

V PEMBAHASAN

Daging merupakan salah satu bahan pangan yang penting karena memiliki kandungan gizi yang cukup dan memiliki rasa yang enak. Selain itu daging juga merupakan salah satu produk pangan yang mudah mengalami kerusakan. Perubahan kualitas daging dapat dilihat dari tingkat kesegarannya dengan cara mengetahui sifat fisik, kimia dan biologi dari kondisi daging tersebut (Ghatass *et al.*, 2008).

5.1. Perubahan pH daging sapi segar selama waktu *display*

Pada pengukuran nilai pH daging sapi terlihat bahwa jam ke 0 memiliki nilai terendah (5,88). Ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti sifat genetik dari hewan, interval waktu penanganan yang berbeda setelah pemotongan. Selain itu menurut Pipek & Haberi 2003 penurunan nilai pH jam ke 0 karena hasil perubahan bentuk anaerobik dari glikogen ke asam laktat.

Tabel 4.1 terlihat nilai pH tertinggi pada pengamatan jam ke 6 (6,23) dan pH terendah berada saat jam ke 0 (5,88). Perbedaan ini disebabkan karena kandungan glikogen dalam otot mengalami perubahan sesuai dengan perubahan waktu yang menyebabkan jumlah asam laktat yang terbentuk mengalami penurunan selama proses glikolisis yang pada akhirnya menyebabkan nilai pH meningkat. Tetapi secara statistika pH pada ke 2 ($6,09 \pm 0,13^{ab}$) dan 4 ($5,97 \pm 0,11^{ab}$) serta ke 8 ($6,15 \pm 0,38^{bc}$) tidak beda nyata ($p > 0,05$). Perubahan nilai pH secara fluktuatif disebabkan oleh perubahan biokimia setelah pemotongan hewan tersebut (Tomberg, 2000).

5.2. Perubahan kadar air pada daging sapi segar selama *display*

Pada Tabel 4.1 terlihat nilai kadar air jam 8 (88,214%) lebih tinggi daripada jam ke 0 (65,692%). Hal ini disebabkan karena dalam jaringan ada tiga macam bentuk air yaitu air bergerak, air terikat dan air bebas. Air terikat terbentuk sekitar 4-5% dari air yang berikatan erat dengan protein. Sedangkan air bergerak tertarik oleh molekul air terikat dalam lapisan yang secara bertahap menjadi lemah yang merupakan jarak dari kelompok

reaktif protein menjadi lebih besar. Air bebas merupakan air yang hanya terjadi oleh adanya gaya permukaan. Selain itu kadar air yang semakin meningkat seiring dengan perubahan waktu juga disebabkan oleh perubahan kemampuan menahan air yang mulai berubah sesuai dengan perubahan protein dan interaksi ini yang mengubah persediaan jumlah ruang air bergerak dan air bebas yang mengambil alih peran tersebut. Kandungan air pada daging juga dipengaruhi oleh tipe jaringan, jenis daging, dan pH daging (Hedrick *et al.*, 1994). Umumnya air menetes melalui membran intraselluler setelah hewan mati. Begitu pula saat terjadi penyusutan sel kemudian terjadi degradasi miofibrilar serta protein *cytoskeletal* menyebabkan terjadinya perubahan pada sifat kemampuan mengikat air (Huff-Lonergan *et al.*, 1996).

Secara statistik kadar air jam ke 2, 4, dan 6 tidak memiliki beda nyata karena potongan daging-daging tersebut memiliki permukaan yang relatif sama sehingga tidak ada perbedaan kadar air pada jam-jam tersebut. Hal ini juga disebabkan karena kecepatan air yang menetes dipengaruhi oleh tingkat kekerasan, penyusutan, dan permeabilitas membran sel dan juga faktor-faktor lain seperti tingkat denaturasi protein (Omojola & Adesehinwa, 2006).

5.3. Perubahan A_w pada daging sapi segar selama *display*

A_w merupakan salah satu parameter dasar untuk menentukan kualitas dari daging. A_w (aktivitas air) juga memberikan gambaran tentang keadaan energi air dalam pangan dan ketersediaannya yang berfungsi sebagai pelarut dan ikut serta dalam reaksi biokimia atau kimia. Pada Tabel 4.1 memperlihatkan bahwa A_w terendah berada pada jam ke 8 (0,959) sedangkan A_w tertinggi berada saat jam ke 2 (0,985). Perubahan ini karena adanya reaksi biokimia. Pada a_w rendah terjadi autoksidasi secara cepat. Umumnya peningkatan A_w juga menghalangi reaksi pencoklatan (Troller, 1989).

Pada analisa statistik tidak ada beda nyata antara A_w jam ke 0 ($0,975 \pm 0,012^{ab}$) tidak berbeda nyata dengan jam ke 2 ($0,985 \pm 0,006^b$), jam ke 4 ($0,975 \pm 0,011^{ab}$) dan jam ke 6 ($0,977 \pm 0,020^b$). Pada jam ke 0 ($0,975 \pm 0,012^{ab}$) juga tidak ada beda nyata dengan jam ke 8 ($0,959 \pm 0,026^a$). Tidak adanya perbedaan ini disebabkan fungsi air sebagai pelarut

tidak dapat berlangsung secara maksimal. Fontana, 1998 juga menyatakan bahwa air bertindak sebagai bahan pelarut, reaktan atau perubahan mobilitas dari reaktan oleh sifat yang terdapat pada bahan. Air juga berpengaruh pada pencoklatan non enzimatis, oksidasi lipid, penurunan vitamin, reaksi enzimatis, denaturasi protein, gelatinasi.

5.4. Perubahan warna pada daging sapi segar selama *display*

Penerimaan permukaan daging oleh konsumen tidak hanya bergantung pada kualitas mioglobin tetapi juga tipe molekul mioglobin, reaksi kimia, kondisi fisik dan kimia pada komponen daging. Ini semua ditentukan oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik dari daging tersebut (Lawrie, 1996).

Pada Tabel 4.2 terlihat hasil interaksi antara waktu dan warna daging sapi segar. Tingkat *lightness* jam ke 2 (38,100) lebih cerah dibandingkan dengan jam ke 8 (35,604). Perbedaan ini karena tahap awal pemotongan daging warna pertama yang terbentuk adalah oximioglobin dari mioglobin Fe^{+2} ($MbFe^{+2}O_2$), kemudian dengan berjalannya waktu maka lapisan daging mengalami oksidasi dan membentuk metmioglobin ($MbFe^{+3}OH_2$), dan mulai terjadi deoksimioglobin ($MbFe^{+2}$). Reaksi autoksidasi $MbFe^{+3}OH_2$ pada mioglobin yang berlangsung secara spontan saat adanya molekuler oksigen (Møller & Skibsted, 2006).

Nilai koordinat *chromacity* (a^*) tertinggi berada pada jam ke 2 (15,824) dan terendah berada pada jam ke 6 (14,623). Perubahan tersebut dikarenakan mioglobin pada awalnya terdapat pada jaringan *sarcoplasm* dan setelah terjadi pemotongan maka mioglobin berpindah ke ruang interseluler dan cairan yang ada diruang interseluler keluar kepermukaan daging berwarna merah. Warna pada daging bergantung pada konsentrasi mioglobin (Swatland, 2004). Penurunan nilai koordinat *chromacity* (a^*) dapat juga disebabkan karena adanya enzim metmioglobin reduktase yang masih aktif sehingga mengurangi $MbFe^{+3}$ menjadi $MbFe^{+2}$ aktif secara psikologis, yang mengkoordinasi O_2 dan warna daging menjadi merah cerah lagi (Møller & Skibsted, 2006). Nilai koordinat *chromacity* (b) pada jam ke 2 memiliki nilai tertinggi (2,967) dan terendah berada di jam

6 (1,694). Waktu yang lama setelah pemotongan menyebabkan kestabilan warna menjadi berkurang dan terjadi pengurangan metmioglobin (Boles & Pegg, 2008).

5.5. Kondisi Mikrobiologis

Tabel 4.3 terlihat laju pertumbuhan mikrobia perusak yang terdapat dalam daging sapi segar yang berada di pasar Gang Baru. Pada saat jam ke 0 jumlah mikrobia perusak tertinggi berada pada pedagang 1 ($8,88 \times 10^5$) sedangkan nilai terendah terdapat pada pedagang 4 ($3,4 \times 10^5$) ini disebabkan oleh kondisi lingkungan tempat pedagang itu berjualan. Kondisi lingkungan ini meliputi sanitasi tempat berjualan, kebersihan pedagang, kelembaban tempat pedagang berjualan. Hal ini juga didukung oleh hasil observasi (Gambar 3.1 A dan Gambar 3.1.D) (Ray, 1996).

Tabel 4.3 terlihat laju pertumbuhan yang ada pada pedagang 2, 3, 4 dan 5 mengalami peningkatan sesuai dengan meningkatnya waktu. Dan nilai TPC tertinggi tercapai pada saat jam ke 4. Peningkatan nilai TPC ini dipengaruhi oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik. Faktor intrinsik yang berperan dalam pertumbuhan adalah kandungan nutrisi, pH, kadar air, reaksi oksidasi-reduksi. Sedangkan faktor ekstrinsik adalah suhu, kelembaban, aktivitas dari mikroorganisme lain.

Kandungan nutrisi yang dibutuhkan oleh pertumbuhan bakteri banyak terdapat pada daging. Misalkan protein, lemak, mineral dan vitamin (Ray, 1996). Ada tiga kelompok utama dari nutrisi esensial yang mendorong pertumbuhan bakteri yaitu asam amino dibutuhkan untuk sintesis protein, purin dan pirimidin dibutuhkan untuk sintesis asam nukleat seperti DNA dan RNA, vitamin seperti tiamin, riboflavin dan *nicotinic acid* dibutuhkan untuk sintesis protein (Forsythe & Hayes, 1998). Bakteri membutuhkan vitamin B untuk melakukan sintesis sebelum mulai tumbuh (Jay, 2000).

Pada jam ke 2 dan 4 jumlah TPC yang ada di pedagang 1 mengalami penurunan karena sebagian bakteri yang tidak sesuai dengan kondisi asam mulai memasuki tahap kematian.

Ini juga didukung oleh nilai pH pada jam ke 2 dan 4 yang berkisar antara 5,9-6,0 yang terlihat pada Tabel 4.1.

Pada jam ke 6 rata-rata jumlah TPC mengalami penurunan pada semua pedagang kecuali pedagang 1. Penurunan ini disebabkan oleh persediaan makanan bakteri mulai berkurang seiring dengan perubahan waktu. Selain itu penurunan jumlah TPC ini juga berkaitan dengan kandungan pH. Tabel 4.1 memperlihatkan nilai pH daging sapi 5,88-6,12. Kadar pH tersebut mengidentifikasi bakteri yang tumbuh adalah bakteri asam. Sehingga bakteri non asam mulai memasuki fase kematian. Kemudian pada jam ke 8 semua bakteri yang terdapat di lima pedagang mengalami pertumbuhan. Hal ini didukung oleh faktor lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan bakteri asam (Ray, 1996 ; Jay, 2000).

5.6. Identifikasi Mikrobiologis

Pada uji identifikasi mikroorganisme dalam daging sapi segar didapatkan hasil bahwa mikroorganisme yang tumbuh adalah genus *bacillus* dan *staphylococcus* (gram positif). Kedua bakteri tersebut dapat berkembang dengan baik dikarenakan adanya faktor intrinsik dan ekstrinsik yang mendukung pertumbuhannya. Secara morfologi bentuk bakteri tersebut dalam media selektif dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Gambar 4.1A terlihat morfologi *bacillus* dalam media selektif. Hal ini terlihat dari bentuk koloni yang besar-besar, koloninya menyebar atau dalam bentuk rantai, serta terbentuknya hemolisis pada beberapa spesies *bacillus* dalam media *Blood Agar Plate*. Warna yang dihasilkan pada media merupakan indikasi kemampuan pertumbuhan secara anaerobik (Barrow & Feltham, 1993 ; Ray, 1996 ; Jay, 2000).

Gambar 4.2A menunjukkan bentuk dari morfologi *bacillus* dalam preparat dengan menggunakan mikroskop. Dimana koloni berbentuk batang, selnya lurus, memiliki ukuran sel (kecil, sedang atau besar), bermotil atau tidak bermotil, psikotropik, anaerobik fakultatif atau aerobik atau mesofilik, semua bentuk endospora berbentuk bulat atau oval atau dalam ukuran besar atau kecil pada masing-masing sel (Ray, 1996). Spora juga terletak ditengah sporangium (Forsythe & Hayes, 1998).

Gambar 4.1B menunjukkan morfologi *staphylococcus* pada media selektif. Hal ini ditandai dengan terbentuknya warna *reddish-purple* pada media tersebut yang menunjukkan karakteristik dari warna *staphylococcus* (Barrow & Feltham, 1993). Sedangkan pada Gambar 4.2B menunjukkan bentuk morfologi *staphylococcus* dalam preparat. Bentuk morfologi dari *staphylococcus* kecil-kecil berbentuk bulat-bulat, bergerombol dan berikatan seperti bentuk buah anggur, non motil, mesofilik, fakultatif anaerobik (Ray, 1996 ; Forsythe & Hayes, 1998). Pada Tabel 4.6 hasil yang diperoleh setelah melakukan uji biokimia ternyata bakteri yang ada pada daging sapi segar tersebut adalah *bacillus* dan *staphylococcus*. Uji biokimia ini dilakukan untuk mendukung hasil identifikasi bakteri tersebut berdasarkan penggunaan media selektif dan mikroskop.

5.7. Interaksi antara pH, A_w , kadar air, warna terhadap TPC pada daging sapi segar selama waktu *display*

Makanan yang berasal dari sumber hewani seperti daging memiliki karakteristik yang mudah rusak. Oleh karena ini berhubungan dengan pertumbuhan mikroorganisme dan umur simpan dari produk tersebut. Untuk memperlambat laju pertumbuhan mikroorganisme maka diperlukan pengetahuan dari faktor intrinsik dan ekstrinsik. Faktor intrinsik yang berpengaruh pada laju pertumbuhan mikroorganisme seperti pH, kadar air, kandungan bahan pangan, struktur biologi, reaksi redoks. Sedangkan faktor ekstrinsik meliputi suhu, kelembaban, kehadiran mikroorganisme lain (Jay, 2000).

5.7.1. Interaksi antara pH dan TPC pada daging sapi segar selama *display*

Interaksi antara pH dengan TPC merupakan dua hal yang sangat erat kaitannya antar kedua variabel tersebut. Hal ini dikarenakan semua mikroorganisme membutuhkan pH optimal untuk mikroorganisme ini tumbuh. Pada pH minimum maka akan terjadi reaksi asam yang mendukung pertumbuhan bakteri asam sedangkan untuk pH maksimum akan mendukung reaksi alkali bagi mikroorganisme tertentu yang dapat tahan terhadap kondisi alkali. Umumnya bakteri akan tumbuh pada pH yang mendekati netral atau sisi yang bersifat alkali (6,8-7,5). Akan tetapi ada beberapa bakteri yang menyukai pH yang lebih rendah (4-6) yang menciptakan kondisi-kondisi yang sesuai dengan kemampuan dirinya

dan memproduksi asam dari karbohidrat. pH pada daging sapi segar antara 5,1-6,2 (Jay, 2000).

Pada hasil penelitian ini (terlihat dalam Gambar 4.2) bahwa interaksi pH dan TPC (*Total Plate Count*) menunjukkan bahwa nilai pH yang semakin besar (6,23) maka nilai TPCnya justru mengalami penurunan ($2,02 \times 10^5$). Hal ini mengindikasikan bahwa bakteri yang tumbuh adalah golongan bakteri asam sehingga pada saat mendekati pH netral bakteri tersebut mulai masuk pada fase stasioner bahkan ada beberapa yang masuk fase mati (Forsythe & Hayes, 1998 ; Hasan *et al.*, 2006).

Pada Gambar 4.2 terlihat pH 5,97 memiliki angka TPC paling tinggi $2,39 \times 10^6$ hal ini disebabkan oleh aktivitas bakteri asam yang menguraikan karbohidrat pada level pH antara 5,5 sampai 6 (Lawrie, 1991). Pada saat nilai pH 6,09 maka TPCnya adalah $4,41 \times 10^5$. Dengan meningkatnya pH maka jumlah bakteri yang tumbuh semakin berkurang ini karena ada dua aspek yang berpengaruh pada pertumbuhan sel mikrobial yaitu fungsi dari enzim dan pengangkut bahan makanan ke dalam sel. Membran sitoplasmik yang ada pada mikroorganisme relatif tidak dapat ditembus oleh ion H^+ dan OH^- . Efek lain yang ditimbulkan karena kondisi pH yang kurang baik menyebabkan interaksi antara H^+ dan enzim tidak berlangsung secara baik dalam membran sitoplasma sehingga berpengaruh pada morfologi mikroorganisme tersebut (Jay, 2000).

5.7.2. Interaksi antara A_w dan TPC pada daging sapi segar selama *display*

A_w dan TPC memiliki hubungan yang sangat berkaitan erat antar kedua variable tersebut. Karena kandungan air yang dinyatakan dalam A_w merupakan tekanan uap air dari larutan (larutan dalam air yang terdapat dalam bahan pangan) dengan dipisahkan dari tekanan uap air murni. A_w air murni adalah 1,00. pada daging sapi segar kandungan A_w nya adalah 0,99 (Forsythe & Hayes, 1998).

Pada Gambar 4.3 terlihat bahwa nilai A_w 0,975 memiliki nilai TPCnya ada dua yaitu $5,30 \times 10^5$ dan $2,39 \times 10^6$ yang merupakan nilai tertinggi. Ini disebabkan sebagian bakteri

memasuki fase adaptasi setelah melewati fase tersebut maka bakteri mengalami pertumbuhan yang optimal pada A_w tersebut. Sedangkan A_w 0,977 memiliki nilai TPC terendah $2,00 \times 10^5$ Karena pada saat A_w 0,977 bakteri mulai membentuk spora, tunas dan produksi mikotoksin menjadi lebih kompleks (Fontana, 1998). Kemudian pada A_w 0,985 nilai TPC ($4,41 \times 10^5$) mulai meningkat lagi ini disebabkan karena mayoritas bakteri tumbuh pada A_w optimum sekitar 0,98-0,99 dan meningkatnya A_w berpotensi untuk mendorong pertumbuhan bakteri yang sebelumnya belum tumbuh (Adams & Nout, 2001 ; Alzamora *et al.*, 2003).

5.7.3. Interaksi antara kadar air dan TPC pada daging sapi segar selama *display*

Kadar air dan TPC memiliki hubungan yang saling berkaitan erat. Karena jumlah air dalam berat mikroorganisme sekitar 80%-90% dan mikroorganisme membutuhkan air untuk pertumbuhannya. Akan tetapi kebutuhan akan kandungan air lebih banyak dibutuhkan oleh bakteri daripada jamur (Forsythe & Hayes, 1998). Pada Gambar 4.4 terlihat bahwa pada kadar air 76,129 memiliki nilai TPC $2,00 \times 10^5$ lebih rendah daripada nilai TPC yang lainnya. Ini disebabkan oleh adanya fraksi dari jumlah air yang tersedia untuk reaksi kimia dan biokimia. Kemudian pada kadar air 76,577 justru mengalami kenaikan pada jumlah TPC sebesar $2,39 \times 10^6$ sebab pada kadar air ini pertumbuhan mikroorganismenya mencapai kondisi optimum. Pada saat memasuki kadar air 77,793 nilai TPC justru mengalami penurunan lagi sehingga memiliki nilai $4,41 \times 10^5$ ini mungkin dikarenakan oleh reaksi metabolisme dari sel tidak berlangsung secara sempurna sehingga ada beberapa bakteri yang mati. Kadar air juga dibutuhkan untuk perubahan enzimatis (Eskin & Robinson, 2001).

Akan tetapi pada kadar air 88,214 nilai TPC mengalami peningkatan lagi sebesar $4,51 \times 10^5$ ini mungkin disebabkan oleh mikroorganisme yang dapat melakukan reaksi metabolisme dengan sempurna dan mulai bertumbuh dengan baik. Sebab kadar air 88,214 merupakan kadar air yang dibutuhkan mikroorganisme untuk hidup dan berkembang biak (Jay, 2000).

5.7.4. Interaksi antara warna dan TPC pada daging sapi segar selama *display*

Warna digunakan sebagai salah satu indikator kerusakan daging segar. Karena warna pada daging yang berubah umumnya disebabkan oleh reaksi kimia dan adanya indikasi dari tumbuhnya mikroorganisme sehingga warna dengan mikroorganisme memiliki hubungan yang erat. Hal ini umumnya ditandai dengan perubahan warna dari daging segar yang berwarna merah *cerry* menjadi merah hitam atau adanya sebagian berwarna hijau kekuningan (Lawrie, 1996).

Pada Gambar 4.5, 4.6 dan 4.7 terlihat adanya perubahan warna yang berhubungan dengan jumlah TPC bakteri. Ketika nilai *lightness* mencapai 37,695, koordinat *chromacity* (a*) bernilai 15,261 dan nilai *chromacity* (b) bernilai 2,693 dengan memiliki nilai TPC $2,39 \times 10^6$. Hal ini dikarenakan oleh peran utama dari bakteri yang mengubah warna daging segar dengan cara mengurangi persediaan oksigen dalam permukaan jaringan dan kemudian terjadi reaksi oksidasi. Penyerapan oksigen pada permukaan jaringan disebabkan oleh adanya proses respirasi yang dilakukan oleh bakteri dan umumnya penyerapan oksigen ditandai juga dengan adanya perubahan warna. Metmioglobin terjadi akibat dari proses respirasi bakteri yang tinggi hal ini dapat dilihat dari hasil nilai TPC bakteri ($2,39 \times 10^6$) tersebut (Robach & Costilow, 1961).

Pada Gambar 4.5 nilai *lightness* 36,244 memiliki TPC paling rendah ($2,00 \times 10^5$) seiring dengan meningkatnya nilai *lightness* maka nilai TPCnya juga mengalami peningkatan dan mencapai puncaknya nilai TPC ($2,39 \times 10^6$) pada saat nilai *lightness*nya (37,695). Sebab masing-masing organisme memiliki tipe yang berbeda-beda dalam menghasilkan *light* dan efek dari *light* disebabkan oleh produksi pigmen oleh *mycobacterium*. Sedangkan pada saat nilai *lightness*nya 38,1 dengan nilai TPC $4,41 \times 10^5$ ini menunjukkan bahwa *light* tergantung pada sumber karbon yang terdapat dalam media dimana karbon ini digunakan untuk pertumbuhan organisme (Barrow & Feltham, 1993).

Pada Gambar 4.6 menunjukkan hubungan antara koordinat *chromacity* (a*) dengan TPC. Ketika nilai koordinat *chromacity* (a*) 15,261 dengan TPC $2,39 \times 10^6$ yang merupakan nilai TPC tertinggi. Ini disebabkan bakteri yang tumbuh tidak hanya satu jenis saja tetapi

dari berbagai jenis bakteri sehingga warna yang dihasilkan masih merah tua. Kemudian saat koordinat *chromacity* (a^*) 15,511 nilai TPCnya ($4,51 \times 10^5$) turun ini karena sebagian bakteri ada yang mulai mati. Setelah itu pada koordinat *chromacity* (a^*) 15,823 nilai TPC mengalami peningkatan sebesar $5,30 \times 10^5$ ini disebabkan persediaan sumber karbon masih cukup untuk pertumbuhan bakteri. Akan tetapi pada saat memasuki koordinat *chromacity* (a^*) 15,824 nilai TPCnya ($4,41 \times 10^5$) menurun kembali hal ini disebabkan persediaan sumber karbonnya mulai habis dan bakteri memasuki tahap kematian. Warna yang semakin gelap disebabkan oleh adanya reaksi oksidasi dari organisme (Barrow & Feltham, 1993).

Pada Gambar 4.7 terlihat hubungan antara koordinat *chromacity* (b) dengan TPC. Nilai koordinat *chromacity* (b) 2,693 dengan nilai TPC $2,39 \times 10^6$ dan makin lama jumlah TPCnya justru menurun ($5,30 \times 10^5$ dan $4,41 \times 10^5$) serta warnanya semakin cenderung kuning. Penurunan jumlah TPC mungkin disebabkan oleh kondisi lingkungan yang tidak mendukung pertumbuhan organisme tersebut. Dan juga warna sampel yang cenderung kuning ini menunjukkan adanya bakteri gram positif yang tumbuh dalam sampel daging tersebut (Fraizer & Westhoff, 1988).

