

STUDI KANDUNGAN PROTEIN DI *COLUMELLA*, *LOCULAR CAVITY* dan *PERICARP WALL* SELAMA PROSES PEMATANGAN BUAH TOMAT *PLUM* (*Solanum lycopersicum* L. var. *roma*)

STUDY OF PROTEIN CONTENT IN *COLUMELLA*, *LOCULAR CAVITY*, AND *PERICARP WALL* DURING RIPENING PROCESS OF *PLUM* TOMATO FRUITS (*Solanum lycopersicum* L. var. *roma*)

Indah Mayang Ika Permani¹, Zulkifli¹, Martha Lulus Lande¹

¹ Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung
e-mail: iccaindah@ymail.com

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung
Jl. Soemantri Brojonegoro No.1, Bandar Lampung, Lampung, Indonesia, 35145

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan protein *columella*, *locular cavity* dan *pericarp wall* selama proses pematangan buah tomat. Penelitian ini dilaksanakan dalam rancangan acak lengkap dengan satu faktor utama yaitu tingkat kematangan, dan 6 level: *tahap 1 = green*, *tahap 2 = breakers*, *tahap 3= turning*, *tahap 4 = pink*, *tahap 5 = light red*, dan *tahap 6 = full red* dengan 6 ulangan. Parameter dalam penelitian ini adalah nilai tengah kandungan protein. Analisis ragam dan uji BNT dilakukan pada taraf nyata 5%. Kandungan protein diukur dengan metode Biuret. Kandungan protein tertinggi pada *Columella* terjadi pada *tahap 1* ($0,962 \pm 0,054$ mg/g jaringan) dan terendah pada *tahap 3* ($0,523 \pm 0,053$ mg/g jaringan). Kandungan protein tertinggi pada *Locular Cavity* terjadi pada *tahap 1* ($0,991 \pm 0,074$ mg/g jaringan) dan terendah pada *tahap 3* yaitu $0,583 \pm 0,073$ mg/g jaringan. Kandungan protein tertinggi pada *Pericarp Wall* terjadi pada *tahap 1* ($1,066 \pm 0,067$ mg/g jaringan) dan terendah pada *tahap 4* ($0,547 \pm 0,051$ mg/g jaringan). Pola perubahan kandungan protein di *columella* dan *locular cavity* relatif mengikuti pola respirasi klimakterik. Sedangkan *pericarp wall* tidak mengikuti pola respirasi klimakterik. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa *tahap 1* dan *tahap 2* merupakan perioda praklimakterik, awal klimakterik terjadi pada *tahap 3*, dan puncak klimakterik terjadi pada *tahap 5*.

Kata Kunci : *Buah Tomat, columella, locular cavity, pericarp wall*

Abstract

The objective of this research was to know the protein content of *columella*, *locular cavity* and *pericarp wall* during ripening process of tomato fruits. The research was conducted in the completely random design with one primary factor that is ripening stage, and six levels: stage 1 = green, stage 2 = breakers, stage 3= turning, stage 4= pink, stage 5 = light red, and stage 6 = full red with 6 replications. Parameters in this research are the mean of protein content. Analysis of variance and LSD test was conducted at 5 % significant level. Protein content was measured with Biuret methods. The highest protein content in *columella* is at stage 1 ($0,962 \pm 0,054$ mg/g tissue), and the lowest is at stage 3 ($0,523 \pm 0,053$ mg/g tissue). The highest protein content in *locular cavity* is at stage 1 ($0,991 \pm 0,074$ mg/g tissue), and the lowest is at stage 3 ($0,583 \pm 0,073$ mg/g tissue). The highest protein content in *pericarp wall* is at stage 1 ($1,066 \pm 0,067$ mg/g tissue), and the lowest is at stage 4 ($0,547 \pm 0,051$ mg/g tissue). The pattern of protein changing in *columella* and *locular cavity* followed the pattern of climacteric respiration, whereas *pericarp wall* did not follow the pattern of climacteric respiration. Therefore, we concluded that stage 1 and stage 2 were in preclimacteric condition, and the onset of climacteric condition was at stage 3, and the peak was at stage 5.

Keywords : *Tomato fruit, columella, locular cavity and pericarp wall*

PENDAHULUAN

Pematangan buah adalah suatu proses perkembangan yang mengiringi perkembangan biji. Pada buah-buah berdaging (*fleshy fruit*), pematangan buah melibatkan banyak proses fisiologi, meliputi produksi senyawa-senyawa nu-

trien dan aromatik, perubahan dalam warna dan pelunakan *pericarp* (Hyodo *et al*, 2013).

Pematangan buah diprogram secara genetik dan melibatkan perubahan-perubahan struktural, biokimia, dan fisiologi, seperti hidrolisis dinding sel, degradasi dan sintesis pigmen, meta-

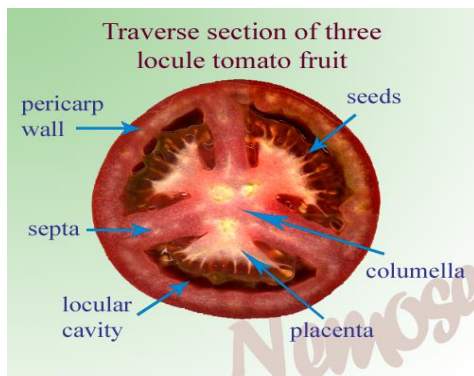
bolisme karbohidrat, dan pembentukkan senyawa-senyawa metabolisme sekunder yang mempengaruhi penampilan, tekstur, rasa, dan aroma (Prasanna *et al*, 2007 and Mworira *et al*, 2011).

Banyak bukti bahwa ekspresi gen-gen spesifik dibutuhkan untuk pematangan normal. Perombakan protein yang telah ada sebelumnya dan sintesis protein yang baru nampaknya sangat penting untuk proses pematangan (Puigjaner *et al*, 1992).

Tomat adalah model yang sangat baik untuk mempelajari perkembangan dan pematangan buah (Hyodo *et al*, 2013). Sebagian besar studi tentang pematangan buah klimakterik yang telah dilakukan menggunakan tomat sebagai buah model karena genom yang relatif kecil, mutan yang telah dikarakterisasi, transformasi genetik mudah dan siklus hidup yang relatif singkat (Li *et al*, 2010).

Buah klimakterik dicirikan oleh peningkatan sintesis etilen pada awal pematangan. Brady and O. Connell (1976) melaporkan bahwa etilen meregulasi gen-gen yang terlibat dalam pematangan dan menunjukkan terjadinya peningkatan laju perombakan protein pada buah pisang.

Buah tomat digolongkan sebagai buah *berry*. Buah berkembang dari *ovary* bunga. Buah tomat berdaging (*fleshy*) karena adanya dinding *pericarp* dan kulit (Heuvelink, 2005).



Gambar 1. Penampang Melintang Buah Tomat (Heuvelink, 2005)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan protein total dari buah tomat. Perbedaan kandungan protein antar tingkat kematangan buah telah diamati baik pada *columella*, *locular cavity* maupun *pericarp wall*.

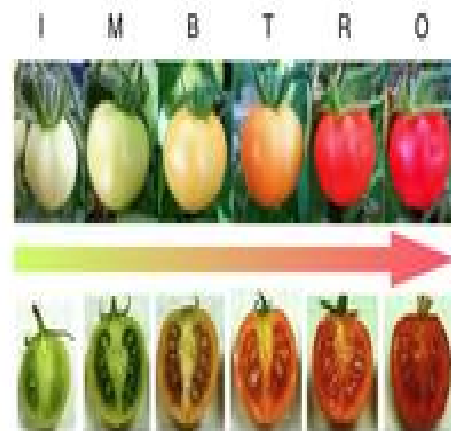
BAHAN dan METODE

1. Material Bahan

Buah-buah tomat (*Solanum lycopersicum* var *roma* L.) yang belum matang atau *tahap 1* diperoleh dari kebun tomat di Gedong Tataan, Desa Berenung, Bandar Lampung.

2. Rancangan Percobaan

Penelitian dilaksanakan dalam rancangan acak lengkap dengan faktor utama atau perlakuan adalah *tahap* kematangan buah dengan 6 taraf yaitu *tahap 1 = all green*, *tahap 2 = breakers*, *tahap 3 = turning*, *tahap 4 = pink*, *tahap 5 = light red*, *tahap 6 = full red*. Masing-masing perlakuan terdiri dari 6 ulangan. Jumlah satuan percobaan adalah 36.



Gambar 2. Tahap Kematangan Buah Tomat (Hyodo *et al*, 2013). (I) immature fruit (green); (M) mature green; (B) breaker; (T) turning; (R) red ripe; (O) overripe.

3. Variabel dan Parameter

Variabel dalam penelitian ini adalah kandungan protein *columella*, *locular cavity*, dan *pericarp wall* buah tomat dari keenam *tahap* kematangan buah tomat. Parameter dalam penelitian ini adalah nilai tengah kandungan protein *columella*, *locular cavity*, dan *pericarp wall* buah tomat dari keenam *tahap* kematangan buah tomat.

4. Penentuan *tahap* Kematangan Buah

Perubahan warna kulit buah tomat diamati dan diambil fotonya setiap hari. Warna kulit buah tomat dicocokkan dengan *United States Standards for Grades of Fresh Tomatoes*.

Tahap 1 = Hijau

Tahap 2 = hijau kekuningan

Tahap 3 = kuning kemerahan

Tahap 4 = kuning genteng

Tahap 5 = merah terang

Tahap 6 = merah

5. Penentuan Kandungan Protein

Kandungan protein ditentukan berdasarkan metoda Biuret, dimana 1 g *columella* ditumbuk dalam mortar sampai halus. Kemudian 10 ml aquades ditambahkan dan ekstrak disaring kedalam erlenmeyer. 10 ml ekstrak *columella* tersebut diteteskan kedalam tabung reaksi. Selanjutnya, 4 ml reagen Biuret ditambahkan kedalam tabung reaksi dan diinkubasi selama 45 menit pada temperatur kamar hingga terbentuk warna biru terang (*light blue*) sampai violet. Absorbansi diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm (Witham, *et.al.*, 1986). Metode yang sama digunakan untuk mengukur kandungan protein *locular cavity* dan *pericarp wall* buah tomat.

6. Pembuatan Kurva Standar

100 mg albumin dilarutkan dalam 10 ml aquades. Selanjutnya, 0; 0,1; 0,2 ; 0,3; 0,6 dan 1 ml larutan albumin diteteskan kedalam 6 tabung reaksi yang sudah dilabel konsentrasi albumin. Volume disesuaikan menjadi 1 ml dengan menambahkan aquades. 4 ml reagen Biuret ditambahkan ke setiap tabung reaksi, diaduk rata dan diinkubasi selama 45 menit pada temperatur kamar hingga terbentuk warna biru terang (*light blue*) sampai violet. Absorbansi diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm. Kurva standar diplot dengan sumbu x sebagai konsentrasi dan sumbu y sebagai absorbansi. Kandungan protein ditentukan berdasarkan kurva standar albumin dan dinyatakan dalam mg/g jaringan (Witham., *et.al.*, 1986).

7. Analisis Data

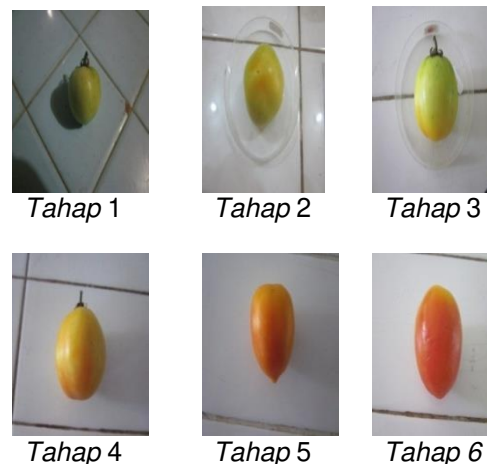
Homogenitas ragam ditentukan berdasarkan uji Bartlett. Data kandungan protein *columella*, *locular cavity*, dan *pericarp wall* dianalisis ragam pada taraf nyata 5%. Jika *tahap* kematangan buah berpengaruh nyata terhadap kandungan protein buah tomat maka dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf 5% untuk mengetahui perbedaan kandungan protein antar *tahap* kematangan buah. Hubungan antara kandungan protein *columella*, *locular cavity* dan *pericarp wall* dengan *tahap* kematangan buah ditentukan berdasarkan regresi.

HASIL dan PEMBAHASAN

1. Warna Kulit Buah Tomat

Perubahan warna kulit buah tomat selama proses pematangan ditunjukkan pada gambar 3. Perubahan warna kulit buah tomat yang diamati selama proses pematangan adalah sesuai dengan *United States Standars for Grades of Fresh Tomatoes*. *Tahap 1* berwarna hijau penuh (*all green*). *Tahap 2* berwarna hijau dengan sedikit oranye (*breakers*). *Tahap 3* dicirikan o-

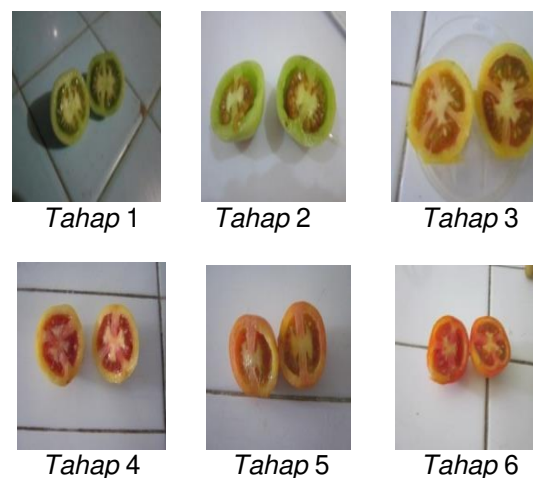
leh meningkatnya warna oranye tetapi warna kulit buah masih didominasi oleh warna hijau (*turning*). *Tahap 4* berwarna oranye. *Tahap 5* berwarna merah (*red*). *Tahap 6* berwarna merah penuh (*full red*).



Gambar 3. Perubahan warna kulit buah tomat selama proses pematangan.

2. Warna Penampang Melintang Buah Tomat

Perubahan warna penampang melintang buah tomat ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Perubahan warna penampang melintang buah tomat selama proses pematangan

Perubahan warna penampang melintang buah tomat yang diamati selama proses pematangan adalah mengikuti perubahan warna kulit buah. *Tahap 1* dicirikan oleh *locular cavity*, *columella*, dan *pericarp wall* berwarna hijau. *Tahap 2* dicirikan oleh *columella* dan *pericarp wall* berwarna hijau, sedangkan *locular cavity* berwarna hijau kekuningan. *Tahap 3* dicirikan oleh warna *pericarp wall*, *columella*, dan *locular cavity* berwarna hijau kekuningan. *Tahap 4* dicirikan oleh warna *pericarp wall* dan *columella* berwarna hijau kemerahan, sedangkan *locular cavity*

berwana merah. *Tahap* 5 dicirikan oleh warna *locular cavity*, *pericarp wall*, dan *columella* berwarna kuning kemerahan. *Tahap* 6 dicirikan oleh warna *locular cavity*, *columella*, dan *pericarp wall* dicirikan oleh warna merah penuh.

3. Kandungan Protein *Columella*

Kandungan protein *columella* pada setiap *tahap* kematangan buah tomat disajikan pada tabel 1.

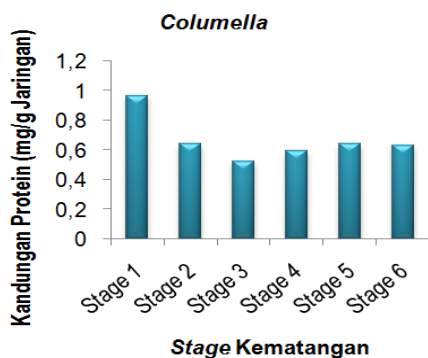
Tabel 1. Kandungan protein *columella* buah tomat

Tahap Kematangan	mg/g jaringan
1. hijau	0,962 ± 0,054 ^a
2. hijau kekuningan	0,644 ± 0,070 ^b
3. kuning kemerahan	0,523 ± 0,053 ^b
4. kuning genteng	0,593 ± 0,056 ^b
5. merah terang	0,644 ± 0,070 ^b
6. merah	0,628 ± 0,049 ^b

Keterangan: Kandungan protein *columella* = $\bar{Y} \pm s_y$. Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf nyata 5%. BNT (0,05) = 0,19

Analisis ragam menunjukkan bahwa *tahap* kematangan buah berpengaruh nyata terhadap kandungan protein *columella*, dan berdasarkan uji BNT kandungan protein *columella* pada *stage* 1 berbeda nyata dari kandungan protein *columella* pada *tahap* lainnya. Tidak ada perbedaan yang nyata dalam kandungan protein antara *columella tahap* 2,3,4,5,dan 6.

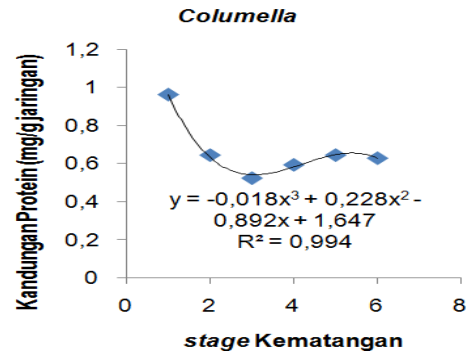
Perubahan kandungan protein *columella* selama proses pematangan buah tomat ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik kandungan protein *columella* pada setiap *tahap* kematangan buah tomat

Grafik menunjukkan bahwa kandungan protein *columella* cenderung menurun sampai *tahap* 3 dan meningkat kembali sampai *tahap* 5 dan kemudian menurun kembali pada *tahap* 6.

Hubungan antara *tahap* kematangan dengan kandungan protein *columella* dalam bentuk persamaan garis ditunjukkan oleh kurva pada Gambar 6.



Gambar 6. Kurva hubungan antara *tahap* kematangan buah dengan kandungan protein *columella* buah tomat

Dari Gambar 6 terlihat bahwa kurva perubahan kandungan protein pada *columella* cenderung mengikuti kurva respirasi klimakterik selama proses pematangan.

4. Kandungan Protein *Locular Cavity*

Kandungan protein *locular cavity* pada setiap *tahap* kematangan buah tomat disajikan pada Tabel 2.

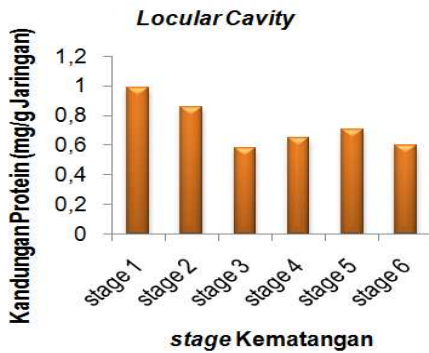
Tabel 2. Kandungan protein *locular cavity* buah tomat

Tahap Kematangan	mg/g jaringan
1. hijau	0,991 ± 0,074 ^a
2. hijau kekuningan	0,856 ± 0,064 ^{ac}
3. kuning kemerahan	0,583 ± 0,073 ^b
4. kuning genteng	0,650 ± 0,019 ^b
5. merah terang	0,704 ± 0,049 ^{bc}
6. merah	0,597 ± 0,054 ^b

Keterangan: Kandungan Protein *Locular Cavity* = $\bar{Y} \pm s_y$. Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf nyata 5%. BNT (0,05) = 0,17

Analisis ragam menunjukkan bahwa *tahap* kematangan buah berpengaruh nyata terhadap kandungan protein *locular cavity* dan berdasarkan uji BNT kandungan protein *locular cavity* pada *tahap* 1 berbeda nyata dari kandungan protein *locular cavity* pada *tahap* 3,4,5, dan 6. Tidak ada perbedaan yang nyata dalam kandungan protein *locular cavity* antara *tahap* 2 dan *tahap* 5, dan antara *tahap* 3,4,5,dan 6.

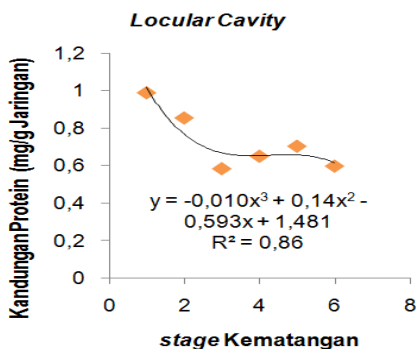
Perubahan kandungan protein *locular cavity* selama proses pematangan buah tomat ditunjukkan pada Gambar 7



Gambar 7. Grafik kandungan protein *Locular Cavity* pada setiap *tahap* kematangan buah tomat

Grafik menunjukkan terjadi penurunan kandungan protein pada *Locular Cavity* sampai *tahap* 3 dan terjadi peningkatan sampai *tahap* 4 dan *tahap* 5 dan kemudian menurun kembali pada *tahap* 6.

Hubungan antara *tahap* kematangan dengan kandungan protein *Locular Cavity* ditunjukkan oleh kurva pada Gambar 8.



Gambar 8. Hubungan antara *tahap* kematangan buah dengan kandungan protein *Locular Cavity* buah tomat.

Dari gambar 8 terlihat bahwa kurva perubahan kandungan protein pada *locular cavity* cenderung mengikuti kurva respirasi klimakterik selama proses pematangan.

5. Kandungan Protein *Pericarp Wall*

Kandungan protein *pericarp wall* pada setiap *tahap* pematangan buah tomat disajikan pada Tabel 3

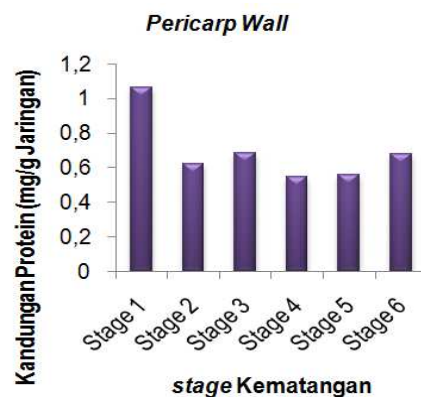
Analisis ragam menunjukkan bahwa *tahap* kematangan buah berpengaruh nyata terhadap kandungan protein *pericarp wall* dan berdasarkan uji BNT kandungan protein *pericarp wall* pada *tahap* 1 berbeda nyata dari kandungan protein *pericarp wall* pada *tahap* 2, 3, 4, 5, dan 6. Tidak ada perbedaan yang nyata dalam kandungan protein *pericarp wall* antara *tahap* 2, 3, 4, 5, dan 6.

Tabel 3. Kandungan protein *pericarp wall* buah tomat

Tahap Kematangan	mg/g jaringan
1. hijau	1,066 ± 0,067 ^a
2. hijau kekuningan	0,622 ± 0,094 ^b
3. kuning kemerahan	0,684 ± 0,124 ^b
4. kuning genteng	0,547 ± 0,051 ^b
5. merah terang	0,558 ± 0,050 ^b
6. merah	0,680 ± 0,055 ^b

Keterangan: Kandungan Protein *Pericarp Wall* = $\bar{Y} \pm s_y$. Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf nyata 5%. BNT (0,05) = 0,24

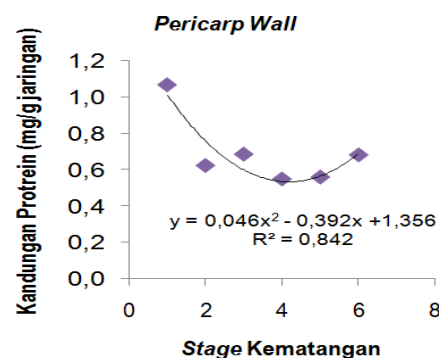
Perubahan kandungan protein *pericarp wall* selama proses pematangan buah tomat ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Kandungan protein *pericarp wall* pada setiap *tahap* kematangan buah tomat.

Grafik menunjukkan terjadi penurunan kandungan protein pada *pericarp wall* sampai *stage* 2 dan meningkat pada *tahap* 3, namun terjadi penurunan pada *tahap* 4 dan kemudian me-ningkat kembali pada *tahap* 5 dan 6.

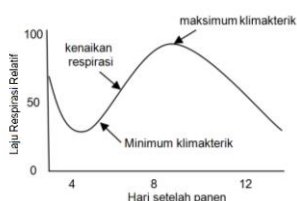
Hubungan antara *tahap* kematangan dengan kandungan protein *Pericarp Wall* ditunjukkan oleh kurva pada Gambar 10.



Gambar 10. Hubungan antara *tahap* kematangan buah dengan kandungan protein *pericarp wall* buah tomat.

Dari Gambar 10 terlihat bahwa kurva perubahan kandungan protein pada *pericarp wall* cenderung tidak mengikuti kurva respirasi klimakterik selama proses pematangan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa warna kulit buah merupakan indikator tingkat kematangan buah tomat. Warna kulit buah tomat berasosiasi dengan tingkat kematangan buah tomat. Secara umum perubahan warna yang terjadi saat proses pematangan buah tomat adalah hilangnya warna hijau pada buah secara gradual, diikuti dengan munculnya warna orange sampai merah (Leopold *et.al*, 1975). Terdapat dua jenis pigmen pada buah tomat yaitu klorofil dan karotenoid. Perubahan warna yang terjadi selama proses pematangan disebabkan oleh degradasi klorofil dan sintesis karotenoid (Millerd *et.al*, 1952). Perubahan warna kulit buah tomat dan penampang melintang buah tomat dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2, yang menunjukkan bahwa selama proses pematangan buah tomat terjadi pula perubahan warna kulit buah dan penampang melintang buah tomat.



Gambar 11. Grafik laju respirasi selama proses kematangan buah klimakterik (Millerd *et. al*, 1952)

Pola perubahan kandungan protein *Columella* dan *Locular Cavity* paralel dengan respirasi klimakterik pada buah klimakterik (Gambar 11). Hal ini menunjukkan bahwa awal klimakterik terjadi pada *tahap* 3 dan puncak klimakterik terjadi pada *tahap* 5. Pada *tahap* 6 terjadi penurunan respirasi klimakterik yang ditunjukkan oleh perubahan kandungan protein.

Pola perubahan kandungan protein pada *Pericarp wall* tidak mengikuti kurva respirasi klimakterik buah klimakterik (Gambar 11). Penurunan kandungan protein berlangsung sampai *tahap* 4 dan mengalami peningkatan sampai *tahap* 6. Hal ini menunjukkan peningkatan kandungan protein pada *Pericarp Wall* berlangsung lebih lambat dibandingkan peningkatan kandungan protein pada *Columella* dan *Locular Cavity*. Karena protein berasosiasi dengan enzim maka perubahan kandungan protein baik pada *columella*, *locular cavity* maupun *pericarp wall* mencerminkan aktivitas enzim di ketiga lokasi tersebut. Kemungkinan, *Columella* dan *Locular Cavity* memiliki aktivitas enzim yang sama, namun berbeda dari aktivitas enzim pa-

da *Pericarp Wall*. Hal ini mencerminkan perbedaan fungsi dan peran *Columella*, *Locular Cavity*, dan *Pericarp Wall* dalam proses metabolisme pematangan buah tomat.

Pada Gambar 11 menunjukkan bahwa laju respirasi buah klimakterik mempengaruhi kandungan protein. Hal ini disebabkan oleh adanya biosintesis etilen pada buah tomat. Pada *tahap* 1 atau fase pertumbuhan memiliki kandungan etilen tertinggi. Pada *tahap* 3 memiliki kandungan etilen terendah. Pada *tahap* 5 mengalami peningkatan kandungan etilen yang ditunjukkan adanya kenaikan respirasi pada grafik. Pada *tahap* 6 atau fase *senescence* mengalami penurunan kandungan etilen dan *tahap* 6 ini merupakan maksimum klimakterik.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada *Columella* dan *Locular Cavity* kandungan protein tertinggi terjadi pada *tahap* 1 dan kandungan protein terendah terjadi pada *tahap* 3 .
2. Pada *Pericarp Wall* kandungan protein tertinggi terjadi pada *tahap* 1 dan kandungan protein terendah terjadi pada *tahap* 4.
3. Pola perubahan kandungan protein *Columella* dan *Locular Cavity* mengikuti pola respirasi buah klimakterik. Sedangkan pola perubahan kandungan protein *pericarp wall* tidak mengikuti pola respirasi buah klimakterik.

DAFTAR PUSTAKA

- Brady, C.J. and O. Connell, P.B. 1976. On the Significance of Increased Protein Synthesis in Ripening Banana Fruit. *Aust J. Plant Physiol.* 3: 301-310.
- Heuvelink, E. 2005. *Tomatoes*. CABI Publishing. London UK. 325 pages.
- Hyodo, H., Terao, A., Furukawa, J. Sakamoto, N. Yurimoto., H. Satoh, S. and Iwai, H. 2013. Tissue Specific Localization of Pectin Ca²⁺ Cross Linkages and Pectin Methyl Esterification during Fruit Ripening in Tomato (*Solanum lycopersicum*). *PLoS ONE*. 8(11): e78949.
- Leopold, A.C. and P.E. Kriedman. 1975. *Fruit Ripening In Plant Growth and Development*. Mc. Graw Hill Book Company. New York. pp 328-334.
- Li, Z., Li, P. and Liu, J. 2010. Effect of tomato internal structure on its mechanical properties and degree of mechanical damage. *African Journal of Biotechnology*. Vol. 9(12), pp. 1816-1826.

- Millerd, A., Bonner, J. and Biale, J.B. 1952. The Climateric Rise in Fruit Respiration as Controlled by Phosphorylative Coupling. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 28: 521-531.
- Mworia, E.G., Yoshikawa, T. Salikon, N., Oda, C., Asiche, W.O., Yokotani, N., Abe, D., Ushijima, K., Nakano, R. and Kubo, Y. 2011. Low Temperature Modulated Fruit Ripening is Independent of Ethylene in 'Sanuki Gold' Kiwi Fruit. *J. Exp. Bot.* 34: 15-25.
- Prasanna, V., Prabha, T.N. and Tharanathan, R.N. 2007. Fruit Ripening Phenomena Overview. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 47: 1–19.
- Puigjaner, E.D., Vendrell, M. and Ludevid, M.D. 1992. Differential Protein Accumulation in Banana Fruit during Ripening. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 98: 157-162.
- Witham, H.F., D.F. Blaydes and R.M. Devlin. 1986. *Exercises in Plant Physiology*. PWS Publisher.