

**Optimasi Satuan Panas sebagai Kriteria Panen Terukur pada Pisang Tanduk  
(*Musa eumusa*, AAB Group)**

***Optimization of Heat Unit as the Measurable Harvest Criteria of Tanduk Banana  
(*Musa eumusa*, AAB Group)***

Shella Elvira Siregar<sup>1</sup>, Winarso Drajad Widodo<sup>2\*</sup>, Slamet Susanto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agronomi dan Hortikultura Departemen Agronomi dan Hortikultura,  
Institut Pertanian Bogor (IPB University)

<sup>2</sup>Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, (IPB University)  
Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

\*Penulis Korespondensi: [wdwidodo@gmail.com](mailto:wdwidodo@gmail.com)

Disetujui: 30 Juli 2024 / *Published Online* September 2024

**ABSTRACT**

*Banana is a commodity that is widely found in the market and has the potential to be cultivated. Bananas are easy to process and used as food ingredients. The study aimed to assess the appropriate heat unit accumulation as a measurable harvest criterion for Horned banana and its effect on physical and chemical quality at the same postharvest maturity level. The experiment was conducted at the Sukamantri Experimental Farm, Bogor, West Java at 550 meters above sea level from December 2021 to April 2022. Physical and chemical quality testing of Tanduk bananas was conducted at the Postharvest Laboratory, Department of Agronomy and Horticulture, Faculty of Agriculture, Bogor Agricultural University. This study was conducted using a completely randomized design with three replications to test seven harvest ages: 70, 75, 80, 85, 90, 95, and 100 days after anthesis (HAS). The heat unit is equivalent to heat units: 1035, 1111, 1188, 1262, 1332, 1398, and 1444 °C days. The results of the experiment showed that Tanduk bananas harvested at 70-100 HSA in Sukamantri Experimental Farm with heat units of 1035.15-1443.90 °C days did not affect yield components, physical components, respiration rate, and chemical quality at the same postharvest maturity except PTT and PTT/ATT ratio.*

*Keywords: anthesis, heat unit, post-harvest, respiration rate, storage life*

**ABSTRAK**

Pisang merupakan komoditas yang banyak ditemukan di pasar, dan cukup potensial untuk dibudidayakan. Pisang mudah diolah untuk dijadikan bahan pangan. Penelitian bertujuan untuk mengkaji akumulasi satuan panas yang tepat sebagai kriteria panen terukur pisang Tanduk serta pengaruhnya terhadap mutu fisik dan kimia pada tingkat kematangan pascapanen yang sama. Percobaan dilaksanakan di Kebun Percobaan Sukamantri, Bogor, Jawa Barat pada ketinggian 550 meter di atas permukaan laut pada bulan Desember 2021 hingga April 2022. Pengujian kualitas fisik dan kualitas kimia pisang Tanduk dilaksanakan di Laboratorium Pascapanen, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Penelitian ini dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap dengan tiga ulangan untuk menguji tujuh umur panen: 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100 hari setelah antesis (HAS). Satuan panas tersebut setara dengan satuan panas: 1035, 1111, 1188, 1262, 1332, 1398, 1444 °C hari. Hasil percobaan menunjukkan bahwa pisang Tanduk yang dipanen pada umur panen 70-100 HSA di Kebun Percobaan Sukamantri dengan satuan panas 1035.15-1443.90 °C hari tidak mempengaruhi komponen produksi, komponen fisik, laju respirasi, dan kualitas kimia pada kematangan pascapanen yang sama kecuali PTT dan rasio PTT/ATT.

Kata kunci: antesis, laju respirasi, pascapanen, satuan panas, umur simpan

## PENDAHULUAN

Pisang merupakan kelompok buah yang mudah ditemukan di pasaran dan termasuk buah yang cukup potensial untuk dibudidayakan di Indonesia. Menurut Pribadi (2014) pisang cukup potensial ditanam di ketinggian 500 meter dari permukaan laut (m dpl) dengan suhu 21–24 °C, seperti di daerah Wonosalam, Kabupaten Jombang. Ritung *et al.* (2011) menyatakan tanaman pisang dapat tumbuh dengan baik pada daerah dengan suhu udara 25 – 27 °C, ketinggian tempat < 1.200 m dpl, kelembapan udara > 60%, curah hujan 1.500 – 2.500 mm per tahun dan lama bulan kering (curah hujan < 60 mm per bulan) 0 – 3 bulan. Produksi pisang di Indonesia pada tahun 2020 sebesar 8.2 juta ton (BPS, 2020). Produksi pisang meningkat pada tahun 2021 menjadi 8.7 juta ton (BPS, 2021a). Provinsi degan penghasil pisang terbanyak yaitu, Jawa Timur, Jawa Barat, dan Lampung. Nilai ekspor pisang juga mengalami peningkatan pada tahun 2021, yaitu sebesar US\$ 6.09 juta, naik sebesar 7.78% (US\$ 0.44 juta) dari tahun 2020 (BPS, 2021b). Hal ini menandakan bahwa pisang menjadi buah yang populer di masyarakat.

Buah pisang dikelompokkan berdasarkan penggunaannya yaitu pisang meja (*banana*) dan pisang olahan (*plantain*). Pisang meja dapat dikonsumsi langsung sebagai buah segar, sedangkan pisang olah (*plantain*) harus diolah terlebih dahulu menjadi berbagai produk olahan pisang. Pisang Tanduk merupakan jenis pisang *plantain* dan memiliki genom AAB. Pisang Tanduk dapat dijadikan tepung pati resistan yang dapat disubstitusikan pada susu formula, produk diet, dan makanan bayi (Musita, 2012). Pisang Tanduk juga dapat diolah menjadi tapai, dengan perlakuan yang dinilai terbaik, yaitu penggunaan 5 g ragi, dan dilakukan fermentasi selama 36 jam yang menghasilkan tapai pisang Tanduk dengan kandungan gizi yang meliputi kadar air 52.68 g, protein 1.72 g, karbohidrat 12.88 g, gula 18.33 g, kalsium 2.9 mg, asam folat 32.75 mg, kalium 11.3 mg, vitamin C 4.24 mg, dan kadar alkohol 0.005 g (Unika, 2015).

Konsumen dalam memilih pisang untuk dikonsumsi dengan melihat kualitas fisik buah yang baik dan kandungan gizinya. Kualitas buah yang baik bergantung pada penanganan panen yang dilakukan. Umumnya tingkat kematangan buah seperti warna kulit buah, ukuran, dan bentuk buah menjadi tolok ukur petani dalam mengidentifikasi kriteria panen (Prabawati *et al.*, 2008). Pisang yang akan diekspor atau didistribusikan keluar kota dipanen dengan umur panen yang muda agar tetap memiliki umur simpan

yang lama. Pisang yang dipanen dengan umur panen tua memiliki umur simpan yang pendek (Rahardjo, 2018). Tingkat kematangan pisang dapat ditentukan dengan metode umur petik sejak bunga mekar sampai panen, warna kulit buah, dan pengisian jari-jari buah. Dalam memanen pisang, petani menggunakan metode jumlah hari setelah antesis (HSA). Metode ini kurang tepat digunakan karena dapat menyebabkan kualitas buah yang beragam akibat perbedaan tingkat kematangan fisiologis buah pisang (Hailu *et al.*, 2013). Berdasarkan hal tersebut, pemanenan buah pisang dapat dilakukan dengan menggunakan metode yang terukur yaitu dengan akumulasi satuan panas (*heat unit*). Satuan panas digunakan untuk mengetahui tahapan perkembangan melalui pendekatan agronomi dan klimatologi dengan melihat laju pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sehingga metode satuan panas dapat digunakan untuk menentukan umur panen yang tepat (Wangsitala *et al.*, 2016). Satuan panas dapat dihitung dengan menjumlahkan suhu harian rata-rata dikurangi suhu dasar tanaman. Suhu harian rata-rata didapatkan dengan merata-ratakan suhu maksimum dan minimum pada hari tersebut (Parthasarathi *et al.*, 2013).

Penelitian tentang penggunaan satuan panas telah dilakukan pada beberapa varietas pisang. Penelitian satuan panas pisang Raja Bulu yang dilakukan oleh Rahayu *et al.* (2014) mendapatkan jumlah satuan panas panen terbaik 1305.5 °C hari dicapai pada 85 HSA, penelitian oleh Haryadi (2018) mendapatkan jumlah satuan panas panen pisang Cavendish 1400 ± 6 °C hari yang dicapai pada 84–86 HSA, penelitian oleh Rahardjo (2018) mendapatkan jumlah satuan panas panen pisang Barangan 1200–1250 °C hari yang dicapai pada umur 78 HSA, penelitian oleh Nurmalita (2020) mendapatkan jumlah satuan panas panen pisang Tanduk rata-rata 2339.65 ± 297.39 °C hari dicapai pada umur panen 80–100 HSA, dan penelitian oleh Wijaya (2021) mendapatkan jumlah satuan panas pisang Tanduk 965–1297 °C hari yang dicapai pada umur panen 50–70 HSA. Penelitian mengenai pisang Tanduk ini perlu diteliti kembali menggunakan umur panen 70–100 HSA dengan waktu antesis dan tempat yang berbeda untuk mendapatkan satuan panas panen terbaik pada pisang Tanduk. Penelitian bertujuan mengkaji akumulasi satuan panas yang tepat sebagai kriteria panen terukur pisang Tanduk dengan mengonversi umur panen dari waktu antesis dengan akumulasi satuan panas serta pengaruhnya terhadap mutu fisik dan kimia pada kematangan pascapanen yang sama.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Sukamantri IPB, Tamansari, Bogor, Jawa Barat dengan elevasi 560 m dpl (Herlina *et al.*, 2017). Pohon pisang ditanam dengan jarak 3 m × 3 m. *Tagging* bunga hingga panen dilaksanakan pada bulan Desember 2021 hingga April 2022. Pengamatan pascapanen yang terdiri atas mutu fisik dan mutu kimia dilakukan di Laboratorium Pascapanen Departemen Agronomi dan Hortikultura pada bulan April 2022.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain *thermal data logger*, refraktometer digital, kosmotektor XP-314, penetrometer, buret 50 mL, labu takar 100 mL, gelas erlenmeyer 100 mL, timbangan analitik, toples inkubasi. Bahan yang digunakan dalam penelitian pascapanen yaitu pisang Tanduk yang telah dipanen dari kebun percobaan Sukamantri IPB dan diambil sisir bagian atas dari tandan buah, label, akuades, natrium hipoklorit 5.25%, amilum, larutan phenolphthalein, NaOH 0.1 N, Iodin 0.01 N.

Percobaan dilakukan dengan rancangan acak lengkap (RAL) faktor tunggal, yakni umur panen pisang Tanduk yang dihitung sejak antesis yang terdiri dari 70, 75, 80, 85, 90, 95, dan 100 hari setelah antesis (HAS). Percobaan terdiri tujuh perlakuan umur panen dan 3 ulangan sehingga terdapat 21 satuan percobaan, setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali, dengan setiap satuan percobaan terdiri dari satu tandan yang berisi 1-3 sisir buah.

Percobaan dimulai dengan penandaan bunga, yakni dengan melakukan *tagging* ketika seludang bunga pertama yang membungkus bunga membuka. Penandaan bunga mekar dilakukan dengan label yang diikat di batang pohon pisang untuk setiap perlakuan. Dalam memperoleh suhu rata-rata harian dilakukan menggunakan *Thermal data logger* Elitech RC-5 yang dipasang dengan cara digantung dengan tali di sekitar kebun. *Data logger* tersebut memiliki kapasitas rekam 32,000 poin, dengan keakuratan ± 0.5 °C dan selang waktu rekam diatur ke 30 menit. Penghitungan akumulasi satuan panas merupakan penjumlahan dari suhu rata-rata harian dikurangi suhu dasar. Suhu dasar yang digunakan yaitu 10 °C mengacu pada penelitian Rahayu *et al.* (2014) untuk penentuan umur panen pisang Raja Bulu, Yulyana (2015), Widodo *et al.* (2019), Verawati (2020) untuk menghitung satuan panas pada pisang Mas Kirana. Persamaan satuan panas:

$$SP = \sum_{i=1}^n \left( \frac{TM + Tm}{2} \right) - TDs$$

Keterangan:

SP : Satuan panas (°C hari)

TM : Suhu maksimum harian (°C)

Tm : Suhu minimum harian (°C)

TDs : Suhu dasar tanaman (10 °C)

$i = 1$  : Antesis

n : Panen

Pemanenan pisang Tanduk mengacu pada Prabawati *et al.* (2008) yaitu memotong batang pohon pada posisi ketinggian 1 meter, kemudian dipotong setengah diameter dan pohon direbahkan, setelah rebah tandan pisang dipotong. Buah pisang Tanduk yang telah dipanen dan disortasi dipisahkan tiap sisir, lalu dibersihkan dengan larutan natrium hipoklorit 5.25% untuk menghilangkan cendawan pada buah Pisang Tanduk, setelah itu dikering-anginkan dengan menggunakan kertas koran atau kertas tisu dan dimasukkan ke dalam kotak karton yang telah diberi label sesuai umur panen, metode ini mengacu pada Wjaya (2021) dalam penanganan panen pisang Tanduk. Tahap selanjutnya yaitu buah dibawa ke Laboratorium Pascapanen, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor untuk pengamatan pascapanen.

Pengamatan pascapanen yang dilakukan mengacu pada penelitian Nurmalita (2020), yaitu komponen produksi, laju respirasi buah, skala warna kulit buah, umur simpan, susut bobot, *edible portion*, kelunakan buah, padatan terlarut total (PTT), asam tertitrasi total (ATT) dan kandungan vitamin C.

1. Laju respirasi, pengukuran dilakukan berdasarkan laju produksi gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan oleh buah pisang dengan menggunakan alat kosmotektor. Pengukuran laju respirasi CO<sub>2</sub> dilakukan setiap hari sampai buah mencapai skala warna 6. Pengukuran laju respirasi CO<sub>2</sub> dilakukan dengan cara buah dimasukkan ke dalam wadah tertutup dengan kapasitas wadah 9 L yang terhubung dengan dua pipa plastik kosmotektor pada saluran pengeluaran gas CO<sub>2</sub>, pengukuran respirasi CO<sub>2</sub> dilakukan setelah buah pisang Tanduk diinkubasi selama 3 jam. Untuk menghitung volume menggunakan toples inkubasi yang diisi air penuh kemudian pisang sampel dimasukkan ke dalam toples tersebut, hitung volume air yang tumpah dengan gelas ukur. Rumus yang digunakan untuk menghitung laju respirasi CO<sub>2</sub>, sebagai berikut:

$$L = \frac{V \times K \times 1.76}{W \times B}$$

Keterangan:

L : Laju respirasi (mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> jam<sup>-1</sup>)

V : Volume udara bebas dalam wadah (mL)

K : Kadar CO<sub>2</sub>  
 W : Waktu inkubasi (jam)  
 B : Bobot bahan (kg)  
 Konstanta gas: 1.76

- Skala warna kulit buah yang digunakan sebagai acuan dalam pengamatan pasca panen lainnya yaitu pada skala warna 6. Skala warna ini digunakan dalam menentukan tingkat kematangan buah pisang Tanduk, mengacu pada penelitian pisang Tanduk oleh (Wijaya, 2021) menunjukkan perubahan warna kulit buah pisang Tanduk dari skala 1 sampai 6 (Gambar 1).
- Umur simpan, pengamatan umur peram dilakukan setiap hari sampai mencapai indeks skala warna 6. Metode ini mengacu pada Nurmalita (2020).
- Susut bobot, pengukuran dilakukan dengan metode yang mengacu pada penelitian Rahayu *et al.* (2014), Fitriansyah (2019) pada pisang Raja Bulu, Rahardjo (2018) pada pisang Barangan, Nurmalita (2020) pada pisang Tanduk yaitu menimbang buah pisang Tanduk dengan timbangan analitik pada hari setelah panen (bobot awal) dan saat mencapai skala warna 6 (bobot akhir). Rumus dalam menghitung susut bobot, sebagai berikut:  

$$\text{Susut bobot} = \frac{\text{bobot awal} - \text{bobot akhir}}{\text{bobot awal}} \times 100\%$$
- Kelunakan buah, diukur menggunakan penetrometer STANHOPE-SETA 10 ths m m<sup>-1</sup> yang memiliki bobot pemberat 152 g. Pengamatan kelunakan buah mengacu penelitian Wijaya (2021) pada pisang Tanduk. Pisang diletakkan di bawah jarum penetrometer sebelum ditusuk menggunakan jarum penetrometer selama 5 detik pada bagian ujung, tengah, dan pangkal buah. Proses ini dilakukan dua kali, yakni pada pisang dengan kulit yang masih utuh dan yang telah dikupas.

$$\text{Kelunakan buah} = \frac{r \times 0.1}{M \times t}$$

Keterangan:

r : Rata-rata nilai kedalaman penetrasi jarum penetrometer  
 M : Bobot beban pemberat  
 t : Lama penetrasi jarum

- Bagian buah yang dapat dimakan (*edible portion*), dilakukan dengan menimbang satu jari bobot buah pisang Tanduk sebelum dan sesudah dikupas, mengacu pada penelitian Nurmalita (2020). Pengukuran dilakukan dengan menggunakan timbangan analitik, kemudian hasil penimbangan dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Edible portion} (\%) = \frac{\text{Bobot daging buah}}{\text{Bobot buah}} \times 100\%$$

- Padatan terlarut total (PTT), diukur menggunakan refraktometer untuk mengetahui kadar kemanisan buah (°Brix). Pengukuran dilakukan dengan melumatkan daging buah pisang, kemudian diambil sari buahnya dengan menggunakan kertas saring, selanjutnya sari buah diteteskan pada prisma refraktometer. Metode pengukuran ini mengacu pada Haryadi (2018), dan Nurmalita (2020).
- Asam tertitrisasi total (ATT) (%), diukur dengan melumatkan daging buah pisang sebanyak 25 g kemudian menambahkan akuades dan dimasukkan kedalam labu takar 100 mL. Mengambil larutan buah pisang sebanyak 25 mL ke dalam labu erlenmeyer dan menambahkan *phenolphthalein* sebanyak 3 tetes, kemudian larutan di titrasi dengan NaOH 0.1 N hingga berubah warna menjadi merah muda. Metode pengukuran ini mengacu pada Rahayu *et al.* (2014) pada pisang Raja Bulu, Nurmalita (2020) pada pisang Tanduk. Rumus yang digunakan untuk menghitung ATT sebagai berikut:

$$\text{ATT} (\%) = \frac{\text{Volume NaOH} (ml) \times 0.1 \times fp \times BE}{\text{Bobot contoh} (g) \times 1000} \times 100\%$$

Keterangan:

Fp : Faktor pengenceran (100 mL 25 mL<sup>-1</sup>)

BE : Bobot ekuivalen asam dominan (asam malat)

Volume NaOH : mL NaOH akhir – mL NaOH awal

- Vitamin C ( $\frac{mg}{100} mg \text{ bahan}$ ), diukur dengan mentitrisasi sari buah pisang dengan larutan Iodin 0.01 N. Cara yang dilakukan yaitu melumatkan buah pisang sebanyak 25 g, buah pisang yang telah dilumatkan menggunakan kain saring kemudian dimasukkan kedalam labu takar 100 mL lalu diencerkan dengan aquades. Setelah itu, larutan diambil sebanyak 25 ml dan ditambahkan sebanyak 3 tetes indikator amilum, kemudian dititrisasi dengan larutan Iodin 0.01 N hingga berubah menjadi warna biru. Amilum didapatkan dengan memanaskan tepung jagung 1 g yang dilarutkan dengan 100 mL akuades. Metode pengukuran ini mengacu pada penelitian Nurmalita (2020) pada pisang Tanduk. Rumus yang digunakan untuk menghitung kandungan vitamin C dalam buah pisang, sebagai berikut:

$$\text{Vitamin C} = \frac{mL \text{ iodine} \times 0.01 N \times BE \times fp}{\text{Bobot contoh} (g)} \times 100\%$$

Keterangan:

Fp : Faktor pengenceran (100 mL 25 mL<sup>-1</sup>)

BE : Bobot ekuivalen asam askorbat

mL Iodin : mL Iodin akhir – mL Iodin awal



Gambar 1. Skala warna pisang Tanduk: 1) hijau penuh, 2) hijau dengan sedikit kuning, 3) hijau kekuningan, 4) kuning lebih banyak dari hijau, 5) kuning dengan ujung sedikit hijau, 6) kuning penuh.

Data dianalisis dengan menggunakan aplikasi Microsoft Excel 2013. Uji F pada aplikasi SAS versi 9,4 dan jika perlakuan berpengaruh nyata, dilanjutkan dengan uji beda nilai tengah menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf  $\alpha = 5\%$ .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Komponen Produksi

Hasil komponen produksi dapat menjadi acuan konsumen dalam menilai kelayakan buah pisang untuk dikonsumsi. Komponen produksi Pisang Tanduk dalam percobaan ini berupa jumlah sisir per tandan, bobot per sisir, bobot per jari, dan diameter jari (Tabel 1). Hasil percobaan menunjukkan perlakuan umur panen 70-100 HSA tidak mempengaruhi komponen produksi pisang Tanduk secara nyata.

Jumlah sisir per tandan pada komponen produksi pisang Tanduk yang dihasilkan dari kebun percobaan Sukamantri, yaitu 2-3 sisir per tandan dengan jumlah jari per sisir 10-12 jari. Perbedaan jumlah sisir maupun jumlah jari

tergantung pada jenis dari pisang Tanduk. Hal ini sesuai dengan Arifin (2016) yang menyatakan pada pisang Tanduk Agung Talun hanya memiliki 8 jari per sisir dan pisang Tanduk Agung Jawa di Kabupaten Lumajang memiliki 9-15 jari per sisir dengan jumlah 1-2 sisir per tandan.

Bobot sisir pada percobaan ini berkisar 3.536-5.963 kg dengan bobot per jari 296.67-498.87 g. Umur panen yang tua menghasilkan bobot yang lebih besar dibandingkan umur panen muda. Hal ini karena pengisian jari-jari pisang cukup maksimal pada umur panen tua. Penelitian Nuralita (2020) melaporkan bahwa pisang Tanduk yang dipanen di PKHT IPB dengan umur panen 80-100 HSA memiliki bobot sisir 2.030-2.534 kg dengan bobot per jari 191.650-253.680 g. Penelitian Wijaya (2021) melaporkan pisang Tanduk yang dipanen di Kebun Percobaan Sukamantri dengan umur panen 50-70 HSA memiliki bobot jari 237-308 g. Ukuran buah dapat dilihat dari panjang dan diameter jari. Diameter yang didapatkan pada percobaan ini, yaitu 42-50.7 mm. Diameter yang besar dikarenakan jari pisang yang bulat dan berisi, atau kulit pisang yang tebal.

Tabel 1. Hasil komponen produksi pisang Tanduk pada beberapa umur panen

Umur panen (HSA)	Jumlah sisir per tandan	Jumlah jari per sisir	Bobot per sisir (kg)	Bobot per jari (g)	Diameter jari (mm)
70	2.3333 ± 0.33	11.000 ± 0.57	3.600 ± 0.35	296.67 ± 37.38	44.60 ± 1.09
75	2.3333 ± 0.67	10.000 ± 0.57	3.536 ± 1.09	368.28 ± 150.68	42.00 ± 3.50
80	2.0000 ± 0.57	11.333 ± 0.67	4.414 ± 0.52	381.84 ± 20.38	44.33 ± 3.13
85	2.3333 ± 0.33	13.000 ± 2.08	5.463 ± 1.27	383.69 ± 49.02	48.30 ± 0.85
90	2.0000 ± 0.57	10.000 ± 1.00	4.819 ± 0.61	428.65 ± 62.42	46.33 ± 1.45
95	2.6667 ± 0.33	10.333 ± 1.33	4.428 ± 0.53	410.79 ± 7.050	50.70 ± 3.16
100	2.3333 ± 0.67	11.667 ± 0.33	5.963 ± 1.31	498.87 ± 111.9	48.60 ± 4.35

Nurfazizah (2019) menyatakan bahwa pisang Tanduk memiliki diameter rata-rata 26.81-51.33 mm, aksesori 1 yang berasal dari Kelurahan Balumbang Jaya, Dramaga, Bogor memiliki diameter rata-rata yang lebih besar dibandingkan aksesori lainnya, keragaan dari aksesori 1 ini bulat berisi. Bahrir (2011) menyatakan bahwa diameter rata-rata pisang Tanduk tanpa penyungkupan, yaitu 37.23 mm. Menurut Antarlina *et al.* (2005) beragamnya ukuran buah pisang dapat dipengaruhi oleh aspek lingkungan dan juga letak sisir, makin ke ujung ukuran buah makin kecil. Kurniawati (2011) menyatakan panjang dan diameter buah pisang dipengaruhi oleh teknik budidaya khususnya pemupukan, pemupukan yang dilakukan dengan baik dan tepat akan meningkatkan kualitas dari buah pisang.

### Laju Respirasi dan Umur Simpan

Hasil pengamatan umur simpan dan akumulasi satuan panas dari perlakuan umur panen pisang Tanduk pada Tabel 2. Hasil menunjukkan bahwa umur panen 70-100 HSA dengan satuan panas mempengaruhi umur peram pisang Tanduk. Mengacu pada Nurmalita (2020) dan Wijaya (2021) pisang disimpan sampai skala warna 6.

Akumulasi satuan panas pisang Tanduk dengan umur panen 70-100 HSA sebesar  $1035.15 \pm 0.18 - 1443.90 \pm 21.64$  °C hari. Perry dan Wehner (1996) menyatakan faktor hasil dan kualitas panen dapat dipengaruhi oleh kelembaban, kesuburan, adanya serangan hama dan penyakit, cuaca serta suhu. Suhu menjadi faktor pendorong pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan tanaman memiliki hubungan yang linier dengan suhu udara, tanaman yang ditanam tidak sesuai dengan lingkungan hidupnya akan mengalami pertumbuhan dan perkembangan yang terhambat. Penentuan akumulasi satuan panas efektif dilakukan pada ketinggian yang sesuai dengan tempat tumbuh tanaman (Timotiwu *et al.*, 2021).

Perlakuan umur panen secara umum mempengaruhi umur simpan. Umur simpan diamati dari panen sampai mencapai skala warna 6.

Semakin tua umur panen semakin singkat umur simpannya, pada perlakuan umur panen 100 HSA ( $1443.90 \pm 21.64$  °C hari) memiliki umur simpan tersingkat, yaitu 5.33 HSP diduga pisang Tanduk telah mengalami proses pematangan di pohon sebelum dipanen. Umur panen 70 dan 75 HSA ( $1035.15 \pm 0.18 - 1111.40 \pm 0.67$  °C hari) memiliki umur simpan terlama dibandingkan umur simpan perlakuan lain yaitu 14.67 dan 16.67 HSP, diduga umur panen yang lebih muda dibandingkan umur panen lainnya. Sutowijoyo dan Widodo (2013) melaporkan bahwa pisang yang dipanen dengan umur petik yang lebih tua akan mencapai tingkat kematangan pascapanen yang lebih singkat dibandingkan dengan pisang yang dipanen muda. Rahardjo (2018) melaporkan bahwa pisang Barangan yang dipanen pada umur petik 68 HSA memiliki umur simpan terlama dibandingkan dengan pisang yang dipanen pada 73, 78, 83, dan 88 HSA. Umur simpan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan pascapanen, kultivar, dan suhu (Nunes *et al.*, 2013).

Pisang Tanduk yang baru dipanen dari Kebun Percobaan Sukamantri memiliki warna hijau penuh dan segar, pisang Tanduk akan mengalami perubahan warna selama masa simpan sampai skala warna 6 atau warna kuning penuh (Gambar 2). Pisang Tanduk pada umur panen 85 HSA mencapai skala warna 6 pada 8 HSP. Perubahan warna terjadi setiap harinya, hingga semua jari mencapai tingkat kematangan pascapanen. Adanya perubahan warna pada kulit buah pisang dalam mencapai tingkat kematangan pascapanen karena terdapat gas etilen yang mempengaruhi proses pematangan pisang. Warna hijau pada pisang yang belum masak merupakan pigmen hijau dari klorofil, penurunan klorofil membuat pisang berubah menjadi kuning.

Ridhyanty *et al.* (2015) menyatakan bahwa perubahan warna kulit pisang Barangan dari hijau menjadi kuning karena adanya aktivitas enzim klorofilase yang menyebabkan berkurangnya klorofil seiring proses kematangan buah pisang.

Tabel 2. Umur simpan pisang Tanduk pada beberapa umur panen

Umur panen (HSA)	Satuan panas (°C hari)	Umur simpan (HSP)
70	$1035.15 \pm 0.18$	$16.67a \pm 2.4$
75	$1111.40 \pm 0.67$	$14.67ab \pm 0.67$
80	$1187.80 \pm 0.91$	$10.7abc \pm 2.40$
85	$1262.41 \pm 0.96$	$9.30bc \pm 0.8$
90	$1331.96 \pm 1.71$	$7.333c \pm 0.3$
95	$1398.18 \pm 4.53$	$6.333c \pm 0.9$
100	$1443.90 \pm 21.6$	$5.333c \pm 0.9$

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan hasil uji BNJ pada taraf  $\alpha = 5\%$ .



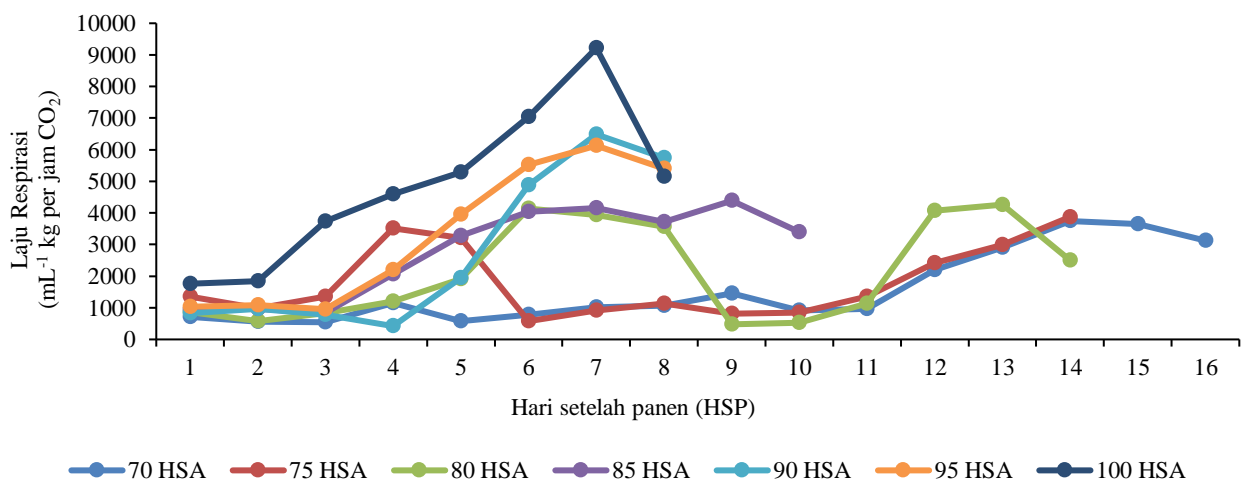
Gambar 2. Perubahan warna kulit buah pisang Tanduk selama penyimpanan. 1) hijau penuh, 2) hijau dengan sedikit kuning, 3) hijau kekuningan, 4) kuning lebih banyak dari hijau, 5) kuning dengan ujung sedikit hijau, 6) kuning penuh

Warna kecokelatan pada buah pisang akibat adanya hormon polifenol oksidase yang berperan pada reaksi pencokelatan enzimatik (Unal *et al.*, 2016). Menurut Sularida *et al.* (2018) tingkat kematangan pisang dapat diidentifikasi menggunakan metode ekstraksi ciri statistik melalui citra digital buah pisang dengan rata-rata tingkat akurasi 90%.

Prabha dan Kumar (2013) menyatakan dengan teknik pengolahan citra dapat mendeteksi tingkat kematangan buah berdasarkan algoritma intensitas warna rata-rata dengan akurasi 99.1% dan fitur area pisang dengan akurasi 85% dalam mengklasifikasikan buah yang kurang matang.

Pisang merupakan buah klimakterik yang

tetap dapat matang meskipun dipanen dalam umur panen yang muda. Hal ini dipengaruhi oleh laju respirasi yang terjadi selama proses pematangan buah pisang. Gambar 3 menunjukkan laju respirasi pisang Tanduk dari perlakuan umur panen 70-100 HSA. Nurjanah (2002) menyatakan bahwa laju respirasi cenderung meningkat selama proses pematangan sampai mencapai titik puncak tertentu, kemudian turun kembali saat proses pematangan tersebut selesai. Hasil percobaan menunjukkan perlakuan umur panen mempengaruhi laju respirasi dan umur peram. Puncak karbon dioksida menunjukkan pisang telah mencapai skala warna 5 yang merupakan skala warna kuning penuh.



Gambar 3. Laju respirasi pisang Tanduk selama penyimpanan; n = jumlah ulangan setiap umur panen

Umur panen tua 90, 95, dan 100 HSA mencapai puncak klimakterik pada umur simpan singkat, yaitu 7 HSP. Puncak klimakterik tertinggi pada umur panen 100 HSA. Rahayu (2014) menyatakan bahwa buah pisang Raja Bulu yang dipanen dengan umur panen 110 HSA memiliki puncak klimakterik tertinggi karena buah telah matang sebelum dipanen dan memiliki satuan panas yang tinggi. Semakin tua umur panen pisang Tanduk, semakin cepat mencapai puncak klimakterik dengan umur simpan yang singkat. Rahardjo (2018) menyatakan pisang Barangan yang dipanen tua lebih cepat mencapai puncak klimakterik. Nurmalita (2020) menyatakan pisang Tanduk yang dipanen pada umur panen 100 HSA mencapai puncak klimakterik dengan waktu paling singkat yaitu 5 HSP.

Buah pisang yang mengalami kematangan fisiologis ditandai dengan perubahan warna, tekstur yang menjadi lebih lunak, rasa buah yang manis, dan aroma khas pisang. Pisang juga mengalami penurunan massa jenis selama proses pematangan (Sudarti *et al.*, 2021). Pisang dengan umur panen 90, 95, 100 HSA lebih cepat mengalami kematangan fisiologis setelah dipanen.

**Kualitas Fisik**

Pengamatan kualitas fisik yang terdiri dari susut bobot buah, kelunakan kulit buah, kelunakan daging, dan *edible part* dilakukan ketika buah pisang yang disimpan telah mencapai skala warna 6. Hasil pengamatan menunjukkan perlakuan umur panen 70-100 HSA tidak mempengaruhi kualitas fisik secara nyata (Tabel 3).

Bobot jari yang diperoleh dari percobaan ini berkisar 296.67-498.87 g, bobot jari ini akan menyusut selama penyimpanan sampai buah mencapai skala warna 6 yang dapat dilihat dari susut bobot yang diperoleh. Susut bobot yang diperoleh berkisar 10.42-15.17%. Penelitian Nurmalita (2020) dengan susut bobot berkisar 19.40-25.70%. Penelitian pisang Tanduk oleh

Wijaya (2021) yaitu dengan susut bobot 13-26%. Nurfazizah (2019) menyatakan susut bobot pisang Tanduk semakin meningkat selama masa penyimpanan yang dapat disebabkan oleh proses transpirasi buah. Menurut Sukasih dan Setyadjit (2016) transpirasi menjadi pengaruh yang mendominasi proses penyusutan bobot, dan sebagian kecil susut bobot juga dipengaruhi oleh respirasi. Hasil proses biologis yang dihasilkan respirasi akan mengalami penguapan dan buah akan mengalami penyusutan bobot.

Rata-rata kelunakan kulit buah secara keseluruhan yang diperoleh dalam percobaan ini sebesar 0.0021 mm g<sup>-1</sup> per detik. Pisang Tanduk memiliki kelunakan kulit buah yang rendah menandakan kulit buah dari pisang Tanduk cenderung lebih tebal. Nilai kelunakan daging buah pada penelitian pisang Tanduk ini berkisar 0.0093-0.0136 mm g<sup>-1</sup> per detik, pisang meja atau pisang yang langsung dapat dimakan tanpa diolah terlebih dahulu, seperti pisang Raja Bulu pada penelitian Widodo *et al.* (2021) menghasilkan nilai kelunakan buah 0.45-0.48 mm g<sup>-1</sup> per detik. Kulit dan daging buah pisang Tanduk yang merupakan pisang *plantain* relatif lebih keras dibandingkan pisang meja, diduga karena pisang *plantain* mengandung pati yang lebih banyak. Kandungan pati resistan pada kulit Pisang Tanduk sebesar 29.60% (Musita, 2012). Palupi (2012) menyatakan pisang jenis *plantain* mengandung kadar pati yang lebih banyak dan kadar gula yang lebih sedikit dibandingkan pisang jenis *banana*. Tekstur buah yang terdiri atas kekerasan dan kelunakan buah dipengaruhi oleh pektin dan selulosa, buah yang matang memiliki tekstur lunak karena adanya penurunan jumlah senyawa-senyawa tersebut (Lestari, 2021). Nilai *edible part* atau bagian buah yang dapat dikonsumsi pada penelitian ini sebesar 68.46-71.86%. Bahrir (2012) mengamati pisang Tanduk tanpa penyungkupan menghasilkan nilai *edible part* sebesar 70.70%.

Tabel 3. Kualitas fisik pisang Tanduk pada beberapa umur panen

Umur panen (HSA)	Bobot jari (g)	Susut bobot buah (%)	Kelunakan kulit buah (mm g <sup>-1</sup> per detik)	Kelunakan daging buah (mm g <sup>-1</sup> per detik)	<i>Edible part</i> (%)
70	296.67 ± 37.38	13.42 ± 1.20	0.0017 ± 0.0002	0.0136 ± 0.00070	68.46 ± 1.20
75	368.28 ± 150.7	15.17 ± 1.12	0.0025 ± 0.0002	0.0107 ± 0.00180	70.44 ± 2.74
80	381.84 ± 20.38	10.86 ± 1.30	0.0024 ± 0.0003	0.0120 ± 0.00025	71.86 ± 2.56
85	383.69 ± 49.02	11.38 ± 1.85	0.0015 ± 0.0001	0.0114 ± 0.0012	69.64 ± 0.57
90	428.65 ± 62.42	11.49 ± 0.20	0.0022 ± 0.0004	0.0111 ± 0.00064	71.13 ± 0.88
95	410.79 ± 7.050	10.42 ± 1.00	0.0024 ± 0.0003	0.0093 ± 0.00071	69.05 ± 1.35
100	498.87 ± 111.9	10.53 ± 0.79	0.0019 ± 0.0002	0.0093 ± 0.00930	69.08 ± 1.51

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan hasil uji BNJ pada taraf α = 5%.



Nurfazizah *et al.* (2019) menghasilkan nilai *edible part* pisang Tanduk sebesar 73.50-88.17%. Penelitian pisang Tanduk Nurmalita (2020) menghasilkan nilai *edible part* 66.70-72.80. Wijaya (2020) menghasilkan nilai *edible part* pisang tanduk yang diamati sebesar 65-71%. Nilai *edible part* pisang Tanduk tersebut tidak sesuai dengan deskripsi varietas pisang Tanduk Gebyar yang menghasilkan nilai *edible part* sebesar 94-96%. Markiah *et al.* (2020) mengamati *edible part* pisang Kepok tanpa menggunakan arang menghasilkan nilai *edible part* sebesar 72.45%. Sutowijoyo dan Widodo (2013) mengamati *edible part* pisang Kepok menghasilkan nilai *edible part* sebesar 46.38-62.5%. Perbedaan nilai *edible part* diduga adanya perbedaan varietas, dan umur panen. Buah yang dipanen dengan umur panen muda mengakibatkan pengisian jari-jari belum maksimal sehingga *edible part* yang diperoleh lebih kecil. Nilai *edible part* atau bagian buah yang dapat dikonsumsi pada penelitian ini sebesar 68.46-71.86%. Bahrir (2012) mengamati pisang Tanduk tanpa penyungkupan menghasilkan nilai *edible part* sebesar 70.70%. Nurfazizah *et al.* (2019) menghasilkan nilai *edible part* pisang Tanduk sebesar 73.50-88.17%

### Kualitas Kimia

Selama proses pematangan buah pisang Tanduk mengalami perubahan kimia yang akan mempengaruhi rasa dari buah pisang. Kualitas kimia ini yang menentukan rasa tersebut. Kualitas kimia pisang Tanduk yang dipanen pada umur panen 70-100 HSA disajikan pada Tabel 4.

Umur panen secara umum tidak mempengaruhi kualitas kimia kecuali PTT dan Rasio PTT/ATT. Nilai PTT diamati untuk mengetahui kadar gula yang terkandung di dalam buah pisang, pada penelitian ini nilai PTT yaitu 26.36-30.6%. Hasil ini sesuai dengan penelitian Wijaya (2021) yang menghasilkan nilai PTT pisang Tanduk sebesar 26.68-34.1 °Brix dan sesuai pula dengan deskripsi pisang Tanduk Gebyar

dengan nilai PTT sebesar 25.0-32.7 °Brix. Nilai PTT tertinggi didapatkan pada umur panen 80 HSA yaitu 31.3 °Brix. Nilai PTT yang tinggi diduga adanya pengaruh umur simpan. Penelitian Rahayu (2014) pada pisang Raja Bulu dan Haryadi (2018) pada *Cavendish* menyatakan umur simpan mempengaruhi nilai PTT buah, semakin lama penyimpanan nilai PTT yang dihasilkan semakin tinggi. Kittur *et al.* (2001) menyatakan bahwa selama proses pematangan pisang terjadi degradasi pati menjadi sukrosa, glukosa, fruktosa, dan dalam jumlah kecil maltosa. Semakin lama penyimpanan kandungan pati semakin berkurang. Agustina *et al.* (2015) menyatakan kandungan pati terus berkurang selama waktu penyimpanan akibat ukuran granula pati yang ada di kloroplas mengecil. Yap *et al.* (2017) menyatakan bertambahnya kandungan padatan terlarut total signifikan pada pisang yang matang.

Nilai ATT pisang Tanduk yang diamati pada penelitian ini berkisar 0.37-0.45%. Perbedaan hasil nilai ATT yang dihasilkan diduga karena dipengaruhi oleh genotipe, umur buah, dan suhu. Etienne *et al.* (2014) menyatakan bahwa selain genotipe, faktor lingkungan seperti suhu lingkungan, kebutuhan air yang tercukupi, dan pemupukan mempengaruhi keasaman buah yang bertindak sebagai transportasi dan metabolisme asam organik. Pisang mengandung asam sitrat dan asam malat. Semakin tinggi suhu semakin cepat respirasi sehingga menyebabkan kandungan asam menurun. Rahayu *et al.* (2017) menyatakan suhu tinggi dapat meningkatkan respirasi sehingga menyebabkan asam yang terdapat di dalam vakuola berkurang, proses metabolisme akan lebih cepat berlangsung pada suhu yang cukup tinggi. Rasio PTT dan ATT pada percobaan ini berkisar 58.20-83.89. Nilai rasio tertinggi sebesar 83.89 pada perlakuan umur panen 80 HAS. Terjadinya kenaikan kadar PTT dan penurunan kadar ATT selama penyimpanan dapat menyebabkan rasa pisang menjadi lebih manis.

Tabel 4. Kualitas kimia pisang Tanduk pada beberapa umur panen

Umur Panen (HSA)	PTT (°Brix)	ATT (%)	Rasio PTT/ATT	Vitamin C (mg100 g <sup>-1</sup> bahan)
70	30.6ab ± 1.05	0.41 ± 0.030	74.66ab ± 7.03	22.06 ± 9.52
75	26.53a ± 0.86	0.42 ± 0.007	62.640a ± 2.52	21.12 ± 5.49
80	31.30b ± 0.55	0.37 ± 0.011	83.890b ± 3.76	19.71 ± 2.03
85	29.8ab ± 0.75	0.41 ± 0.007	71.79ab ± 2.87	28.63 ± 6.91
90	28.3ab ± 1.11	0.41 ± 0.032	70.21ab ± 5.84	17.83 ± 0.93
95	26.43b ± 0.96	0.43 ± 0.018	61.220a ± 2.81	22.06 ± 4.17
100	26.36b ± 0.86	0.45 ± 0.008	58.200a ± 2.43	26.28 ± 3.75

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan hasil uji BNJ pada taraf  $\alpha = 5\%$ .

Yap *et al.* (2017) perbandingan PTT dan ATT semakin meningkat seiring proses pematangan pisang. Umur panen tidak mempengaruhi kandungan vitamin C pisang Tanduk pada percobaan ini, kandungan vitamin C berkisar 17.83-28.63 mg 100 g<sup>-1</sup> bahan. Menurut Nurmalita (2020) umur panen pisang Tanduk mempengaruhi kandungan vitamin C, vitamin C yang rendah diakibatkan oleh kerusakan mekanis saat penanganan pascapanen. Nazudin dan Sabban (2020) menyatakan kadar vitamin C pisang kepok dan pisang Ambon selama penyimpanan semakin mengalami penurunan. Pande *et al.* (2017) menyatakan kandungan vitamin C menurun disebabkan terjadinya proses oksidasi dan biosintesis vitamin C. Kandungan vitamin C pada pisang berbeda-beda tergantung pada jenis pisang. Menurut Wall (2006) kandungan vitamin C pisang *Dwarf Brazil* sebesar 12.7 mg 100 g<sup>-1</sup> bahan. Mahardika dan Zuraida (2016) menyatakan kandungan vitamin C pisang Ambon sebesar 72 mg 100 g<sup>-1</sup> bahan. Widodo *et al.* (2021) menyatakan kandungan vitamin C pisang Raja Bulu sebesar 54.70-64.38 mg 100 g<sup>-1</sup> bahan Handayani (2020) menyatakan kandungan vitamin C dari pisang Mas Kirana sebesar 56.79 mg 100 g<sup>-1</sup> bahan, pisang Barangan 65.82 mg 100 g<sup>-1</sup> bahan, dan pisang *Cavendish* 83.66 mg 100 g<sup>-1</sup> bahan.

### KESIMPULAN

Pemanenan pisang Tanduk yang dipanen pada 70-100 HSA dengan satuan panas 1035.15-1443.90 °C hari tidak menunjukkan perbedaan komponen produksi, komponen fisik, laju respirasi, dan kualitas kimia pada kematangan pascapanen yang sama kecuali PTT dan rasio PTT/ATT. Umur panen 85 HSA dengan satuan panas 1262 °C hari dapat dijadikan umur panen terbaik untuk memperpanjang umur simpan dengan umur simpan 9 HSP yang memiliki kualitas fisik dan kimia yang baik. Penelitian lanjutan perlu dilakukan di tempat yang berbeda untuk menentukan umur panen dan akumulasi satuan panas yang dapat menghasilkan kriteria panen yang seragam. Penelitian dengan metode satuan panas sebaiknya didukung dengan pemeliharaan tanaman agar hasil yang didapatkan lebih berkualitas.

### DAFTAR PUSTAKA

Agustina, S., Y.A. Purwanto, I.W. Budiastira. 2015. Prediksi kandungan kimia mangga arumanis selama penyimpanan dengan spektroskopi

nir. JTEP. 3(1):57-63.  
<https://doi.org/10.19028/jtep.03.1.57-63>.

- Antarlina, S.S., H.D. Noor, S. Umar, I. Noor. 2005. Karakteristik buah pisang lahan rawa lebak Kalimantan Selatan serta upaya perbaikan mutu tepungnya. *J. Hort.* 15(2):140-150.
- Arifin, M.F. 2016. Identifikasi morfologi pada pisang Tanduk di Kabupaten Malang dan Lumajang [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Bahrir, M. 2012. Pemberongsongan dapat memperbaiki kualitas buah pisang Tanduk (*Musa paradisiaca* var. *typica*, AAB group) [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [BPS] Badan Pusat Statistika. 2020. Produksi Pisang 2020 [Internet]. [diakses Juni 2022]; Tersedia pada: [www.bps.go.id/indicator/55/62/1/produksi-tanaman-buah-buahan.html](http://www.bps.go.id/indicator/55/62/1/produksi-tanaman-buah-buahan.html).
- [BPS] Badan Pusat Statistika. 2021a. Produksi Pisang 2021 [Internet]. [diakses Juni 2022]; Tersedia pada: [www.bps.go.id/indicator/55/62/1/produksi-tanaman-buah-buahan.html](http://www.bps.go.id/indicator/55/62/1/produksi-tanaman-buah-buahan.html).
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2021b. Statistik Hortikultura 2021. Jakarta: Badan Pusat Statistik Indonesia.
- Etienne, M., D. Génard, Bancel, S. Benoit, G. Lemirea, C. Bugauda. 2014. Citrate and malate accumulation in banana fruit (*Musa* sp. AA) is highly affected by genotype and fruit age, but not by cultural practices. *Scientia Horticulturae*. 169:99-110. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.02.013>
- Hailu, M., T.S. Workneh, D. Belew. Review ion postharvest technology of banana fruit. 2013. *Afric. J. Biotechnol.* 12(7): 635-647.
- Haryadi, F.M. 2018. Optimasi kriteria panen pisang Cavendish berdasarkan satuan panas dengan waktu anthesis yang berbeda [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Herlina, S.A. Aziz, A. Kurniawati, D.N. Faridah. 2017. Pertumbuhan dan produksi habbatussauda (*Nigella sativa* L.) di tiga ketinggian di Indonesia. *J. Agron. Indonesia*. 45(3):323-330. <https://doi.org/10.24831/jai.v45i3.13363>.
- Kittur, F.S., N. Saroja, H.R.N. Tharanathan. 2001. Polysaccharide-based composite coating formulations for shelf- life extension of fresh banana and mango. *Eur Food Res Technol.* 213:306-311. <https://doi.org/10.1007/s002170100363>.

- Kurniawati, A., L.U. Aidid, H. Harti. 2011. Pertumbuhan, produksi, dan kualitas pisang tanduk (*Musa paradisiaca* Var. Typiaca, AAB Group) pada beberapa teknik budidaya. Prosiding seminar Nasional PERHORTI 2011; 2011 Nov 23-24; Lembang, Indonesia. Lembang [ID]: Perhimpunan Hortikultura Indonesia. Hlm. 1094-1103.
- Lestari, F. 2021. Perubahan sifat fisik dan kadar sukrosa selama proses pematangan buah pisang kepok (*Musa paradisiaca* Var. *Formantipyca*) dan buah pepaya (*Carica papaya* Var. *California*) [skripsi]. Lampung: Universitas Islam Negeri Raden Intan.
- Mahardika, N.P., R. Zuraida. 2016. Vitamin C pada pisang ambon (*Musa paradisiaca* S.) dan anemia defisiensi besi. *Majority*. 5(4):124-127.
- Markiah, R. Hustiany, A. Rahmi. 2020. Upaya mempertahankan umur simpan pisang kepok dengan kemasan aktif berbahan arang aktif cangkang kelapa sawit. *J. Teknologi Industri Pertanian*. 30(2):198-208. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2020.30.2.198>.
- Musita, N. 2012. Kajian kandungan dan karakteristiknya pati resisten dari berbagai varietas pisang. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. (23)1:57-65.
- Nazudin, K. Sabban. 2020. Pengaruh lama penyimpanan terhadap kadar vitamin c pada buah pisang *Musa acuminata* L (varietas pisang kepok) dan pisang *Musa paradisiaca* L kunt var Sapiantum (varietas pisang ambon). *Scie. Map. J.* 2(1):8-14. <https://doi.org/10.30598/jmsvol2issue1pp8-14>.
- Nunes, C.N., Y. Yagiz. J.P. Emond. 2013. Influence of environmental conditions on the quality attributes and shelf life of 'Goldfinger' bananas. *Postharvest Biology and Technology*. 86:309-320. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.07.010>.
- Nurfazizah, R., S. Susanto, D.W. Widodo. 2019. Karakterisasi dan daya simpan empat aksesori buah pisang tanduk (*Musa* sp. AAB). *Bul. Agrohorti*. 7(3):303-311. <https://doi.org/10.29244/agrob.v7i3.30202>.
- Nurjanah, S. 2002. Kajian laju respirasi dan produksi etilen sebagai dasar penentuan waktu simpan sayuran dan buah-buahan. *J. Bionatura*. 4(3): 148-156.
- Nurmalita, I. 2020. Kajian akumulasi satuan panas sebagai kriteria panen pisang tanduk (*Musa* "AAB" Group Tanduk) [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Palupi, H.T. 2012. Pengaruh jenis pisang dan bahan perendam terhadap karakteristik tepung pisang (*Musa* Spp). *J. Teknologi Pangan*. 4(1):102-120. <https://doi.org/10.35891/tp.v4i1.21>.
- Pande, I.P.H.D., M.R. Defiani, N.L. Arpiwi. 2017. Kandungan gula tereduksi dan vitamin c dalam buah pisang nangka (*Musa paradisiaca* *forma typica*) setelah pemeraman dengan ethrel dan daun tanaman. *J. Simbiosis*. 5(2):64-68. <https://doi.org/10.24843/JSIMBIOSIS.2017.v05.i02.p06>.
- Perry, K.B., T.C. Wehner. 1996. A heat unit accumulation method for predicting cucumber harvest date. *Hort. Technology*. (6)1:27-30. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.6.1.27>.
- Prabawati, S., Suyanti, D.A. Setyabudi. 2008. *Teknologi Pascapanen dan Teknik Pengolahan Buah Pisang*. Yogyakarta: Balai Besar Percobaan dan Pengembangan Pertanian.
- Prabha, D.S., J.S. Kumar. 2013. Assessment of banana fruit maturity by image processing technique. *J. Food Sci Technol*. 52(3):1316-1327. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1188-3>.
- Pribadi, R. 2011. Potensi budidaya pisang (studi kasus di Kecamatan Wonosalam) Kabupaten Jombang. *J. Agrina*. 1(1):40-46.
- Rahayu, A., W. Nahraeni, N. Rochman, R.Y. Ardiansyah. 2017. Sifat morfologi dan kimia buah berbagai aksesori pamelos (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) asal Kabupaten Magetan. *J. Agronida*. 3(2):84-94. <https://doi.org/10.30997/jag.v3i2.1043>.
- Rahayu, M., W.D. Widodo, K. Suketi. 2014. Penentuan waktu panen pisang Raja Bulu berdasarkan evaluasi buah beberapa umur petik. *J. Hort. Indonesia*. 5(2):65-72. <https://doi.org/10.29244/jhi.5.2.65-72>.
- Ritung, S., K. Nugroho, A. Mulyani, E. Suryani. Petunjuk teknis evaluasi lahan untuk komoditas pertanian (Edisi Revisi). Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Sukasih, E., Setyadjit. 2016. Formulasi antifungal kombinasi dari ekstrak limbah mangga dengan pengawet makanan komersial untuk preservasi buah mangga. *J. Penelitian Pascapanen Pertanian*. 14(1):22-34. <https://doi.org/10.21082/jpasca.v14n1.2017.22-34>

- Sularida, N., J.Y. Sari, I.P.N. Purnama. 2019. Identifikasi tingkat kematangan buah pisang menggunakan metode ekstraksi ciri statistik pada warna kulit buah. *Ultimatics*. 10(2):98-102. <https://doi.org/10.31937/ti.v10i2.1004>.
- Sutowijoyo, D., W.D. Widodo. 2013. Kriteria kematangan pascapanen pisang Raja Bulu dan pisang Kepok. Di dalam: J.G. Kartika, W.B. Suwarno, S.W. Ardie, C.P.E. Sanura, F.N. Fitriana, editor. *Membangun Sistem Baru Agribisnis Hortikultura Indonesia pada Era Pasar Global*. Vol. 1, Prosiding Seminar Ilmiah Perhorti 2013; 2013 Oktober 9; Bogor, Indonesia. Bogor [ID]: Perhimpunan Hortikultura Indonesia. hlm 21–26.
- Timotiwu, P.B., T.K. Manik, Agustiansyah, E. Pramono. Fenologi dan pertumbuhan strawberry di dataran rendah sebagai kajian awal dampak perubahan iklim terhadap pertumbuhan tanaman. *J. Agrotropika*. 20(1):1-8. <https://doi.org/10.23960/ja.v20i1.4596>.
- Unal, M.U., Z. Karasahin, A. Sener. 2016. Effect of some postharvest treatments on physical and biochemical properties of anamur bananas (*Musa acuminata* colla (AAA group) during shelf-life period. *GIDA*. 41(2):69-76. <https://doi.org/10.15237/gida.GD15063>.
- Unika, A. 2015. Pengaruh jumlah ragi dan waktu fermentasi terhadap sifat organoleptik tapai pisang tanduk. *E-journal Boga*. 4(1):192-201.
- Verawati, L.Q.A. 2020. Optimasi kriteria panen pisang mas kirana (*Musa acuminata* AA group) berdasarkan satuan panas di Senduro, Lumajang, Jawa Timur [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Wall, M.M. 2006. Ascorbic acid, vitamin A, and mineral composition of banana (*Musa* sp.) and papaya (*Carica papaya*) cultivars grown in Hawaii. *J. Food Compos. Anal.* 19: 434–445. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.01.002>.
- Wangsitala, A., D. Hariyono, R. Soelistyono. 2016. Pemanfaatan thermal unit untuk menentukan waktu panen tanaman baby wortel (*Daucus carota* L.) dengan menggunakan varietas dan mulsa yang berbeda. *J. Produksi Tanaman*. 4(6):416-424.
- Widodo, D.W., K. Suketi, A. Fitriansyah. 2021. Pemantapan satuan panas sebagai kriteria panen pisang raja bulu. *J. Hort. Indonesia*. 12(2):99-107. <https://doi.org/10.29244/jhi.12.2.99-107>.
- Widodo, W.D., K. Suketi, R. Rahardjo. 2019. Evaluasi kematangan pascapanen pisang Barangan untuk menentukan waktu panen terbaik berdasarkan akumulasi satuan panas. *Bul. Agrohorti*. 7(2):162-171. <https://doi.org/10.29244/agrob.7.2.162-171>.
- Wijaya, K. 2021. Kajian karakter pascapanen buah pisang tanduk (*Musa paradisiaca*, AAB Group) untuk optimasi satuan panas sebagai kriteria panen terukur [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Yap, M., W.M.A.D.B. Fernando, C.S. Brennan, V. Jayasena, R. Coorey. 2017. The effects of banana ripeness on quality indices for puree production. *LWT-Food Science and Technology*. 80:10-18. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.01.073>.
- Yulyana, E. 2015. Kriteria kematangan pascapanen pisang mas kirana (*Musa* sp. AA Group) berbasis satuan panas [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.