menurunkan kolesterol, anti bakteri dan anti tumor, membantu penurunan berat badan karena berserat tinggi dan membantu pencernaan. Adanya polisakarida, khususnya Beta-D-glucans pada jamur tiram mempunyai efek positif sebagai anti tumor, anti kanker, anti virus (termasuk AIDS), anti jamur, anti bakteri dan dapat meningkatkan sistem imun. Dilihat dari kandungan gizi yang terdapat dalam jamur tiram maka bahan ini termasuk aman untuk dikonsumsi. Adanya serat yaitu lignoselulosa baik untuk pencernaan. Hasil penelitian USDA (*United States Drugs and Administration*) menggunakan tikus menunjukkan bahwa pemberian jamur tiram selama 3 minggu akan menurunkan kadar kolesterol dalam serum hingga 40% dibandingkan tikus yang tidak diberi pakan jamur tiram (Suriawiria, 2000).

## **2.2 Pencoklatan Enzimatis dan Non-Enzimatis**

### **2.2.1 Pencoklatan Enzimatis**

Reaksi pencoklatan dapat dialami oleh buah – buahan dan sayur – sayuran yang tidak berwarna. Reaksi ini disebut reaksi pencoklatan karena menyebabkan warna makanan berubah menjadi coklat. Ada beberapa hal yang menyebabkan terjadinya reaksi pencoklatan, salah satunya adalah keberadaan enzim. Reaksi pencoklatan ini dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu reaksi pencoklatan enzimatis dan reaksi pencoklatan non- enzimatis.

Reaksi pencoklatan enzimatis adalah proses kimia yang terjadi pada sayuran dan buah – buahan oleh enzim polifenol oksidase yang menghasilkan pigmen warna coklat (melanin). Proses pencoklatan enzimatis memerlukan enzim polifenol oksidase dan oksigen untuk berhubungan dengan substrat tersebut. Enzim – enzim yang dikenal yaitu fenol oksidase, polifenol oksidase, fenolase/polifenolase, enzim – enzim ini berkerja secara spesifik untuk substrat tertentu (Winarno, 1997).

Reaksi pencoklatan enzimatis pada bahan pangan memiliki dua macam dampak yaitu dampak yang dapat menguntungkan dan juga dampak yang merugikan. Dampak yang menguntungkan misalnya saja pada teh hitam, teh oolong, dan teh hijau. Reaksi pencoklatan enzimatis bertanggung jawab pada warna dan flavor yang terbentuk (Fennama, 1996). Begitu juga yang terjadi pada produk pangan lain seperti misalnya kopi. Polifenol oksidase juga bertanggung jawab pada

karakteristik warna coklat keemasan pada buah – buahan yang dikeringkan seperti kismis, buah prem, dan buah ara.

Reaksi pencoklatan enzimatis ini juga memiliki kerugian yaitu hilangnya nilai gizi pada produk pangan dan dapat merusak flavor dari bahan pangan itu sendiri.

Dalam industri pangan perlu dilakukan langkah – langkah untuk meminimalisasi adanya penurunan mutu produk yaitu dengan mengendalikan reaksi pencoklatan enzimatis. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan yakni *blanching*, pendinginan, pembekuan, mengubah pH, dehidrasi, iradiasi, HHP (*High Pressure Processing*), penambahan inhibitor, ultrafiltrasi, dan juga ultrasonikasi.

Pencoklatan enzimatis melibatkan enzim polifenol oksidase ini membentuk melanin sehingga menyebabkan warna coklat. Reaksi yang menyebabkan warna coklat ini merupakan suatu reaksi kimia yang dikenal sebagai oksidatif enzimatis dengan oksigen sebagai katalisator dalam reaksi tersebut. Jadi reaksi pencoklatan enzimatis ini membutuhkan tiga agen yaitu oksigen (dibantu katalis  $\text{Cu}^+$ ), enzim (polifenolase/PPO) serta komponen fenolik. Secara normal, sel memisahkan enzim dari komponen fenolik, tapi ketika buah atau sayuran dipotong atau memar, enzim dan fenol bereaksi dengan kehadiran oksigen membentuk produk yang kecoklatan.

Mekanisme reaksi pembentukan melanin dapat dijelaskan sebagai berikut : Reaksi pertama merupakan pengubahan p-cresol menjadi 4-methylcatechol. Hasilnya yaitu 4-methylcatechol yang tidak stabil dan mengalami oksidasi non-enzimatis oleh oksigen dan terpolimerisasi membentuk melanin. Reaksi kedua adalah

catechol menjadi o-benzoquinone. Hasilnya yaitu o-benzoquinone beraksi dengan group amino dari residu lisin protein (Winarno, 1997).

### **2.2.2 Pencoklatan Non-Enzimatis**

Pada setiap proses pengolahan bahan pangan dengan menggunakan media pemanas, akan terjadi reaksi pencoklatan pada bahan pangan. Reaksi pencoklatan non-enzimatis disebabkan oleh adanya reaksi Maillard, karamerisasi dan pencoklatan akibat vitamin C (Winarno, 1997).

Reaksi Maillard merupakan reaksi yang terjadi antara karbohidrat khususnya gula pereduksi dengan gugus amina primer. Hasil reaksi tersebut menghasilkan bahan berwarna coklat (Winarno, 1997). Menurut de Man (1997), reaksi pencoklatan dapat didefinisikan sebagai urutan peristiwa yang dimulai dengan gugus amino, peptida, atau protein dengan hidroksil glikosidik pada gula, diakhiri dengan pembentukan polimer nitrogen berwarna coklat atau melanoidin.

Reaksi non-enzimatis (Maillard) adalah reaksi yang terjadi karena adanya reaksi antara gula pereduksi dengan gugus amin beba dari asam amino dan protein.

Reaksi ini banyak terjadi pada produk pangan. Reaksi pencoklatan non-enzimatis adalah reaksi pencoklatan yang bukan diakibatkan oleh aktivitas enzim. Reaksi ini meliputi reaksi Maillard, reaksi karamelisasi, dan reaksi oksidasi asam aksorbat (vitamin C). reaski karamelisasi gula terjadi pada suhu diatas 100<sup>0</sup>C baik saat dibawah kondisi asam atau basa.

Mekanisme reaksi Maillard sangat kompleks, di mana gula amin akan mengalami denaturasi, siklisasi, fragmentasi, dan polimerisasi sehingga terbentuk kompleks pigmen yang disebut melanoidin. Hasil reaksi Maillard mungkin dikehendaki misalnya, pada pembentukan kulit luar coklat pada roti, dan mungkin juga tidak dikehendaki, seperti pelenturan susu yang diuapkan dan disterilkan. Selain itu reaksi Maillard juga dapat memicu daya cerna pada protein (Prangdimurti, *et al.*, 2007).

Mekanisme reaksi maillard terdiri dari 3 tahapan yaitu, reaksi tahapan awal (*initial stage*), reaksi intermediate, dan reaksi tahap akhir (*final stage*). Reaksi tahap awal meliputi reaksi pembentukan glikosilamin dan *Amadori rearrangement*. Tahap reaksi intermediate yaitu reaksi dehidrasi, *fission*, dan degradasi stecker. Reaksi tahap akhir terdiri dari kondensasi aldol dan polimerisasi aldehid amin yaitu pembentukan komponen nitrogen heterosiklik (Batles, 1999).

### **2.3 Pencegahan Pencoklatan Enzimatis dan Non-Enzimatis**

Reaksi pencoklatan enzimatis pada bahan pangan memiliki dua macam dampak yaitu dampak menguntungkan dan merugikan. Reaksi enzimatis dapat dicegah dengan beberapa perlakuan yaitu :

#### **2.3.1 Sulfit**

Senyawa sulfit sejak lama digunakan sebagai bahan pengawet makanan. Sejarah mencatat bahwa bangsa Mesir kuno dan bangsa Romawi telah menggunakan asap hasil pembakaran belerang untuk sanitasi dalam pembuatan anggur. Asap hasil

pembakaran belerang akan mengandung gas belerang dioksidasi ( $\text{SO}_2$ ), yang kemudian akan larut dalam air membentuk asam sulfit. Kemudian penggunaannya berkembang, dan sulfit digunakan untuk mengawetkan sayuran dan buah – buahan kering, daging serta ikan. Senyawa – senyawa sulfit biasa digunakan berbentuk bubuk kering, seperti natrium atau kalium sulfit, natrium atau kalium bisulfit dan kalium metabisulfit. Ada dua tujuan yang diinginkan dari penggunaan sulfit yaitu: (1) untuk mengawetkan (sebagai senyawa anti mikroba), dan (2) untuk mencegah perubahan warna bahan makanan menjadi kecoklatan.

Umunya, senyawa sulfit hanya efektif untuk mengawetkan bahan makanan bersifat asam, dan tidak efektif untuk bahan makanan yang bersifat netral atau alkalis. Sulfit dapat menghambat pertumbuhan mikroba yang dapat merusak atau membusukkan bahan makanan dengan tiga macam mekanisme yang berbeda, tetapi pada dasarnya adalah menginaktifkan enzim – enzim yang terkandung dalam mikroba.

Sulfit dapat mencegah timbulnya reaksi pencoklatan enzimatis dan non-enzimatis. Kemampuan sulfit dalam mencegah reaksi pencoklatan dan sekaligus mengawetkan belum dapat disaingi oleh bahan kimia lain. Itulah sebabnya mengapa sulfit luas sekali pemakaiannya. Misalnya untuk sayuran dan buah – buahan kering, asinan, manisan, sari buah, konsentrat, pure, sirup, anggur minuman dan bahkan untuk produk daging serta ikan yang dikeringkan.

Mekanisme sulfit dalam pencegahan reaksi pencoklatan non-enzimatis yaitu sulfit akan membelokir gugus karbonil dari gula reduksi, akibatnya asam amino tidak dapat bereaksi dengan gula reduksi. Gugus karbonil dari gula reduksi pada



akhirnya akan bereaksi dengan komponen sulfit membentuk hidroksi sulfonat yang stabil. Dengan demikian tidak akan terjadi reaksi antara komponen gula dengan komponen asam amino yang menyebabkan pembentukan melanoidin (Evily, 1992). Menurut Fennema (1996), ion sulfit akan bereaksi dengan group karboksil dari gula pereduksi membentuk  $\alpha$ - hidroksi sulfonat. Senyawa ini tidak bereaksi dengan gugus amino dari protein, sehingga reaksi Maillard tidak terjadi. Sedangkan Braverman (1963) menyatakan bahwa natrium bisulfit ( $\text{NaHSO}_3$ ) dapat mencegah terjadinya reaksi Maillard karena  $\text{NaHSO}_3$  akan bereaksi dengan gugus karbonil bebas sehingga gugus karbonil tersebut tidak dapat bereaksi dengan asam amino.

### **2.3.2 Keamanan Sulfit**

Gas belerang dioksidasi dan sulfit dalam tubuh akan dioksidasi menjadi senyawa sulfat yang tidak berbahaya, yang kemudian akan dikeluarkan melalui urine. Mekanisme detoksifikasi ini cukup mampu untuk menangani jumlah sulfit yang termakan. Itulah sebabnya dalam daftar bahan aditif makanan, sulfit digolongkan sebagai senyawa GRAS (*generally recognized as safe*) yang berarti aman untuk dikonsumsi.

Namun demikian, dosis penggunaan dibatasi, karena pada konsentrasi lebih besar dari 500 ppm, rasa makanan akan terpengaruhi. Selain itu, pada dosis tinggi sulfit dapat menyebabkan muntah – muntah. Sulfit juga tidak dibolehkan pada bahan makanan yang berfungsi sebagai sumber vitamin B1. Akibat negatif sulfit yang sedang ramai didiskusikan oleh para ahli adalah ditemukannya sulfit dapat

menimbulkan asma pada orang – orang tertentu. Senyawa aktif yang dapat menyebabkan asma tersebut adalah gas belerang dioksidasi yang terhirup pada waktu mengkonsumsi makanan yang diawetkan dengan sulfit.

Hasil penelitian di Australia menunjukkan bahwa sekitar 30-40% anak – anak mempunyai gejala asma, sedangkan pada orang tua angkanya lebih kecil yaitu sekitar 1- 5%. Dari jumlah ini, sekitar 25% sensitif terhadap sulfit. Kemampuan sulfit untuk mencegah reaksi pencoklatan dan sekaligus mengawetkan bahan makanan belum dapat digantikan oleh senyawa kimia lainya. Tetapi mengingat efek negatif yang dapat ditimbulkan bagi kesehatan tubuh, adalah kebijaksanaan untuk mengurang atau jumlah penggunaannya. Di negara barat (terutama Eropa) hal ini telah lama dilakukan. Pencegahan reaksi pencoklatan dapat dilakukan dengan menggunakan senyawa eritrobat atau vitamin C yang lebih aman, yang digabungkan dengan penggunaan bahan pengawet lainnya, misalnya asam atau garam sorbat (Desrosier, 1988).

### **2.3.3 *Blanching***

Menurut Winarno (1980), *blanching* adalah pemanasan pendahuluan dalam pengolahan pangan. *Blanching* merupakan tahapan pra proses pengolahan bahan pangan yang biasa dilakukan dalam proses pengalengan, pengeringan sayuran dan buah – buahan.

*Blanching* dapat dilakukan dengan tiga cara , yaitu blanching dengan air panas (*hot water blanching*), blanching dengan uap air (*steam blanching*) dan blanching dengan microwave. Ketiga cara ini masing – masing memiliki kelebihan dan

kekurangan yang berbeda. Tetapi pada umumnya yang lebih sering digunakan adalah *blanching* dengan uap panas (*steam blanching*) karena dengan cara ini lebih sedikit kehilangan air untuk bahan yang mudah larut dalam air (Desrosier, 1988).

Proses thermal dalam pengolahan merupakan suatu cara untuk menghilangkan aktivitas biologi yang tidak diinginkan. Keuntungan yang diperoleh dari proses ini adalah mampu memperpanjang umur simpan bahan pangan dalam wadah tertutup, mempertahankan nutrisi dan mempertahankan mutu bahan.

*Blanching* dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu *blanching* dengan air panas (*hot water blanching*), *blanching* dengan uap air (*steam blanching*) dan *blanching* dengan microwave. Ketiga cara ini masing – masing memiliki kelebihan dan kekurangan yang berbeda. Tetapi pada umumnya yang lebih sering digunakan adalah *blanching* dengan uap panas (*steam blanching*) karena dengan cara ini lebih sedikit kehilangan air untuk bahan yang mudah larut dalam air (Desrosier, 1988).

1. *Blanching* menggunakan air panas (*hot water blanching*). Pada cara ini bahan kontak langsung dengan air panas sehingga bahan akan banyak kehilangan komponen – komponen yang bersifat larut dalam air. Suhu yang digunakan sekitar 75 – 100<sup>0</sup>C.
2. *Blanching* dengan menggunakan uap (*steam blanching*). Cara ini lebih baik dibandingkan dengan *blanching* menggunakan air panas yaitu kehilangan komponen yang bersifat larut dalam air lebih sedikit. Tekanan uap yang digunakan pada tekanan atmosfer ataupun tekanan yang lebih rendah.

3. *Blanching* dengan microwave. Cara ini dilakukan dengan meletakkan bahan dan didiamkan dalam microwave, dengan keadaan bahan yang dikemas dalam wadah tipis (*film bag*). Kelebihan dari cara ini adalah dapat menurunkan kandungan mikroba dan sedikit kehilangan nutrisi, tetapi cara ini sangat mahal harganya.

Menurut Praptiningsih (1999) *blanching* bertujuan untuk inaktivasi enzim, pembersihan bahan – bahan mentah dan mengurangi kadar bakterinya, membuat jaringan berkerut, membuat pengisian bahan mentah menjadi mudah, mempertahankan dan memperbaiki warna serta memperbaiki tekstur.

*Blanching* dapat menyebabkan kerugian pada bahan, yaitu kehilangan gizi yang larut dalam air dan peka terhadap panas, menghambat proses pengeringan bahan – bahan yang mengandung pati dan menyebabkan kerusakan tekstur bila waktu *blanching* terlalu lama.

Proses *blanching* paling optimum dilakukan dengan proses *High Temperature short time* dimana *blanching* dilakukan dalam waktu yang cepat dengan metode *Stem Blanching*, karena pada proses ini pelarutan zat nutrisi yang disebabkan karena bahan yang tidak tahan terhadap panas dan mudah terlarut dalam air dapat dikurangi.

*Blanching* merupakan proses pemanasan pendahuluan yang biasa dilakukan pada buah – buahan dan sayuran yang biasa untuk menginaktifkan enzim – enzim yang terdapat pada bahan pangan, yaitu enzim katalase dan peroksida yang merupakan

enzim-enzim yang tahan panas yang terdapat dalam sayuran dan buah – buahan (Buckle, 1987).

Tujuan dilakukannya *blanching* adalah :

1. Menginaktivasi ataupun merusak enzim untuk menghindari terjadinya perubahan yang tidak diinginkan
2. Mempertahankan maupun memperbaiki warna dan kenampakan
3. Mengurangi kandungan mikroba
4. Memperlunak jaringan sehingga mempermudah proses berikutnya
5. Mengeluarkan gas – gas seluler dari jaringan sehingga mengurangi terjadinya korosi
6. Memperbaiki tekstur, terutama untuk bahan yang dikeringkan

#### **2.3.4 Peranan Asam Sitrat Pada Reaksi Pencoklatan**

Asam sitrat merupakan asam organik lemah yang ditemukan pada daun dan buah tumbuhan genus citrus (jeruk – jeruk). Senyawa ini merupakan bahan pengawet yang baik dan alami, selain digunakan sebagai penambah rasa asam pada makanan dan minuman ringan. Asam sitrat terdapat pada berbagai jenis sayuran dan buah, namun ditemukan pada konsentrasi tinggi, yang dapat mencapai 8% bobot kering, pada jeruk lemon dan limau (misalnya jeruk nipis dan jeruk purut). Rumus kimia asam sitrat adalah  $C_6H_8O_7$ . Struktur asam ini tercermin pada nama IUPAC-nya asam 2-hidroksi-1,2,3-propanitrikarboksilat. Asam sitrat berfungsi sebagai pemberi rasa asam, mencegah kristalisasi gula, katalisator hidrolisa sukrosa menjadi gula invert selama penyimpanan. Asam sitrat juga dapat

mengkelat logam yang berbahaya yang dapat mempercepat perubahan warna dan flavour, memperbaiki tekstur pada bahan, meningkatkan intensitas pada flavour secara nyata, membantu ekstraksi pektin dan pigmen pada buah dan sayur. Selain itu asam sitrat juga berfungsi mengatur pH karena kelarutan asam sitrat didalam air tinggi (Furia, 1975).

Asam sitrat berperan dalam menurunkan pH jaringan, sehingga menurunkan kecepatan pencoklatan enzimatis. Terjadinya browning akibat fenolase dapat dihambat dengan menurunkan pH larutan sampai 3,0 sebab pH optimum fenolase 6-7. Pengendalian pH sangat diperlukan dalam praktek teknologi pangan. Dalam industri pangan di mana penggunaan enzim mempunyai peranan penting, pengaturan pH harus ditujukan untuk mendapatkan keefektifan enzim maksimal. Sebaliknya, dalam proses pengolahan pangan, keaktifan enzim tertentu tidak dikehendaki sehingga harus dicegah dan dihambat. Asam sitrat mempunyai efek ganda terhadap pencegahan fenolase, yaitu disamping menurunkan pH medium juga terjadi ikatan dengan  $\text{Cu}^{2+}$  (efek chelating unsure Cu) dalam enzim (Winarno, 1980).

Menurut Harris dan Karmas (1975), asam sitrat dengan asam sorbat bersifat sinergis. Asam sitrat dan asam askorbat merupakan antioksidan. Ada dua tipe aktivitas antioksidan yang berbeda, yaitu antioksidan itu sendiri dan sinergis. Sinergisme menunjukkan bahwa penggunaan/pengabungan dua atau lebih antioksidan menghasilkan pengaruh yang lebih besar dari pada satu antioksidan tunggal.

## **2.4 Sifat Fungsional Tepung Jamur Tiram**

Sifat fungsional merupakan sifat – sifat bahan pangan atau komponen bahan pangan, kecuali nilai gizinya yang dapat mempengaruhi pemanfaatannya (Yunus, 2003). Sifat fungsional yang penting pada tepung adalah kelarutan, viskositas, kapasitas rehidrasi, dan daya emulsi (Kensella, 1976).

### **2.4.1 Kelarutan**

Kelarutan protein dipengaruhi oleh jumlah gugus polar dan non-polar serta susunan molekul tersebut. Kelarutan dalam air kurang baik jika mengandung asam amino dengan gugus hidrofobik lebih banyak dibanding dengan gugus hidrofilik. Umumnya, protein larut di dalam air, gliserol atau asam format.

Kelarutan di dalam air juga dipengaruhi oleh pH dan konsentrasi garam. Protein yang terdenaturasi berkurang larutannya. Lapisan molekul protein bagian dalam yang bersifat hidrofobik berbalik keluar, demikian sebaliknya bagian luar yang bersifat hidrofilik berbalik ke dalam. Akibatnya protein menggumpal dan mengendap, sehingga kelarutannya menurun (Winarno, 1997).

Menurut Nakai dan Modler (1987), kelarutan yang tinggi dikarenakan protein yang terbentuk memiliki gugus asam amino hidrofilik yang lebih banyak. Pada saat perendaman maka akan terjadi penetasan air yang membawa sebagian asam amino larut air sehingga menyebabkan berkurangnya kandungan asam amino hidrofilik. Dengan demikian, interaksi antara protein- air menjadi berkurang sehingga kelarutannya menjadi menurun seiring dengan semakin lamanya waktu perendaman. Menurut Susilawati (2000), perbedaan metode penepungan akan

menyebabkan keragaman sifat tepung yang dihasilkan. Pada produk yang berbentuk tepung konsentrat (instant), semakin tinggi kadar air produk semakin sulit produk dilatutkan dalam air, karena produk cenderung membentuk butiran yang lebih besar tetapi tidak “porous” (Masters, 1979 dalam Agung, 1987).

#### **2.4.2 Viskositas**

Viskositas berhubungan dengan resistensi granula pati yang mengembang akibat penetrasi air ke dalam granula. Semakin mudah granula mengembang maka semakin cepat terjadinya peningkatan kekentalan selama proses gelatinisasi. Kandungan amilopektin yang tinggi pada granula pati menyebabkan daya intermolekul dalam granula semakin lemah sehingga air mudah masuk dalam celah – celah Kristal. Winarno (1997), menjelaskan bahwa molekul pati mempunyai jumlah gugus hidroksil yang sangat besar. Hal ini menyebabkan molekul pati memiliki kemampuan menyerap air sangat besar. Kekentalan meningkat bila air terserap dalam molekul – molekul pati sehingga tidak dapat bergerak dengan bebas.

Menurut Branen *et al.* (1990) yang dikutip oleh Prangkongpan *et al* (2002), viskositas dari suatu suspensi tergantung pada bentuk molekul, ukuran, dan muatan. Viskositas atau biasa dikenal dengan kekentalan atau penolakan terhadap penguangan menggambarkan penolakan dalam zat cair kepada aliran dan dapat diperkirakan sebagai cara untuk mengukur gesekan zat cair. Viskositas berhubungan dengan resistensi granula pati yang mengembang akibat penetrasi air ke dalam gula, semakin mudah granula mengembang maka semakin cepat



terjadinya peningkatan kekentalan selama proses gelatinasi. Winarno (1997) menerangkan bahwa molekul pati mempunyai jumlah gugus hidroksil yang sangat besar. Kekentalan meningkat bila air terserap ke dalam molekul – molekul pati sehingga tidak dapat bergerak dengan bebas.

### **2.4.3 Kapasitas Rehidrasi**

Kapasitas rehidrasi adalah jumlah air yang dapat diikat atau diterima oleh metrik protein pada kondisi tertentu (Rey *et al.*, 1981). Kapasitas rehidrasi protein berhubungan dengan komposisi asam amino bahan itu sendiri. Semakin banyak jumlah residu asam amino yang bermuatan maka kapasitas rehidrasi juga semakin besar. Kapasitas rehidrasi dipengaruhi oleh beberapa faktor intrinsik pada bahan, antara lain pH, kekuatan ion, garam, temperature, dan konformasi protein. Nilai pH yang tinggi pada bahan akan memperbesar kapasitas rehidrasi . Beberapa zat tambahan terutama garam dan kondensat polyphosphate dapat pula meningkatkan kapasitas rehidrasi (Nidhi, 2003).

Kapasitas rehidrasi adalah jumlah air yang dapat diikat atau diterima oleh matrix protein pada kondisi tertentu ( Rey dan Labuza, 1981). Kapasitas rehidrasi dipengaruhi oleh beberapa faktor intrinsik pada bahan, yaitu antara lain kandungan protein dan pH.

Nilai kapasitas rehidrasi adalah fungsi dari ukuran, bentuk, interaksi hidrofobik-hidrofobik dan adanya lipida, karbohidrat dan residu asam amino karena kebanyakan residu asam amino baik yang polar maupun non- polar tidak terhidrasi dalam interior (Damodaran dan Paraf, 1997).

Protein tepung jamur tiram mengandung asam amino yang mengandung gugus polar tetapi tidak memiliki muatan. Molekul polar ini merupakan dipolar yang dapat berinteraksi dengan air. Pemanasan akan mengakibatkan protein bahan terdenaturasi sehingga kemampuan mengikat air menurun. Hal ini terjadi karena energi panas akan mengakibatkan terputusnya interaksi non-kovalen yang ada pada struktur alami protein tapi tidak memutuskan ikatan kovalen yang berupa ikatan peptida (Ophart, 2003).

Polisakarida mempunyai unit glikosil yang mengandung hidroksil yang dapat membentuk ikatan hidrogen dengan satu atau lebih molekul air. Selain itu, cincin atom oksigen glikosida yang membuat satu gula membentuk rantai dengan gula lainnya juga dapat membentuk ikatan hidrogen dengan air. Oleh karena itu, polisakarida mempunyai kemampuan untuk mengikat dan menahan air (Fennema, 1996).

#### **2.4.4 Daya emulsi**

Daya emulsi adalah kemampuan suatu bahan untuk membentuk emulsi. Menurut Winarno (1997), emulsi adalah sesuatu dispersi atau suspensi suatu cairan yang lain, dimana molekul – molekul kedua cairan tersebut tidak saling berbaur tetapi saling antagonistik. Pada suatu emulsi biasanya terdapat tiga bagian utama yaitu bagian yang terdispersi terdiri dari butiran – butiran yang biasanya terdiri dari lemak, bagian kedua disebut media pendispersi yang juga dikenal sebagai *continuous phase* yang biasanya terdiri dari air, dan bagian ketiga adalah emulsifier yang berfungsi menjaga agar bagian terdispersi tetap tersuspensi dalam media

pendispersi. Molekul senyawa ini mempunyai afinitas terhadap kedua cairan tersebut.

Dalam emulsi, salah satu cairan (fase terdispersi) terpecah kecil – kecil dan tersuspensi dalam cairan kedua (fase pendispersi) sebagai tetesan – tetesan lembut. Salah satu bagian molekul emulsifier bersifat hidrofilik dan mempunyai daya tarik terhadap air, sedangkan bagian lainnya bersifat hidrofobik dan memiliki afinitas yang kecil terhadap air. Dalam suatu emulsi, molekul emulsifier mengurung tetesan – tetesan fase terdispersi sehingga molekulnya yang hidrofilik berada dalam air. Hampir semua bahan pangan mengandung partikel dengan ukuran koloid seperti protein, karbohidrat, dan lemak.

Salah satu faktor yang mempengaruhi stabilitas koloid adalah muatan permukaan koloid tersebut. Dengan adanya muatan ini, maka partikel – partikel tersebut akan tolak menolak dan mencegah terjadinya agregasi yang dapat menyebabkan pengendapan (Bird, 1993). Emulsi dikategorikan menjadi dua, yaitu emulsi yang terbentuk dari minyak dalam air (o/w) dan emulsi air dalam minyak (w/o). Dalam emulsi minyak dalam air, air berfungsi sebagai medium pendispersi dan minyak sebagai medium terdispersi dalam bentuk globula – globula kecil. Sedangkan pada emulsi air dalam minyak, minyak merupakan medium pendispersi dan air sebagai media terdispersi (Bird, 1993).

#### **2.4.5 Densitas**

Nilai densitas menunjukkan porositas dari bahan, yaitu jumlah rongga yang terdapat di antara partikel – partikel bahan. Besar kecilnya densitas kempa suatu

bahan hasil pertanian dipengaruhi oleh ukuran partikel, kekerasan permukaan dan metode pengukuran. Suatu bahan pangan memiliki densitas yang baik jika nilai densitas kecil, yang berarti untuk berat yang ringan dibutuhkan ruang (volume) yang besar (Anwar, 2000). Suatu produk tepung – tepungan yang diinginkan adalah yang memiliki densitas kecil maka dengan massa yang kecil dapat memenuhi ruang yang besar.

Menurut Winarno (1997), adanya panas menyebabkan energi kinetik air lebih besar dari pada gaya tarik menarik antar molekul pati di dalam granula, sehingga akan terjadi pengembangan granula pati. Granula – granula yang telah membengkak setelah dikeringkan akan menghasilkan tepung yang mempunyai ukuran lebih besar tetapi rapuh. Ukuran partikel yang lebih besar menyebabkan perbandingan berat dengan volumenya semakin kecil, sehingga densitasnya juga menurun.

Nilai densitas menunjukkan porositas dari bahan, yaitu jumlah rongga yang terdapat diantara partikel- partikel bahan. Ukuran partikel yang lebih kecil menyebabkan perbandingan berat dengan volumenya semakin besar, sehingga densitas kembangnya juga meningkat.

Menurut Anwar (1990) dalam Susilawati (2000), densitas kamba suatu bahan dipengaruhi oleh ukuran partikel, kekerasan permukaan, dan metode pengukuran. Secara ekonomis densitas kamba produk tepung jamur tiram yang kecil yang diinginkan karena jika densitas kamba kecil dengan massa yang kecil dapat memenuhi ruang yang besar.