

## POTENSI PENAMBAHAN BERBAGAI JENIS GULA TERHADAP SIFAT SENSORI DAN FISIKOKIMIA ROTI MANIS: REVIEW

Muhammad Adna Ridhani<sup>1</sup>, Irene Prahastiwi Vidyaningrum<sup>1</sup>, Nazihah Nazzala Akmala<sup>1</sup>, Riana Fatihatunisa<sup>1</sup>, Shofi Azzahro<sup>1</sup>, \*Nur Aini.

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Pangan, Jurusan Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman  
Jalan Dr. Soeparno, Purwokerto, 53123, Indonesia

\*Email korespondensi: [nur.aini@unsoed.ac.id](mailto:nur.aini@unsoed.ac.id)

### ABSTRAK

Roti merupakan produk fermentasi dari ragi dan mikroba *Saccharomyces cerevisiae*. Pada roti manis, terdapat perbedaan jenis gula yang digunakan sebagai bahan tambahan. Jenis gula tersebut berupa glukosa, fruktosa dan sukrosa. Fruktosa merupakan gula higroskopis yang juga bersifat gula reduksi sehingga mengikat lebih banyak air sehingga semakin tinggi kadar air suatu produk roti maka semakin tinggi pula nilai aw yang diperoleh. Sukrosa merupakan gula non-reduksi yang memiliki tingkat kemanisan dan higroskopis lebih tinggi dibandingkan gula sederhana lainnya sehingga menghasilkan kalori yang cukup tinggi. Glukosa merupakan gula reduksi yang memiliki ujung rantai berupa gugus aldehyd sehingga berperan dalam dua reaksi selama pemanggangan yaitu reaksi *Maillard* dan reaksi karamelisasi. Sehingga penambahan gula akan berpengaruh terhadap tingkat kemanisan, reaksi browning dan higroskopis.

**Kata Kunci:** fruktosa, glukosa, roti manis, sukrosa

### ABSTRACT

*Bread is a fermented product of yeast and microbes Saccharomyces cerevisiae. In sweet bread, there are different types of sugar used as an additive. These types of sugars are in the form of glucose, fructose and sucrose. Fructose is a hygroscopic sugar which is also a reducing sugar so it binds more water so that the higher the moisture content of a bread product, the higher the aw value is obtained. Sucrose is a non-reducing sugar which has a higher sweetness and hygroscopic level than other simple sugars, so it produces quite high calories. Glucose is a reducing sugar which has a chain end in the form of an aldehyde group so that it plays a role in two reactions during roasting, namely the Maillard reaction and the caramelization reaction. So that the addition of sugar will affect the level of sweetness, browning and hygroscopic reactions.*

**Keywords:** fructose, glucose, sucrose, sweet bread

### 1. Pendahuluan

Roti merupakan produk pangan yang cukup populer di Indonesia. Kandungan gizi yang terdapat pada roti merupakan sumber energi yang bermanfaat bagi tubuh apabila dikonsumsi. Roti dapat dikonsumsi langsung sehingga lebih praktis, mudah dikonsumsi dimana dan kapan saja, dan banyak disukai karena terdapat berbagai varian rasa. Bahan utama dalam pembuatan roti terdiri dari tepung, air, ragi roti, dan garam (Andragogi et al., 2018). Selain itu terdapat bahan tambahan seperti susu, mentega, telur, gula, bahan pelezat berupa coklat dan lain-lain tergantung pada jenis roti.

Roti merupakan produk makanan fermentasi yang menggunakan ragi untuk pengembang dan pembentukan aroma. Ragi adalah mikroorganisme hidup yang berkembang biak dengan cara memakan gula dan

terdapat mikroba utama yaitu *Saccharomyces cerevisiae*. Proses pengembangan adonan yang dilakukan oleh ragi dibantu dengan penggunaan bahan lain yaitu gula sebagai sumber energi. Ragi akan mengubah gula dan karbohidrat yang ada di dalam adonan menjadi gas karbondioksida (CO<sub>2</sub>). Gas inilah yang menjadikan adonan roti menjadi membentuk pori-pori, mengembang, dan aroma yang harum ketika dipanggang. (Ko, 2012).

Bahan baku utama dalam pembuatan roti adalah tepung terigu protein tinggi (*hard wheat*). Menurut (Arif, 2019), tepung terigu *hard wheat* mampu menyerap air dalam jumlah besar, dapat mencapai konsistensi adonan yang tepat, memiliki elastisitas yang baik untuk menghasilkan roti dengan remah halus, tekstur lembut, volume besar, dan mengandung 12-13% protein. Pada tepung terigu terdapat protein gliadin dan glutenin yang apabila tercampur dengan air akan membentuk gluten.

Dengan gluten inilah yang menjadikan roti mengembang ketika proses pembuatannya. Jaringan sel-sel ini juga cukup kuat untuk menahan gas yang dibuat oleh ragi sehingga adonan tidak mengempis kembali (Saragih, 2017)

Glukosa merupakan bentuk karbohidrat yang sederhana atau sering disebut gula sederhana (Andragogi et al., 2018). Dalam suatu makanan biasanya mengandung glukosa, salah satunya pada roti. Glukosa dapat ditemukan pada roti karena biasanya glukosa yang terdapat pada bahan pangan digunakan sebagai bahan tambahan, seperti pada umbi-umbian, buah-buahan bahkan sayur-sayuran. Glukosa biasanya digunakan sebagai bahan tambahan yang bermanfaat sebagai pemanis. Selain itu, glukosa juga dapat bereaksi dengan panas yang menyebabkan reaksi pencoklatan non enzimatik (*browning reaction*) seperti reaksi *Maillard* dan karamelisasi. Reaksi *Maillard* merupakan reaksi yang terjadi antara karbohidrat yang mengandung gula reduksi dengan gugus amina primer yang akan menghasilkan warna coklat atau melanoidin. Hal ini dapat dilihat dari roti, biasanya adonan roti yang dipanggang akan berubah menjadi coklat gelap yang dikarenakan peranan dari gula reduksi yaitu glukosa yang berperan dalam reaksi *Maillard* dan karamelisasi.

Sukrosa adalah gula yang paling sering digunakan dalam sehari-hari yaitu gula pasir. Selain itu, sukrosa juga sering ditemukan pada umbi-umbian, buah-buahan dan makanan lain. Gula sukrosa dapat bereaksi dengan ragi, karena sukrosa memiliki karbohidrat yang berupa gula, gula jenis sukrosa yang merupakan sumber energi. Sehingga ketika sukrosa bereaksi dengan ragi, maka akan mengaktifkan bakteri *Saccharomyces cerevisiae* ketika proses fermentasi adonan roti. Menurut (Anggraeni et al., 2017), gula sukrosa merupakan gula non-reduksi, gula non-reduksi biasanya berperan hanya pada karamelisasi. Sedangkan reaksi *Maillard* biasanya terjadi pada gula reduksi. Sehingga, ketika sukrosa ditambahkan pada roti tidak membuat roti menjadi gelap.

Fruktosa termasuk salah satu gula sederhana yang terdapat dalam makanan alami seperti buah-buahan, madu, sayuran dan biji-bijian (Prahastuti, 2011). Fruktosa dan glukosa termasuk gula reduksi yang mampu membentuk reaksi *Maillard* (kecoklatan) apabila bereaksi dengan protein dan dipicu oleh panas (Winarno, 2004). Fruktosa merupakan salah satu golongan monosakarida yang terdiri atas 6 atom karbon (heksosa) dan mengandung gugus karbonil sebagai keton (Prahastuti, 2011). Manusia mengonsumsi fruktosa dalam bentuk sukrosa dan jarang dalam bentuk bebas (Prahastuti, 2011). Fruktosa yang merupakan gula reduksi akan berperan secara aktif dalam reaksi *Maillard* sehingga dapat mempengaruhi sifat fisikokimia produk akhir roti, seperti berwarna coklat dan juga mempengaruhi tekstur, kadar air, dan aw (Anggraeni et al., 2017).

Tujuan dilakukan penulisan artikel review ini adalah untuk mengetahui perbedaan sifat fisikokimia

pada roti berdasarkan jenis gula yang digunakan sehingga dapat mengetahui penggunaan jenis gula yang tepat untuk membuat roti dengan sifat fisikokimia yang baik dan dapat diterima konsumen.

## 2. Roti

Pemanggangan merupakan salah satu proses pengolahan pangan yang menggunakan media panas dalam upaya pemasakan dan pengeringan bahan pangan. Pemanggangan juga memberikan efek pengawetan karena terjadi inaktivasi mikroba dan enzim serta penurunan Aw (aktivitas air). Proses pemanggangan tersebut menyebabkan perubahan warna, tekstur, aroma dan rasa dari bahan (Haryani et al., 2017).

Menurut Prabawati (2014), perubahan tekstur pada proses pemanggangan roti disebabkan oleh panas yang dialirkan di dalam oven. Dengan adanya panas dari oven, air di dekat permukaan akan menguap. Selanjutnya uap air tersebut akan berpindah ke fase gasnya melalui proses difusi ke dalam produk atau bahkan ke luar melalui sel permukaan produk. Dengan adanya panas dari permukaan dan menuju ke dalam produk, maka uap air yang bertemu dengan uap air yang lebih dingin di pusat produk akan mengalami kondensasi sampai jumlah tersebut berkurang karena adanya pengaruh panas.

Pada proses pemanggangan kandungan air akan menurun yang disebabkan oleh proses perpindahan massa air dari tengah produk ke permukaan. Sedangkan pada permukaan (*crust*), kandungan airnya sangat cepat mengalami penguapan. Sehingga pada saat selesai pemanggangan, kadar air dari bahan sudah banyak yang hilang dan membentuk tekstur roti yang kokoh (Haryani et al., 2017).

Tepung merupakan salah satu bahan dasar dari tepung komposit dan terdiri atas karbohidrat, lemak, protein, mineral, dan vitamin. Tepung berupa partikel padat yang berbentuk butiran halus yang biasanya digunakan untuk bahan baku industri, keperluan penelitian, maupun dipakai dalam kebutuhan rumah tangga (Marbun et al., 2018).

Salah satu jenis tepung yaitu tepung terigu. Tepung terigu merupakan salah satu bahan utama dalam pembuatan roti. Berdasarkan kadar proteinnya tepung terigu digolongkan menjadi tiga yaitu tepung terigu protein rendah, sedang, dan tinggi. Menurut Glissen (2009) dalam Sutriyono et al., 2018 kadar protein tepung terigu protein tinggi (12-14%) dengan kadar gluten basah 33-39%, tepung terigu protein sedang (10-12%) dengan kadar gluten basah 27-33%, dan tepung terigu protein rendah (8-10%) dengan kadar gluten 21-27%.

Tepung terigu protein tinggi dipilih dalam pembuatan roti karena kandungan gluten di dalamnya semakin besar. Kadar protein terigu memiliki korelasi yang kuat dengan kadar gluten. Semakin tinggi kadar protein dalam tepung terigu, maka jumlah gluten akan

semakin besar sehingga adonan roti dapat menangkap air lebih banyak (*Water Holding Capacity*) dan gas karbondioksida (CO<sub>2</sub>).

Gluten adalah protein spesifik yang terdapat pada gandum dan diperlukan untuk meningkatkan elastisitas dan tekstur adonan berbasis karbohidrat (Husniati et al., 2015). Gluten terdiri dari gliadin dan glutenin. Menurut Zilic et al (2011) dalam Prasetya (2017) komposisi gliadin sebesar 30-40% dan 45% glutenin dari total tepung terigu. Glutenin tersusun atas rantai polipeptida tunggal yang diikat oleh ikatan disulfida intermolekuler (Prasetya, 2017). Ketika bercampur dengan air, gliadin dan glutenin berinteraksi membentuk sistein. Sistein termasuk ikatan disulfida kovalen yang berperan dalam pembentukan dan pengembangan adonan viskoelastik serta diperkuat oleh ikatan hidrogen dari air (Husniati et al., 2015). Ketika roti menjadi mengembang selama proses pembuatan, jaringan sel-sel ini juga cukup kuat untuk menahan gas yang dibuat oleh ragi sehingga adonan tidak mengempis kembali (Saragih et al., 2017).

### 3. Ragi

Roti dapat disebut produk fermentasi karena menggunakan ragi untuk pengembangan dan pembentukan rasa serta aroma. Ragi merupakan mikroorganisme bersel tunggal (uniseluler), ukurannya lebih besar dibandingkan sel bakteri, dan dapat berbentuk *sferikal, silindrikal, atau eliptikal*. Ragi berkembang biak dengan membelah diri atau *budding*. Sebagian besar ragi yang digunakan untuk pembuatan roti berasal dari mikroba jenis *Saccharomyces cerevisiae* dan sejumlah spesies ragi yang diisolasi dari kefir seperti *Candida famata*, *Candida sphaerica* dan *Candida kefir*. (Soeparno, 2015).

Ragi dalam pembuatan roti digunakan untuk mengembangkan dan memberi aroma. Proses pengembangan adonan yang dilakukan oleh ragi dibantu oleh penggunaan bahan lain yaitu gula sebagai sumber energi. Ragi mempunyai enzim penting yaitu invertase yang bertanggung jawab terhadap awal aktivitas fermentasi. Enzim ini akan mengubah gula (sukrosa) yang terlarut dalam air menjadi gula sederhana yang terdiri dari glukosa dan fruktosa. Gula sederhana tersebut dipecah menjadi karbondioksida dan alkohol (Yuwono dan waziroh, 2019). Alkohol berkontribusi dalam membentuk aroma roti. Sementara gas yang terbentuk menyebabkan adonan roti mengembang dan menghasilkan roti yang empuk (Saragih et al., 2017). Banyaknya ragi yang ditambahkan membuat adonan semakin mengembang dan roti yang dihasilkan semakin empuk. Namun, penambahan ragi juga akan mempengaruhi warna, rasa, dan tekstur pada roti yang akan dihasilkan.

### 4. Reaksi Maillard

Reaksi *Maillard* adalah reaksi kecoklatan non-enzimatis yang terjadi antara karbohidrat, khususnya

gula pereduksi (gula adosa dan ketosa) dengan gugus amina primer (asam amino, protein atau senyawa lain yang mengandung gugus amin). Reaksi diawali dengan interaksi gula pereduksi dengan gugus amina membentuk senyawa intermediet *N-Substituted glycosylamin*. Senyawa intermediet akan membentuk senyawa intermediet berikutnya yang dapat dipengaruhi oleh suhu, konsentrasi gula, konsentrasi amino, pH, dan tipe gula. Pada akhir reaksi akan menghasilkan pigmen coklat melanoidin yang memiliki bobot molekul besar (Kusnandar, 2019).

Tahapan dalam reaksi *Maillard* diawali dengan kondensasi yang melibatkan reaksi antara gula ketosa atau aldosa dengan gugus amina dan hasil dari reaksi ini adalah basa Schiff. Basa schiff mengalami pembentukan lingkaran dalam senyawa organik yang membentuk aldosisilamin dengan substitusi nitrogen. Akan terjadi penyusunan strukturnya kembali menjadi senyawa intermediet amadori jika gula berupa aldosa atau senyawa intermediet Heyns jika gula pereduksi berupa ketosa. Tahap kedua adalah senyawa intermediet melibatkan dekomposisi ARP (*Amadori Rearrangement Product*) sehingga terbentuk kembali senyawa-senyawa volatil dan non volatil. Pada tahap ini terjadi dehidrasi yang membentuk furfural ataupun redukton. Dalam tahap ARP terjadi juga tahap fisi dengan cara aldolisasi yang kemudian terjadi degradasi Strecker. Tahap terakhir reaksi *Maillard* adalah konversi senyawa karbonil, furfural, produk-produk fisi, dehidroreduktan atau aldehida Strecker menjadi produk berberat molekul tinggi, yaitu melanoidin (Hustiany, 2016). Senyawa melanoidin memiliki manfaat meningkatkan intensitas warna kecoklatan, kandungan antioksidan, dan menutup aroma yang kurang baik.

Reaksi kecoklatan ini berbeda dengan reaksi kecoklatan enzimatik seperti yang terjadi pada buah apel yang dipotong, dimana pencoklatan tersebut yang bertanggung jawab adalah enzim fenoloksidase. Reaksi *Maillard* dapat diinginkan ataupun tidak baik dalam perubahan nilai gizi maupun mutu produk. Produk pangan yang memanfaatkan reaksi *Maillard* dapat ditambahkan glukosa ataupun gula inversi untuk memberikan warna cokelat yang diinginkan (Ko, 2012).

### 5. Reaksi Karamelisasi

Reaksi karamelisasi merupakan reaksi pencoklatan secara non enzimatis. Reaksi karamelisasi terjadi karena adanya interaksi gula-gula pada suhu yang tinggi (80°C) yaitu di atas titik cairnya (Putra, 2016). Reaksi ini terjadi pada pemanasan gula dalam asam, basa, dan pemanasan tanpa adanya air (Sutrisno, 2014). Berbeda dengan reaksi *Maillard* yang terjadi karena adanya air, tetapi keduanya sama-sama menghasilkan perubahan warna menjadi coklat.

## 6. Gula Fruktosa

Karbohidrat termasuk ke dalam senyawa organik yang terdiri dari atom C, H, dan O dengan rumus  $C_n(H_2O)_n$  atau  $(CH_2O)_n$  (Fitriningrum & Susilowati, 2013). Karbohidrat dapat ditemukan di tumbuhan sebagai salah satu bahan untuk sintesis amilum melalui proses fotosintesis. Selain itu, karbohidrat juga dapat ditemukan di binatang yang berperan sebagai sumber energi untuk proses metabolisme binatang (Sediaoetama, 2004). Sehingga dapat dikatakan bahwa karbohidrat banyak bersumber dari tumbuh-tumbuhan dan sebagian kecil berasal dari hewani (Afriza et al., 2019). Karbohidrat dapat digolongkan ke dalam empat kelompok, antara lain monosakarida, disakarida, oligosakarida dan polisakarida. Monosakarida yang sering ditemukan di dalam tumbuhan yaitu glukosa dan fruktosa. Sementara itu, disakarida yang sering dijumpai di dalam tumbuhan antara lain sukrosa, maltosa dan selobiosa (Dwidjoseputro, 1992). Sementara itu, oligosakarida dan polisakarida merupakan jenis karbohidrat yang disusun oleh unit-unit monosakarida dengan susunan rumus umum yang tentunya berbeda (Fitriningrum & Susilowati, 2013).

Beberapa contoh dari jenis karbohidrat tersebut merupakan gula pereduksi (Afriza et al., 2019). Gula pereduksi merupakan gula yang ujungnya mengandung gugus aldehida atau keton bebas sehingga memiliki kemampuan untuk mereduksi senyawa-senyawa penerima elektron (Afriza et al., 2019). Contoh dari gula pereduksi adalah semua monosakarida, yaitu glukosa, fruktosa, dan galaktosa serta golongan disakarida yaitu laktosa dan maltosa (Almatsier, 2004). Winarno (1997) menyatakan bahwa gula memiliki tingkat kemanisan yang berbeda, seperti sukrosa memiliki tingkat kemanisan 100, fruktosa 114, glukosa 69 pada setiap 10% larutan.

Fruktosa adalah monosakarida dengan rumus umum ( $C_6H_{12}O_6$ ) yang berasal dari derivat gula tebu atau bit yang mudah dijumpai dalam buah-buahan dan sayuran (Desmawati, 2017). Berkat kemajuan teknologi, fruktosa dapat diperoleh dalam bentuk *high fructose corn syrup* (HFCS). Fruktosa sering disebut dengan dengan nama levulosa atau gula buah karena sebanyak 1-7% gula yang terkandung dalam buah-buahan merupakan jenis gula fruktosa (Desmawati, 2017). Fruktosa sering digunakan sebagai bahan tambahan dalam pangan contohnya roti. Fruktosa berperan sebagai gula memiliki peranan yang sangat besar dalam proses pengolahan roti, yaitu sebagai makanan ragi, memberi rasa yang khas, mengatur fermentasi, memperpanjang umur roti, menambah kandungan gizi, membuat tekstur roti menjadi lebih empuk, memberikan daya pembasahan pada roti dan memberikan warna coklat yang menarik pada roti (Mudjajanto & Yulianti, 2004).

Pratama et al., (2015) mengungkapkan bahwa fruktosa merupakan gula yang higroskopis. Oleh karena

itu, fruktosa dapat mengikat dan menyerap air dengan mudah. Penggunaan fruktosa akan mempengaruhi kadar air pada produk makanan karena sifatnya yang higroskopis, dimana semakin tinggi konsentrasi gula maka jumlah air yang diikat akan semakin banyak sehingga menyebabkan peningkatan pada kadar air yang terkandung dalam produk (Anggraeni et al., 2017). Kurniasari dan Sudarminto (2015) juga sependapat dengan pernyataan bahwa peningkatan kadar air akan dipengaruhi oleh gula reduksi, terutama fruktosa karena sifatnya yang higroskopis sehingga semakin tinggi kandungan gula reduksi maka air yang terikat oleh gula reduksi akan semakin banyak sehingga kadar air semakin meningkat.

Penambahan gula fruktosa ke dalam pembuatan roti akan memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar air produk akhirnya (Andragogi et al., 2018). Hal ini terjadi akibat fruktosa yang bersifat higroskopis. Sehingga, semakin tinggi kadar fruktosanya maka akan semakin tinggi pula nilai  $a_w$  nya. Hal ini didukung dengan pendapat dari Legowo dan Nurwantoro (2004) bahwa terdapat kecenderungan peningkatan aktivitas air ( $a_w$ ) yang terjadi seiring dengan peningkatan kadar air suatu produk. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar air suatu produk roti maka semakin tinggi pula nilai  $a_w$  yang diperoleh.

Berdasarkan pendapat dari Jones (1977), fruktosa dapat berfungsi untuk membentuk tekstur yang liat dan menurunkan kekerasan pada roti. Hal ini didukung dengan pendapat dari Widayanti et al. (2013), penambahan fruktosa cair dapat menghambat terjadinya proses kristalisasi, selain itu penggunaan fruktosa bersama dengan sukrosa dapat meningkatkan kualitas tekstur roti menjadi lebih baik. Fungsi penambahan gula dalam produk pangan diantaranya untuk memberikan aroma, rasa manis sebagai pengawet, dan memperoleh tekstur tertentu (Mudjajanto & Yulianti, 2004). Penambahan fruktosa ke dalam roti ditujukan untuk melengkapi kebutuhan karbohidrat yang berguna dalam proses pengembangan granula pati bersamaan dengan penyerapan air dan komposisi lainnya (Saragih et al., 2017). Kandungan air yang cukup dan adanya gula sebagai makanan bagi yeast dapat mengubah gula menjadi gas karbondioksida yang kemudian ditahan oleh adonan sehingga adonan bisa mengembang (Rukmana, 2001). Hal ini didukung oleh pendapat Nathanael et al., (2016) yang menyatakan karbohidrat (gula) pada roti adalah sumber energi utama bagi ragi *Saccharomyces cerevisiae*.

Selain sebagai bahan pemberi rasa manis, gula juga digunakan untuk memperbaiki warna dan aroma pada roti akibat proses karamelisasi selama pemanggangan (Saragih et al., 2017). Gula membentuk warna coklat karena adanya reaksi *Maillard* dan karamelisasi. Karamel berasal dari pemanasan gula sehingga dihasilkan produk roti yang memiliki warna

kecoklatan hingga hitam disertai rasa khas yang lezat. Produk hasil reaksi *Maillard* berasal dari pemanasan gula reduksi dan protein (Widyani & Suciaty, 2008). Fruktosa termasuk salah satu gula reduksi yang mampu membentuk reaksi *Maillard* ketika bereaksi dengan protein dan dipicu oleh panas (Winarno, 2004). Reaksi *Maillard* merupakan reaksi yang terjadi antara karbohidrat khususnya gula pereduksi dengan gugus amina primer, dari reaksi tersebut dihasilkan zat berwarna coklat yang disebut melanoidin (Winarno, 2004). Hal ini diperkuat oleh pendapat Catrien et al. (2008), reaksi *Maillard* terjadi karena adanya gula pereduksi seperti fruktosa dan glukosa yang mengandung gugus aldehid atau keton berkondensasi dengan grup amino bebas dari asam amino, peptida, atau protein.

Fruktosa merupakan salah satu jenis gula pereduksi yang akan menghasilkan reaksi *Maillard* dan karamelisasi sehingga menghasilkan warna lebih coklat. Hal tersebut diperkuat oleh pendapat Sari et al., (2013) bahwa fruktosa ambil bagian dalam reaksi *Maillard* dan menyebabkan reaksi pencoklatan. Suhu dan waktu pemanasan saat pembuatan roti dapat mempengaruhi reaksi *Maillard* sebagai pembentuk warna, dimana semakin lama waktu pemanggangan dan suhu yang digunakan semakin tinggi dapat meningkatkan intensitas terjadinya reaksi *Maillard* (Andragogi et al., 2018).

## 7. Gula Sukrosa

Roti manis adalah roti yang terbuat dari proses fermentasi pada adonan yang manis dengan kandungan 10% gula atau lebih. Bahan utama untuk membuat roti manis adalah tepung terigu, ragi, air dan gula. Sedangkan bahan tambahan yang digunakan adalah gula, telur, susu skim, shorthening dan bread improver (Pomeranz dan Shellenberger, 1971, dalam Sarofa, 2014).

Pemberian gula dapat memberikan rasa manis serta dapat memberikan warna dan aroma pada roti, karena terdapat reaksi karamelisasi pada saat proses pemanggangan. Dalam pembuatan roti, peran gula adalah bereaksi dalam pembentukan warna coklat yang diakibatkan oleh reaksi *Maillard* dan karamelisasi. Sehingga reaksi tersebut akan mempengaruhi tekstur, rasa, kesukaan dan aroma. Karamel dihasilkan dari proses pemanasan pada gula secara langsung tanpa adanya reaksi dengan bahan tambahan lainnya. Sedangkan reaksi *Maillard* merupakan reaksi yang dihasilkan dari pemanasan gula reduksi dengan protein (Widyani dan Suciaty, 2008).

Gula sukrosa adalah gula non-reduksi yang menyebabkan proses karamelisasi sehingga menghasilkan warna coklat. Reaksi karamelisasi merupakan reaksi yang melibatkan gula sederhana sehingga dapat terjadi perubahan warna coklat seperti karamel dan membentuk komponen rasa. Pada reaksi karamelisasi tidak membutuhkan gugus amin, berbeda

dengan reaksi *Maillard* yang membutuhkan gugus amin. Selain itu, reaksi karamelisasi juga dapat terjadi pada gula non-reduksi seperti sukrosa. Reaksi karamelisasi terjadi karena adanya pemanasan pada suhu diatas titik leleh. Pada sukrosa biasanya diatas suhu 170°C. Pada karamelisasi memiliki reaksi yang kompleks yang melewati reaksi-reaksi intemediet yaitu reaksi fragmentasi dan inversi yang berakhir dengan membentuk pigmen coklat caramel (Kusnandar Feri, 2019).

Tingkat kemanisan pada gula-gula sederhana memiliki tingkat kemanisan yang berbeda. Pada kelompok oligosakarida atau polisakarida merupakan susunan karbohidrat yang mengandung gula sederhana seperti monosakarida dan disakarida yang dapat memberikan rasa manis. Di antara jenis gula sederhana, yang paling sering digunakan sebagai bahan tambahan pangan sebagai pemanis adalah sukrosa. Tingkat kemanisan pada sukrosa lebih tinggi dibandingkan gula sederhana lainnya seperti laktosa, glukosa, galaktosa, maltosa dan gula invert. Sedangkan fruktosa memiliki tingkat kemanisan yang lebih tinggi daripada sukrosa (Kusnandar Feri, 2019). Hal itu juga dijelaskan oleh Syafutri (2010), sukrosa sebagai bahan pemanis memiliki kandungan kalori yang cukup tinggi yaitu sebesar 400 kalori dalam 100gram bahan.

Sifat higroskopis pada gula sederhana merupakan sifat dalam mengikat air yang disebabkan oleh adanya gugus polihidroksil yang membentuk ikatan hidrogen. Pada gula sederhana memiliki sifat higroskopis yang berbeda, karena dipengaruhi oleh kelembaban relatif (RH) dan suhu lingkungan. Pada sukrosa memiliki sifat higroskopis yang lebih kuat dibandingkan gula lainnya, sehingga dalam mengikat air lebih kuat. Semakin tinggi kadar sukrosa pada suatu bahan makanan, maka kadar airnya semakin rendah (Andragogi, 2018).

## 8. Gula Glukosa

Glukosa adalah monosakarida yang paling banyak terdapat di dalam buah-buahan, tumbuh-tumbuhan, madu, darah, dan cairan binatang (Risoyatiningsih, 2011). Glukosa memiliki 6 atom karbon dalam rantai molekulnya yang salah satu ujung rantai nomer tersebut merupakan gugus aldehid dan nomer 2 sampai nomer 5 adalah gugus chiral serta glukosa memiliki sifat-sifat aldehid (Risoyatiningsih, 2011). Bentuk alami D-glukosa disebut juga dekstroza adalah heksosamono sakarida yang mengandung enam atom karbon dengan berat molekul 180,18 (Yuniwati et al., 2011.) Menurut (Dewi et al., 2018), glukosa merupakan salah satu jenis pemanis makanan dan minuman yang berbentuk cairan, tidak berbau dan tidak berwarna serta glukosa merupakan salah satu produk utama fotosintesis dan merupakan molekul dasar pembuatan pati.

Sumber dari glukosa adalah hasil fotosintesis, hasil hidrolisis pati dan hasil hidrolisis polisakarida atau

disakarida. Proses fotosintesis akan menghasilkan karbohidrat, terutama glukosa, diantara berbagai karbohidrat yang penting dapat dibentuk oleh tumbuhan dari glukosa adalah selulosa, sukrosa dan pati atau amilum. Hidrolisis pati atau amilum akan menghasilkan glukosa (Widiantara, 2018). Menurut (Risoyatiningsih, 2011), pati terdiri dari 2 fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas yaitu fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak larut disebut amilopektin. Selain itu, glukosa juga dapat dihasilkan melalui proses hidrolisis polisakarida atau disakarida baik menggunakan asam atau enzim (Risoyatiningsih, 2011). Menurut (Rahman et al., 2012), hidrolisis sukrosa baik secara enzimatis maupun secara kimia dengan katalis asam bebas akan menghasilkan gula invert yaitu glukosa dan fruktosa.

Glukosa merupakan termasuk dari golongan gula pereduksi karena ujung rantai dari glukosa adalah gugus aldehyd. Gula reduksi adalah gula yang mempunyai kemampuan untuk mereduksi, karena mempunyai gugus aldehyd atau keton bebas (Astuti et al., 2014). Hal ini menjadikan glukosa memiliki peran dalam reaksi *Maillard* dan reaksi karamelisasi (Anggraeni, 2017). Reaksi *Maillard* adalah reaksi antara gula pereduksi dengan asam amino dengan adanya pemanasan (Hustiany, 2016). Namun penambahan ragi juga akan mempengaruhi rasa, tekstur dan warna pada roti yang dihasilkan (Sitepu, 2019). Menurut (Anggraeni, 2017), sifat pereduksi pada gula glukosa memungkinkan menyebabkan sifat fisikokimia yang lebih berwarna coklat serta aroma yang khas dan memiliki kadar air yang sangat rendah.

Menurut (Andragogi et al., 2018), glukosa merupakan gula reduksi yang mampu membentuk reaksi *Maillard* (kecoklatan) apabila bereaksi dengan protein dan dipicu oleh panas. Reaksi *Maillard* meningkat tajam pada suhu yang tinggi dan menyebabkan pencoklatan semakin cepat terjadi (Nurchayani et al., 2019). Hal ini yang mendasari pemanggangan roti menciptakan warna coklat. Selain itu proses reaksi *Maillard* dimana adanya reaksi pencoklatan (*Maillard*) selama pemanggangan menghasilkan aroma produk yang khas dan disukai (Nilasari et al., 2017). Semakin tinggi kadar protein bahan yang digunakan semakin kuat aroma yang dihasilkan dari reaksi *Maillard* (Perdani, Wikanastri Hersoelistyorini, Agus Suyanto, 2018). Ragi roti menggunakan mikroorganisme utama *Saccharomyces cerevisiae*, mikroba inilah yang akan mengkonversi senyawa-senyawa pada adonan sehingga akan terbentuk rasa dan aroma khas roti akibat pembentukan asam, aldehyd dan ester (Sitepu, 2019). Menurut (Sitepu, 2019), rasa manis pada roti tidak hanya bergantung pada gula yang ditambahkan, akan tetapi banyak ragi yang digunakan. Komponen citarasa juga terbentuk sebagai akibat proses karamelisasi gula dan interaksi gula dan protein, selain terjadi juga dekomposisi pati dan pembentukan dekstrin (Hdayati et al, 2016)

Reaksi karamelisasi merupakan suatu proses pencoklatan karena degradasi gula-gula tanpa adanya asam amino atau protein pada suhu tinggi (Nilasari et al., 2017). Sehingga roti dengan penambahan glukosa melalui dua reaksi selama pemanggangan yaitu reaksi *Maillard* dan karamelisasi. Hal ini didukung oleh penelitian dari (Andragogi et al., 2018), glukosa memiliki warna yang lebih gelap karena terjadi 2 reaksi yaitu reaksi *Maillard* dan reaksi karamelisasi. Dengan suhu dan waktu pemanasan merupakan faktor lain yang mempengaruhi reaksi *Maillard* dan karamelisasi ada roti ini (Andragogi et al., 2018).

## 9. Kesimpulan

Roti merupakan produk makanan fermentasi yang menggunakan ragi untuk pengembang dan pembentukan aroma. Ragi adalah mikroorganisme hidup yang berkembang biak dengan cara memakan gula dan terdapat mikroba utama yaitu *Saccharomyces cerevisiae*. Selain sebagai makanan untuk ragi, gula juga berfungsi untuk meningkatkan warna dan aroma akibat proses *Maillard* dan karamelisasi yang terjadi selama pemanggangan.

Penambahan gula fruktosa ke dalam pembuatan roti akan memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar air produk akhirnya (Andragogi et al., 2018). Hal ini terjadi akibat fruktosa bersifat higroskopis. Sehingga, semakin tinggi kadar fruktosanya maka akan semakin tinggi pula nilai aw nya. Selain sebagai bahan pemberi rasa manis, fruktosa juga digunakan untuk memperbaiki warna dan aroma pada roti akibat proses karamelisasi selama pemanggangan (Saragih et al., 2017). Gula membentuk warna coklat karena adanya reaksi *Maillard* dan karamelisasi. Karamel berasal dari pemanasan gula sehingga dihasilkan produk roti yang memiliki warna kecoklatan hingga hitam disertai rasa khas yang lezat. Sementara itu, reaksi *Maillard* terjadi karena adanya gula pereduksi seperti fruktosa yang mengandung gugus aldehyd atau keton berkondensasi dengan grup amino bebas dari asam amino, peptida, atau protein.

Sukrosa merupakan gula non reduksi yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Sukrosa memiliki tingkat kemanisan yang tinggi setelah fruktosa. Pengaruh penambahan sukrosa menyebabkan reaksi karamelisasi yang terjadi karena adanya pemanasan di atas titik leleh yaitu 170°C yang menjadikan warna coklat. Selain itu, sukrosa juga memiliki sifat higroskopis yang kuat sehingga semakin banyak penambahan sukrosa maka kadar air akan semakin rendah.

Glukosa merupakan gula reduksi yang mampu membentuk reaksi *Maillard* apabila bereaksi dengan protein dan dipicu oleh panas. Semakin tinggi kadar protein pada bahan yang digunakan, semakin kuat aroma yang dihasilkan. Kandungan ragi pada roti juga mempengaruhi terbentuknya rasa dan aroma khas roti. Pada reaksi karamelisasi terjadi degradasi gula-gula

tanpa adanya asam amino atau protein di suhu tinggi yang membentuk komponen citarasa pada roti. Roti dengan penambahan glukosa mengalami dua reaksi selama pemanggangan yaitu reaksi *Maillard* dan karamelisasi. Sehingga menyebabkan roti dengan penambahan glukosa memiliki warna yang lebih gelap.

## 10. Daftar Pustaka

- Afriza, R., Perbedaan, A., Gula, K., Dengan, P., Lane, M., Luff, D., Pada, S., & Naga, B. (n.d.). *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Pengelolaan Laboratorium ( Temapela )*.
- Andalas, M. K. (2017). *Pengaruh asupan tinggi fruktosa terhadap tekanan darah*. 40(1), 31–39. <https://doi.org/10.22338/mka.v40.i1.p31-39.2017>
- Andragogi, V., Bintoro, V. P., & Susanti, S. (2018). Pengaruh Berbagai Jenis Gula Terhadap Sifat Sensori dan Nilai Gizi Roti Manis. *Jurnal Teknologi Pangan*, 2(2), 163–167–167.
- Anggraeni, M. (2017). Sifat Fisikokimia Roti Yang Dibuat Dengan Bahan Dasar Tepung Terigu Yang Ditambah Berbagai Jenis Gula. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(1), 52–56. <https://doi.org/10.17728/jatp.214>
- Dewi, N. K. A., Hartiati, A., & Harsojuwono, B. A. (2018). PENGARUH SUHU DAN JENIS ASAM PADA HIDROLISIS PATI UBI TALAS (*Colocasia esculenta* L. Schott) TERHADAP KARAKTERISTIK GLUKOSA. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 6(4), 307. <https://doi.org/10.24843/jrma.2018.v06.i04.p05>
- Fitriyningrum, R., & Susilowati, A. R. I. (2013). *Analisis kandungan karbohidrat pada berbagai tingkat kematangan buah karika ( Carica pubescens ) di Kejajar dan Sembungan , Dataran Tinggi Dieng , Jawa Tengah*. 10(April), 6–14. <https://doi.org/10.13057/biotek/c100102>
- Haryani, Kristinah., Hargono., Handayani, N.A., Ramadani, P., & Rezekia, Dikie. 2017. Substitusi Terigu dengan Pati Sorgum Terfermentasi pada Pembuatan Roti Tawar: Studi Suhu Pemanggangan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 6 (9).
- Hustiany, R. (2016). *Reaksi Maillard Pembentuk Citarasa Dan Warna Pada Produk Pangan* (Issue January 2016).
- Husniati., Nurdjanah, Siti., & Prakasa, Ryan. 2015. Aplikasi Gluten Enkapsulasi pada Proses Pembuatan Mie Tapioka. *Biopropal Industri*. Vol. 6 No. 1: 29-36.
- Jones, N.R. 1977. Uses of Gelatin Edible Products didalam Ward AG dan A. Courts (Eds). *The Science and Technology of Gelatin*. Academic Press, London.
- Kurniasari, D.A., & Yuwono, S.S. 2015. Pengaruh jenis gula merah dan penambahan bawang putih terhadap sifat bumbu rujak manis cepat saji. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(4): 815-823.
- Kusnandar, F. 2019. *Kimia Pangan Komponen Makro*. Bumi Aksara, Jakarta.
- Ko, Sangjin. 2012. *Rahasia Membuat Roti Sehat & Lezat dengan Ragi Alami*. Kawah Media, Jakarta
- Legowo, A.M., Nurwantoro. 2004. Diktat Kuliah Analisis Pangan. Fakultas Peternakan dan Pertanian. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Marbun, E.D., Sinaga, L.A., Simanjuntak, E.R., Siregar, Dodi., & Afriani, Joli. 2018. Penerapan Metode *Weighted Aggregated Sum Product Assesment* dalam Menentukan Tepung Terbaik untuk Memproduksi Bihun. *Jurnal Riset Komputer*. Vol. 5 No. 1.
- Mudjajanto, E. S. & L. N. Yulianti. 2004. *Membuat Aneka Roti*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Nathanael, R. S., R. Efendi, dan Rahmayuni. 2016. Penambahan tepung biji durian (*Durio zibethinus Murr*) dalam pembuatan roti tawar. *Jurnal Faperta* 3 (2): 1 – 15.
- Nilasari, O. W., Susanto, W. H., & Maligan, J. M. (2017). Pengaruh Suhu Dan Lama Pemasakan Terhadap Karakteristik Lempok Labu Kuning ( Waluh ). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 5(3), 15–26.
- Nurcahyani, E., Aniqotun Mutmainah, N., Farisi, S., & Agustrina, R. (2019). Analisis Kandungan Karbohidrat Terlarut Total Planlet Buncis (*Phaseolus Vulgaris* L.) Menggunakan Metode Fenol-Sulfur Secara in Vitro. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 4(01), 73–80. <https://doi.org/10.23960/aec.v4.i1.2019.p73-80>
- Perdani, Wikanastri Hersoelityorini, Agus Suyanto, R. E. P. (2018). Kadar Protein, Aktivitas Antioksidan Dan Sifat Organoleptik Cookies tersubstitusi Tepung Mocaf Dan tepung Kecambah Kacang hijau Kukus. *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 8(April), 11–21.
- Pratama, F., Susanto, W.H., & Purwantiningrum, I. 2015. Pembuatan gula kelapa dari nira terfermentasi alami (kajian pengaruh konsentrasi anti inversi dan natrium metabisulfit). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(4): 1272–1282.
- Prasetya, H.N. 2017. Interaksi Glutenin dan Betalain Ditinjau dari Aspek Molekuler Adonan Disuplementasi Bit Merah (*Beta Vulgaris* L). *Seminar Nasional*.
- Pomeranz & Shelleberger, 1991. *Bread Science & Technology*. AVI. Wesport. Conecticut

24. Putra, N.K. 2016. Upaya Memperbaiki Warna Gula Semut dengan Pemberian Na- Metabisulfit. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 5 (1).
25. Rahman, R. A., Sumarni, N. K., & Rahmat, B. (2012). Optimalisasi Hidrolisis Sukrosa Menggunakan Resin Penukar Kation Tipe Sulfonat. *Jurnal Natural Science Desember*, 1(1), 119–131. <https://bestjournal.untad.ac.id/index.php/ejurnal/fmipa/article/view/1025>
26. Risoyatiningsih, S. (2011). Hidrolisis pati ubi jalar kuning menjadi glukosa secara enzima. *Jurnal Teknik Kimia*, 5(2), 417–424.
27. Rukmana, R. 2001. *Membuat Sosis: Daging Kelinci, Daging Ikan, Tempe Kedelai*. Yogyakarta: Kanisius,
28. Saragih, D. M., & Bintoro, V. P. (2017). *Substitusi Sukrosa dengan Fruktosa pada Proses Pembuatan Roti Berbahan Dasar Tepung Terhadap Sifat Fisikokimia*. 6(3), 129–133.
29. Sari, S.R., Baehaki, A, Lestari, S.D. 2013. Aktivitas antioksidan kompleks kitosan monosakarida. *Fishtech Unsri*. 2(1): 69-73.
30. Sediaoetama, A.D. 2004. *Ilmu Gizi*. Jakarta Timur: Dian Rakyat.
31. Sitepu, K. M. (2019). Penentuan Konsentrasi Ragi Pada Pembuatan Roti. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Agrokompleks*, 2(1), 71–77.
32. Soeparno. 2015. *Properti dan Teknologi Produk Susu*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
33. Sutriyono, Agus., Kusnandar, Feri., & Muhandri Tjahja. 2016. Karakteristik Adonan dan Roti Tawar dengan Penambahan Enzim dan Asam Askorbat pada Tepung Terigu. *Jurnal Mutu Pangan*. Vol. 3(2): 103-110.
34. Sutrisno, C.D.N & Susanto, W.H. 2014. Pengaruh Penambahan Jenis dan Konsentrasi Pasta (Santan dan Kacang) terhadap Kualitas Produk Gula Merah. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol.2 No.1.
35. Syafutri, M. I., Lidiasari, E., dan Indawan, H. 2010. Karakteristik permen Jelly timun Suri (Cucumis melo L.) dengan penambahan sorbitol dan ekstrak kunyit (Curcuma domestika Val.). *J. Gizi dan Pangan* 5(2): 78- 86.
36. Widayanti, A., Naniek, S.R., Rizka, A.D. 2013. Pengaruh Kombinasi Sukrosa dan Fruktosa Cair sebagai Pemanis terhadap Sifat Fisik Kembang Gula Jeli Sari Buah Pare (Momordica charantia L). Farmasi, Fakultas farmasi dan Saina UHAMKA, Jakarta.
37. Widiantara, T. (2018). Pengaruh Perbandingan Gula Merah Dengan Sukrosa Dan Perbandingan Tepung Jagung, Ubi Jalar Dengan Kacang Hijau Terhadap Karakteristik Jenang. *Pasundan Food Technology Journal*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.23969/pftj.v5i1.803>
38. Widyani, R, T. Suciaty. 2008. *Prinsip Pengawetan Pangan*. Cirebon: Swagati-Press.
39. Winarno, F.G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia. Jakarta.
40. Winarno. 2004. *Kimia Pangan Gizi*. Yogyakarta: PT Gramedia.
41. Yang, K., Esculenta, D. (2014). *Tahun Halaman of Nutrition College*. 3.
42. Yuwono, S.S., dan E. Waziroh. 2019. *Teknologi Pengolahan Tepung Terigu dan Olahannya di Industri*. UB Press, Malang.
43. Yousif, M.R.G1 and S. M. Faid. 2014. Effect of Using Different Types of Yeasts on the Quality of Egyptian Balady Bread. *Journal of American Science*, 10 (2):100-109.
44. Yuniwati, M., Ismiyati, D., Kurniasih, R., Kimia, J. T., & Industri, F. T. (n.d.). *DENGAN KATALISATOR ASAM CHLORIDA*.