

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembuatan Kecap Manis Ampas Tahu

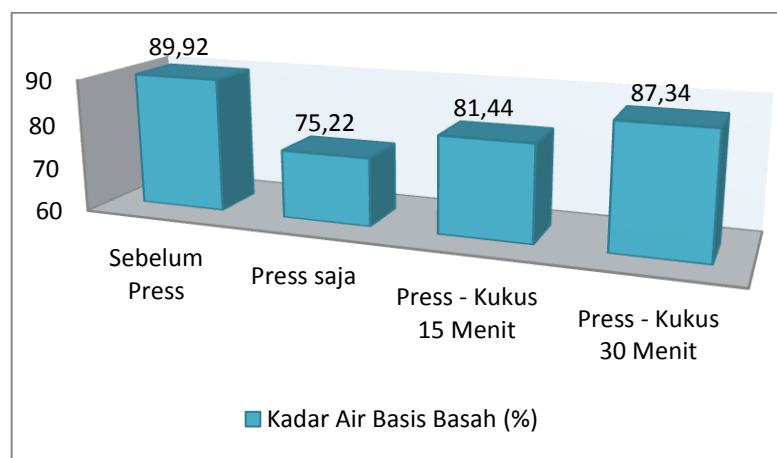
Dalam pembuatan kecap manis ampas tahu, digunakan ampas tahu segar yang mengandung kadar protein 20.78% (basis kering) dengan kadar air mencapai 89.82% (basis basah). Ampas tahu ini masih memiliki kadar protein yang cukup untuk dijadikan sebagai bahan baku dalam proses pembuatan kecap manis ampas tahu secara fermentasi. Hasil analisis proksimat ampas tahu segar dapat dilihat pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Analisis Proksimat Ampas Tahu Segar

Komposisi	Kandungan (%)
Kadar Air (%bb)	89.82 ± 0.00
Kadar Abu (%bk)	3.68 ± 0.07
Kadar Protein (%bk)	20.78 ± 0.49
Kadar Lemak (%bk)	21.56 ± 0.62
Kadar Karbohidrat (%bk)	53.48 ± 1.04

Ampas tahu segar mengalami proses pengepresan yang bertujuan mengurangi kadar atau kandungan air. Setelah itu, ampas tahu dikukus yang bertujuan untuk membunuh mikroorganisme yang dapat menjadi sumber kontaminasi selama proses fermentasi. Ampas tahu mengalami proses pengukusan selama 15 dan 30 menit agar jumlah mikroorganisme yang dapat menjadi sumber kontaminasi pada ampas tahu dapat menurun atau berkurang.

Kadar air ampas tahu masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 3 yang menunjukkan bahwa proses pengepresan mampu menurunkan kadar air ampas tahu segar dari 89.92% menjadi 75.22%. Namun, terjadi peningkatan kadar air ampas tahu setelah mengalami proses pengepresan dan pengukusan. Kadar air ampas tahu yang dikukus selama 30 menit sebesar 87.34% lebih tinggi daripada ampas tahu yang dikukus selama 15 menit sebesar 81.44%. Kadar air ampas tahu akan mempengaruhi koji yang dihasilkan. Koji yang dibuat dari ampas tahu yang dikukus selama 30 menit memiliki struktur yang lebih lembek atau lunak dibandingkan dengan koji yang dibuat dari ampas tahu yang dikukus selama 15 menit. Hal ini disebabkan waktu pengukusan yang lebih lama menghasilkan uap air yang lebih banyak.



Gambar 3. Grafik Kadar Air Ampas Tahu (%bb)

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Ampas tahu yang telah dikukus ditambahkan dengan tepung beras yang telah disangrai. Tujuan penyangraian ialah mematikan mikroba yang tercampur dalam tepung supaya tidak mengganggu mikroba yang hidup dalam ragi (Suprpti 2005). Penambahan tepung beras dapat berdampak positif bagi kecap. Menurut Astawan (2009), penambahan tepung dapat dijadikan sebagai sumber karbohidrat untuk meningkatkan kadar pati yang berperan sebagai media pertumbuhan kapang serta menambahkan cita rasa dan aroma yang disebabkan oleh terbentuknya asam-asam organik, alkohol, dan senyawa-senyawa lain.

Campuran ampas tahu yang telah dikukus dan tepung beras yang telah disangrai lalu ditambahkan dengan laru tempe komersial. Proses ini disebut fermentasi koji atau fermentasi kapang yang berlangsung selama tiga hari. Koji berperan penting dalam pembuatan kecap karena pada koji menghasilkan enzim amilolitik dan proteolitik yang akan memecah pati dan protein (Xu, *et al.* 2010 di dalam Shu *et al.* 2010). Kapang yang berperan dalam fermentasi koji, antara lain *Aspergillus oryzae*, *A. niger*, dan *Rhizopus sp.* (Astawan dan Wahyuni 1991). Faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan proses pembuatan koji adalah kadar air kedelai (bahan baku), kelembaban ruang, dan suhu aerasi (Junaidi dan Judoamidjojo 1987).

Selama proses fermentasi koji, campuran ampas tahu dan tepung beras yang telah ditambahkan laru tempe komersial ditutup dengan daun pisang yang bertujuan untuk menghindari terjadinya kontaminasi dan memberikan suasana aerob bagi pertumbuhan kapang. Selama proses fermentasi, perlu dilakukan aerasi karena kekurangan oksigen disertai kelembaban yang tinggi memungkinkan pertumbuhan kapang yang tidak diharapkan, seperti *Mucor* dan bakteri pembusuk lainnya (Astawan 2009). Menurut Fardiaz (1989), kebanyakan kapang bersifat mesofilik, yaitu tumbuh baik pada suhu kamar. Suhu optimum pertumbuhan kapang adalah sekitar 25 - 30°C, tetapi beberapa dapat tumbuh pada suhu 35 - 37°C. Setelah proses fermentasi selesai, campuran ampas tahu dan tepung beras yang telah ditambahkan laru tempe komersial ditutupi oleh miselium berwarna putih pada bagian permukaannya yang disebut dengan koji seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Koji

Koji yang telah dihasilkan lalu dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C selama 4 jam. Kadar air koji setelah proses pengeringan pada rasio tepung 5% dan 10% sebesar 7.38% dan 7.19%. Kadar air ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Tarwiyah (2001) yang menyatakan bahwa proses pengeringan koji dilakukan hingga kadar air koji kurang dari 12%. Menurut Wulandari (2008), proses pengeringan koji bertujuan untuk mengurangi kadar air dari koji yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba pada proses fermentasi moromi sekaligus untuk memudahkan proses ekstraksi karena koji tidak mudah hancur dan larut dalam filtrat.

Koji hasil pengeringan direndam di dalam larutan garam dengan konsentrasi 23%. Proses ini disebut fermentasi moromi. Larutan garam berfungsi sebagai pengawet dan penyeleksi mikroba yang tumbuh sehingga memungkinkan pertumbuhan khamir dan bakteri asam laktat yang merupakan pembentuk aroma dan flavor pada kecap (Astawan 2009). Menurut Fukushima (2003),

larutan garam untuk fermentasi moromi sekitar 20 - 23%. Konsentrasi garam yang terlalu tinggi dapat menghambat proses fermentasi, sedangkan konsentrasi yang terlalu rendah dapat menyebabkan terjadinya kerusakan (Huang dan Teng 2004).

Mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi moromi adalah *Pediococcus halophilus* (bakteri asam laktat) yang tumbuh dan memproduksi asam laktat pada awal fermentasi dan menurunkan pH moromi dari 6.5-7.0 menjadi kurang dari 5; *Zygosaccharomyces rouxii* atau *Saccharomyces rouxii* (khamir osmofilik) yang tumbuh pada pertengahan fermentasi dan menurunkan pH serta melakukan fermentasi alkoholik; dan *Torulopsis sp.* atau *Candida sp.* (khamir halofilik) yang tumbuh pada akhir fermentasi dan memproduksi beberapa komponen fenolik dan menambah aroma pada kecap (Fukushima 2003).

Selama proses fermentasi moromi, pati dipecah menjadi alkohol dan asam laktat, sedangkan protein dipecah menjadi peptida dan asam amino (Sun *et al.* 2010). Fermentasi moromi juga akan menghasilkan produk akhir berupa asam laktat, asam suksinat, asam asetat, piroglutamat, dan yang utama adalah asam glutamat (penimbul rasa sedap) (Astawan 2009). Selain itu, selama fermentasi moromi, warna larutan kecap akan berubah yang disebabkan oleh warna yang terbentuk sebagai hasil reaksi *browning* antara gula pereduksi dengan gugus amino dari protein (Astawan dan Wahyuni 1991).

Dalam penelitian ini, fermentasi moromi dilakukan selama 1 bulan dan 2 bulan. Koji yang telah dikeringkan direndam di dalam larutan garam jenuh 23% dan ditempatkan di dalam wadah toples plastik yang telah diberi penutup berupa kain saring yang bertujuan menghindari terjadinya kontaminasi dan memberikan suasana aerob untuk mendukung pertumbuhan mikroorganisme selama fermentasi moromi seperti yang terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Proses Fermentasi Moromi

Selama proses fermentasi moromi, dilakukan pengadukan setiap hari sebanyak satu kali, penjemuran pada siang hari selama 6 jam, dan penambahan larutan garam konsentrasi rendah. Tujuan pengadukan moromi ialah memberikan aerasi yang cukup untuk pertumbuhan khamir, mengontrol keseragaman suhu, mencegah tumbuhnya mikroorganisme anaerobik yang tidak diinginkan, mengeluarkan CO₂, dan menghomogenkan larutan garam karena garam cenderung kembali membentuk kristal bila tidak dilakukan pengadukan (Wulandari 2008). Pengadukan yang berlebihan menyebabkan koji menjadi hancur sehingga warna filtrat yang dihasilkan menjadi lebih pekat. Selain itu, pengadukan yang berlebihan menyebabkan aroma filtrat hilang karena terlalu banyak kontak dengan udara (Wulandari 2008).

Suhu merupakan hal yang sangat penting dalam fermentasi moromi. Hal ini disebabkan karakteristik mikroorganisme yang diharapkan hidup selama proses fermentasi moromi optimal hidup pada suhu 30 - 35°C. Menurut Wulandari (2008), fermentasi moromi yang baik dilakukan pada suhu 30 - 35°C atau di bawah sinar matahari. Oleh karena itu, penjemuran moromi di bawah sinar matahari menjadi salah satu hal yang penting dalam proses pembuatan kecap. Sinar matahari merupakan sumber radiasi ultraviolet. Bila mikroorganisme disinari oleh sinar ultraviolet, maka DNA dari mikroorganisme tersebut akan menyerap energi sinar UV. Energi itu menyebabkan terputusnya ikatan hidrogen pada basa nitrogen sehingga terjadi modifikasi-modifikasi kimia dari nukleoprotein serta menimbulkan hubungan silang antara molekul-molekul timin yang berdekatan dengan berikatan secara kovalen. Hal ini merusak atau memperlemah fungsi-fungsi vital organisme dan kemudian akan membunuhnya (Akbar 2006). Dengan demikian, proses penjemuran moromi dapat berfungsi untuk membunuh mikroorganisme yang tidak diinginkan.

Fermentasi moromi yang dilakukan dengan kisaran suhu 30 - 35°C atau di bawah sinar matahari menyebabkan air dalam larutan garam akan menguap seiring dengan lama fermentasi sehingga kadar garam cenderung meningkat dari waktu ke waktu karena garam tidak mengalami penguapan. Konsentrasi garam yang terlalu tinggi dapat menyebabkan mikroorganisme halotoleran yang diinginkan selama proses fermentasi menjadi inaktif (Wulandari 2008). Selain itu, selama fermentasi terjadi penurunan kadar NaCl yang disebabkan oleh pecahnya senyawa kompleks NaCl menjadi ion Na⁺ dan Cl⁻. Ion Na⁺ dibutuhkan oleh bakteri asam laktat sebagai substitusi ion K⁺ saat terjadi difusi. Ion Cl⁻ berikatan dengan air bebas pada bahan yang menyebabkan ketersediaan air dalam bahan berkurang dan menyebabkan suasana lingkungan menjadi asam karena terbentuknya HCl (Desniar dan Timoryana 2007). Dengan demikian, pengenceran melalui penambahan larutan garam dengan konsentrasi yang lebih rendah yang bertujuan untuk menstabilkan konsentrasi perlu dilakukan.

Setelah proses fermentasi moromi selesai, moromi ditambahkan air supaya volume kecap yang dihasilkan menjadi banyak. Kemudian, campuran moromi dan air mengalami proses pemanasan pada suhu 75°C. Proses pemanasan ini bertujuan (1) menghilangkan komponen flavor yang tidak diinginkan dan meningkatkan komponen flavor yang diinginkan, seperti aldehid dan asetal; (2) membunuh mikroorganisme patogen selama proses fermentasi untuk menjamin kualitas kecap yang dihasilkan; (3) inaktivasi semua enzim yang terlarut pada kecap dan menghindari terjadinya perubahan kualitas; (4) pengendapan residu, dan (5) meningkatkan intensitas warna coklat karena terbentuknya melanin (Huang dan Teng 2004). Setelah proses pemanasan selesai, dilakukan proses penyaringan sehingga diperoleh filtrat kecap mentah.

Dalam penelitian ini, ditambahkan bumbu (pekak dan adas) dan gula merah (gula kelapa dan gula aren) ke dalam filtrat kecap mentah. Penambahan bumbu dapat berperan sebagai pembangkit cita rasa, mengandung sejumlah zat antibiotik, antimikroba, antioksidan, vitamin, dan mineral (Astawan 2009). Gula merah yang digunakan ialah gula aren dan gula kelapa dengan perbandingan 1:1. Penggunaan kedua jenis gula merah ini mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Apriyantono dan Wiratma (1997) yang menyatakan bahwa kecap gula aren memiliki rasa dan aroma yang tidak berbeda dengan kecap gula kelapa. Gula kelapa mengandung gula pereduksi, terutama glukosa dan fruktosa lebih tinggi dibandingkan gula aren. Namun, kandungan sukrosa gula aren lebih tinggi dibandingkan dengan gula kelapa (Itoh *et al.* 1985). Penggunaan gula aren bertujuan untuk membuat warna kecap menjadi coklat kehitaman, sedangkan penggunaan gula kelapa bertujuan untuk memberi cita rasa dan aroma bagi kecap manis ampas tahu. Peranan gula dalam pembuatan kecap sangat penting karena dapat menyebabkan terjadinya reaksi Maillard dan karamelisasi yang berperan dalam pembentukan flavor dan karakteristik kecap manis (Judoamidjojo

1987). Selain itu, gula-gula seperti glukosa, fruktosa, maltosa, sukrosa, dan laktosa pada konsentrasi tinggi dapat menurunkan a_w dimana a_w yang rendah dapat berfungsi sebagai pengawet dengan menghambat pertumbuhan mikroorganisme.

Setelah proses penambahan gula merah dan bumbu ke dalam filtrat kecap mentah, dilakukan proses pemasakan hingga mendidih. Proses pemasakan merupakan tahap penting dalam menentukan warna dan flavor kecap. Hal ini dikarenakan selama proses pemasakan terjadi dua reaksi penting, yaitu reaksi Maillard dan reaksi karamelisasi (Amalia 2008). Proses pemasakan bertujuan untuk mendapatkan kecap yang berwarna coklat tua, bercita rasa spesifik, serta memperoleh kekentalan tertentu (Astawan 2009). Proses pemasakan berpengaruh terhadap kualitas warna, rasa, dan tekstur. Menurut Asryani (2007), jika pemasakan terlalu lama, kecap akan menjadi terlalu kental dan kemungkinan menjadi karamel dan rasanya menjadi pahit. Selama proses pemasakan dilakukan pengadukan terus-menerus untuk mencegah terjadinya pemanasan yang terlalu tinggi pada bagian bawah adonan. Selanjutnya, dilakukan proses penyaringan untuk menyaring kotoran yang berasal dari gula merah dan bumbu. Jika proses penyaringan kecap manis kurang bersih dan masih terdapat sisa ampasnya maka akan berpengaruh pada kualitas kecap manis, terutama tekstur menjadi kasar dan kecap menjadi tidak awet (Asryani 2007). Kemudian, kecap didinginkan lalu dimasukkan ke dalam botol kaca yang telah direndam dalam air panas seperti yang terlihat pada Gambar 6. Jika kecap yang dikemas dalam keadaan panas, tidak disaring, tidak steril, maka kecap menjadi tidak tahan lama, cepat rusak, dan kualitas kecap rendah (Asryani 2007).



Gambar 6. Kecap yang telah Dikemas

B. Analisis Kimia Kecap Manis Ampas Tahu

a. Kadar Protein

Kadar protein merupakan parameter yang penting dalam proses pembuatan kecap. Kandungan protein yang diukur dalam penelitian ini adalah protein total, yaitu pengukuran kandungan nitrogen (N) dalam sampel (Purwoko dan Handajani 2007). Menurut Judoamidjojo *et al.* (1989), pada umumnya kualitas kecap dinilai dari kadar protein yang dikandungnya (total nitrogen). Walaupun preferensi konsumen lebih dominan terhadap flavor kecap, kandungan nitrogen tetap merupakan hal mendasar dalam standar kualitas. Semakin tinggi kandungan nitrogen pada kecap, semakin banyak asam amino yang terkandung juga dalam kecap tersebut. Salah satu asam amino tersebut ialah asam glutamat yang dapat menimbulkan rasa sedap. Dengan demikian, semakin banyak asam glutamat yang terkandung dalam kecap, semakin sedap (enak) kecap tersebut sehingga semakin banyak konsumen yang menyukai kecap tersebut.

Menurut Poesponegoro (1974), lama waktu proses pengolahan dapat mempengaruhi kadar protein kecap manis, terutama kerentanan protein. Pemanasan menyebabkan terjadinya reaksi Maillard antara asam amino atau protein dengan gula pereduksi yang membentuk melanoidin (pigmen berwarna coklat). Reaksi ini dapat menurunkan nilai gizi protein dengan menurunkan nilai cerna dan ketersediaan asam amino (Anonim 2008). Selain itu, kadar protein juga

dipengaruhi oleh proses fermentasi, kondisi pemasakan, seleksi kapang, dan perbaikan inokulasi dan inkubasi kapang (Junaidi dan Judoamidjojo 1987).

Berdasarkan uji kadar protein, semakin lama fermentasi dan lama pengukusan, semakin rendah kadar protein kecap ampas tahu. Tabel 7 menunjukkan bahwa perlakuan penambahan tepung 5% dengan lama pengukusan 15 menit selama 1 bulan fermentasi mengandung kadar protein paling tinggi (2.04%), sedangkan perlakuan penambahan tepung 10% dengan lama pengukusan 30 menit selama 2 bulan fermentasi mengandung kadar protein paling kecil (0.85%).

Tabel 7. Kadar Protein Kecap Manis Ampas Tahu (%bk)

Penambahan Tepung	Lama Fermentasi			
	1 Bulan		2 Bulan	
Lama Pengukusan	5%	10%	5%	10%
15 Menit	2.04±0.06	1.91±0.04	1.11±0.02	1.04±0.02
30 Menit	1.45±0.03	1.31±0.02	1.00±0.04	0.85±0.04

Berdasarkan hasil *Univariate Analysis of Variance* pada taraf 5%, penambahan tepung beras, lama pengukusan, dan lama fermentasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar protein kecap manis ampas tahu. Hasil ANOVA dapat dilihat pada Lampiran 3b.

Dari hasil ANOVA, penambahan tepung beras memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar protein kecap manis ampas tahu. Walaupun protein tepung beras cukup tinggi sebesar 7% (Hubeis 1984), tetapi kecap manis dengan penambahan tepung beras 5% memiliki kadar protein yang lebih tinggi dibandingkan kecap manis dengan penambahan tepung beras 10%. Hal ini mungkin disebabkan enzim protease yang dihasilkan oleh kapang hanya dapat bekerja optimal pada penambahan tepung beras 5%.

Lama pengukusan memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar protein kecap manis ampas tahu. Kecap manis dengan lama pengukusan 15 menit memiliki kadar protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan kecap manis dengan lama pengukusan 30 menit. Koji yang dihasilkan dari ampas tahu yang dikukus selama 30 menit memiliki tekstur yang lebih lembek (lunak) dibandingkan dengan koji yang dihasilkan dari ampas tahu yang dikukus selama 15 menit. Hal ini mungkin disebabkan koji yang dihasilkan dari ampas tahu yang dikukus selama 30 menit mengandung kadar air yang lebih tinggi dibandingkan dengan koji yang dihasilkan dari ampas tahu yang dikukus selama 15 menit yang menyebabkan pertumbuhan kapang menjadi terhambat sehingga enzim proteolitik yang dihasilkan oleh kapang untuk memecah protein menjadi peptida dan asam amino menjadi tidak optimal.

Lama fermentasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar protein kecap manis ampas tahu. Semakin lama fermentasi, semakin rendah kadar protein kecap manis ampas tahu. Namun, hasil ini berbeda dengan proses fermentasi kecap kedelai pada umumnya yang menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi maka semakin tinggi kadar protein yang terkandung di dalam kecap. Adanya perbedaan ini diduga dapat terjadi karena enzim protease yang dihasilkan oleh kapang untuk memecah substrat protein ampas tahu hanya optimal bekerja selama satu bulan karena rendahnya kadar protein ampas tahu dibandingkan kadar protein kedelai sebagai bahan baku pembuatan kecap manis. Selain itu, semakin lama fermentasi, semakin banyak terjadi proses pengadukan selama fermentasi moromi yang mengakibatkan semakin banyak senyawa volatil, seperti NH_3 yang menguap yang berdampak pada semakin rendahnya kadar protein kecap manis ampas tahu.

b. Kadar Total Gula (%)

Karbohidrat merupakan senyawa hasil fiksasi CO₂ oleh tanaman dan tersimpan dalam berbagai bentuk, yaitu monosakarida, disakarida, dan polisakarida (Liu 1997). Komponen gula paling banyak pada kecap manis Indonesia ialah sukrosa dan fruktosa yang berkorelasi secara langsung dengan penambahan gula palma atau gula merah selama proses produksi kecap (Judoamidjojo *et al.* 1984). Selain itu, penambahan gula kelapa juga dapat meningkatkan kadar karbohidrat, khususnya kadar gula pereduksi (Purwoko dan Handajani 2007).

Berdasarkan uji kadar total gula, perlakuan rasio tepung 10% dengan lama pengukusan 15 menit selama 2 bulan fermentasi mengandung total gula paling tinggi (59.78%), sedangkan penambahan tepung 5% dengan lama pengukusan 30 menit selama 1 bulan fermentasi mengandung total gula paling rendah (42.19%).

Tabel 8. Kadar Total Gula Kecap Manis Ampas Tahu (%bk)

Penambahan Tepung \ Lama Pengukusan	Lama Fermentasi			
	1 Bulan		2 Bulan	
	5%	10%	5%	10%
15 Menit	45.78±0.79	48.30±0.71	56.21±0.13	59.78±0.26
30 Menit	42.19±0.97	42.62±1.10	50.51±0.64	53.43±1.72

Berdasarkan hasil *Univariate Analysis of Variance* pada taraf 5%, penambahan tepung beras, lama pengukusan, dan lama fermentasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar total gula kecap manis ampas tahu. Hasil ANOVA dapat dilihat pada Lampiran 4b.

Dari hasil ANOVA, penambahan tepung beras memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar total gula kecap manis ampas tahu. Kecap manis dengan penambahan tepung beras sebesar 10% mengandung total gula lebih banyak dibandingkan kecap manis dengan penambahan tepung beras sebesar 5%. Hal ini mungkin dipengaruhi oleh kandungan karbohidrat tepung beras yang mencapai 80% (Hubeis 1984). Selain itu, penambahan tepung dapat dijadikan sebagai sumber karbohidrat untuk meningkatkan kadar pati yang berperan sebagai media pertumbuhan kapang serta menambahkan cita rasa dan aroma yang disebabkan oleh terbentuknya asam-asam organik, alkohol, dan senyawa-senyawa lain (Astawan 2009).

Lama pengukusan memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar total gula kecap manis ampas tahu. Kecap manis dengan lama pengukusan 30 menit mengandung total gula lebih rendah dibandingkan dengan kecap manis dengan lama pengukusan 15 menit. Hal ini mungkin disebabkan oleh kadar air pada koji yang dikukus selama 30 menit lebih tinggi dibandingkan koji yang dikukus selama 15 menit yang menyebabkan kapang menjadi sulit bekerja untuk memecah karbohidrat menjadi gula-gula sederhana. Selain itu, kandungan gula (glukosa) pada kecap manis ampas tahu dengan lama pengukusan 30 menit banyak yang diubah menjadi CO₂, H₂O, dan ATP untuk metabolisme mikroorganisme yang menyebabkan rendahnya total gula kecap manis ampas tahu dengan lama pengukusan 30 menit dibandingkan lama pengukusan 15 menit.

Lama fermentasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar total gula kecap manis ampas tahu. Kecap manis dengan lama fermentasi 2 bulan mengandung total gula lebih tinggi dibandingkan dengan kecap manis dengan lama fermentasi 1 bulan. Semakin lama fermentasi, semakin banyak karbohidrat yang dipecah menjadi gula-gula sederhana (Judoamidjojo dan Devi 1991).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

c. Kadar NaCl (%)

Analisis kadar NaCl dilakukan untuk mengetahui berapa kadar garam yang terkandung di dalam kecap manis. Kandungan NaCl pada kecap manis diperoleh dari proses perendaman dengan larutan garam. Selain itu, selama fermentasi moromi dilakukan penambahan larutan garam dengan konsentrasi rendah. Menurut Wulandari (2008), fermentasi moromi yang baik dilakukan pada kisaran suhu 30 - 35°C atau di bawah sinar matahari. Dengan kisaran suhu tersebut, air dalam larutan garam akan menguap seiring dengan lama fermentasi sehingga kadar garam cenderung meningkat dari waktu ke waktu karena garam tidak mengalami penguapan. Selain itu, selama fermentasi terjadi penurunan kadar NaCl yang disebabkan oleh pecahnya senyawa kompleks NaCl menjadi ion Na⁺ dan Cl⁻. Ion Na⁺ dibutuhkan oleh bakteri asam laktat sebagai substitusi ion K⁺ saat terjadi difusi. Ion Cl⁻ berikatan dengan air bebas pada bahan yang menyebabkan ketersediaan air dalam bahan berkurang dan menyebabkan suasana lingkungan menjadi asam karena terbentuknya HCl (Desniar dan Timoryana 2007). Oleh karena itu, kadar NaCl kecap manis sangat dipengaruhi oleh jumlah larutan garam yang ditambahkan selama proses fermentasi moromi.

Dari Tabel 9 dapat terlihat bahwa perlakuan penambahan tepung 5% dengan lama pengukusan 30 menit selama 2 bulan fermentasi mengandung kadar NaCl paling tinggi (6.93%), sedangkan perlakuan penambahan tepung 10% dengan lama pengukusan 15 menit selama 1 bulan fermentasi mengandung kadar NaCl paling rendah (3.21%)

Tabel 9. Kadar NaCl Kecap Manis Ampas Tahu (%bk)

Penambahan Tepung	Lama Fermentasi			
	1 Bulan		2 Bulan	
	5%	10%	5%	10%
Lama Pengukusan				
15 Menit	3.23±0.16	3.21±0.14	4.88±0.15	4.94±0.18
30 Menit	5.65±0.04	5.48±0.19	6.93±0.10	6.69±0.14

Berdasarkan hasil *Univariate Analysis of Variance* pada taraf 5%, lama pengukusan dan lama fermentasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar NaCl kecap manis ampas tahu, sedangkan penambahan tepung beras tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar NaCl kecap manis ampas tahu. Hasil ANOVA dapat dilihat pada Lampiran 5b. Dari hasil ANOVA, lama pengukusan memberikan pengaruh yang nyata, tetapi tidak berarti bahwa semakin lama pengukusan maka semakin tinggi kadar NaCl kecap manis ampas tahu.

Lama fermentasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar NaCl kecap manis ampas tahu. Kadar NaCl kecap manis ampas tahu dengan lama fermentasi 2 bulan lebih tinggi dibandingkan dengan lama fermentasi 1 bulan. Semakin lama fermentasi, semakin tinggi kadar NaCl kecap manis ampas tahu. Hal ini disebabkan semakin lama fermentasi, semakin banyak larutan garam dengan konsentrasi rendah yang ditambahkan selama proses fermentasi.

d. Kadar Air (%)

Menurut Winarno (1980), kadar air sangat berpengaruh terhadap mutu bahan pangan. Kadar air dalam bahan pangan tersebut menentukan kesegaran dan daya awet bahan pangan tersebut. Kadar air yang tinggi mengakibatkan mudahnya bakteri untuk berkembang biak sehingga akan terjadi perubahan pada bahan pangan. Berdasarkan Tabel 10, kecap ampas tahu yang dihasilkan mengandung kadar air berkisar antara 29.04 – 30.71%.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel 10. Kadar Air Kecap Manis Ampas Tahu (%bb)

Lama Pengukusan	Penambahan Tepung		Lama Fermentasi	
			2 Bulan	
	5%	10%	5%	10%
15 Menit	29.31±0.70	30.66±0.74	30.52±1.06	30.58±1.13
30 Menit	30.06±1.03	29.04±0.92	30.70±0.27	30.71±0.57

Berdasarkan hasil *Univariate Analysis of Variance* pada taraf 5%, penambahan tepung beras dan lama pengukusan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar air kecap manis ampas tahu, sedangkan lama fermentasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar air kecap manis ampas tahu. Hasil ANOVA dapat dilihat pada Lampiran 6b. Dari hasil ANOVA, lama fermentasi memberikan pengaruh yang nyata, tetapi tidak berarti bahwa semakin lama fermentasi maka semakin tinggi kadar air kecap manis ampas tahu. Kadar air kecap manis ampas tahu dipengaruhi oleh proses pemasakan kecap yang bertujuan untuk mengentalkan kecap dengan cara menguapkan air yang terdapat pada kecap manis ampas tahu.

Uji Organoleptik Kecap Manis Ampas Tahu

Kecap mengandung rasa yang beragam. Rasa asin, umami, dan asam pada kecap secara langsung berhubungan dengan komponen-komponen lainnya, seperti NaCl dan KCl untuk rasa asin, asam glutamat dan aspartat untuk rasa umami, serta asam laktat untuk rasa asam (Kim dan Lee 2003). Selain asam glutamat dan aspartat, asam amino aromatik bebas, seperti L-fenilalanin dan L-tirosin berperan penting dalam pembentukan rasa umami pada kecap serta adanya garam dan asam amino bebas yang bersifat asam. Rasa asin berasal dari penambahan garam NaCl selama proses fermentasi moromi, sedangkan rasa umami berasal dari pemecahan protein menjadi peptida dan asam amino selama proses fermentasi kecap. Selain itu, rasa asam berasal dari penambahan tepung yang dapat dijadikan sebagai sumber karbohidrat untuk meningkatkan kadar pati yang berperan sebagai media pertumbuhan kapang serta menambahkan cita rasa dan aroma yang disebabkan oleh terbentuknya asam-asam organik, alkohol, dan senyawa-senyawa lain (Astawan 2009). Menurut Sun *et al.* (2010), karakteristik pembentukan flavor dan aroma pada kecap bergantung pada cara fermentasi yang dilakukan, bahan baku, dan jenis mikroba yang digunakan. Pada pembuatan kecap manis terjadi pembentukan warna dan flavor yang disebabkan oleh terjadinya reaksi Maillard (reaksi pencoklatan) (Astawan 2009). Hal ini disebabkan saat pemasakan gula terjadi pemecahan sukrosa menjadi gula pereduksi yang kemudian akan bereaksi dengan asam amino dalam reaksi Maillard menghasilkan komponen volatil yang membentuk flavor kecap (Hurrel 1982).

Berdasarkan hasil uji rating hedonik yang dilakukan terhadap 70 panelis tidak terlatih, perlakuan yang paling disukai panelis ialah perlakuan rasio tepung 5% dengan lama pengukusan 15 menit selama 1 bulan fermentasi yang memiliki rata-rata tingkat kesukaan konsumen paling tinggi (3.6) dari skala 1 – 5 dengan nilai 1 sebagai "sangat tidak suka" hingga nilai 5 sebagai "sangat suka". Secara umum, kecap manis ampas tahu yang dihasilkan dapat diterima oleh konsumen. Hasil ANOVA dapat dilihat pada Lampiran 7a.

Tabel 11. Tingkat Kesukaan Konsumen Terhadap Kecap Manis Ampas Tahu

Penambahan Tepung \ Lama Pengukusan	Lama Fermentasi			
	1 Bulan		2 Bulan	
	5%	10%	5%	10%
15 Menit	3.57 ^d	3.24 ^{abcd}	3.50 ^{cd}	3.33 ^{bcd}
30 Menit	3.50 ^{cd}	3.03 ^{ab}	3.21 ^{abc}	2.99 ^a

Keterangan : Angka dengan notasi yang sama berarti tidak beda nyata pada taraf 5%.

Berdasarkan hasil *Univariate Analysis of Variance* pada taraf 5%, perlakuan berpengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan panelis secara *overall*. Dari hasil uji Duncan seperti yang terlihat pada Lampiran 7b, sampel dengan perlakuan penambahan tepung beras 10% dengan lama pengukusan 15 menit selama 1 bulan fermentasi merupakan sampel yang tidak berbeda nyata dengan sampel lainnya secara *overall*. Sampel dengan perlakuan penambahan tepung beras 5% dengan lama pengukusan 15 menit dan lama fermentasi 1 bulan merupakan sampel yang paling disukai oleh panelis dan berbeda dengan sampel lainnya secara *overall*. Selain itu, sampel dengan perlakuan penambahan tepung beras 10% dengan lama pengukusan 30 menit dan lama fermentasi 2 bulan merupakan sampel yang paling tidak disukai oleh panelis dan berbeda dengan sampel lainnya secara *overall*.

Analisis Fisik Kecap Manis Ampas Tahu

a. Viskositas

Viskositas merupakan ukuran kekentalan suatu produk yang biasanya dinyatakan dengan satuan *centipoise* (cP). Menurut Suprapti (2005), viskositas pada kecap dipengaruhi oleh dua hal, yaitu (1) bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan kecap, diantaranya gula merah dan penambahan bahan pengental, seperti tapioka dan CMC; (2) proses pengolahan untuk mencapai tingkat kekentalan tertentu karena proses pengolahan dan pengentalan ini bertujuan untuk menguapkan air yang ada pada cairan bakal kecap hingga volumenya $\pm 75\%$ dari volume awal. Selain itu, viskositas kecap juga dipengaruhi oleh penurunan pH karena terbentuknya asam-asam organik hasil metabolisme mikroba. Asam-asam tersebut dapat mengencerkan produk sehingga menurunkan nilai viskositas (Prasetyawati 2006). Dalam hubungannya dengan zat terlarut, dengan semakin meningkatnya zat terlarut pada produk selama penyimpanan maka akan menurunkan kekentalannya. Berdasarkan hasil uji viskositas pada Tabel 12, viskositas pada semua perlakuan berkisar antara 600.00 – 680.00 cP.

Tabel 12. Viskositas Kecap Manis Ampas Tahu (cP)

Penambahan Tepung \ Lama Pengukusan	Lama Fermentasi			
	1 Bulan		2 Bulan	
	5%	10%	5%	10%
15 Menit	633.33 \pm 5.77	653.33 \pm 5.77	626.67 \pm 5.77	680.00 \pm 0.00
30 Menit	633.33 \pm 5.77	666.67 \pm 5.77	600.00 \pm 0.00	667.67 \pm 5.77

Berdasarkan hasil *Univariate Analysis of Variance* pada taraf 5%, lama pengukusan dan lama fermentasi tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap viskositas kecap manis ampas tahu, sedangkan penambahan tepung beras memberikan pengaruh yang nyata terhadap viskositas kecap manis ampas tahu. Hasil ANOVA dapat dilihat pada Lampiran 8b.

Penambahan tepung beras memberikan pengaruh yang nyata terhadap viskositas kecap manis ampas tahu. Kecap manis ampas tahu dengan penambahan tepung beras 10% mengandung

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

viskositas yang lebih tinggi dibandingkan dengan penambahan tepung beras 5%. Hal ini mungkin disebabkan kecap manis dengan penambahan tepung beras 10% memiliki berat molekul yang lebih besar dibandingkan dengan penambahan tepung beras 5% sehingga mempengaruhi nilai viskositas. Menurut Kartika *et al.* (1992), kekentalan suatu larutan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu suhu, konsentrasi larutan, berat molekul (BM), dan zat terlarut. Selain itu, viskositas kecap manis juga dipengaruhi oleh proses pengolahan (pemasakan) untuk mencapai tingkat kekentalan tertentu.

b. Total Padatan Terlarut

Analisis total padatan terlarut dilakukan untuk mengamati padatan terlarut yang dihasilkan selama proses fermentasi. Hal ini disebabkan selama proses fermentasi moromi akan menghasilkan senyawa-senyawa yang larut dalam filtrat sehingga analisis total padatan terlarut ini perlu dilakukan (Wulandari, 2008). Total padatan terlarut (TPT) erat hubungannya dengan kadar gula produk karena TPT diukur berdasarkan persentase gula produk (Prasetyawati 2006). Tabel 13 menunjukkan bahwa total padatan terlarut kecap manis ampas tahu berkisar antara 63.0 – 68.8%.

Tabel 13. Total Padatan Terlarut Kecap Manis Ampas Tahu (%)

Penambahan Tepung	Lama Fermentasi			
	1 Bulan		2 Bulan	
Lama Pengukusan	5%	10%	5%	10%
15 Menit	63.8±1.04	63.2±0.35	68.8±0.92	68.2±0.72
30 Menit	63.0±0.87	63.9±0.64	68.5±1.01	68.4±1.56

Berdasarkan hasil *Univariate of Analysis Variance* pada taraf 5%, penambahan tepung dan lama pengukusan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap total padatan terlarut kecap manis ampas tahu, sedangkan lama fermentasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap total padatan terlarut kecap manis ampas tahu. Hasil ANOVA dapat dilihat pada Lampiran 9b.

Lama fermentasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap total padatan terlarut kecap manis ampas tahu. Kecap manis ampas tahu dengan lama fermentasi 2 bulan mengandung total padatan terlarut lebih tinggi dibandingkan dengan lama fermentasi 1 bulan. Total padatan terlarut meningkat dengan semakin lamanya waktu fermentasi. Hal ini disebabkan karena kandungan gula pereduksi juga meningkat (Judoamidjojo dan Devi 1991). Selain itu, semakin lama fermentasi, semakin banyak makromolekul yang dipecah menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana sehingga terjadi peningkatan total padatan terlarut. Menurut Luo *et al.* (2009), kecap mengandung padatan terlarut yang tinggi disebabkan adanya zat-zat organik yang memiliki bobot molekul yang rendah, seperti glukosa, sakarida, asam amino, dan peptida serta mengandung konsentrat garam anorganik.

Penentuan Formulasi Terpilih

Penentuan formulasi terpilih dilakukan berdasarkan kecap manis ampas tahu yang mengandung kadar protein tertinggi dan skor kesukaan panelis (skor organoleptik) tertinggi. Semakin banyak kadar protein yang terkandung dalam kecap, semakin tinggi kualitas kecap tersebut. Sampel dengan formulasi terpilih akan diuji lanjut berupa uji mikrobiologi untuk mengetahui kelayakan mutu dan keamanan mikrobiologis dari kecap manis ampas tahu tersebut. Hasil kadar protein dan skor organoleptik kecap manis ampas tahu dari semua perlakuan dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Kadar Protein dan Skor Organoleptik Kecap Manis Ampas Tahu

Sampel	Parameter Mutu	
	Kadar Protein	Skor organoleptik
1	2.04	3.57
2	1.91	3.24
3	1.45	3.50
4	1.31	3.03
5	1.11	3.50
6	1.04	3.33
7	1.00	3.21
8	0.85	2.99

Keterangan :

- Sampel 1 : perlakuan penambahan tepung beras 5%, lama pengukusan 15 menit, dan lama fermentasi 1 bulan.
- Sampel 2 : perlakuan penambahan tepung beras 10%, lama pengukusan 15 menit, dan lama fermentasi 1 bulan.
- Sampel 3 : perlakuan penambahan tepung beras 5%, lama pengukusan 30 menit, dan lama fermentasi 1 bulan.
- Sampel 4 : perlakuan penambahan tepung beras 10%, lama pengukusan 30 menit, dan lama fermentasi 1 bulan.
- Sampel 5 : perlakuan penambahan tepung beras 5%, lama pengukusan 15 menit, dan lama fermentasi 2 bulan.
- Sampel 6 : perlakuan penambahan tepung beras 10%, lama pengukusan 15 menit, dan lama fermentasi 2 bulan.
- Sampel 7 : perlakuan penambahan tepung beras 5%, lama pengukusan 30 menit, dan lama fermentasi 2 bulan.
- Sampel 8 : perlakuan penambahan tepung beras 10%, lama pengukusan 30 menit, dan lama fermentasi 2 bulan.

Tabel 14 menunjukkan bahwa kadar protein dan skor organoleptik tertinggi diperoleh pada sampel yang sama, yaitu sampel 1. Sampel 1 merupakan kecap manis ampas tahu dengan perlakuan penambahan tepung beras 5% dengan lama pengukusan 15 menit dan lama fermentasi 1 bulan. Semakin tinggi kadar protein yang terkandung dalam kecap, semakin banyak asam amino yang terkandung juga dalam kecap tersebut. Salah satu asam amino tersebut ialah asam glutamat. Asam glutamat merupakan asam amino yang dapat menimbulkan rasa sedap. Hal ini berkorelasi dengan tingkat kesukaan konsumen dimana semakin banyak asam glutamat yang terdapat pada kecap, semakin sedap (enak) kecap tersebut sehingga semakin banyak panelis yang menyukai kecap tersebut. Selain itu, sampel 1 merupakan sampel dengan biaya produksi yang paling rendah dibandingkan dengan sampel yang lain. Sampel 1 merupakan sampel dengan penambahan tepung beras, lama pengukusan, dan lama fermentasi paling sedikit dibandingkan sampel yang lain.

Oleh karena itu, formulasi terpilih dalam penelitian ini ialah kecap manis ampas tahu dengan penambahan tepung beras 5% dengan lama pengukusan 15 menit dan lama fermentasi 1 bulan. Kecap ini akan diuji lanjut berupa uji mikrobiologi.

F. Uji Mikrobiologi Kecap Manis Ampas Tahu Formulasi Terpilih

Uji mikrobiologi dilakukan untuk mengetahui mutu mikrobiologis dan keamanan pangan dari kecap manis ampas tahu formulasi terpilih. Standar yang digunakan dalam pengujian ini mengacu pada SNI 01-3543-1999. Uji mikrobiologi yang dilakukan ialah Angka Lempeng Total (Total Plate Count), bakteri koliform, *Escherichia coli*, dan total kapang/khamir.

Metode kuantitatif digunakan untuk mengetahui jumlah mikroba yang ada pada suatu sampel, umumnya dikenal dengan Angka Lempeng Total (ALT). Uji Angka Lempeng Total (ALT) menggunakan media padat dengan hasil akhir berupa koloni yang dapat diamati secara visual berupa angka dalam koloni (cfu) per ml/g atau koloni/100 mL (BPOM 2008). Angka Lempeng Total menunjukkan besarnya kontaminasi bakteri pada suatu sampel. Salah satu jenis bakteri yang dapat tumbuh pada kecap ialah bakteri koliform.

Bakteri koliform adalah golongan bakteri intestinal, yaitu hidup dalam saluran pencernaan manusia. Koliform adalah kelompok bakteri Gram negatif berbentuk batang yang pada umumnya menghasilkan gas bila ditumbuhkan dalam medium laktosa. Bakteri koliform merupakan salah satu kelompok bakteri yang termasuk dalam bakteri indikator sanitasi. Bakteri indikator sanitasi adalah bakteri yang dapat digunakan sebagai petunjuk adanya polusi feses/kotoran manusia atau hewan (Kusumaningrum *et al.* 2010). Bakteri koliform dapat dibedakan atas dua grup, yaitu (a) koliform fekal, misalnya *Escherichia coli* dan (b) koliform non fekal, misalnya *Enterobacter aerogenes*. *E. coli* merupakan bakteri yang berasal dari kotoran hewan maupun manusia, sedangkan *E. aerogenes* ditemukan pada hewan atau tanaman yang telah mati. Adanya bakteri koliform di dalam makanan atau minuman menunjukkan kemungkinan adanya mikroba yang bersifat enteropatogenik. Bakteri enteropatogenik ialah bakteri penyebab infeksi saluran pencernaan (Kusumaningrum *et al.* 2010).

Salah satu jenis bakteri koliform ialah bakteri *Escherichia coli*. *Escherichia coli* adalah bakteri gram negatif, anaerobik fakultatif, dan non spora. Sel-sel biasanya berbentuk batang yang panjangnya sekitar 2 μm dan diameternya 0.5 μm dengan volume sel 0.6 - 0.7 μm . *E. coli* dapat hidup sebagai substrat. *E. coli* menggunakan fermentasi asam campuran dalam kondisi anaerobik, menghasilkan asam laktat, suksinat, etanol, asetat, dan CO_2 (BPOM 2008). *E. coli* merupakan salah satu bakteri indikator sanitasi.

Mikroorganisme yang dapat tumbuh di kecap manis, antara lain kapang dan khamir. Kapang adalah organisme heterotrofik yang memerlukan senyawa organik untuk nutrisinya. Ukuran kapang berkisar 1 – 5 μm lebarnya dan panjangnya 5 – 30 μm atau lebih. Kapang dapat mensintesa protein dengan mengambil sumber karbon dari karbohidrat (glukosa, sukrosa, dan maltosa), sumber nitrogen dari bahan organik atau bahan anorganik (amonium dan nitrat), dan mineral dari substratnya (BPOM 2008). Kebanyakan kapang bersifat mesofilik, yaitu tumbuh baik pada suhu kamar. Suhu optimum pertumbuhan untuk kebanyakan kapang adalah sekitar 25 – 30°C, tetapi beberapa dapat tumbuh pada suhu 35 – 37°C atau lebih tinggi, misalnya *Aspergillus* (Fardiaz 1989). Semua kapang bersifat aerobik, yaitu membutuhkan oksigen untuk pertumbuhannya. Kebanyakan kapang dapat tumbuh pada kisaran pH yang luas, yaitu pH 2.0 – 8.5, tetapi biasanya pertumbuhannya akan lebih baik pada kondisi asam atau pH rendah (Fardiaz 1989). Beberapa kapang dapat langsung bersifat patogenik dan menyebabkan penyakit pada manusia atau tanaman. Beberapa kapang merupakan penyebab berbagai infeksi pernafasan dan kulit pada manusia. Beberapa jenis lain selama proses pembusukan pangan atau pertumbuhannya dalam bahan pangan dapat memproduksi racun yang dikenal sebagai mikotoksin. Mikotoksin dapat menyebabkan gangguan hati, ginjal, dan susunan syaraf pusat dari manusia maupun hewan (Winarno 1980).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Pada umumnya, sel khamir untuk dapat tumbuh dengan baik membutuhkan air dan bahkan ada beberapa jenis khamir yang dapat tumbuh pada larutan gula atau garam. Batas a_w terendah bagi khamir adalah di antara 0.88 sampai 0.94. Tiap-tiap khamir mempunyai a_w optimum untuk tumbuh yang berbeda-beda dan biasanya tergantung dari lingkungan tempat tumbuhnya (Rahayu dan Suliantari 1990). Khamir mempunyai suhu optimum untuk pertumbuhannya pada umumnya adalah sama dengan kapang, yaitu antara suhu 25 - 30°C dan suhu maksimum antara 35 - 37°C. Bahkan, ada pula khamir yang dapat tumbuh pada suhu 0°C atau di bawahnya. Kondisi untuk pertumbuhan khamir adalah dalam suasana aerobik, kecuali untuk khamir yang bersifat fermentatif dimana khamir tersebut dapat tumbuh dalam suasana anaerobik walaupun pertumbuhannya agak terhambat (Rahayu dan Suliantari 1990).

Tabel 15. Hasil Pengujian Mikrobiologis Kecap Manis Ampas Tahu Formulasi Terpilih

Pengujian	Kecap Manis Ampas Tahu Formulasi Terpilih	SNI 01-3543-1999
Angka Lempeng Total (Kol/g)	3.2×10^3	Maks. 10^5
Koliform (APM/g)	< 3	Maks. 10^2
<i>Escherichia coli</i> (APM/g)	< 3	< 3
Kapang/Khamir (Kol/g)	2.1×10^4	Maks. 50

Dari Tabel 15 dapat terlihat bahwa kecap manis ampas tahu formulasi terpilih mengandung kontaminasi atau cemaran bakteri sebesar 3.2×10^3 koloni/g. Hasil ini masih memenuhi syarat SNI 01-3543-1999 yang menyatakan bahwa cemaran bakteri pada kecap manis maksimal 10^5 . Dengan demikian, kecap manis ampas tahu formulasi terpilih masih aman untuk dikonsumsi. Adanya kontaminan atau cemaran bakteri pada kecap manis ampas tahu formulasi terpilih dapat berasal dari sanitasi peralatan yang digunakan selama proses pembuatan kecap manis, pekerja, udara, dan lingkungan atau tempat pembuatan kecap manis.

Tabel 15 menunjukkan bahwa kecap manis ampas tahu formulasi terpilih mengandung bakteri koliform sebesar < 3 APM/g. Dengan demikian, kecap manis ampas tahu formulasi terpilih telah memenuhi syarat SNI 01-3543-1999 yang menyatakan bahwa bakteri koliform yang terdapat pada kecap manis maksimal 10^2 APM/g. Dari hasil pengujian MPN koliform dapat dikatakan bahwa kecap manis ampas tahu formulasi terpilih merupakan produk yang dalam proses produksinya memiliki sanitasi yang baik, seperti penggunaan air bersih. Kecap manis ampas tahu formulasi terpilih merupakan produk yang tidak mengandung bakteri enteropatogenik yang dapat menyebabkan infeksi saluran pencernaan sehingga kecap manis ampas tahu formulasi terpilih aman untuk dikonsumsi.

Selain itu, kecap manis ampas tahu formulasi terpilih juga telah memenuhi syarat SNI 01-3543-1999 yang menyatakan bahwa *E. coli* yang terdapat pada produk kecap manis sebesar < 3 APM/g. Dari hasil pengujian *E. coli* dapat dikatakan bahwa kecap manis ampas tahu formulasi terpilih merupakan produk yang dalam proses produksinya memiliki sanitasi yang baik, seperti penggunaan air bersih. Selain itu, kecap manis ampas tahu formulasi terpilih merupakan produk yang tidak mengandung polusi feses atau kotoran manusia maupun hewan sehingga aman untuk dikonsumsi.

Dari Tabel 15 dapat terlihat bahwa kecap manis ampas tahu formulasi terpilih mengandung cemaran kapang/khamir sebesar 2.1×10^4 koloni/g. Hasil ini sudah tidak memenuhi syarat SNI 01-3543-1999 yang menyatakan bahwa cemaran kapang/khamir kecap manis maksimal 50. Besarnya cemaran kapang pada kecap manis ampas tahu formulasi terpilih disebabkan kecap manis ampas tahu formulasi terpilih mengandung banyak gula yang cenderung rusak oleh kapang. Metabolisme

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

mikroba ini umumnya diikuti dengan pelepasan air yang mengakibatkan naiknya nilai a_w dari bahan pangan, biasanya perubahan ini tidak membawa akibat yang buruk terhadap pertumbuhan mikroba, kecuali produk itu mempunyai nilai a_w rendah (Hendritomo 2003).

Dalam penelitian ini, uji mikrobiologi kecap manis ampas tahu formulasi terpilih dilakukan setelah sampel disimpan selama 2 bulan. Menurut Hendritomo (2003), penyimpanan kecap selama tiga bulan menyebabkan perubahan mutu kecap, seperti penurunan kandungan total gula dan protein, peningkatan a_w , dan peningkatan pertumbuhan bakteri dan kapang. Berkurangnya kandungan gula berhubungan dengan semakin meningkat pertumbuhan kapang di dalamnya. Konsentrasi gula yang tinggi dalam kecap berangsur sedikit demi sedikit dihidrolisis oleh kapang untuk pertumbuhannya. Peningkatan jumlah kapang secara visual dapat terlihat jelas, yaitu terjadinya perubahan fisik dari kecap dimana kecap menjadi keruh, bahkan terjadi penggumpalan (Hendritomo 2003). Adanya kontaminan kapang/khamir pada kecap manis ampas tahu formulasi terpilih dapat berasal dari udara, terutama saat proses pendinginan kecap yang telah masak dan wadah toples kecap manis yang tidak dalam kondisi vakum.

Menurut Rahayu dan Suliantari (1990), khamir mempunyai suhu optimum untuk pertumbuhan pada umumnya adalah sama dengan kapang yaitu antara suhu 25-30°C dan suhu maksimum antara 35-37°C. Kecap manis ampas tahu formulasi terpilih disimpan pada suhu ruang yang memungkinkan tumbuhnya kapang/khamir pada kecap manis tersebut. Selain itu, sumber energi yang baik untuk pertumbuhan khamir terutama yang bersifat oksidatif adalah gula yang akan diubah menjadi asam organik dan alkohol (Rahayu dan Suliantari 1990). Kecap manis ampas tahu formulasi terpilih mengandung banyak gula yang memungkinkan pertumbuhan khamir pada kecap manis tersebut.

Perbandingan Mutu Kimia, Fisik, dan Mikrobiologi Kecap Manis Ampas Tahu Formulasi Terpilih dengan Kecap Manis Komersial dan SNI 01-3543-1999

Kecap manis komersial memiliki karakteristik mutu kimia, fisik, dan mikrobiologi yang berbeda-beda dengan standar mutu yang digunakan sama, yaitu SNI 01-3543-1999. Perbandingan ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana perbedaan antara kecap manis ampas tahu formulasi terpilih dengan kecap manis komersial dan SNI 01-3543-1999. Dalam penelitian ini, ada tiga merk kecap manis komersial yang digunakan sebagai pembanding.

Tabel 16. Perbandingan Mutu Kecap Manis Ampas Tahu Formulasi Terpilih dengan Kecap Manis Komersial dan SNI 01-3543-1999

Parameter Mutu	Kecap Manis Ampas Tahu Formulasi Terpilih	Kecap Manis Komersial	SNI 01-3543-1999
Kadar Protein (%bk)	2.04	1.59 - 2.43	Min. 2.5%
Total Gula (%bk)	45.78	59.04 – 60.78	Min. 40%
Kadar NaCl (%bk)	3.23	4.13 – 5.36	Min. 3%
Kadar Air (%bb)	29.31	14.31 - 16.66	-
Viskositas (cP)	633.33	1060 - 2220	-
Total Padatan Terlarut (%)	63.8	75.2 - 76.2	Min. 10%
Angka Lempeng Total (Koloni/g)	3.2×10^3	-	Maks. 10^5
Koliform (APM/g)	< 3	-	Maks. 10^2
<i>Escherichia coli</i> (APM/g)	< 3	-	< 3
Kapang/Khamir (Koloni/g)	2.1×10^4	-	Maks. 50

Dari Tabel 16 dapat terlihat bahwa semua parameter mutu pada kecap manis ampas tahu formulasi terpilih telah memenuhi syarat SNI 01-3543-1999, kecuali kadar protein dan kapang/khamir. Kadar protein kecap manis ampas tahu formulasi terpilih tidak memenuhi syarat SNI 01-3543-1999 karena bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan kecap manis, yaitu ampas tahu memiliki kadar protein yang rendah yang berdampak pada kadar protein kecap manis yang dihasilkan. Kapang/khamir kecap manis ampas tahu formulasi terpilih tidak memenuhi syarat SNI 01-3543-1999 karena kecap manis cenderung rusak oleh kapang/khamir karena mengandung banyak gula. Selain itu, Tabel 16 menunjukkan bahwa semua parameter mutu pada kecap manis ampas tahu formulasi terpilih tidak masuk kisaran 3 jenis kecap manis komersial, kecuali kadar protein. Hal ini kemungkinan dapat disebabkan perbedaan bahan baku yang digunakan, lama fermentasi, atau cara dan lama pemasakan kecap manis.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.