

MODEL PERUBAHAN GULA BUAH SALAK PONDOKH
(*Salacca edulis* REINW cultivar Pondok) PADA KONDISI ATMOSFER TERMODIFIKASI

MODELING THE DI- AND MONOSACCHARIDE CHANGE OF SALACCA
(*Salacca edulis* REINW cultivar Pondok) FRUIT AT MODIFIED ATMOSPHERE CONDITION

Rofandi Hartanto¹, Budi Rahardjo², Suhardi²

ABSTRACT

The *Salacca* fruits were stored at modified atmospheric condition in the impermeable bottle with the variations of concentration of oxygen at 5, 10, 15, and 20%, carbon dioxide at 0, 5, 10, and 15%, nitrogen at 65, 75, 80, 85 and 95%, and the variations of temperature at 5, 10, 20, and 28°C. The gases within the bottles were replaced weekly.

The results showed that the models of concentration change of sucrose, glucose and fructose i.e. $C_s = 2,392 C_{CO_2}^{-0,064} C_{O_2}^{0,002} \exp(-0,263 t)$, $C_g = 1,575 C_{CO_2}^{-0,014} C_{O_2}^{0,009} \exp(-0,193 t)$, and $C_f = 1,568 C_{CO_2}^{-0,032} C_{O_2}^{0,019} \exp(-0,135 t)$, respectively, were fit to predict its compounds.

Key Word : *Salacca*, modified atmospheric, fructose, glucose, modelling

PENDAHULUAN

Buah salak pondokh (*Salacca edulis* REINW cultivar Pondok) adalah salah satu di antara komoditas khas Indonesia yang mempunyai prospek cukup baik, karena di samping untuk memenuhi pasaran domestik juga dapat ditampilkan sebagai 'exotic fruit' Indonesia untuk memenuhi pasaran ekspor. Buah ini memiliki keistimewaan, yang tidak dimiliki salak varietas lain, yaitu telah berasa manis ketika kondisi buah masih muda. Kelemahannya adalah buah yang disimpan pada suhu kamar akan mulai rusak pada hari ke-14 (Tranggono dkk., 1992). Diperlukan upaya-upaya penanganan pasca panen yang tepat, agar diperoleh masa simpan lebih lama sehingga jangkauan pemasarannya menjadi lebih luas.

Penyimpanan dalam atmosfer termodifikasi merupakan salah satu alternatif untuk penanganan pasca panen buah salak pondokh. Penyimpanan dalam atmosfer termodifikasi berarti memanipulasi komposisi oksigen, karbon dioksida dan nitrogen yang dibuat berbeda dari atmosfer normal untuk penyimpanan produk. Keuntungan penyimpanan dengan cara ini adalah dapat mencegah proses pematangan dan perubahan kimiawi dan fisiologis yang berkaitan dengan proses pematangan ini (Kader, 1980).

Salah satu metabolisme penting yang

mengendalikan pematangan adalah respirasi. Respirasi memainkan peranan utama dalam umur simpan pasca panen, terutama karena alasan-alasan di antaranya: (a) kehilangan substrat; (b) kebutuhan oksigen; (c) produksi karbon dioksida; dan (d) pembebasan energi.

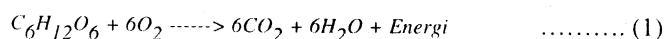
Substrat utama respirasi adalah gula. Dengan mengetahui perubahan gula di dalam produk dapat digunakan untuk menduga penurunan mutu yang telah terjadi selama penyimpanan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menyusun model perubahan gula buah salak pondokh yang disimpan di dalam atmosfer termodifikasi.

Teori

Laju respirasi merupakan petunjuk yang baik untuk daya simpan buah-buahan setelah panen. Produk yang mempunyai laju respirasi yang tinggi biasanya mempunyai umur simpan yang pendek (Pantastico, 1975). Besar kecilnya respirasi dapat diukur dengan menentukan jumlah substrat yang hilang, O₂ yang diserap, CO₂ yang dikeluarkan, panas yang dihasilkan dan energi yang timbul.

Respirasi dapat dikemukakan sebagai persamaan reaksi seperti berikut:



Berdasarkan persamaan kinetik, laju penguraian gula dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{dC_G(t)}{dt} = -k_T C_{O_2}^a C_{CO_2}^b C_G^c \quad \dots\dots\dots (2)$$

Konstanta k_T merupakan konstanta laju reaksi atau konstanta kecepatan perubahan konsentrasi. Konstanta ini dipengaruhi oleh suhu penyimpanan yang dapat dikemukakan dengan persamaan Arrhenius sebagai berikut:

$$k_T = A e^{-\left(\frac{E_{AR}}{R_c T}\right)} \quad \dots\dots\dots (3)$$

Pengaruh suhu dan pengaruh lingkungan penyimpanan yaitu konsentrasi oksigen dan konsentrasi

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung, Lampung
² Staf Pengajar Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

karbondioksida bersama-sama disebut konstanta laju reaksi menyeluruh yang dapat ditulis sebagai berikut:

$$k_L = k_T C_{O_2}^a C_{CO_2}^b \dots\dots\dots (4)$$

Untuk reaksi orde pertama atau $c=1$ dengan lingkungan tetap untuk kurun waktu t , penyelesaian persamaan (2) merupakan konsentrasi gula yang dapat dikemukakan sebagai berikut:

$$C_G(t) = C_{G_0} e^{-k_L t} \dots\dots\dots (5)$$

Sehingga laju perubahan konsentrasi gula pada persamaan (2) dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\frac{dC_G(t)}{dt} = -C_{G_0} k_L e^{-k_L t} \dots\dots\dots (6)$$

Pengaruh konsentrasi udara kemasan terhadap laju respirasi dimodelkan sebagai fungsi eksponensial. Konstanta laju reaksi total dikemukakan sebagai berikut:

$$k_L = R_L e^{-\left(\frac{E_a R}{R_0 T}\right)} e^{R_0 C_{O_2}} e^{R_0 C_{CO_2}} \dots\dots\dots (7)$$

METODA PENELITIAN

Cara Penelitian

- a. Cara Penyimpanan dalam Atmosfer Termodifikasi
 - i. 12 butir buah salak pondoh yang seragam dimasukkan ke dalam botol penyimpan yang volumenya 3300 ml yang tutupnya terdapat bagian untuk mengambil sampel gas.
 - ii. Setelah botol penyimpan ditutup rapat kemudian udara di dalam botol diambil dengan cara dihisap dengan pompa hisap selama 40 detik. Kemudian botol penyimpan yang berisi buah salak pondoh diisi dengan campuran gas dari tabung pencampur gas. Cara membuat campuran gas adalah, mula-mula tabung pencampur gas diisi air penuh. Kemudian gas N₂ dialirkan ke dalam botol pencampur dengan cara mendorong air yang ada di dalamnya. Dengan cara yang sama dimasukkan gas O₂ dan CO₂. Selanjutnya campuran gas ini dimasukkan ke dalam botol penyimpan yang telah berisi buah salak pondoh dengan cara mendorongnya dengan air.
 - iii. Setiap tujuh hari sekali diambil sampel gas untuk analisa gas. Komposisi udara (atmosfer) dan suhu penyimpanan seperti pada Tabel 1.

b. Perubahan gula

Pengaruh konsentrasi CO₂, O₂, dan waktu terhadap perubahan gula dibuat suatu model untuk memprediksi perubahan gula di dalam produk.

Tabel 1. Komposisi Atmosfer dan Suhu Penyimpanan Buah Salak Pondoh Selama Penelitian.

No.	Komposisi Atmosfer *) (CO ₂ : O ₂ : N ₂)	Suhu (°C)
1.	0 : 5 : 95	28
2.	5 : 10 : 85	10
3.	5 : 10 : 85	5
4.	5 : 10 : 85	20
5.	5 : 10 : 85	28
6.	10 : 15 : 75	28
7.	15 : 20 : 65	28
8.	0 : 20 : 65	28
9.	5 : 15 : 80	28
10.	10 : 10 : 80	10
11.	10 : 10 : 80	5
12.	10 : 10 : 80	20
13.	10 : 10 : 80	28
14.	15 : 5 : 80	28

*) Perbandingan dalam persen volum.

c. Analisis Gas

- i. Gas CO₂. Setiap tujuh hari sekali selama enam minggu penyimpanan sampel diambil dari dalam kemasan untuk dianalisis guna menentukan kadar gas CO₂ dalam kemasan, analisis dikerjakan dengan menggunakan kromatograf gas Hewlett Packard 5730 dengan kolom carbosieve SP 60/80 6'x1/8" dan kolom 20% 0,1 carbowax 1500.
- ii. Gas O₂. Pada setiap tujuh hari selama enam minggu penyimpanan sampel diambil dari dalam kemasan untuk dianalisis guna menentukan kadar gas yang terkandung dalam kemasan, analisis dikerjakan dengan menggunakan kromatograf gas Hewlett Packard dengan spesifikasi seperti di atas

d. Analisis Data

Dalam penelitian ini untuk mengetahui apakah model yang dikemukakan dapat diandalkan atau dapat mendekati keadaan sebenarnya, terhadap hasil dugaan dilakukan uji validitas model.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis kandungan sukrosa, glukosa dan fruktosa buah salak pondoh (Gambar 1 sampai dengan Gambar 3) dibuat model untuk menduga perubahan gula di dalam produk.

Pengaruh konsentrasi CO₂, O₂ dan waktu penyimpanan terhadap sukrosa, glukosa dan fruktosa seperti pada persamaan (2) menghasilkan suatu model masing-masing persamaan (8), (9), dan (10) di bawah ini.

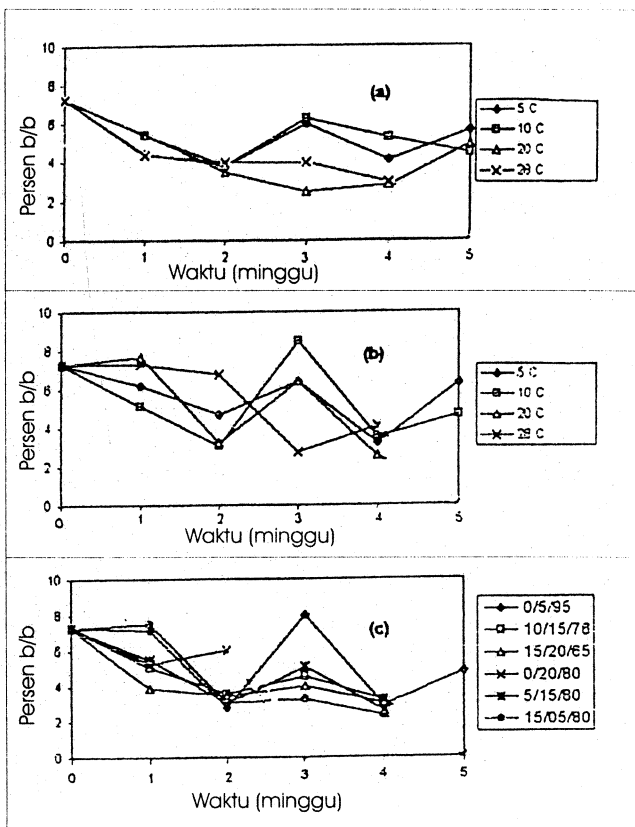
$$C_s = 2,392 C_{CO_2}^{-0,064} C_{O_2}^{0,002} \exp(-0,263 t) \dots\dots\dots (8)$$

$$C_g = 1,575 C_{CO_2}^{-0,014} C_{O_2}^{0,009} \exp(-0,193 t) \dots\dots\dots (9)$$

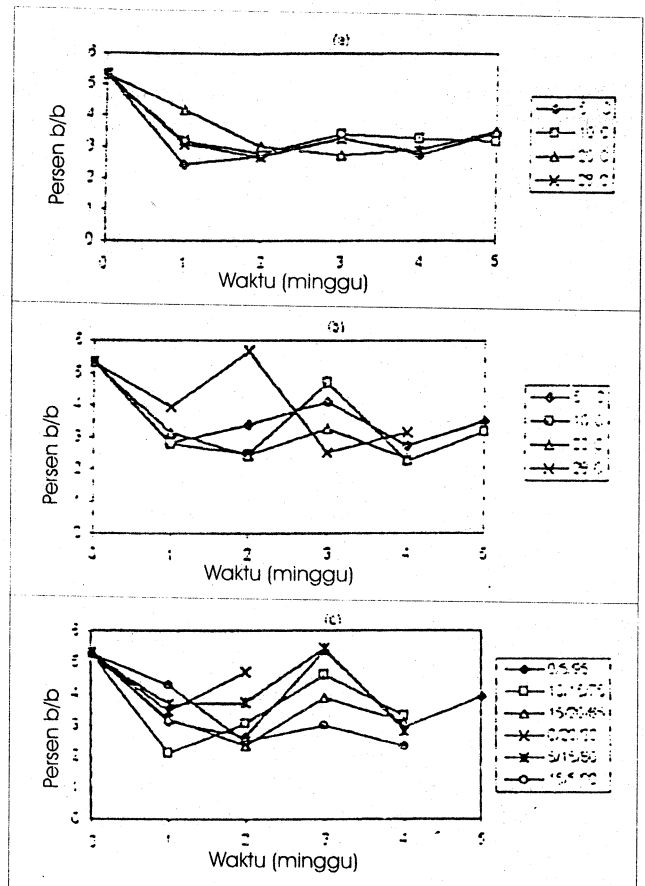
$$C_f = 1,568 C_{CO_2}^{-0,032} C_{O_2}^{0,019} \exp(-0,135 t) \dots\dots\dots (10)$$

Antara observasi dan prediksi mempunyai hubungan cukup erat, karena dari hasil persamaan (8), (9), dan (10) tersebut mempunyai koefisien determinasi (R₂) masing-masing sebesar 0,8756, 0,8485 dan 0,8376.

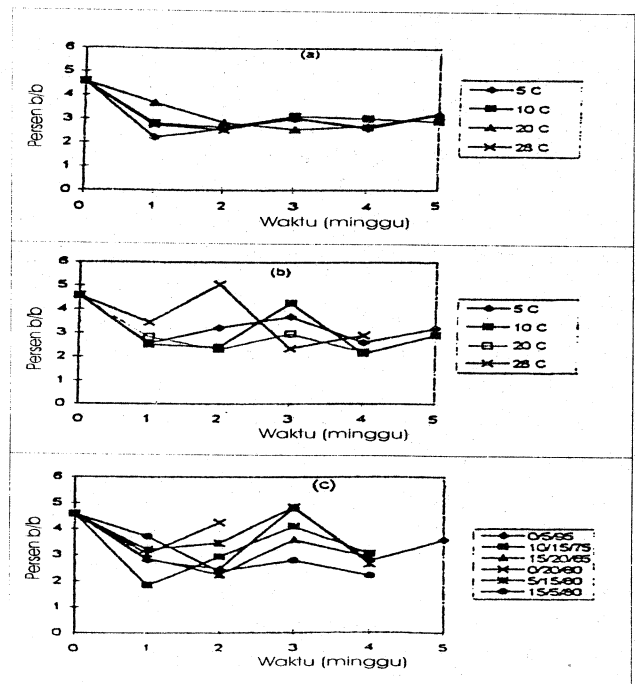
Dalam kondisi segar kandungan terbanyak di dalam buah salak pondoh adalah sukrosa, kemudian diikuti oleh glukosa dan fruktosa. Pada minggu pertama kandungan sukrosa menurun, kecuali pada dua perlakuan yaitu perlakuan 12 (10/10/80 suhu 20 °C), keduanya meningkat dari keadaan mula-mula. Sedangkan kandungan glukosa dan



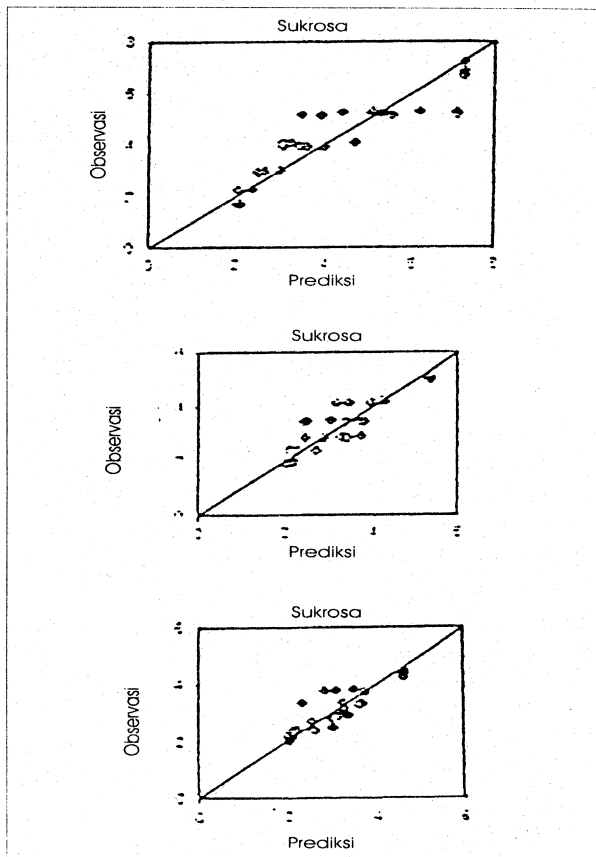
Gambar 1. Perubahan Sukrosa Buah Salak Pondoh Selama Penyimpanan dalam Atmosfer Termodifikasi untuk (a) Kondisi 5/10/85 (b) Kondisi 10/10/80 dan (c) Berbagai Kondisi pada Suhu Kamar.



Gambar 2. Perubahan Glukosa Buah Salak Pondoh Selama Penyimpanan dalam Atmosfer Termodifikasi untuk (a) Kondisi 5/10/85 (b) Kondisi 10/10/80 dan (c) Berbagai Kondisi pada Suhu Kamar.



Gambar 3. Perubahan Fruktosa Buah Salak Pondoh Selama Penyimpanan dalam Atmosfer Termodifikasi untuk (a) Kondisi 5/10/85 (b) Kondisi 10/10/80 dan (c) Berbagai Kondisi pada Suhu Kamar.



Gambar 4. Diagram Pencar Hasil Observasi dan Prediksi Kandungan (a) Sukrosa, (b) Glukosa dan (c) Fruktosa Buah Salak Pondoh yang Disimpan Di Dalam Atmosfer Termodifikasi.

fruktosa semuanya menurun pada minggu pertama. Bahkan terdapat penurunan yang cukup tajam pada keduanya yaitu pada perlakuan 6 (10/15/75 suhu 28 °C).

Untuk minggu-minggu selanjutnya secara umum terjadi penurunan kandungan sukrosa, glukosa dan fruktosa, kecuali pada minggu ke-3 yang hampir semua perlakuan menunjukkan peningkatan. Pada minggu ke-3 ini, hanya dua perlakuan yang menyebabkan penurunan gula, yaitu pada perlakuan 4 (5/10/85 suhu 20 °C) dan perlakuan 8 (0/20/80 suhu 28 °C).

Hingga minggu ke-5 yang tidak mengalami kerusakan berarti adalah perlakuan 2,3 dan 4 (semuanya atmosfer 5/10/85 dengan suhu masing-masing 10, 5 dan 20 °C) serta perlakuan 10 dan 11 (atmosfer 10/10/80 suhu 10 dan 5 °C), dengan rata-rata kandungan gula naik.

Hubungan antara hasil observasi dan prediksi kandungan sukrosa, glukosa dan fruktosa buah salak pondoh dinyatakan dalam diagram pencar Gambar 4.

KESIMPULAN

Perubahan sukrosa, glukosa dan fruktosa buah salak pondoh sebagai fungsi konsentrasi oksigen, karbon dioksida dan waktu yang dimodelkan sebagai

$$C_s = 2,392 C_{CO_2}^{-0,064} C_{O_2}^{0,002} \exp(-0,263 t)$$

$$C_g = 1,575 C_{CO_2}^{-0,014} C_{O_2}^{0,009} \exp(-0,193 t)$$

$$C_f = 1,568 C_{CO_2}^{-0,032} C_{O_2}^{0,019} \exp(-0,135 t)$$

berlaku untuk penyimpanan buah salak pondoh yang disimpan di dalam atmosfer termodifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Deily, K. R. And S. S. H. Rizvi. 1981. Optimization of parameter for packaging of fresh peaches in polymeric films. *J. Food. Proc. Eng.* 5:23.
- Pantastico, Er. B. 1975. *Postharvest Physiology Handling and Utilization of Tropical and Sub-Tropical Fruits and Vegetables.* The AVI Connecticut.
- Rejo, A. 1996. Model Pertukaran Gas CO₂ dan O₂ Buah Salak Pondoh pada Pengemasan Plastik Polyethylene dalam Atmosfer Termodifikasi. Tesis Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Suara Karya. 1998. Busuk Buah Tantangan Agribisnis Salak, ed. 3 Maret.
- Suhardi, Tranggono dan Umar Santoso. 1992. Perubahan Kimia dan Sensori Buah Salak Pondoh Selama Penyimpanan dalam Atmosfer Terkendali. *Agritech Vol. 17 (1):* 12-16.
- Tranggono, Suhardi dan Umar Santoso. 1992. Memperpanjang Umur Simpan Buah Salak Pondoh dengan Penyimpanan dalam Atmosfer Terkendali, PAU Pangan dan Gizi, UGM, Yogyakarta.