

**PROSES PENCOKLATAN (BROWNING PROCESS)
PADA BAHAN PANGAN**



Oleh

Drs. Made Arsa M.Si

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS UDAYANA

DENPASAR

2016

PROSES PENCOKLATAN (BROWNING PROCESS)

PENDAHULUAN

Warna senantiasa menjadi fokus perhatian bila kita mengamati suatu objek atau bertemu dengan teman pada suatu acara. Berhadapan dengan teman, perhatian kita akan tertuju pada pakaian yang digunakan apakah kemeja berwarna putih, merah atau warna menarik lainnya, apakah celana berwarna hitam, atau biru, demikian juga dengan warna dari sepatunya. Sama halnya bila kita mengamati suatu objek contohnya bangunan, perhatian kita pasti tertuju pada warna atap rumahnya, ataupun warna temboknya. Hal serupa juga akan terjadi bila kita melihat bahan makanan, misalnya roti atau buah-buahan. Roti merupakan bahan makanan yang sangat digemari, roti memiliki bentuk dan rasa yang beraneka ragam. Tingkat kematangan pembuatan roti dalam oven akan berpengaruh pada warna dari roti yang berubah menjadi kecoklatan. Buah-buahan seperti misalnya pisang, kulitnya sangat mudah berubah warna dari yang segar baik itu warna kuning atau hijau, menjadi warna coklat kehitaman. Daging buah pisang bila dipotong akan cepat berubah warna menjadi kecoklatan. Apalagi buah apel, ia akan mengalami hal yang serupa apabila setelah kita memotongnya, tidak langsung dimakan. Berdasarkan uraian diatas, perlu kiranya kita memahami apa itu proses pencoklatan (*browning process*), perubahan yang terjadi pada proses pencoklatan dan cara penanggulangannya.

PEMBAHASAN

Bila kita memotong buah apel, lalu lupa memakannya, maka warna daging buahnya akan berubah menjadi kecoklatan. Perubahan warna yang terjadi mengakibatkan hilangnya selera kita untuk memakannya, karena kita anggap terjadi perubahan yang dapat mengganggu kesehatan. Apa yang selanjutnya kita lakukan, apakah apel yang berwarna coklat itu kita buang, atau kita memakannya walaupun rasanya sudah berubah dan penampilannya sudah tidak menarik lagi. Proses perubahan warna bahan kecoklatan menjadi berwarna kecoklatan disebut sebagai *browning process*. Browning tidak hanya terjadi pada buah apel saja, tapi juga pada buah lain seperti pisang, salak, dan kentang yang dipotong. Selain terjadi pada buah, browning juga bisa terjadi pada bahan makanan lainnya contohnya pada gula dan roti tawar. Proses pencoklatan pada bahan makanan dapat dibagi menjadi dua reaksi utama, yaitu pencoklatan enzimatis, dan pencoklatan non-enzimatis.

PROSES BROWNING ENZIMATIS

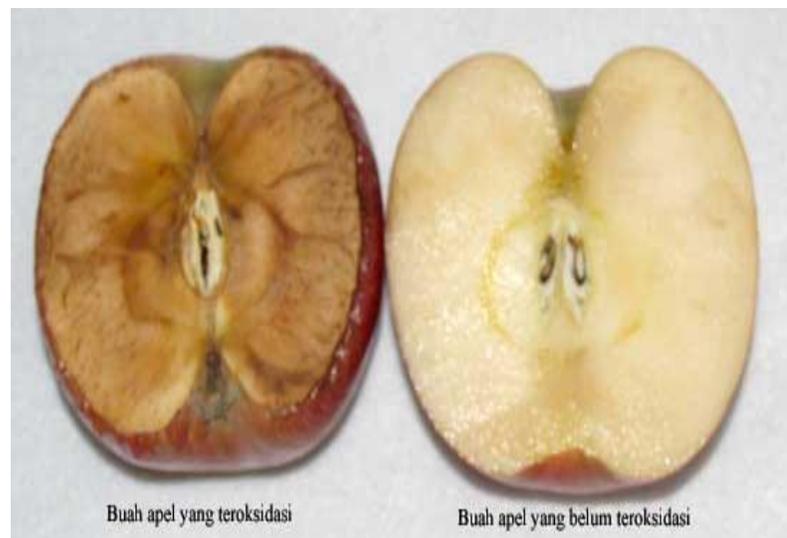
Proses browning enzimatis disebabkan karena adanya aktivitas enzim pada bahan pangan segar, seperti pada susu segar, buah-buahan dan sayuran. Pencoklatan enzimatis terjadi pada buah-buahan yang banyak mengandung substrat fenolik, di samping katekin dan turunnya seperti tirosin, asam kafeat, asam klorogenat, serta leukoantosiain dapat menjadi substrat proses pencoklatan. Senyawa fenolik dengan jenis ortodihidroksi atau trihidroksi yang saling berdekatan merupakan substrat yang baik untuk proses pencoklatan.

Reaksi ini dapat terjadi bila jaringan tanaman terpotong, terkupas dan karena kerusakan secara mekanis yang dapat menyebabkan kerusakan integritas jaringan tanaman. Hal ini menyebabkan enzim dapat kontak dengan substrat yang biasanya merupakan asam amino tirosin dan komponen fenolik seperti katekin, asam kafeat, dan asam klorogena sehingga substrat fenolik pada tanaman akan dihidroksilasi menjadi 3,4-dihidroksifenilalanin (dopa) dan dioksidasi menjadi kuinon oleh enzim phenolase. Wiley-Blackwell (2012).

Pencoklatan enzimatis pada bahan pangan memiliki dampak menguntungkan dan juga dampak yang merugikan. Reaksi pencoklatan enzimatis bertanggung jawab pada warna dan flavor yang

terbentuk. Dampak yang menguntungkan, misalnya enzim polifenol oksidase bertanggung jawab terhadap karakteristik warna coklat keemasan pada buah-buahan yang telah dikeringkan seperti kismis, buah prem dan buah ara. Dampak merugikannya adalah mengurangi kualitas produk bahan pangan segar sehingga dapat menurunkan nilai ekonomisnya. Sebagai contoh, ketika memotong buah apel atau pisang. Selang beberapa saat, bagian yang dipotong tersebut akan berubah warna menjadi coklat. Wiley-Blackwell (2012).

Perubahan warna ini tidak hanya mengurangi kualitas visual tetapi juga menghasilkan perubahan rasa serta hilangnya nutrisi. Reaksi pencoklatan ini dapat menyebabkan kerugian perubahan dalam penampilan dan sifat organoleptik dari makanan serta nilai pasar dari produk tersebut. Kecepatan perubahan pencoklatan enzimatik pada bahan pangan dapat dihambat melalui beberapa metode berdasarkan prinsip inaktivasi enzim, penghambatan reaksi substrat dengan enzim, penggunaan chelating agents, oksidator maupun inhibitor enzimatik. Adapun cara konvensional yang biasa dilakukan adalah perlakuan perendaman bahan pangan dalam air, larutan asam sitrat maupun larutan sulfit. Wiley-Blackwell (2012).



PROSES BROWNING NON-ENZIMATIS

Proses Browning non Enzimatis disebabkan oleh reaksi pencoklatan tanpa pengaruh enzim, biasanya terjadi saat pengolahan berlangsung. Contohnya proses karamelisasi pada gula, yaitu

proses pencokelatan yang disebabkan karena bertemunya gula reduksi dan asam amino (penyusun protein) pada suhu tinggi dan waktu lama. Perlu diingat, gula yang dimaksud dalam pangan bukan berarti gula jawa atau gula pasir. Gula merupakan bagian dari Karbohidrat. Tepung terigu dan pati (amilum) adalah gula kompleks, biasa disebut dengan polisakarida. Reaksi pencokelatan secara nonenzimatik pada umumnya ada dua macam reaksi pencokelatan nonenzimatik yaitu karamelisasi dan reaksi Maillard

KARAMELISASI



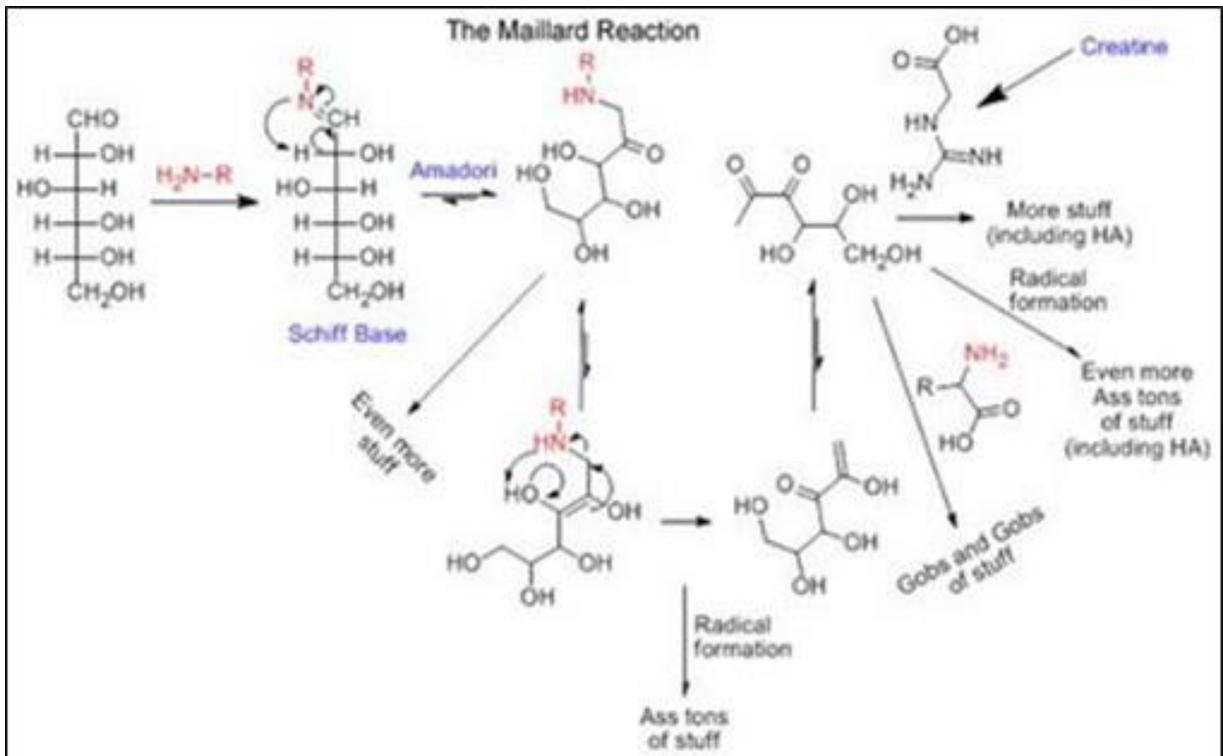
Bila suatu larutan sukrosa diuapkan maka konsentrasinya akan meningkat, demikian juga titik didihnya. Keadaan ini akan terus berlangsung sehingga seluruh air menguap semua. Bila keadaan tersebut telah tercapai dan pemanasan diteruskan, maka cairan yang ada bukan lagi terdiri dari air tetapi cairan sukrosa yang lebur. Titik lebur sukrosa adalah 160°C . Bila gula yang telah mencair tersebut dipanaskan terus sehingga suhunya melampaui titik leburnya, misalnya pada suhu 170°C , maka mulailah terjadi karamelisasi sukrosa. Reaksi yang terjadi bila gula mulai hancur atau terpecah-pecah tidak diketahui pasti, tetapi paling sedikit melalui tahap-tahap seperti berikut: Mula-mula setiap molekul sukrosa dipecah menjadi sebuah molekul glukosa dan sebuah fruktosan (Fruktosa yang kekurangan satu molekul air). Suhu yang tinggi mampu mengeluarkan

sebuah molekul air dari setiap molekul gula sehingga terjadilah glukosan, suatu molekul yang analog dengan fruktosan. Proses pemecahan dan dehidrasi diikuti dengan polimerisasi yang menghasilkan warna kecoklatan.

REAKSI MAILLARD

Reaksi Maillard adalah reaksi yang terjadi antara karbohidrat, khususnya gula pereduksi dengan gugus amina primer. Hasil reaksi tersebut menghasilkan bahan berwarna coklat, yang sering disebut dikehendaki atau kadang-kadang malahan menjadi pertanda penurunan mutu. Reaksi Maillard berlangsung melalui tahap-tahap sebagai berikut:

1. Suatu aldosa bereaksi bolak-balik dengan asam amino atau dengan suatu gugus amino dari protein sehingga menghasilkan basa Schiff.
2. Perubahan terjadi menurut reaksi Amadori sehingga menjadi amino ketosa.
3. Dehidrasi dari hasil reaksi Amadori membentuk turunan-turunan furfuraldehida, misalnya dari heksosa diperoleh hidroksi metil furfural.
4. Proses dehidrasi selanjutnya menghasilkan hasil antara metil α -dikarbonil yang diikuti penguraian menghasilkan reduktor-reduktor dan α -dikarboksil seperti metilglioksal, asetol, dan diasetil.
5. Aldehid-aldehid aktif dari 3 dan 4 terpolemerisasi tanpa mengikutsertakan gugus amino (disebut kondensasi aldol) atau dengan gugusan amino membentuk senyawa berwarna coklat yang disebut melanoidin.



Reaksi Maillard terjadi antara gugus amin (asam amino) dan gula pereduksi (gugus keton atau aldehidnya). Pada akhir reaksi terbentuk pigmen coklat melanoidin yang memiliki bobot molekul besar. Reaksi yang diawali dengan reaksi antara gugus aldehid atau keton pada gula dengan asam amino pada protein ini membentuk glukosilamin. Selain gugus aldehid/keton dan gugus amino, faktor yang memengaruhi reaksi Maillard, adalah suhu, konsentrasi gula, konsentrasi amino, pH, dan tipe gula.

Berkaitan dengan suhu, reaksi ini berlangsung cepat pada suhu 100°C namun tidak terjadi pada suhu 150°C. Kadar air 10-15% adalah kadar air terbaik untuk reaksi Maillard, sedangkan reaksi lambat pada kadar air yang terlalu rendah atau terlalu tinggi. Pada pH rendah, gugus amino yang terprotonasi lebih banyak sehingga tidak tersedia untuk berlangsungnya reaksi ini. Umumnya molekul gula yang lebih kecil bereaksi lebih cepat dibanding molekul gula yang lebih besar. Dalam hal ini, konfigurasi stereokimia juga memengaruhi, misalnya pada sesama molekul heksosa, galaktosa lebih reaktif dibanding yang lain.

Reaksi Maillard telah memberikan perubahan besar pada industri makanan, sebab reaksi ini berpengaruh pada aroma, rasa dan warna, diantaranya: industri pemanggangan kopi dan biji

kokoa, proses pengembangan roti dan kue dan pembakaran sereal dan pemasakan daging. Lebih jauh lagi, produk dari reaksi Maillard ini dapat menyebabkan penurunan nilai gizi secara signifikan. Penurunan kandungan gizi yang penting ini terjadi akibat pembentukan senyawa baru dan mutagenik. Polimer akhir yang dihasilkan telah diketahui sifat-sifat fisik dan kimianya, antara lain: berwarna coklat, memiliki berat molekul besar, mengandung cincin furan dan polimer nitrogen (karbonil, karboksil amina, amida, pirol, indol, azometih, ester, anhidrida, eter, metil dan atau grup hidroksil). Reaksi ini dapat terjadi misalnya saat memanaskan makanan seperti produk roti yang biasanya mengandung 10% total lisin yang akan berubah menjadi pyrrolin. Susu bubuk dapat mengandung 50% lisin dapat membentuk produk amidori yaitu laktulosalysin. Wiley-Blackwell (2012).

PENCOKLATAN AKIBAT VITAMIN C

Vitamin C (asam askorbat) merupakan suatu senyawa reduktor dan juga dapat bertindak sebagai precursor untuk pembentukan warna cokelat nonenzimatik. Asam-asam askorbat berada dalam keseimbangan dengan asam dehidroaskorbat. Dalam suasana asam, cincin lakton asam dehidroaskorbat terurai secara irreversible dengan membentuk suatu senyawa diketogulonati kemudian berlangsung reaksi Maillard dan proses pencoklatan.

PENGHAMBATAN PENCOKLATAN

Pencegahan pencoklatan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

a. Pengurangan oksigen (O_2) atau penggunaan antioksidan, misalnya vitamin C ataupun senyawa sulfit. Antioksidan dapat mencegah oksidasi komponen-komponen fenolat menjadi quinon berwarna gelap. Sulfit dapat menghambat enzim fenolase pada konsentrasi satu ppm secara langsung atau mereduksi hasil oksidasi quinon menjadi bentuk fenolat sebelumnya, sedangkan penggunaan vitamin C dapat mereduksi kembali quinon berwarna hasil oksidasi (o-quinon) menjadi senyawa fenolat (o-difenol) tak berwarna. Asam askorbat selanjutnya dioksidasi menjadi asam dehidroaskorbat. Ketika vitamin C habis, komponen berwarna akan terbentuk

sebagai hasil reaksi polimerisasi dan menjadi produk antara yang irreversibel. Jadi produk berwarna hanya akan terjadi jika vitamin C yang ada habis dioksidasi dan quinon terpolimerisasi.

b. Mengontrol reaksi browning enzimatis dengan menambahkan enzim metiltransferase sebagai penginduksi.

c. Mengurangi komponen-komponen yang bereaksi browning melalui deaktivasi enzim fenolase yang mengandung komponen Cu (suatu kofaktor esensial yang terikat pada enzim PPO). Chelating agent EDTA atau garamnya dapat digunakan untuk melepaskan komponen Cu dari enzim sehingga enzim menjadi inaktif.

d. Pemanasan untuk menginaktivasi enzim-enzim. Enzim umumnya bereaksi optimum pada suhu 30-40°C. Pada suhu 45°C enzim mulai terdenaturasi dan pada suhu 60°C mengalami dekomposisi.

e. Penambahan sulfit. Larutan sulfit bertujuan untuk mencegah terjadinya browning secara enzimatis maupun non enzimatis, selain itu juga sulfit berperan sebagai pengawet. Pada browning non enzimatis, sulfit dapat berinteraksi dengan gugus karbonil yang mungkin ada pada bahan. Hasil reaksi tersebut akan mengikat melanoidin sehingga mencegah timbulnya warna coklat. Sedangkan pada browning enzimatis, sulfit akan mereduksi ikatan disulfida pada enzim, sehingga enzim tidak dapat mengkatalis oksidasi senyawa fenolik penyebab browning. Sulfit merupakan racun bagi enzim, dengan menghambat kerja enzim esensial. Sulfit akan mereduksi ikatan disulfida enzim mikroorganisme, sehingga aktivitas enzim tersebut akan terhambat. Dengan terhambatnya aktivitas enzim, maka mikroorganisme tidak dapat melakukan metabolisme dan akhirnya akan mati. Sulfit akan lebih efektif dalam bentuk yang bebas atau tidak terdisosiasi, sehingga sebelum digunakan sulfit dipanaskan terlebih dahulu. Selain itu, sulfit yang tidak terdisosiasi akan lebih terbentuk pada pH rendah (2,5 – 4), dan pada pembuatan manisan bengkoang ini, pH rendah atau suasana asam diperoleh dari penambahan asam sitrat.

f. Pemberian asam sitrat. Asam sitrat adalah asam trikarboksilat yang tiap molekulnya mengandung tiga gugus karboksilat. Selain itu ada satu gugus hidroksil yang terikat pada atom karbon di tengah. Asam sitrat termasuk asidulan, yaitu senyawa kimia yang bersifat asam dan ditambahkan pada proses pengolahan makanan dengan berbagai tujuan. Asidulan dapat bertindak

sebagai penegas rasa dan warna atau menyelubungi after taste yang tidak disukai. Sifat senyawa ini dapat mencegah pertumbuhan mikroba dan bertindak sebagai pengawet. Asam sitrat (yang banyak terdapat dalam lemon) sangat mudah teroksidasi dan dapat digunakan sebagai pengikat oksigen untuk mencegah buah berubah menjadi berwarna coklat. Ini sebabnya mengapa bila potongan apel direndam sebentar dalam jus lemon, warna putih khas apel akan lebih tahan lama. Asam ini ditambahkan pada manisan buah dengan tujuan menurunkan pH manisan yang cenderung sedang sampai di bawah 4,5. dengan turunnya pH maka kemungkinan mikroba berbahaya yang tumbuh semakin kecil. Selain itu pH yang rendah akan mendisosiasi sulfit dan benzoat menjadi molekul-molekul yang aktif dan efektif menghambat mikroorganisme.

PENUTUP

Kesimpulan :

- Reaksi pencoklatan pada bahan pangan dapat dibagi menjadi dua reaksi utama yaitu pencoklatan enzimatis dan pencoklatan non-enzimatis.
- Pencoklatan enzimatis terjadi pada buah-buahan dan sayuran yang banyak mengandung substrat fenolik, di samping katekin dan turunnya seperti tirosin, asam kafeat, asam klorogenat, serta leukoantosianin dapat menjadi substrat proses pencoklatan.
- Proses browning adalah proses kecoklatan pada buah yang terjadi akibat proses enzimatis oleh polifenol oksidasi.
- Pada jaringan tanaman, enzim PPO (Polifenol Oksidasi) dan substrat dipisahkan oleh struktur sel sehingga tidak terjadi proses browning.
- Proses Browning non-enzimatis disebabkan oleh reaksi pencoklatan tanpa pengaruh enzim, terjadi saat pengolahan berlangsung.
- Reaksi pencoklatan secara non-enzimatis pada umumnya ada dua macam reaksi, yaitu karamelisasi dan reaksi Maillard.
- Reaksi Maillard adalah reaksi yang terjadi antara karbohidrat, khususnya gula pereduksi dengan gugus amina primer.
- Karamelisasi adalah reaksi pyrolisis dari gula, adalah suatu proses pemanasan yang mengakibatkan pecahnya molekul sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa yang diikuti dengan pelepasan molekul air dari glukosa dan fruktosa sehingga menimbulkan warna coklat.

DAFTAR PUSTAKA

Blackweel, Wiley, 2012. *Food Biochemistry and Food Processing*, 2nd (ed). New York

Buckle, K.A., 1987. *Ilmu Pangan*. Universitas Indonesia Press. Jakarta

Eskin, N.A.M., et al, 1991, *Biochemistry of Food*. Academic Press. New York

Fennema, O.W., 1985. *Principle of Food Science, Food Chemistry*, 2nd (ed). Marcel Dekker Inc, New York

<http://www.buzzle.com> diakses pada Desember 2015

Richardson T., 1991. *Enzymes O.R.Ed Food Chemistry Principles on Food Sci., Part 1*. Marcel Dekker Inc. New York

Stuart J. Baum, Charles W.J Scaife, 1975. *Chemistry a Life Science Approach*. Macmillan Publishing Co., Inc. New York