

Metabolisme Sukrosa Pada Proses Pemasakan Buah Pisang
Yang Diperlakukan Pada Suhu Berbeda
(*Sucrose Metabolism In The Ripening Of Banana Fruit
Treated With Difference Temperatures*)

Sumadi¹⁾, Bambang Sugiharto¹⁾, Suyanto²⁾

¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Biologi FMIPA Universitas Jember

²⁾ Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Jember

ABSTRACT

Sucrose in fruit is generally obtained from the transportation of sucrose resulted from metabolism in leaves, or from the starch hydrolysis in fruit, which then metabolized to sucrose. The objective of this research was to study the metabolism of sucrose in fruit of Cavendish banana. The experiment was performed by treating the mature banana fruit with two difference temperature during the fruit ripening. The temperature treatments were : (1) at room temperature, and (2) at 13°C. The observation was to analyze the fruit texture, carbohydrate content, the activity of sucrose phosphate synthase (SPS), acid invertase (AI), and the sucrose content during fruit which ripening is up to 7th day. The results of this research showed that physiological activity of the fruit treated at the room temperature is relatively higher than that of the colder temperature treatment. There were also decrease carbohydrate content in, along with SPS activity. There were a relatively small increase of IA activity and sucrose content. The result of this study concluded that sucrose metabolism in banana fruit was relatively small.

Keywords : sucrose phosphate synthase, acid invertase sucrose

PENDAHULUAN

Proses pematangan buah pisang merupakan proses pengakumulasian gula dengan merombak pati menjadi senyawa yang lebih sederhana. Tidak seperti buah pada umumnya yang mengakumulasi gula secara langsung dari pengiriman asimilat hasil fotosintesis di daun yang umumnya dikirim ke organ lain dalam bentuk sukrosa (Anderson dan Beardall, 1991).

Pertumbuhan buah pisang ditunjukkan oleh perubahan panjang dan lingkaran buah yang cepat. Selama pertumbuhan buah, berat buah pisang secara individual terus meningkat. Pada saat masak, berat buah dipertahankan selama 2-4 hari, kemudian mulai menurun bersamaan dengan perubahan warna kulit pada saat mulai masak. Berat daging buah sangat rendah pada awal pertumbuhan buah, sedang berat kulit buah sangat tinggi. Dengan semakin masak buah, berat daging buah semakin meningkat, sedang berat kulit berangsur-angsur menurun (Lodth dan Pantastico, 1975). Penurunan ini mungkin karena adanya selulose dan hemiselulose di kulit yang dikonversi ke pati selama peneakan buah. Indikasi ini nampak bahwa setelah 15 hari pertumbuhan buah pisang jenis Cavendish, ratio daging buah terhadap kulit 0,41 dan sesudah 130 hari meningkat menjadi 1,90.

Konsentrasi pati pada daging buah meningkat sampai 70 hari pada masa pertumbuhan buah pisang dan kemudian menurun. Kandungan pati pada buah pisang yang belum masak 20-25% dari total berat segarnya dan sekitar 2-5% saja yang mampu diubah menjadi gula dan sebagian dilepas dalam bentuk gas CO₂ melalui proses respirasi.

Pada awal pertumbuhan buah konsentrasi gula total, gula reduksi dan bukan reduksi sangat rendah. Tetapi saat proses pemasakan, gula total meningkat tajam dalam bentuk glukosa dan fruktosa. Naiknya kadar gula yang tiba-tiba ini dapat digunakan sebagai indeks kimia kemasakan (Lodth dan Pantastico, 1975). Pada saat pemasakan buah terjadi peningkatan respirasi, produksi etilen serta terjadi akumulasi gula, perombakan klorofil dan senyawa lain sehingga buah menjadi lunak (Quazi dan Freebairn, 1970; Krishnamoorthy, 1981). Dikatakan pula oleh Matto *et al.*, 1975, bahwa pelunakan buah disebabkan juga oleh degradasi protopektin tidak larut menjadi pektin yang

larut atau oleh hidrolisis pati dan hidrolisis lemak.

Kecepatan laju respirasi buah akan meningkat dengan meningkatnya suhu, pada suhu 35°C laju respirasi ini akan meningkat tajam, walaupun pada suhu tersebut produksi etilen terhenti (Krishnamoorthy, 1981). Selama pemasakan, pektin yang tidak larut air berkurang dari 0,5% menjadi 0,2%, berat basah dari pektin yang larut air meningkat, kandungan selulosa dan hemiselulosa menurun (Bennet *et al*, 1987; Quazi dan Freebairn, 1970).

Peranan mitokondria pada proses pemasakan buah penting dalam hal respirasi yang mampu menyediakan energi ATP yang akan digunakan untuk membentuk UDP-glukose sebagai penyedia substrat untuk sintesis sukrosa (Solomos dan Laties, 1983). Sebagaimana dijelaskan oleh Anderson dan Beardall, 1991, sukrosa disintesis lewat UDP dan glukosa dalam sitosol. Dari triosa fosfat akan membentuk fruktosa 1,6 difosfat dengan dikatalisis oleh enzim aldolase yang kemudian oleh aktivitas fosfatase menghasilkan fruktosa 6P, yang akan mengalami konfigurasi struktur molekul oleh enzim heksosa-isomerase dan glukosa-P mutase menghasilkan glukosa-1P, lebih lanjut akan membentuk UDP-glukose dengan tersedianya UTP dan dikatalisis oleh UDP glukose pirofosforilase. UDP glukosa akan bergabung dengan fruktosa-6P yang telah terbentuk sebelumnya menghasilkan sukrose 6P yang dikatalisis oleh *Sucrose Phosphate Synthase* (SPS).

Sukrosa juga dapat dibentuk lewat pemecahan pati (Anderson dan Beardall, 1991). Penggabungan karbon berlangsung di dalam jaringan fotosintetik (kloroplas) dan dalam jaringan non fotosintetik (amiloplas). Keberadaan pati di dalam jaringan tersebut tidak dalam periode yang panjang. Bila ekspor triosefosfat ke sitosol tidak dapat diteruskan oleh asimilasi CO₂ misal pada waktu malam, maka pati akan dimobilisasikan dan diekspor. Umumnya produksi triose P dari pati ditimbulkan oleh suatu kondisi di mana ratio ATP/ADP menurun yang biasanya terkait dengan rendahnya triose P dan meningkatnya konsentrasi Pi. Mobilisasi pati ke sukrose umumnya lewat "*starch phosphorilase*" dan enzim lain.

Katalisis oleh "*starch phosphorilase*" menghasilkan glukosa-1P yang lebih lanjut akan diubah menjadi glukosa 6P dan fruktosa 6P oleh enzim glukose P mutase dan heksose isomerase. Dari glukose 1P juga akan dihasilkan UDP glukose oleh UDP glukose pirofosforilase dengan terbentuknya UTP. UDP glukose akan bergabung dengan fruktose 6P menghasilkan sukrose 6P yang dikatalisis oleh SPS. Namun suatu hal yang perlu diperhatikan bahwa proses respirasi buah klimakterik ini meningkat hanya pada waktu awal pemasakan (*ripening*) sampai mencapai puncak klimakterik yang selanjutnya segera diikuti penurunan yang tajam sehingga tidak cukup energi ATP yang dihasilkan sampai buah mudah terinfeksi oleh mikroorganisme (Krishnamoorthy, 1981). Penurunan respirasi ini pada gilirannya juga akan berpengaruh terhadap aktivitas SPS.

METODE

Bahan Penelitian

Penelitian ini dilakukan terhadap buah pisang jenis Cavendish yang telah tua. Buah hasil panen diperlakukan pada suhu kamar dan suhu dingin (13°C) sampai buah mengalami pematangan penuh. Dengan interval pengamatan 2 hari sekali. Kemasakan buah diukur dengan melihat :

1. Perubahan Tekstur Buah

Menggunakan alat penetrometer. Selisih angka pembacaan awal dengan angka pembacaan pada skala penetrometer setelah penetrasi jarum penetrometer, mencerminkan tekstur buah pisang. Tekstur buah dinyatakan dalam satuan mm/50g/10^s

2. Kandungan Pati

Ditentukan dengan menggunakan metode hidrolisis asam (Sudarmadji dkk, 1984). Sampel buah pisang yang telah dihaluskan ditimbang 5g dan ditambahkan 50 ml aquades dan diaduk selama 1 jam. Suspensi disaring dengan kertas saring dan dicuci dengan aquades sampai volume filtrat 250 ml. Filtrat ini mengandung karbohidrat terlarut dan dibuang.

Residu dipindahkan secara kuantitatif dari kertas saring ke dalam erlenmeyer dengan pencucian 200 ml aquades dan ditambahkan 20 ml HCl 25%, lalu dipanaskan diatas penangas air mendidih

selama 2,5 jam. Setelah dingin dinetralkan dengan larutan NaOH 45% dan diencerkan sampai 500 ml, lalu disaring. Tentukan kadar glukosa dari filtrat yang diperoleh, seperti pada penentuan gula reduksi. Berat glukosa dikalikan 0,9 akan menunjukkan berat pati.

3. Kandungan Sukrosa

Sampel buah diekstrak menggunakan etanol 80% (U/U) panas sampai terbentuk pelet berwarna putih. Aliquot yang diperoleh dilakukan pengkonsentrasian dengan menggunakan evaporator pada suhu 40°C. Analisis kandungan sukrosa menggunakan reagen recorsinol, 250 µl reagen recorsinol 0,1% w/v dalam etanol 95% dan 750 µl HCl 30% yang dicampur dengan sampel, kemudian diinkubasikan selama 8 menit. Kandungan sukrosa diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 520 nm dengan membandingkan perubahan warna yang terjadi pada standar sukrosa.

Ekstraksi Protein.

Ekstraksi sampel buah pisang sebanyak 5 gr dengan menggunakan buffer 50 mM Mops-NaOH (pH 7,5), 10 mM MgCl₂, 1 mM EDTA, 5 mM DTT, 0,5 mg/ml BSA (*Bovine Serum Albumine*), 10% PVP (*Polyvinil Pyrolidone*) dari berat sampel dan 2% PEG. Untuk mempermudah hancurnya jaringan buah waktu ekstraksi ditambahkan sedikit "*quart sand*". Setelah halus dilakukan pemisahan dengan sentrifuse pada kecepatan 12.000 rpm pada suhu 4°C selama 5 menit. Bagian yang larut diambil, disaring dengan menggunakan kolom Sephadex 6-25. Larutan yang keluar ditampung dan segera digunakan untuk pengukuran aktivitas enzim.

Aktivitas *Sucrosa Phosphate Synthase* (SPS) dan *Invertase*

Aktivitas enzim diukur menggunakan metode Huber and Huber, 1991, menggunakan larutan yang mengandung 50 mM Mops-NaOH (pH 7,5), 15 mM MgCl₂, 10 mM Fruktose 6P, 10 mM glukose 6P, 10 mM UDPG dan 50 µl sumber enzim dengan inkubasi pada suhu 30 °C. Aktivitas dihentikan dengan cara menambahkan 70 µl 0,5 N NaOH dan dipanaskan pada air mendidih selama 10 menit. Setelah dingin ditambahkan 0,25 ml Resorsinaol 0,1% (w/v) dalam etanol 95% dan 0,75 ml HCl 30%. Kemudian diinkubasikan pada suhu 80°C selama 8 menit. Aktivitas enzim dapat ditentukan dengan membandingkan terhadap standar sukrose pada panjang gelombang 520 nm.

Aktivitas invertase ditentukan menurut metode Arai *et al*, 1991, yaitu menggunakan larutan pengujian yang mengandung 50 mM Mops-NaOH (pH 5,5), 100 mM sukrose dan 50 µl sumber enzim dengan diinkubasi pada suhu 30°C. Aktivitas enzim dihentikan dengan menambah larutan 250 µl reagen somogy dan dipanaskan pada air mendidih selama 20 menit. Selanjutnya setelah dingin ditambahkan 250 µl reagen Nelson dan diencerkan dengan menambah 3,125 ml aquades. Aktivitas enzim diukur dengan membandingkan terhadap standar gula reduksi pada panjang gelombang 760 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada proses pemasakan buah pisang akan terjadi aktivitas fisiologis, seperti meningkatnya aktivitas respirasi pada awal, sebagaimana terjadi pada buah klimakterik. Demikian juga terjadinya degradasi dinding sel, hidrolisis pati yang berakibat pada pelunakan buah/perubahan tekstur. Perubahan tekstur buah pisang dapat dilihat pada Gambar 1 yang menunjukkan bahwa selama proses pemasakan buah pisang berlangsung pula peningkatan pelunakan buah, hanya saja yang diperlakukan pada suhu dingin dapat lebih dihambat dibanding dengan yang diperlakukan pada suhu kamar. Hal ini dapat dimaklumi bahwa proses degradasi enzimatik pada suhu yang lebih tinggi (pada suhu kamar) akan lebih cepat daripada suhu dingin (13°C).

Kemudian bila dilihat dari kandungan pati buah, menunjukkan pola yang menurun selama proses pemasakan buah (Gambar 2) walaupun laju penurunan tersebut berbeda antara yang diperlakukan suhu kamar dan suhu dingin. Penurunan kandungan pati ini menunjukkan adanya proses hidrolisis pati yang sejalan dengan perubahan tekstur buah. Tetapi apakah kemudian penurunan kandungan

pati berarti pula peningkatan biosintesis sukrosa, dapat dilihat pada Gambar 3.

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa, aktivitas SPS hanya berlangsung pada awal proses pemasakan buah, setelah hari kedua aktivitas SPS menurun dengan cepat baik yang diperlakukan suhu dingin dan utamanya yang diperlakukan pada suhu kamar. Hal ini sejalan dengan aktivitas respirasi pada buah klimakterik seperti pisang bahwa aktivitas respirasi meningkat pada awal sampai puncak klimakterik. Setelah itu menurun dengan drastis. Dengan menurunnya aktivitas respirasi tersebut mengakibatkan tidak cukup tersedianya energi yang diperlukan dalam perjalanan sintesis sukrosa seperti dijelaskan sebelumnya. Walaupun pada Gambar 4 masih menunjukkan terjadi pembentukan sukrosa, namun berada pada level yang rendah yaitu dari 10 sampai 15 n mol/ μ l pada suhu dingin dan 15 – 35 nmol/l pada suhu kamar.

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa, aktivitas SPS hanya berlangsung pada awal proses pemasakan buah, setelah hari kedua aktivitas SPS menurun dengan cepat baik yang diperlakukan suhu dingin dan utamanya yang diperlakukan pada suhu kamar. Hal ini sejalan dengan aktivitas respirasi pada buah klimakterik seperti pisang bahwa aktivitas respirasi meningkat pada awal sampai puncak klimakterik. Setelah itu menurun dengan drastis. Dengan menurunnya aktivitas respirasi tersebut mengakibatkan tidak cukup tersedianya energi yang diperlukan dalam perjalanan sintesis sukrosa seperti dijelaskan sebelumnya. Walaupun pada Gambar 4 masih menunjukkan terjadi pembentukan sukrosa, namun berada pada level yang rendah yaitu dari 10 sampai 15 n mol/ μ l pada suhu dingin dan 15 – 35 nmol/l pada suhu kamar.

Gambar 1. : Perubahan tekstur buah pisang selama proses pemasakan buah

Gambar 2. : Perubahan kandungan pati pada proses pemasakan buah

Gambar 3. : Aktivitas SPS selama proses pemasakan buah

Gambar 4. : Pembentukan sukrosa selama proses masak buah

Kemudian bila dilihat dari aktivitas enzim *Acid Invertase* (AI) menunjukkan pola yang meningkat selama proses pemasakan buah baik yang diperlakukan suhu dingin maupun suhu kamar, walaupun pada level yang rendah, hal ini berarti bahwa selama proses pemasakan buah berlangsung juga peruraian sukrosa oleh *Acid Invertase* menghasilkan fruktosa dan glukosa.

Selanjutnya apabila dilihat secara keseluruhan proses pemasakan buah (*ripening*) jelas terjadi perubahan-perubahan fisis maupun khemis. Hal ini tidak lepas dari aktivitas enzim yang ada. Degradasi pati yang terjadi juga berpengaruh terhadap perubahan tekstur buah yang mengarah pada pelunakan buah. Sementara itu sukrosa pada buah pisang sangat kecil kemungkinan diperoleh hasil ekspor metabolisme dari daun, sehingga sukrosa tersebut diperoleh dari metabolisme di buah. Namun dari kenyataan yang ada metabolisme sukrosa di buahpun relatif kecil hal itu dapat dilihat dari aktivitas SPS yang semakin menurun, pembentukan sukrosa yang rendah, disamping itu juga masih terjadi pemecahan sukrosa oleh AI walaupun dalam level yang rendah.

Gambar 5. : Aktivitas AI selama proses masak buah

KESIMPULAN

Dari kenyataan di atas dapat disimpulkan bahwa :

1. terjadi perombakan pati yang berpengaruh pada tekstur buah;
2. metabolisme sukrosa yang relatif kecil;
3. perombakan pati, perubahan tekstur buah dan metabolisme sukrosa dipengaruhi oleh temperatur.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson J. W & J. Beardall, 1991. *Molecular Activities of Plant Cell An Introduction to Plant Biochemistry*, Oxford, Blackwell Scientific Publication : **384**.
- Bennet A. B., G. M. Smith and B.G. Nichols, 1987. Regulation of Climacteric Respiration in Ripening Avocado, *Plant Physiology* **83** : 973-976.
- Biale J. B and R. E. Young, 1981. *Regulation and Ripening in Fruitretrospect and Prospect*, in J. Friend, M. J. C Rhodes, eds., *Recent Advances in the Biochemistry of Fruits and Vegetables*, Academic Press New York : 199.
- Krishnamoorthy H. N., 1981. *Plant Growth Substances*, Tata Mc Grow Hill Publishing Company Limited, New Delhi : **214**.
- Lodth, S. B. and Er. B. Pastastico, 1975. Physicochemical Changes During Growth of Storage Organs, in Er. B. Pastastico (ed). *Post Harvest Physiology Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables*. The Avi Publishing Company Inc, Connecticut : **41-55**.
- Matto A. K., T. Murata, Er. B. Pantastico, K. Chachin, K. Ogata, C . T. Phon, 1975. Chemical Changes During Ripening and senescence, in Er. B. Pantastico (ed) *Post Harvest Physiology Handling and utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables*. The Avi Publishing Company inc, Connecticut : 103-127.
- Palmer J. K., 1971. the Banana in AC. Hulme (ed), *the Biochemistry of Fruit and Their Product*, Volume 2 Academic Press New York : 65-105.
- Quazi M. H. and H. T. Freebairn, 1970. The Influence of Ethylene, Oxygen and Carbon Dioxide on the Ripening of Banana. *Bot. Gaz.* **131**:5-14.
- Solomos T. and G. G. Laties, 1976. Effect of Cyanide abd Ethylene on the Respiration of Cyanide Sensitive and Cyanide Resistant Plant Tissue, *Plant Physiology* **58**:47-50.
- Sudarmadji S., B. Haryono, Suhardi, 1984. *Prosedure Analisa untuk Bahan makanan dan Pertanian*, Libery Yogyakarta.