

## The Effect of Ripening on the Titration Results of the Ethylene Content of Kepok Banana Peel (*Musa paradisiaca* L.)

### Pengaruh Pemeraman Terhadap Hasil Titrasi Kandungan Etilen Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.)

Charloq<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Jl. Prof. A Sofyan No.3  
Kampus USU, Medan 20155, Indonesia

\*Corresponding author, email: charloq@usu.ac.id

#### ABSTRACT

*Bananas are one of the climacteric fruits Ethylene is a hormone that play a role in the fruit ripening process during the climacteric phase, to accelerate the ripening process of fruit, to be utilized as a stimulant latex for rubber plants. This study aims to utilize banana peel waste (*Musa paradisiaca* L.) as a source of ethylene. This study used a completely randomized design (CRD) non-factorial that is, green banana skin with ripening 0, 1, 2, 3 days, yellowish green banana peel with ripening 0, 1, 2, 3 days, yellow banana skin with ripening 0, 1,2,3 days. This research was conducted by titration method which was repeated three times. The results showed that the highest ethylene content was found in yellow banana peels with 1 day ripening.*

**Keywords:** ethylene, banana peel color, ripening time

#### ABSTRAK

*Buah pisang merupakan salah satu buah klimaterik. Senyawa etilen adalah hormon yang berperan dalam proses pematangan buah dalam fase klimaterik untuk proses mempercepat pematangan buah, dalam penelitian ini dimanfaatkan menjadi stimulan lateks bagi tanaman karet. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah kulit buah pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) sebagai sumber etilen. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) non faktorial yaitu, kulit pisang warna hijau dengan pemeraman 0, 1,2 ,3 hari, kulit pisang warna hijau kekuningan dengan pemeraman 0, 1,2 ,3 hari, kulit pisang warna kuning dengan pemeraman 0, 1,2 ,3 hari. Penelitian ini dilakukan dengan metode titrasi yang diulang tiga kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan etilen tertinggi terdapat pada kulit pisang warna kuning dengan pemeraman 1 hari.*

**Kata kunci:** etilen, warna kulit pisang, lama pemeraman

#### PENDAHULUAN

Potensi produksi buah pisang di Indonesia memiliki daerah sebaran buah pisang yang luas, hampir seluruh wilayah merupakan daerah penghasil pisang, yang ditanam di pekarangan maupun ladang, dan sebagian sudah ada dalam bentuk perkebunan. Jenis pisang yang ditanam mulai dari pisang untuk olahan (*plantain*) sampai jenis pisang komersial

(banana) yang bernilai ekonomi tinggi (Mai Al-Dairi *et al.*, 2023; Rahayuniati *et al.*, 2021 dan Al-Dairi *et al.*, 2023).

Kulit pisang merupakan bahan buangan (limbah buah pisang) yang cukup banyak jumlahnya. Pada umumnya kulit pisang belum dimanfaatkan secara nyata, hanya dibuang sebagai limbah organik saja atau digunakan sebagai makanan ternak seperti kambing, sapi, dan kerbau (Abdi *et al.*, 2015). Jumlah kulit pisang yang cukup banyak akan memiliki nilai tambah yang menguntungkan apabila bisa dimanfaatkan sebagai bahan stimulant lateks pada penyadapan batang karet. Etilen terlibat dalam banyak aspek produksi lateks, yang menjadikan fitohormon ini sebagai faktor penting. Hal ini juga dilaporkan oleh Jiahong Zhu *et al.*, 2009; Riza *et al.*, 2015 dan Vu *et al.*, 2019, bahwa, etilen sebagai stimulan produksi lateks pada *Hevea brasiliensis*, telah banyak digunakan dalam produksi lateks komersial, stimulasi lateks pada bidang sadap karet oleh karena etilen mendorong aliran lateks yang berkepanjangan dan percepatan metabolisme sukrosa. Pemanfaatan etilen dari ekstrak kulit pisang dan nenas telah diaplikasi pada batang sadap karet sebagai stimulan lateks oleh Sinamo *et al.*, 2014, Andan *et al.*, 2017), melaporkan bahwa ekstrak kulit pisang adalah stimulant yang dapat meningkatkan produksi lateks lebih tinggi dari tanpa stimulant, sementara etilen ekstrak dari kulit nenas mengakibatkan penggumpalan aliran lateks pada alur sadap dan menghasilkan produksi lateks yang rendah. Kandungan hormon etilen sangat dibutuhkan dalam metabolisme lateks untuk memacu peningkatan produksi lateks. Maduwanthi *et al.*, 2019 dan Ge *et al.*, 2017, juga melaporkan bahwa gas etilen (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) adalah suatu jenis bahan yang banyak digunakan sebagai pemicu (*trigger*) proses pematangan, dimana jumlah dan waktu yang tepat dalam pemberiannya juga sangat khas untuk tiap jenis buah klimakterik.

Islam *et al.*, 2018; Lokesh *et al.*, 2014; Gardjito, 2018 dan Chervin, 2020, melaporkan bahwa buah pisang termasuk buah klimakterik yang ditandai dengan meningkatnya laju respirasi pada saat buah menjadi matang, dan hal ini berhubungan dengan meningkatnya laju produksi etilen. Pada buah klimakterik, etilen berperan dalam perubahan fisiologis dan biokimia yang terjadi selama pematangan hal ini didukung oleh (Muthal *et al.*, 2019 dan Moreno *et al.*, 2020) bahwa pemberian etilen eksogen pada buah klimakterik dapat mempercepat proses pematangan dan menghasilkan buah dengan tingkat kematangan yang seragam. Proses pemasakan (penyimpanan) dapat mempercepat pemasakan buah yang mengalami peningkatan respirasi setelah dipanen. Buah mengalami perubahan nyata selama masa pemasakan. Hal ini dapat diamati berdasarkan warna, tekstur, dan tanda fisiologis buah (Muhammad, dkk., (2021)). Pada pemasakan pisang terjadi peningkatan kadar air akibat pemecahan karbohidrat pada saat respirasi, perubahan fisika dan kimia yang terjadi berkaitan dengan metabolisme oksidatif termasuk proses respirasi dan produksi gas etilen (Zakpaa *et al.*, 2010). Berdasarkan uraian tersebut, maka penting bagi penulis untuk melakukan penelitian mengenai kandungan etilen pada kulit pisang kepok pada berbagai tingkat kematangan buah. Proses pemeraman diduga dapat mempercepat pematangan pada buah pisang dan mengalami peningkatan respirasi sehingga dapat diketahui pemeraman berapa hari buah pisang mengandung etilen tertinggi. Berdasarkan uraian ini penulis penting untuk melakukan penelitian tentang kandungan etilen pada kulit pisang kepok pada berbagai tingkat kematangan buah.

## BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit tanaman pisang berwarna hijau, hijau kekuningan, dan kuning sebagai objek penelitian, aquades sebagai campuran larutan, indikator *Thymolphthalein* 0,1% sebagai larutan indikator, larutan NaOH 0,1 N sebagai larutan titer. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisau cutter untuk memotong kulit pisang, blender untuk mengekstrak kulit pisang, gelas ukur untuk mengukur pelarut, kain kasa untuk memisahkan ekstrak dan ampas kulit pisang, sebagai media titrasi antara lain, timbangan analitik sebagai alat menimbang bahan, erlenmeyer sebagai wadah

larutan buret sebagai tempat titrasi dan statif untuk menahan buret (meletakkan buret) pada waktu titrasi, hot plate sebagai untuk memanaskan larutan, labu takar untuk membuat volume larutan, karet penghisap untuk mengambil larutan, pipet tetes untuk mengambil indikator yang akan digunakan pada waktu titrasi.

Rancangan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap Non Faktorial menggunakan 3 ulangan dengan Faktor: Pemeraman Pisang Kepok, terdiri dari P0 = Tanpa Pemeraman, P1 = Pemeraman 1 Hari, P2 = Pemeraman 2 Hari, P3 = Pemeraman 3 Hari. Jumlah ulangan: 3. Jumlah buah pisang seluruhnya :12 buah. Data hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan analisis sidik ragam dengan model linier Rancangan Acak Lengkap non faktorial, dan dilanjutkan dengan uji Duncan ( $\alpha$  5%). Parameter yang diamati: Kandungan etilen pada kulit pisang warna hijau, kandungan etilen kulit pisang warna hijau kekuningan, dan kandungan etilen kulit pisang warna kuning.

#### *Pelaksanaan Penelitian*

Setelah selesai perlakuan pemeraman (penyimpanan), kulit pisang dikupas dari buah pisang yang berwarna hijau, hijau kekuningan, dan kuning. Kemudian kulit pisang sesuai perlakuan masing – masing dipotong – potong hingga berukuran 2 cm x 2 cm. Lalu kulit pisang dengan perlakuan masing – masing tersebut diblender dengan tambahan 200 ml aquades sebagai pelarut, kemudian kulit pisang disaring dengan kain kasa hingga larutan berwarna bening atau bersih dari kotoran dan ditempatkan diwadah masing – masing.

#### *Titirasi kulit pisang*

Pengukuran Kadar Etilen (Iodometric And Iodimetric Titration Methods, Meyiwa, 2020). Ekstrak kulit pisang dengan perlakuan masing – masing ditimbang seberat 0,5 g pada timbangan analitik, kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer 500 ml dan diberi label. Aquades ditambahkan sebanyak 100 ml ke setiap erlenmeyer dan dipanaskan diatas hot plate selama 10 menit dengan suhu 45<sup>0</sup> C untuk menghilangkan asam yang mudah menguap dan untuk melarutkan sampel etilen. Kemudian erlenmeyer didinginkan hingga suhu kamar. Lalu kembali ditambahkan 100 ml aquadest, dan ditambahkan 5 tetes indikator *Thymolphthalein* 0,1 %. Sampel etilen kemudian dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N hingga terbentuk warna biru. Jumlah ml NaOH yang tertitrasi dicatat dan kemudian dimasukkan kedalam perhitungan untuk mendapatkan persentase kadar etilen, dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Ethylene Content} = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times \left(\frac{0,1486}{2}\right) \times 87}{\text{sample grams}}$$

V1 = ml. Example titrant

V2 = ml. Blank titrant (0.5)

N = Normality of NaOH

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Data hasil pengamatan parameter disajikan pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3 dibawah ini:

**Tabel 1. Kandungan etilen pada kulit pisang warna hijau (ppm)**

Perlakuan	Ulangan			Rataan
	I	II	III	
P0	0,19	0,26	0,13	0,19
P1	0,26	0,19	0,32	0,26
P2	0,32	0,07	0,26	0,22

P3	0,26	0,13	0,19	0,19
Rataan	0,26	0,16	0,23	0,22

Tabel 2. Kandungan etilen pada kulit pisang warna hijau kekuningan (ppm)

Perlakuan	Ulangan			Rataan
	I	II	III	
P0	0,19	0,19	0,13	0,17
P1	0,19	0,19	0,19	0,19
P2	0,32	0,19	0,13	0,22
P3	0,26	0,26	0,19	0,24
Rataan	0,24	0,21	0,16	0,2

Tabel 3. Kandungan etilen pada kulit pisang warna kuning (ppm)

Perlakuan	Ulangan			Rataan
	I	II	III	
P0	0,26	0,19	0,19	0,22
P1	0,45	0,26	0,19	<b>0,30</b>
P2	0,26	0,26	0,13	0,22
P3	0,39	0,19	0,26	0,28
Rataan	0,34	0,23	0,19	0,25

Perlakuan yang terbaik ialah pada perlakuan kulit pisang berwarna kuning dengan pemeraman 1 hari memiliki persentase kandungan etilen 0,30 %. Hasil ini menunjukkan bahwa kulit pisang berwarna kekuningan memiliki tingkat laju respirasi optimal sehingga jumlah kandungan etilen menjadi lebih tinggi daripada kulit berwarna hijau dan hijau kekuningan, hasil ini didukung oleh Karen (2010) dan Frank Veroustraete (2016) dan Song *et al.*, 2025 dan Kathirvelan & Vijayaraghavan, (2017), melaporkan bahwa buah pisang termasuk buah klimakterik yang ditandai dengan meningkatnya laju respirasi pada saat buah menjadi matang, dan hal ini berhubungan dengan meningkatnya laju produksi etilen.

Seiring dengan laporan Sophie (2016 dan Bhatla *et al.*, 2018) bahwa untuk jenis buah klimakterik, pematangan tidak hanya ditandai oleh pergeseran metabolisme tetapi fase pematangan dipercepat tajam dengan peningkatan respirasi, etilen dan hormon tumbuhan lainnya. Pada pisang, perubahan komposisi dan warna kulit selama pasca panen dan penyimpanan merupakan hal yang penting karena pisang merupakan buah klimakterik. Senada dengan laporan Sophie (2016) bahwa pada jenis buah klimakterik, pemasakan tidak hanya ditandai dengan perubahan metabolisme saja, namun fase pemasakan dipercepat secara tajam oleh peningkatan respirasi, etilen dan hormon tanaman lainnya.

Etilen dapat memenuhi syarat sebagai hormon karena dapat mempengaruhi proses fisiologis tanaman, diproduksi oleh tanaman dan bersifat mobile dalam tanaman serta merupakan senyawa organik (Yoshihiro *et al.*, 2013 dan Paramita, 2010). Tingkat produksi etilen erat kaitannya dengan aktivitas respirasi yaitu banyaknya oksigen yang digunakan dalam kehidupan, jika produksi etilen banyak maka aktivitas respirasi meningkat ditandai dengan meningkatnya penggunaan oksigen oleh tanaman, hal ini sesuai dengan laporan dari Amir *et al.*, 2010 dan Hailu *et al.*, 2013), bahwa semakin tinggi produksi etilen maka semakin tinggi pula aktivitas respirasi yang ditandai dengan semakin banyaknya oksigen yang diserap.

## KESIMPULAN

Kadar etilen tertinggi hasil titrasi terdapat pada perlakuan kulit pisang kepek kuning dengan pemeraman 1 hari sebesar 30 ppm.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih telah memberi izin fasilitas Laboratorium kepada Balai Penelitian Karet Sungei Putih Kecamatan Galang Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdi C., R. M. Khair & M. W. Saputra. (2015). Pemanfaatan limbah kulit pisang kepok (*Musa acuminata* L.) Sebagai karbon aktif untuk pengolahan air sumur Kota Banjar Baru: Fe dan Mn. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 1 (1):8-15, 2015.
- Adriano Arriel Saquet, Josef Streif. (2017). Respiration rate and ethylene metabolism of 'Jonagold' apple and 'Conference' pear under regular air and controlled atmosphere. *Post Harvest Technology – Article. Bragantia, Campinas*, v. 76, n. 2, p.335-344, 2017.
- Al-Dairi, M., Pathare, P. B., Al-Yahyai, R., Jayasuriya, H., & Al-Attabi, Z. (2023). Postharvest quality, technologies, and strategies to reduce losses along the supply chain of banana: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 134, 177-191.
- Amir H, Keivan S, Naimeh E, Hossein B, & Sahar F. (2010). Studies on the Respiration Rate of Banana Fruit Based on Enzyme Kinetic, 2010. *International Journal of Agriculture and Biology* 12(1):1560-8530. ISSN Print: 1560–8530; ISSN Online: 1814–9596 09–208/AWB/2010/12–1–145–149.
- Andan R P Galingging, Charloq, Ferry Ezra T. Sitepu. (2017). Respon produksi lateks dalam berbagai waktu aplikasi pada klon karet metabolisme tinggi terhadap pemberian stimulan etilen ekstrak kulit pisang. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU* E-ISSN No. 2337- 6597 Vol.5.No.2, April 2017 (55): 454- 461
- Amir H, Keivan S, Naimeh E, Hossein B, & Sahar F. (2010). Studies on the respiration rate of banana fruit based on enzyme kinetic. *International Journal of Agriculture and Biology* 12(1):1560-8530. ISSN Print: 1560–8530; ISSN Online: 1814–9596 09–208/AWB/2010/12–1–145–149.
- Bhatla, S. C., A. Lal, M., Shakya, R., & A. Lal, M. (2018). Fruit development and ripening. *Plant physiology, development and metabolism*, 857-883.
- Chervin, C. (2020). Should starch metabolism be a key point of the climacteric vs. non-climacteric fruit definition?. *Frontiers in Plant Science*, 11, 609189.
- Frank V., 2016. Can Ethylene, a Simple Gaseous Hydrocarbon, Be Considered As a Plant Hormone Or As an Ozone Antagonist?. *Photobiology And Plant Physiology Vol 2*: pp. 4 - 11.
- Gardjito, M., & Swasti, Y. R. (2018). Fisiologi pascapanen buah dan sayur. *UGM PRESS*. ISBN: 978-979-420-945-5. Gadjah Mada University Press.
- Ge, Y., Hu, K. D., Wang, S. S., Hu, L. Y., Chen, X. Y., Li, Y. H., ... & Zhang, H. (2017). Hydrogen sulfide alleviates postharvest ripening and senescence of banana by antagonizing the effect of ethylene. *PLoS One*, 12(6), e0180113.
- Hailu M., TS. Workneh., D. Belew. Review on post harvest technology of banana fruit. *African Jurnal of Biotechnology* Vol.12 No.7 (2013).
- Hartono, A. dan P. B. H. Janu. (2013). Pelatihan pemanfaatan limbah kulit pisang sebagai bahan dasar pembuatan kerupuk. Seri Pengabdian Masyarakat 2013, *Jurnal Inovasi dan Kewirausahaan*, Vol. 2, No. 3, September 2013, Hal. 198-203.
- Islam Md. Nazibul , M. Y.Imtiaz , S. S. Alam, F. Nowshad , Swarit Ahmed Shadman & Mohidus Samad Khan, 2018. Artificial ripening on banana (*Musa Spp.*) samples: Analyzing ripening agents and change in nutritional parameters. *Cogent Food & Agriculture* (2018), 4: 1477232.
- Jiahong Z. & Z. Zhangcorresponding, 2009. Ethylene stimulation of latex production in *Hevea brasiliensis*. *Plant Signal Behav.* 4(11): 1072–1074. doi:4161/psb.4.11.9738.

- Kader A.A. 2013. Postharvest technology of horticultural crops : An Overview. From Farm to Fork. University of California. *Enthiop J. Appl. Sci. Technol.* (Special Issue No.1):1-8 (2013).
- Karen Klotz Fugate, Jeffrey C. Suttle, Larry G. Campbell. Ethylene production and ethylene effects on respiration rate of postharvest sugarbeet roots, 2010. *Postharvest Biology and Technology*. Volume 56, Issue 1, April 2010, Pages 71-76.
- Kathirvelan, J., & Vijayaraghavan, R. (2017). An infrared based sensor system for the detection of ethylene for the discrimination of fruit ripening. *Infrared Physics & Technology*, 85, 403-409.
- Islam Md. Nazibul, Mollik Yousuf Imtiaz , Sabrina Shawreen Alam , Farrhin Nowshad , Swarit Ahmed Shadman & Mohidus Samad Khan. (2018). Artificial ripening on banana (*Musa Spp.*) samples: Analyzing ripening agents and change in nutritional parameters. *Cogent Food & Agriculture* (2018), 4: 1477232.
- Iqbal, N., Khan, N. A., Ferrante, A., Trivellini, A., Francini, A., & Khan, M. I. R. (2017). Ethylene role in plant growth, development and senescence: interaction with other phytohormones. *Frontiers in plant science*, 8, 235913.
- Lokesh, V., Divya, P., Puthusseri, B., Manjunatha, G., & Neelwarne, B. (2014). Profiles of carotenoids during post-climacteric ripening of some important cultivars of banana and development of a dry product from a high carotenoid yielding variety. *LWT-Food Science and Technology*, 55(1), 59-66.
- Maduwanthi S. D. T. & Marapana, R. A. U. J. (2019). Induced ripening agents and their effect on fruit quality of banana. *Int J Food Sci.* 2019; 2019: 2520179. PMID:PMC6521425.PMID:31187037.
- Mai Al-Dairi , P. B. Pathare , R. Al-Yahyai , H. Jayasuriya , Z. Al-Attabi. (2023). Postharvest quality, technologies, and strategies to reduce losses along the supply chain of banana: A review. *Trends in Food Science & Technology*. Volume 134, Pages 177-191.
- Meyiwa, B. (2020). Iodometric and iodimetric titration methods. *Journal Wetenskap Health*, 1(1), 5-8.
- Moreno, J. L., Tran, T., Cantero-Tubilla, B., López-López, K., Becerra Lopez Lavalle, L. A., & Dufour, D. (2021). Physicochemical and physiological changes during the ripening of Banana (*Musaceae*) fruit grown in Colombia. *International Journal of Food Science & Technology*, 56(3), 1171-1183.
- Muhammad Z. M, L. Hidayatul, P.W. Dian, A. Maulidatul, S. R. Yuni, K.D. Sari. (2021). Pengaruh cara pemeraman terhadap pematangan buah pisang dan nanas. *Prosiding SEMNAS BIO 2021 Universitas Negeri Padang* ISBN : 2809-8447.
- Murtadha A., E. Julianti., & S. Suhaidi. (2012). Pengaruh jenis pemacu pematangan terhadap mutu buah pisang barangan (*Musa paradisiaca L.*). *J. Rekayasa Pangan dan Pert.*, Vol.1, No.1. Th. 2012.
- Muthal T, R. Harini, C. Sunil, K. & D. V. Chidanand. (2019). Effect of artificial ripening techniques on physico-chemical properties of banana (*Musa sp*) variety 'Poovan'. ISSN: 2320 – 7051 *Int. J. Pure App. Biosci.* 7 (2): 482-489 (2019)
- Padmaningrum, R. T. (2008). Titrasi Iodometri. *Jurnal Pendidikan Kimia*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Paramita, O. (2008). Pengaruh memar terhadap perubahan pola respirasi dan produksi etilen buah mangga (*Mangifera indica. L*) var gedong gincu selama penyimpanan. Tesis. Universitas Gadjah Mada.
- Poerwanto, R., & Suketi, K. (2016). Degreening buah jeruk siam (*Citrus nobilis*) pada beberapa konsentrasi dan durasi pemaparan etilen. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 7(2), 111-120.
- Rahayuniati, R. F., Subandiyah, S., Hartono, S., Somowiyarjo, S., Kurniawan, R. E. K., Prakoso & Thomas, J. E. (2021). Recent distribution and diversity analysis on banana

- bunchy top virus of banana and alternative host in Indonesia. *Tropical Plant Pathology*, 46(5), 506-517.
- Rahman, M., Hossain, T. B., Hossain, M. S., Sattar, S., & Das, P. C. (2020). Effect of banana peel extract on storage stability of banana cv. Sagar. *Food Research*, 4(2), 488-494.
- Robinson, J. C., & Saúco, V. G. (2010). Bananas and plantains (Vol. 19). *Cabi*. ISBN 978-1-84593-658-7.
- Riza-A. P., Eva H., M. Rio, J. Leclercq, P. Piyatrakul, E. Gohet, C. Sanier, F. Oktavia, J. Pirrello, Kuswanhadi and P. Montoro, 2015. Involvement of ethylene in the latex metabolism and tapping panel dryness of *Hevea brasiliensis*. *Int. J. Mol. Sci.* 16 (8), 17885-17908.
- Sinamo H., Charloq, Rosmayati, Radite, 2015. Respon produksi lateks dalam berbagai waktu aplikasi pada beberapa klon tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) terhadap pemberian berbagai sumber hormon etilen. *Jurnal Online Agroekoteknologi* . ISSN No. 2337-6597. Vol.3, No.2 : 542- 551.
- Sophie C., B. Beauvoit, C. Nazaret, C. Benard, G. Vercambre, S. Le Gall, B. Biais, C. Cabasson, M. Maucourt, S. Bernillon, A. Moing, M. D.Noubhani, J-P. Mazat & Yves Gibon. (2017). Respiration climacteric in tomato fruits elucidated by constraint-based modelling. *New Phytologist* 213: 1726–1739 doi: 10.1111/nph.14301
- Stover, R. H. (1996). Diseases and other banana health problems in tropical Africa. *In I International Symposium on Banana: I International Conference on Banana and Plantain for Africa* 540 (pp. 311-317).
- Sarifah, N. (2002). Kajian laju respirasi dan produksi etilen sebagai dasar penentuan waktu simpan Sayuran dan buah-buahan. *Jurnal Bionatura*, Vol. 4, No. 3: 148 – 156.
- Sinamo H., Charloq, Rosmayati, Radite. (2015). Respon produksi lateks dalam berbagai waktu aplikasi pada beberapa klon tanaman karet terhadap pemberian berbagai sumber hormon etilen. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. ISSN No. 2337- 6597. Vol.3, No.2 : 542- 551.
- Sophie Colombi, Bertrand Beauvoit, Christine Nazaret, Camille Benard, Gilles Vercambre, Sophie Le Gall, Benoit Biais, Cecile Cabasson, Mickaël Maucourt, Stephane Bernillon, Annick Moing, Martine DieuaideNoubhani, Jean-Pierre Mazat and Yves Gibon. (2017). Respiration climacteric in tomato fruits elucidated by constraint-based modelling. *New Phytologist* 213: 1726–1739 doi: 10.1111/nph.14301
- Song, M. B., Tang, L. P., Zhang, X. L., Mei, B. A. I., Pang, X. Q., & Zhang, Z. Q. (2015). Effects of high CO<sub>2</sub> treatment on green-ripening and peel senescence in banana and plantain fruits. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(5), 875-887.
- Vu, H. T., Scarlett, C. J., & Vuong, Q. V. (2019). Changes of phytochemicals and antioxidant capacity of banana peel during the ripening process; with and without ethylene treatment. *Scientia Horticulturae*, 253, 255-262.
- Yoshihiro I., K., H. Yamamoto, J. Tanaka, Bai. (2013). Residual Effects of Low Oxygen Storage of Mature Green Fruit on Ripening Processes and Ester Biosynthesis During Ripening in Bananas. *Postharvest Biology and Technology* 77:19–27.
- Zakpaa, H. D., E.E. Mak-Mensah and J. Adubofour. (2010). Production and Characterization of Flour Produced From Ripe “Apem” Plantain (*Musa sapientum* L. var. paradisiacal; French Horn) Grown in Ghana. *Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development* Vol. 2(6) pp. (2-99, June, 2010).