

Keragaman Karakteristik Fisik Buah, tanaman dan Rendemen Minyak dari 9 Klon Buah Merah (*Pandanus conoideus*)

*(Diversity of Physical Characteristics of Fruit, Plant and the Yield Oil of Nine Clones of Red Fruit (*Pandanus conoideus*)*

Zita Letviany Sarungallo¹, Purwiyatno Hariyadi^{2,3}, Nuri Andarwulan^{2,3},
Eko Hari Purnomo^{2,3}

¹Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian dan Teknologi Pertanian. Universitas Papua (UNIPA), Jl. Gunung Salju Amban Manokwari-98314, Papua Barat. Indonesia

²Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor (IPB). Kampus IPB Darmaga, PO Box 220. Bogor-16680. Indonesia

³Southeast Asian Food and Agricultural Science and Technology (SEAFST) Center, IPB, Bogor-16680.
Email: zlsarungallo@yahoo.com; phariyadi@ipb.ac.id; nuri@seafast.org; ekohari_p@yahoo.com

Info Artikel:

Diterima : 01 Juni 2019
Disetujui : 02 Juni 2019
Dipublikasi : 14 Juni 2019

Artikel Penelitian

Keyword:

Buah merah, *Pandanus conoideus*, keragaman, klon, karakteristik fisik buah, rendemen minyak

Korespondensi:

phariyadi@ipb.ac.id



Copyright © Mei 2019
AGRIKAN

Abstrak. Buah merah (*Pandanus conoideus*) merupakan tanaman endemik Papua, sebagai sumber minyak makan yang kaya karotenoid dengan keragaman klon yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan keragaman sifat fisik buah dan tanaman dari 9 klon buah merah, serta rendemen minyaknya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa buah utuh atau cepallum dari buah merah terdiri atas empulur/pedicele (51-61%), bulir/drupa (39-49%), biji (27-36%) dan daging buah (10-17%). Keragaman sifat fisik cepallum antar klon terutama terlihat pada warna kuning-oranye atau merah-merah tua, berbentuk silinder meruncing, terdiri dari ukuran pendek (<50 cm), sedang (40-60 cm) dan panjang (>60 cm). Empulur setiap klon buah merah bervariasi pada warna (putih atau kuning), berbentuk silinder meruncing dengan ukuran yang bervariasi. Bulir berwarna kuning-oranye atau merah-merah tua, berbentuk persegi banyak dengan ukuran yang bervariasi. Sedangkan sifat fisik tanaman bervariasi antara klon, terutama pada tinggi tanaman dan batang utama, serta panjang cabang tanaman dan jarak antar cabang. Penentuan rendemen minyak buah merah berbasis berat total bulir (5,7-8,7% berat basah, bb atau 7,7-18,3% berat kering, bk) lebih rendah dari basis berat total daging buah (19,7-27,4% bb atau 31,9-54,5% bk). Hasil *Principle component analysis* berdasarkan karakteristik fisik buah dan tanamannya, ke-9 klon buah merah terdistribusi dalam empat kuadran menurut lokasi budidaya yaitu Distrik Minyambou (dataran tinggi) di kuadran I, Distrik Koya, Jayapura (dataran rendah) di kuadran II, dan Kebun Percobaan UNIPA, Manokwari (dataran rendah) kuadran III dan IV.

Abstract. Red fruit (*Pandanus conoideus*) is an endemic plant of Papua, as a source of edible oil which is very rich in total carotenoids as well as has high various clones. This study aims to determine the physical properties of fruit, plant and yield oil of 9 clones red fruit. The results of this study show that whole fruit/cepallum consists of pith (51-61%) and grain/drupa (39-49%). Grain consists of seed (27-36%) and pulp (10-17%). The variety of cepallum physical properties between clones particularly seen in color (yellow-orange or red-dark red), cylindrical tapered, consisting of short size (<50 cm), medium (40-60 cm) and long (> 60 cm). The pith of each clone also varies in colors (white or yellow), has a tapered cylindrical shape with varying sizes. Grains colors are yellow-orange or red-dark red and have many square shapes (polygonal) with varying sizes. While the physical properties of plants vary between clones, especially height of the plant and the main stem, as well as length of branches and distance between branches. Determination of yield oil base on the total grains weight (5.7-8.7% wb or 7.7-18.3% db) is lower than on the total pulp weight (19.7-27.4% wb or 31.9-54.5% db). Principle component analysis results based on physical characteristics of fruit and plant, nine clones of red fruit distributed into four quadrants according to cultivation location, namely Minyambou District (upland) in quadrant I, Koya District, Jayapura (lowland) in quadrant II, and the UNIPA Experimental Garden, Manokwari (lowland) in quadrant III and IV.

I. PENDAHULUAN

Buah merah (*Pandanus conoideus*) secara taksonomi tergolong genus *Pandanus*, yang pertumbuhannya menyebar hampir di seluruh tanah Papua, baik di dataran rendah maupun

dataran tinggi (5-2300 m.dpl), meliputi daerah Jayapura, pegunungan Jayawijaya, Mimika, Merauke, Sorong, Manokwari dan Nabire, serta kepulauan Biak dan Serui (Walujo *et al.*, 2007). Hasil eksplorasi buah merah pada 5 sentra

budidaya buah merah di Provinsi Papua dan Papua Barat yaitu kabupaten Manokwari, Teluk Bintuni (Distrik Merdey), Sorong Selatan (Distrik Aifat) dan Jayawijaya (Distrik Kelila) ditemukan 85 klon, dengan karakteristik fisik dan kimia buah yang beragam (Murtiningrum *et al.*, 2012b).

Pemanfaatan buah merah oleh masyarakat Papua sebagai buah yang dikonsumsi secara langsung atau diekstrak minyaknya (Roreng dan Nishigaki, 2013), serta diolah menjadi saus (Murtiningrum *et al.*, 2012a), dodol (Murtiningrum dan Silamba, 2010), dan minuman emulsi (Sarungallo *et al.*, 2014). Selain lemak 11-30%, buah merah juga mengandung komponen antioksidan yaitu karotenoid, tokoferol, dan asam lemak tidak jenuh terutama asam oleat, linoleat, dan palmitoleat (Murtiningrum *et al.*, 2012b; Surono *et al.*, 2008), mineral (Fe, Ca, dan P) (Murtiningrum *et al.*, 2012b), serta komponen fenol (Rohman *et al.*, 2010). Ekstrak buah merah juga terbukti menguntungkan kesehatan secara *in vivo*, antara lain menghambat tumor dan membunuh sel kanker (Surono *et al.*, 2008; Mun'im *et al.*, 2006; Moeljopawiro *et al.*, 2007), antiinflamasi dan meningkatkan sel imun (Khiong *et al.*, 2009), serta menurunkan gula darah (Winarto *et al.*, 2000), sehingga berpotensi untuk dikembangkan menjadi pangan fungsional.

Pangan fungsional yang berkualitas sangat ditentukan kualitas buah merah sebagai bahan baku dan proses pengolahannya. Seperti komoditi pertanian lainnya, buah merah memiliki karakteristik yang mudah rusak karena tingginya kadar air dan masih melakukan aktivitas fisiologis setelah panen, sehingga memicu berbagai kerusakan. Penanganan khusus selama panen dan pascapanen diperlukan agar susut bobot dan susut mutu (gizi dan komponen aktif) buah dapat dihindari. Dalam hal ini, baik petani maupun produsen minyak buah dituntut untuk memberikan penanganan buah merah yang tepat terkait dengan kesegaran dan mutu buah merah agar dihasilkan minyak berkualitas. Sehingga kajian komprehensif mengenai sifat fisik buah merah penting dalam menentukan aplikasi teknologi yang tepat dalam pengembangannya sebagai pangan fungsional.

Parameter fisik buah merupakan indikator awal yang penting, karena dapat mempengaruhi penanganan panen dan pasca panen; serta perancangan peralatannya yang meliputi pembersihan, sortasi dan pengemasan (Jahromi *et al.*, 2007); teknik transportasi, penyimpanan,

pemisahan daging buah, dan ekstraksi minyak (Keshvadi *et al.*, 2011). Informasi sifat fisik buah diperlukan untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat maupun produsen dalam penanganan dan pengolahan buah merah yang saat ini masih kurang tepat karena umumnya dilakukan secara tradisional. Disamping itu kajian ekstraksi minyak buah merah telah banyak dilaporkan, namun rendemen minyak yang dihasilkan beragam.

Rendemen minyak buah merah hasil ekstraksi basah dilaporkan bervariasi yaitu 15,9% (Murtiningrum *et al.*, 2005) dan 18-21% (Andarwulan *et al.*, 2006); sedangkan rendemen hasil modifikasi metoda ekstraksi basah berkisar 1,98-10,19% (Pohan dan Wardayani, 2006), sementara ekstraksi kering berkisar 32,5-35,0% (Lubis *et al.*, 2012). Perbedaan data rendemen minyak tersebut dapat disebabkan oleh asal atau klon buah merah dan metode ekstraksi, serta perbedaan dalam penentuan basis perhitungannya. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan keragaman karakteristik fisik buah dan tanaman dari 9 klon buah merah, serta rendemen minyaknya.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Bahan dan Alat

Penelitian dilaksanakan di Lab. Teknologi Pertanian, Universitas Papua (Unipa), Manokwari. Bahan utama penelitian adalah 9 klon buah merah, dengan nama lokal Menjib Rumbai, Edewewits, Memeri, Monsrus, Monsor (Kebun Percobaan Unipa, Manokwari; dataran rendah), Mbarugum (Distrik Koya, Jayapura; dataran rendah), dan Hityom, Himbiak, Hibcau (Distrik Minyambow, Manokwari; dataran tinggi). Buah merah dipanen pada tingkat kematangan optimal, dengan kriteria panen yaitu *drupa* (bulir) telah berisi penuh (bernas), berwarna merah tua, posisi kemiringan buah pada pohon 180°, daun seludang terbuka dan telah mengering 50% (Santoso *et al.*, 2011). Buah merah diperoleh dari petani setempat (sebanyak 2-6 buah), diperam selama 2 hari untuk melunakkan daging buah dan memudahkan pemipilan. Peralatan terdiri dari untuk ekstraksi minyak (panci, saringan dan *sentrifuge*), dan untuk ukur kadar air (oven dan timbangan analitik).

2.2. Metode Penelitian

2.2.1. Sifat Fisik Buah dan Tanaman Buah Merah

Observasi dan fotografi digunakan untuk membandingkan, membedakan dan mendokumentasikan karakter fisik buah dan

tanaman buah merah. Variabel yang diamati meliputi karakter fisik buah merah yaitu: (1) buah utuh (*cepallum*) meliputi bentuk, warna, panjang, berat, dan lingkaran buah yaitu pada bagian pangkal, tengah dan ujung (Gambar 1a); (2) empulur (*pedicel*) meliputi bentuk, warna, panjang, berat, dan lingkaran empulur yaitu pada bagian pangkal, tengah dan ujung (Gambar 1b dan Gambar 1d); (3) bulir atau *drupa* (Gambar 1c) meliputi panjang, lebar, berat bulir utuh, berat biji (tanpa daging buah), dan berat daging buah (*pulp*); serta karakter fisik tanaman buah merah mencakup tinggi tanaman; warna, diameter batang utama, dan jumlah percabangan; panjang dan lebar daun (Gambar 3). Pengamatan sifat fisik buah dan tanaman ini diulang 2 kali.

2.2.2. Ekstraksi minyak buah merah

Minyak buah merah diekstrak dengan cara basah yaitu bulir buah merah ditambahkan air dengan perbandingan buah dan air 1:2, dan direbus selama 20 menit. Selanjutnya dilakukan pemisahan biji dan daging buah dengan diaduk dan disaring, sehingga dihasilkan pasta daging buah. Pasta daging buah tersebut dimasak selama ±1 jam sampai minyak terekstrak sempurna. Minyak yang dihasilkan, disentrifugasi (1000 rpm, 10 menit), disaring dan dikemas dalam botol gelap (Sarungallo *et al.*, 2014). Rendemen minyak yang terekstrak merupakan persentasi massa (berat) dari sampel yang dihitung menggunakan persamaan 1.

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat ekstrak minyak (g)}}{\text{berat pipilan atau daging buah (g)}} \times 100$$

Untuk membandingkan rendemen minyak antar klon berdasarkan berat kering sampel maka dilakukan pengukuran kadar air bulir buah merah dengan metode oven (AOAC, 2005). Ekstraksi minyak buah merah diulang sebanyak 3 kali.

2.3. Analisis Data

Data hasil pengamatan karakter fisik buah dan tanaman dari buah merah ditabulasi, dan dianalisis menggunakan *Principle Component Analysis* (PCA) dengan *Xlstat Versi 2013.6.01*. Data rendemen minyak ditabulasi dan dianalisis secara statistik dengan Analisis Ragam, dan jika berbeda nyata dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) menggunakan Program *Statistical Analysis Software* (SAS) 9.1.3.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Fisik Buah Merah

Buah utuh (*cepallum*) buah merah secara fisik digambarkan sebagai kumpulan bulir (*drupa*) yang tersusun rapat dan menempel kuat pada empulur (*pedicel*), dan setiap bulir terdiri dari biji yang diselimuti daging buah (*pulp*) yang berlemak (Gambar 1). Persentasi dari bagian buah merah tersebut disajikan pada Tabel 1. Persentasi bulir berkisar 39-49% berbanding terbalik dengan empulur (51-60%) yang merupakan bagian yang terbesar dari buah. Daging buah merupakan bagian buah yang dimanfaatkan sebagai bahan pangan, sedangkan biji dan empulurnya dapat dijadikan pakan ternak.

Umumnya klon dengan kadar empulur tinggi memiliki kadar biji, bulir dan daging buah rendah (klon Himbiak, Mbarugum dan Memeri); sedangkan yang kadar empulurnya rendah memiliki kadar biji, bulir dan daging buah yang tinggi (klon Monsor, Menjib Rumbai dan Hityom). Setiap klon memiliki komposisi bagian buah yang bervariasi, sehingga dalam perhitungan (rendemen atau kandungannya) persentasi bagian buah harus ditetapkan sebagai basis perhitungan (bulir atau daging buah).

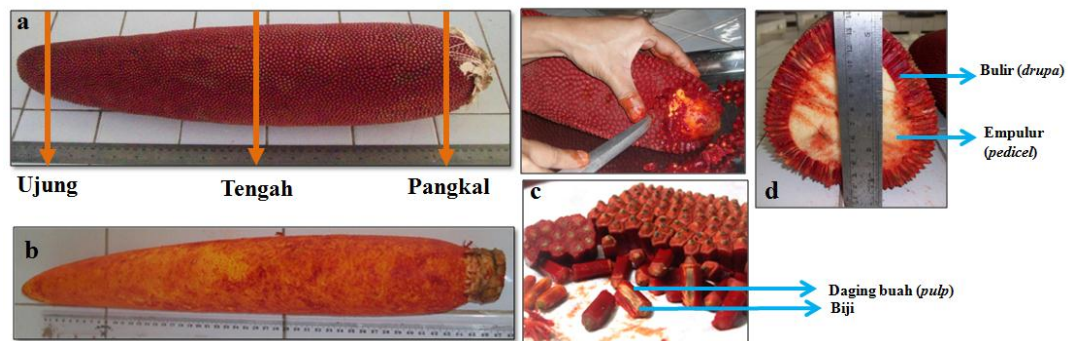
3.1.1. Buah utuh (*cepallum*) buah merah

Warna buah merah bervariasi yaitu kuning sampai oranye, dan merah sampai merah tua, dipengaruhi klon dan tingkat kematangan buah. Umumnya klon yang diamati berwarna merah sampai merah tua, kecuali Menjib Rumbai berwarna kuning. Makin tua umur panen, warna buah semakin tua atau gelap yang mengindikasikan terbentuknya karotenoid secara maksimal yang berkontribusi warna merah (Sarungallo *et al.*, 2016). Karotenoid adalah pigmen alami kuning, yang terbentuk di daun, bersama dengan klorofil serta di bagian lain tanaman seperti buah, bunga, biji dan akar (Wilska-Jeszka, 2002). Ditambahkan pula bahwa kematangan buah merah ditandai dengan perubahan warna buah dari hijau menjadi merah muda pada fase buah muda, menjadi merah kehitaman pada fase matang (Santoso *et al.*, 2011). Kandungan karotenoid buah merah pada fase agak matang berkisar antara 8,4-1.098 ppm yang mengalami peningkatan pada fase matang menjadi 552-1.073, dan pada fase lewat matang mencapai 976-1.592 ppm, yang nilainya bervariasi antar klon (Sarungallo *et al.*, 2016), lebih tinggi dibandingkan dengan minyak sawit 500-700 ppm (Sundram *et al.*, 2003) dan wortel 1.283-1.474 ppm (Knockaert *et al.*, 2012).

Tabel 1. Kadar empulur, bulir, biji dan daging buah, serta sifat fisik dari buah utuh 9 klon buah merah.

Klon buah merah	Empulur* (%, berat buah)	Bulir* (% , berat buah)			Warna buah	Panjang buah* (cm)	Berat buah* (kg)	Lingkar buah* (cm)		
		Biji (%, berat buah)	Daging buah (%, berat buah)	Total				Pangkal	Tengah	Ujung
Menjib Rumbai	51	36	13	49	Kuning	42-47 (sedang)	1,7-2,2	22-25	26-30	16-23
Edewewits	56	32	12	44	Merah	71-80 (panjang)	4,6-6,4	22-32	33-35	25-27
Memeri	56	33	10	44	Merah	54-65 (panjang)	4,6-5,0	26-34	39-40	20-23
Monsrus	53	35	12	47	Merah	50-62 (panjang)	3,5-5,5	26-34	39-40	20-23
Mbarugum	58	29	13	42	Merah	58-62 (panjang)	6,5-9,3	48-53	42-50	24-26
Monsor	52	33	17	48	Merah	42-52 (sedang)	1,3-2,8	22-28	25-32	16-20
Hityom	53	34	13	47	Merah	61-79 (panjang)	5,9-6,1	32-38	40-44	20-28
Himbiak	61	27	11	39	Merah	72-80 (panjang)	4,5-8,4	33-44	43-48	20-26
Hibcau	56	33	12	44	Merah	43-74 (panjang)	3,8-8,5	25-38	40-55	25-27

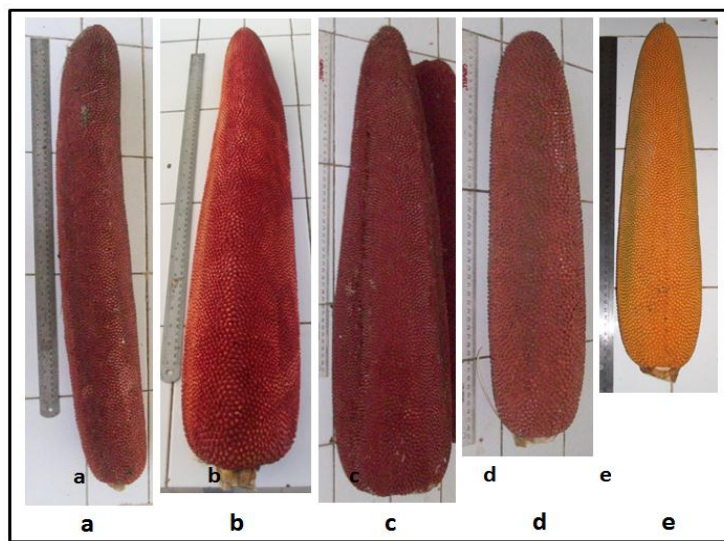
*Jumlah sampel = 2-6 buah



Gambar 1. Buah utuh/cepallum (a), empulur/pedichel (b), bulir/drupa (c), dan penampang melintang buah utuh (d) dari buah merah.

Karakter fisik buah merah berbentuk silinder meruncing, dari pangkal membulat memanjang sampai ke bagian tengah membesar atau mengecil sampai ke bagian ujung mengecil yang berbeda antar klon. Umumnya bentuk buah dari ke-9 klon buah merah dapat dibedakan dalam 5 bentuk (Gambar 2) yaitu: 1) silinder meruncing yang memanjang dari bagian pangkal dan tengah kemudian mengecil sampai bagian ujung (Edewewits); 2) silinder meruncing yang membulat besar pada bagian pangkal dan membesar pada bagian tengah kemudian mengecil sampai bagian ujung (Himbiak, Hityom dan Hibcau); 3) silinder meruncing yang membulat besar dari bagian

pangkal kemudian mengecil sampai ke bagian tengah dan ujung (Mbarugum); 4) silinder yang membulat kecil pada bagian pangkal kemudian membesar pada bagian tengah dan mengecil pada bagian ujung (Monsrus); 5) silinder meruncing yang membulat kecil pada bagian pangkal kemudian membesar pada bagian tengah dan mengecil pada bagian ujung (Menjib Rumbai, Memeri, dan Monsor). Beberapa peneliti mendeskripsikan buah merah berbentuk segitiga dan silindris, ujung tumpul atau lancip, dan pangkal menjantung (Lebang *et al.*, 2004; Hadad *et al.*, 2006).



Gambar 2. Bentuk umum cepallum dari beberapa klon buah merah

Rata-rata panjang dan berat buah merah bervariasi antar klon (Tabel 1), masing-masing 45-75 cm dan 2-7,9 kg. Klon yang tergolong panjang (>60 cm) yaitu Edewewits, Memeri, Mbarugum, Hityom, Himbiak dan Hibcau; pendek (<50 cm) adalah Menjib Rumbai; dan sedang (40-60 cm) yaitu Monsrus dan Monsor. Hadad *et al.* (2006) melaporkan bahwa buah merah asal Wamena-Papua memiliki panjang 68-110 cm. Variasi ukuran buah merah antar tempat tumbuh juga dilaporkan Murtiningrum *et al.* (2012b) yaitu di dataran tinggi berukuran sedang (42 cm) sampai panjang (80,2 cm), sedangkan di dataran rendah (59-66 cm) lebih bervariasi yaitu dari pendek (25-29 cm) sampai panjang (70 cm).

Kisaran ukuran lingkaran buah merah antar klon bervariasi yaitu di bagian ujung 18-26 cm, tengah 28-46 cm, dan pangkal 24-38 cm (Tabel 1). Kisaran ukuran ini sama dengan laporan Hadad *et al.* (2006) yang membedakan antara buah besar dan

kecil berdasarkan lingkaran buah yaitu buah besar dengan lingkaran pangkal 31,5-74 cm dan lingkaran ujung 14-28 cm, sedangkan buah kecil memiliki lingkaran pangkal 35-54 cm dan lingkaran ujung 10-15 cm.

Berat buah merah dari ke-9 klon yang diamati berkisar 2,0-7,9 kg, sama dengan laporan sebelumnya (3,0-7,6 kg) (Hadad *et al.*, 2006); sementara itu ada juga yang mengelompokkan buah merah berdasarkan beratnya yaitu "buah besar" dengan berat 5-10 kg dan "buah kecil" dengan berat 4-7 kg (Lebang *et al.*, 2004). Berdasarkan ukuran panjang, bentuk dan berat buah utuh, buah merah yang tergolong ukuran paling kecil/ringan adalah klon Menjib Rumbai dan Monsor; sedangkan klon Monsrus berukuran sedang; sementara klon Mbarugum, Memeri, Himbiak, Hityom, Hibcau dan Edewewit tergolong besar/berat, namun Edewewits lebih ramping dan panjang.

Tabel 2. Sifat fisik empulur dari 9 klon buah merah

Klon buah merah	Warna /bentuk penampang melintang	Panjang empulur* (cm)	Lingkar empulur* (cm)			Berat empulur* (kg)	Kadar empulur* (%)
			Pangkal	Tengah	Ujung		
Menjib Rumbai							
Rataan	Kuning/ segitiga	42	18	22	14	1	51
Kisaran		37-47	15-20	21-23	10-18	0,8-1,2	45-57
Edewewits							
Rataan	Putih/ segitiga	71	23	29	21	3	56
Kisaran		67-76	18-26	27-31	20-24	2,6-3,8	53-60
Memeri							
Rataan	Putih/ Segitiga	57	25	34	22	2,7	56
Kisaran		51-61	20-30	33-35	18-26	2,6-2,8	52-59
Monsrus							
Rataan	Putih/ bulat	53	21	30	17	2,3	53
Kisaran		47-59	16-29	27-34	15-18	1,6-3,3	46-59
Monsor							
Rataan	Putih/ Segitiga	41	22	24	15	1,1	52
Kisaran		34-48	18-24	24-27	10-14	0,65-1,4	49-57
Mbarugum							
Rataan	Putih/ Segitiga	54	43,5	39	18	4,6	58
Kisaran		52-56	41-46	35-43	17-19	3,7-5,5	56,9-59,5
Hityom							
Rataan	Putih/ Segitiga	65	26,0	32,0	16	3,5	51
Kisaran		54-76	24-30	30-34	14-20	2,8-4,1	47,5-54,1
Himbiak							
Rataan	Putih/ Segitiga	70	32	35	16	4	61
Kisaran		67-76	30-35	34-36	16-17	3,2-5,2	56-78
Hibcau							
Rataan	Putih/ Segitiga	49	19	33	18	3	56
Kisaran		38-69	15-25	30-38	16-19	2-4,7	55-56

*n = 2-6 buah

3.1.2. Empulur (Pedicel)

Karakteristik fisik empulur ke-9 klon buah merah bervariasi (Tabel 2). Warna empulur klon buah merah yang berwarna merah adalah putih, sedangkan klon yang berwarna kuning memiliki warna kuning. Umumnya bentuk empulur mempengaruhi bentuk buah utuh buah merah yaitu silinder meruncing, dengan ukuran lingkaran pangkal lebih kecil dari bagian tengah dan mengecil pada bagian ujung, kecuali Mbarugum ukuran lingkaran pangkalnya lebih besar dan mengecil pada bagian tengah sampai ke ujung. Bentuk penampang melintang empulur umumnya segitiga, kecuali Monsrus (bulat).

Panjang empulur buah merah antar klon bervariasi (berkisar 41-71 cm); empulur terpanjang (>50 cm) yaitu Edewewits, Himbiak, Mbarugum, Memeri dan Hityom; ukuran sedang (45-50 cm) Monsrus dan Hibcau; dan terpendek (<45) Menjib Rumbai. Lingkar empulur pada bagian ujung rata-rata berkisar 14-22 cm, bagian tengah dan pangkal masing-masing 22-39cm dan 18-43 cm. Santoso *et*

al. (2011) melaporkan bahwa variasi ukuran empulur dapat dipengaruhi oleh jenis klon dan tingkat kematangan buah.

3.1.3. Bulir (drupa) Buah Merah

Warna bulir buah merah dari ke-9 klon umumnya adalah merah-merah tua, kecuali Menjib Rumbai (kuning-oranye). Makin tinggi tingkat kematangan buah maka warna bulirnya makin tua yang berkaitan dengan meningkatnya kadar karotenoid (Sarungallo *et al.*, 2016).

Bentuk permukaan bulir umumnya persegi banyak atau poligonal (segi 5, segi 6 atau segi 7) yang mengerucut tajam pada bagian ujungnya dan pada bagian bawahnya membentuk segi empat dengan ukuran panjang dan lebar yang bervariasi antar klon. Sedangkan bentuk biji buah merah, di permukaan berbentuk persegi banyak (poligonal) yang mengerucut tajam pada bagian ujungnya, dan di bagian bawah berbentuk persegi panjang yang berbentuk kotak (Menjib Rumbai, Monsrus dan Monsor) atau meruncing (Edewewits, Memeri, Mbarugum, Hityom, Himbiak dan Hibcau).

Tabel 3. Sifat fisik bulir (*drupa*) dari 9 klon buah merah

Klon buah merah*	Berat total bulir per buah (kg)	Panjang bulir (cm)	Lebar bulir (cm)	Berat bulir (g)	Berat biji (g)	Berat daging buah/bulir (g)	Kadar daging buah/bulir (%)
MenjibRumbai							
Rataan	1	0,98	0,47	0,12	0,09	0,03	27,62
Kisaran	0,9-1,2	0,6-1,3	0,2-0,6	0,06-0,16	0,04-0,14	0,01-0,06	16-34
Edewewits							
Rataan	2,4	1,10	0,50	0,17	0,12	0,04	26,4
Kisaran	1,9-2,7	0,7-1,3	0,2-0,7	0,1-0,23	0,08-0,16	0,02-0,07	16-37
Memeri							
Rataan	2,1	1,26	0,37	0,14	0,11	0,032	23,63
Kisaran	1,9-2,4	0,8-1,5	0,2-0,6	0,10-0,21	0,07-0,17	0,01-0,04	15-33
Monsrus							
Rataan	2	1,20	0,45	0,26	0,20	0,07	25,02
Kisaran	1,8-2,3	34	34	34	34	34	34
Monsor							
Rataan	1,1	1,28	0,43	0,14	0,09	0,05	33,66
Kisaran	0,65-1,4	0,7-1,5	0,2-0,7	0,08-0,24	0,05-0,15	0,03-0,08	27-43
Mbarugum							
Rataan	3,3	1,47	0,48	0,20	0,14	0,06	29,7
Kisaran	2,8-3,8	1,4-1,5	0,4-0,6	0,14-0,26	0,12-0,23	0,02-0,16	26-34
Hityom							
Rataan	3,1	1,62	0,41	0,22	0,16	0,06	27,59
Kisaran	2,8-3,4	1,2-1,9	0,2-0,6	0,13-0,35	0,1-0,25	0,03-0,09	20-35
Himbiak							
Rataan	2,5	1,55	0,47	0,25	0,18	0,07	29,27
Kisaran	1,9-3,2	1,2-2,0	0,3-0,8	0,16-0,44	0,12-0,29	0,04-0,4	21-35
Hibcau							
Rataan	2,5	1,82	0,49	0,35	0,25	0,09	26,54
Kisaran	1,7-3,8	1,0-2,3	0,3-0,7	0,2-0,44	0,19-0,36	0,03-0,14	14-36

*Jumlah sampel (n) = 34 bulir

Berat total bulir dari setiap buah merah rata-rata berkisar 1-3,3 kg (Tabel 3), dimana klon Mbarugum memiliki total bulir terberat, sedangkan Menjib Rumbai dan Monsor yang paling ringan. Tanaman buah merah yang baru berbuah (umur 3-5 tahun), umumnya menghasilkan buah yang lebih kecil. Berat bulir buah merah bervariasi dapat dipengaruhi oleh klon, umur tanaman, serta asal tempat tumbuhnya (Murtiningrum *et al.* 2012b).

Panjang bulir buah merah berkisar 0,98-1,82 cm (Tabel 3). Hasil ini sejalan dengan laporan Murtiningrum *et al.* (2012b) bahwa panjang bulir dari 3 klon buah merah berkisar 1,2-1,8 cm. Data pada Tabel 3 juga memperlihatkan bahwa ukuran lebar bulir buah merah bervariasi dengan kisaran 0,39-0,5 cm, dengan berat bulir dan berat biji buah merah, masing-masing klon berkisar 0,12-0,35 g dan 0,09-0,25 g.

Bulir buah merah memiliki lapisan daging buah berlemak yang melapisi biji buah, yang teksturnya semakin lunak seiring meningkatnya kematangan buah (Santoso *et al.*, 2011). Berat

daging buah setiap bulir buah merah rata-rata berkisar 0,03-0,09 g (Tabel 3). Kadar daging buah setiap bulir buah merah rata-rata 23,6-33,7%, kadar daging buah tertinggi dimiliki Monsor dan yang terendah adalah Memeri. Perancangan alat pemisah daging buah merah dari biji dilaporkan menghasilkan rendemen daging buah hanya sebesar 12,7% (Darma *et al.*, 2010) sehingga diduga masih banyak daging buah yang masih melekat di biji.

Karakteristik tekstur daging buah merah matang cukup lunak sehingga mudah memar jika terbentur pada benda tajam/keras lainnya selama panen dan transportasi (Santoso *et al.*, 2011). Terjadinya memar atau luka pada buah merah dapat memicu terjadi hidrolisis lemak oleh lipase sehingga meningkatkan kadar asam lemak bebasnya (Ngando *et al.*, 2013). Untuk menghindari kerusakan tersebut, maka pemanenan buah merah dilakukan dengan menggunakan galah bambu yang bagian ujungnya dibuatkan pengait, agar buah tidak langsung jatuh ke tanah (Santoso *et al.*, 2011). Ditambahkan pula,

bahwa pemanenan sebaiknya dilakukan pada sore hari atau dini hari agar tidak terpapar panas matahari dan terhindar dari kerusakan fisik (Sarungallo *et al.*, 2013). Kerusakan fisik akibat suhu tinggi, cahaya, penguapan akan menyebabkan layu, kering, berat menurun, perubahan warna, tekstur, dan cita rasa; Sehingga dalam penanganan pasca panen sebaiknya buah merah ditransportasikan dalam bentuk utuh dan masih disertai daun selubung buahnya agar terhindar dari benturan. Untuk perancangan peralatan pengolahan buah merah tergantung pada tahapan proses dan produk akhir yang diinginkan. Murtiningrum *et al.* (2013) melaporkan pula bahwa bulir buah merah yang disimpan pada suhu kamar mulai ditumbuhi kapang pada hari ke-4, sehingga harus segera diolah setelah panen atau dibekukan untuk penyimpanan.

3.2. Karakteristik Fisik Tanaman Buah Merah

Tinggi tanaman buah merah dari ke-9 klon yang diamati berkisar 2-7 m (Tabel 4). Tinggi pohon buah merah ini dapat dipengaruhi oleh umur tanaman. Tanaman buah merah yang dibudidayakan di Kebun Percobaan UNIPA dan Distrik Koya, Jayapura masing-masing berumur ±12 tahun dan ±10 tahun, sedangkan asal Minyambouw lebih dari 15 tahun. Dilaporkan bahwa tinggi pohon buah merah yang dibudidayakan di Provinsi Papua berkisar 2-3,5 m dengan umur

lebih dari 5 tahun (Lebang *et al.*, 2004; Hadad *et al.*, 2006).

Bentuk percabang dan ukuran cabang dari 9 klon buah merah juga bervariasi (Gambar 3 dan Tabel 4). Percabangan pada klon Menjib Rumbai lebih rapat dan mengumpul pada ujung pohon dengan panjang 1-1,5 m; klon Edewewit lebih terbuka dengan diameter cabang yang lebih besar dan panjang 0,5-1 m; klon Memeri juga lebih terbukakan namun diameter cabangnya lebih kecil dan lebih panjang 1-4 m; sementara klon Monsor memiliki cabang utama yang lebih pendek dan percabangan yang lebih terbuka dengan diameter batang kecil dan panjang 1-2,5 m; sedangkan percabangan klon Mbarugum dan Monsrus agak rapat dengan panjang 1-3 m. Buah merah asal Distrik Minyambouw yaitu klon Himbiak dan Hibcau memiliki bentuk percabangan yang terbuka, namun diameter cabang klon Himbiak lebih besar dari klon Hibcau dan Hityom, sedangkan jarak antara cabang klon Hityom lebih melebar dibandingkan Hibcau dan Himbiak dengan panjang cabang 1-2 m.

Daun tanaman buah merah tersusun dalam karangan rapat (*rosette*), tersusun melingkar dalam tiga putaran (*tristichous*), tiap daun berbentuk sabuk (*lanceolate-elongate*), berduri pada bagian tepi daun dan pada lipatan daun bagian atas (*adaxial ventral pleats*) atau tulang daun (Walujo *et al.*, 2011).

Tabel 4. Sifat fisik tanaman dari 9 klon buah merah

Klon buah merah*	Tinggi pohon (m)	Tinggi batang utama (m)	Lingkar batang utama (cm)	Jumlah cabang	Panjang cabang (m)	Panjang daun (cm)	lebar daun (cm)	Umur berbuah (tahun)
Menjib Rumbai	3,5-6	3,5-5	28-32	6-13	1-1,5	100-160 (sedang)	5-10	3
Edewewits	2,5-6	2-3	40-50	3-16	0,5-1	125-205 (besar)	5-9	3
Memeri	2,5-6	1,5-2,5	26-35	3-18	1-4	135-210 (besar)	6-12	3
Monsrus	3-5	3-4	30-36	3-12	1-3	150-215 (besar)	6-13	3
Monsor	2,5-5	1-2	35-40	5-16	1-2,5	120-170 (sedang)	5-10	3
Mbarugum	2-3,5	2-3	40-78	2-4	1-3	100-325 (besar)	6-15	3-5
Hityom	5-6	3,5-5	35-40	2-8	1-2	170-235 (besar)	12-13	3-5
Himbiak	5-7	3,5-5	42-46	2-10	1-2	270-320 (besar)	12-13	3-5
Hibcau	4-6	2-3	33-43	4-24	1-2	180-200 (besar)	10-11	3-5

*Jumlah sampel (n) = 2-4 pohon



Gambar 3. Tanaman dari 9 klon buah merah

Ukuran panjang daun tanaman buah merah tergolong besar (100-325 cm), kecuali Menjib Rumbai dan Monsor berukuran sedang (100-160 cm), dengan lebar daun secara umum berkisar 5-15 cm (Tabel 4). Kisaran panjang daun ini sama dengan laporan sebelumnya yang berkisar 96-323 cm dengan lebar 9-15 cm (Lebang *et al.*, 2004) dan berkisar 110-323 cm dengan lebar 4-15 cm (Hadad *et al.*, 2006).

Karakter tanaman buah merah yang berperan dalam pembentukan buah adalah ukuran daun, karena klon dengan ukuran daun kecil memiliki buah yang berukuran lebih kecil (Menjib Rumbai dan Monsor), dan sebaliknya daun berukuran besar cenderung memiliki ukuran buah yang lebih besar (Edewewits, Memeri, Monsrus, Mbarugum, Himbiak, Hityom dan hibcau). Hal ini terkait dengan meningkatnya laju fotosintesis, karena pada daun yang lebih luas mengandung klorofil yang lebih banyak sehingga terjadi peningkatan jumlah karbon yang dapat diikat menjadi gula sebagai molekul penyimpanan energi selama terpapar cahaya matahari (Imani, 2010; Gardner *et al.*, 1991).

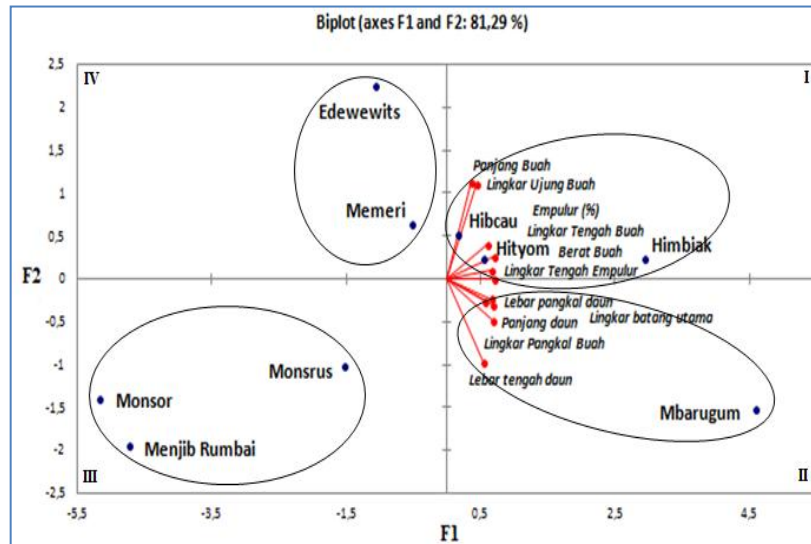
Periode generatif setiap klon tanaman buah merah 3-5 tahun, berbuah sekali setahun dengan masa panen 3-4 bulan, yaitu pada bulan April-Mei dan dipanen pada bulan Agustus-November. Umur panen setiap klon buah merah diduga dipengaruhi oleh umur, faktor genetik dan lingkungan tempat tumbuhnya. Dilaporkan bahwa umur panen buah merah di Provinsi Papua berkisar 3-5 tahun dan dipanen 2 kali setahun yaitu Juni-Agustus (panen pertama) dan November-Januari (panen kedua) (Limbongan dan Malik, 2009). Pembentukan buah merah sekali setahun, namun tidak terjadi bersamaan pada

seluruh populasi sehingga dapat dipanen dua kali setahun (Santoso *et al.*, 2011).

3.3. Principal Component Analysis Klon-Klon Buah Merah

Untuk mengevaluasi hubungan atau kedekatan antar ke-9 klon buah merah berdasarkan karakter fisik buah dan tanaman buah merah digunakan *Principal Component Analysis* (PCA). Hasil PCA memperlihatkan bahwa ke-11 variabel yang terdiri atas karakter fisik tanaman (panjang daun dan lebar daun) dan buah (panjang buah, berat buah, lingkar buah, lingkar empulur dan persentasi empulur) yang diuji dari ke-9 klon buah merah menyebar pada kuadran I dan II dengan total varians 81,29% serta mengelompok berdasarkan kedekatan variabel yang dianalisis (Gambar 4).

Posisi ke-9 klon buah merah menyebar pada 4 kuadran biplot (Gambar 4), yaitu pada kuadran I terletak klon Hibcau, Hityom dan Himbiak asal Distrik Minyambouw dengan penciri utama yaitu panjang dan berat buah, lingkar ujung dan tengah buah, kadar empulur, dan lingkar tengah empulur. Di kuadran II, klon Mbarugum asal Distrik Koya, Jayapura dengan penciri utama pada lingkar batang utama, panjang daun, lebar pangkal dan tengah daun, serta lingkar pangkal buah. Sementara itu ke-5 klon buah merah asal kebun Percobaan UNIPA Manokwari menyebar di kuadran III dan IV. Pada kuadran III, berkumpul klon Monsrus, Monsor dan Menjib Rumbai, dimana ke-11 variabel yang diamati tidak mempengaruhi kelompok ini. Klon Memeri dan Edewewits terletak pada kuadran IV, dimana variabel panjang buah dan lingkar ujung buah memberikan pengaruh yang kecil.



Gambar 4. Distribusi 9 klon buah merah berdasarkan *Principle Component* (PC) 1 (F1) dan PC 2 (F2), dengan 11 variabel dari sifat fisik tanaman dan buahnya.

Hasil PCA berdasarkan sifat fisik tanaman dan buah dari 9 klon buah merah ini membentuk 4 grup yang mengelompok berdasarkan 3 daerah budidaya yang berbeda ketinggiannya. Distrik Minyambou terletak di dataran tinggi (>1000 m.dpl), sedangkan Distrik Koya, Jayapura dan Kebun Percobaan UNIPA, Manokwari merupakan dataran rendah (<200 m.dpl). Murtiningrum *et al.* (2012b) melaporkan bahwa keragaman sifat fisik buah 16 klon buah merah asal Papua dipengaruhi kondisi ekogeografi tanaman. Dijelaskan pula bahwa faktor penyebab tingginya keragaman buah dapat disebabkan oleh hibridisasi (terjadinya persilangan antar kultivar), mutasi gen, migrasi, introduksi, dan perbedaan ekogeografi (Nagy, 1997). Ditambahkan pula bahwa migrasi populasi tanaman dari suatu tempat ke tempat lain, diikuti terjadinya isolasi geografi dan hibridisasi dapat menyebabkan terjadinya aliran gen, yang akhirnya menyebabkan peningkatan keragaman karakter tanaman (Nagy, 1997). Kondisi tanah juga dilaporkan mempengaruhi sifat fisik 10 kultivar bawang putih; yaitu kadar kalium tanah berkorelasi positif dengan lingkar dan berat segar umbi, sedangkan intensitas warna lapisan pembungkus umbi tergantung pada lokasi dan kultivar (Volk dan Stern, 2009). Dengan demikian, kondisi lingkungan sangat mempengaruhi sifat fisik buah dan tanaman buah merah. Namun, Sarungallo *et al.* (2015) melaporkan hasil PCA berdasarkan kadar karotenoid dari ke-9 klon buah merah tersebut mengelompok menurut kadar karotenoid dan lokasi tumbuhnya, sehingga tidak

hanya dipengaruhi oleh lokasi tempat tumbuhnya, namun dapat juga dipengaruhi klon/genetik.

3.4. Rendemen Minyak Buah Merah

Secara umum perhitungan rendemen minyak berdasarkan berat daging buah lebih tinggi yaitu 19,7-27,4% (bb) atau 31,9-54,5% (bk), dari pada berdasarkan berat total bulir yaitu 5,7-8,7% (bb) atau 7,7-18,3% (bk) (Tabel 5). Untuk membandingkan rendemen minyak antar klon menggunakan basis kering, yang menunjukkan adanya perbedaan nyata ($P < 0,05$).

Tabel 5 memperlihatkan bahwa klon dengan kadar air tinggi (di atas 45%) cenderung memiliki rendemen minyak yang lebih tinggi dibandingkan klon dengan kadar air lebih rendah. Perbedaan ini juga dapat dipengaruhi oleh kadar air, kadar lemak dan tingkat kematangan buah merah. Rendemen minyak berbasis total bulir dari hasil kajian ini mirip dengan laporan sebelumnya yaitu 6,5% (bb, total bulir) (Darma *et al.*, 2010).

Perhitungan rendemen minyak berdasarkan kadar daging buah merah menghasilkan kecenderungan yang sama dengan total berat bulir (Tabel 5). Berdasarkan basis kering, rendemen minyak tertinggi dihasilkan Monsor yang berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan semua klon, dan yang terendah adalah Monsrus. Walaupun demikian, perhitungan berdasarkan berat basah klon Memeri dan Edewewits (kadar air di bawah 40%) tidak berbeda nyata dengan klon Monsor yang kadar airnya lebih dari 40%, sehingga perhitungan rendemen minyak berdasarkan kadar daging buah

tidak dipengaruhi kadar air saja namun juga kadar lemaknya.

Data pada Tabel 5, juga memperlihatkan bahwa ukuran buah yang besar (Tabel 1) belum tentu menghasilkan rendemen minyak yang

tinggi, seperti klon Monsor yang berukuran kecil memiliki kadar daging buah tertinggi (Tabel 3) dan rendemen minyak tertinggi dibandingkan klon Mbarugum dan Hityom yang berukuran lebih panjang dan berat.

Tabel 5. Kadar air buah dan rendemen minyak dari 9 klon buah merah

Klon buah merah	Kadar air (%, bb bulir)	Rendemen minyak (ekstraksi basah) ^{***}			
		Basis berat total bulir		Basis berat total daging buah	
		(%, bb [*])	(%, bk ^{**})	(%, bb [*])	(%, bk ^{**})
Menjib Rumbai	34,75±2,42 ^{cd}	6,0±0,04 ^{bc}	9,1±0,06 ^{de}	20,8±1,2 ^c	31,9±1,9 ^d
Edewewits	36,38±0,82 ^c	6,2±0,80 ^{bc}	9,7±1,26 ^{cd}	23,3±2,8 ^{abc}	36,6±4,4 ^{cd}
Memeri	38,31±2,41 ^{bc}	6,5±0,18 ^b	10,5±0,29 ^{bcd}	27,4±0,7 ^a	44,5±1,2 ^b
Monsrus	30,16±1,23 ^d	5,4±0,70 ^c	7,7±0,94 ^e	17,2±2,1 ^c	24,6±3,0 ^e
Monsor	52,52±1,38 ^a	8,7±0,13 ^a	18,3±0,28 ^a	25,9±0,4 ^{ab}	54,5±0,8 ^a
Mbarugum	42,88±1,35 ^b	6,2±0,30 ^{bc}	10,8±0,52 ^{bcd}	20,6±1,1 ^c	36,1±2,0 ^{cd}
Hityom	51,11±0,31 ^a	5,7±0,21 ^{bc}	11,7±0,43 ^b	20,7±0,8 ^c	42,3±1,5 ^{cb}
Himbiak	48,12±4,48 ^a	5,8±0,70 ^{bc}	11,1±1,35 ^{bc}	19,7±2,4 ^c	38,0±4,6 ^{cd}
Hibcau	50,54±0,4 ^a	6,1±0,10 ^{bc}	12,3±0,30 ^b	22,9±0,6 ^{bc}	46,3±1,1 ^b

^{*}bb = basis basah

^{**}bk = basis kering

^{***}Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05)

Beberapa kajian mengenai ekstraksi minyak buah merah melaporkan rendemen yang bervariasi. Rendemen minyak buah merah hasil ekstraksi basah berkisar 15,9% (Murtiningrum *et al.*, 2005) dan 18-21% (Andarwulan, 2006); sementara rendemen minyak hasil ekstraksi kering berkisar 10,19% (Pohan dan Wardayani, 2006) dan 32,5-35,0% (Lubis *et al.*, 2012). Kisaran rendemen minyak yang dilaporkan tersebut tidak dinyatakan dasar perhitungannya sehingga tidak bisa dibandingkan. Oleh karena itu penentuan dasar perhitungan rendemen minyak yang dihasilkan penting guna menghindari kesalahan dalam mengevaluasi prosesnya.

Hasil kajian ini juga menunjukkan bahwa klon-klon buah merah memiliki karakteristik fisik yang unik. Berdasarkan karakteristik fisik, rendemen dan kadar karotenoidnya (Sarungallo *et al.*, 2015), beberapa klon buah merah seperti Mbarugum, Memeri, Monsor, Edewewits, Hityom dan Himbiak, dapat diseleksi untuk dibudidaya serta untuk pengembangan produk olahannya lebih lanjut.

IV. PENUTUP

Sifat fisik bagian buah merah buah bervariasi antara klon (warna, bentuk dan ukuran). *Cepallum* buah merah terdiri atas empulur (51-61%) dan bulir (39-49%), sedangkan bulir terdiri

dari biji (27-36%) dan daging buah (10-17%). Keragaman karakteristik fisik *cepallum* antar klon terutama pada warna kuning-oranye atau merah-merah tua, berbentuk silinder meruncing, terdiri dari ukuran pendek (<50 cm), sedang (40-60 cm) dan panjang (>60 cm). Empulur setiap klon bervariasi pada warna (putih atau kuning), berbentuk silinder meruncing dengan ukuran yang bervariasi. Bulir berwarna kuning-oranye atau merah-merah tua, berbentuk persegi banyak dengan ukuran yang bervariasi. Keragaman sifat fisik tanaman antar klon, terutama pada tinggi tanaman dan batang utama, panjang cabang dan jarak antar cabang serta panjang dan lebar daun. Penentuan rendemen minyak buah merah berbasis berat total bulir (5,7-8,7% berat basah, bb atau 7,7-18,3% berat kering, bk) lebih rendah dari basis berat total daging buah (19,7-27,4% bb atau 31,9-54,5% bk). Ukuran buah yang besar tidak menjamin menghasilkan rendemen minyak yang tinggi. Hasil PCA berdasarkan sifat fisik buah dan tanamannya, ke-9 klon buah merah terdistribusi dalam empat kuadran menurut lokasi budidaya, yaitu kuadran I asal Distrik Minyambou (dataran tinggi), kuadran II asal Distrik Koya, Jayapura (dataran rendah), kuadran III dan IV asal Kebun Percobaan UNIPA, Manokwari (dataran rendah).

REFERENSI

- Andarwulan, N., N.S. Palupi, dan Susanti. 2006. Pengembangan metode ekstraksi dan karakterisasi minyak buah merah (*Pandanus conoideus* L.). Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Ahli Pangan Indonesia (PATPI), 2-3 Agustus 2006. PATPI. Yogyakarta. hlm. 504-511.
- AOAC (Association of Analytical Chemist). 2005. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 16th ed. USA: Wahington DC.: AOAC Inc.
- Darma, Sardi, dan Martinus. 2010. Prototipe alat pelepas daging buah merah (*Pandanus conoideus* L.). *Agrotek* 2(2), 1-9.
- Gardner, F. P., R. B. Pearce, dan R. L. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Terjemahan: Herawati Susilo. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Hadad, M, Atekan, A. Malik, dan D. Wamaer. 2006. *Karakteristik dan potensi tanaman buah merah (Pandanus conoideus Lamk.) di Papua*. Prosiding Seminar Nasional Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Papua. 24-5 Juli 2006, Jayapura. Bogor: BPPT.
- Imani, A. 2010. Phenotypic Correlation between Some Nurserphological Traits among 60 Cultivars and the Genotypes of Almond. *International Journal of Nutrition Related Science* 1(1), 30-37.
- Jahromi, M.K., A. Jafari, S. Rafiee, A.R. Keyhani, R. Mirasheh, dan S.S. Mohtasebi. 2007. Some physical properties of date fruit (cv. Lasht). *Agricultural Engineering International* 9, 1-7.
- Keshvadi, A., J. Bin Endan, H. Harun, D. Ahmad, dan F. Saleena. 2011. The relationship between palm oil quality index development and physical properties of fresh fruit bunches in the ripening process. *Advance Journal of Food Science Technology* 3(1), 50-68.
- Khiong, K., O. A. Adhika, dan M. Chakravitha. 2009. Inhibition of NF- κ B Pathway as the Therapeutic Potential of Red Fruit (*Pandanus conoideus* Lam.) in the Treatment of Inflammatory Bowel Disease. *Jurnal Kedokteran Maranatha* 9(1), 69-75.
- Knockaert, G., L. Lemmens L, S. Van-Buggenhout, M. Hendrickx, dan A. Van-Loey. 2012. Changes in β -carotene bioaccessibility and concentration during processing of carrot puree. *Food Chemistry* 133, 60-67.
- Lebang, A., Amiruddin, J. Limbongan, G.I. Kore, S. Pambunan, dan I.M. Budi. 2004. *Pelepasan varietas buah merah Mbarugum. Laporan Usulan Pelepasan Varietas*. Kerja sama Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Papua dengan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Provinsi Papua. Jayapura: BPPT.
- Limbongan, J, dan A. Malik. 2009. Peluang Pengembangan Buah Merah (*Pandanus conoideus* Lamk) di Provinsi Papua. *Jurnal Litbang Pertanian* 28(4), 134-141.
- Lubis, E.H., H. Wijaya, dan N. Lestari. 2012. Mempelajari ekstraksi dan stabilitas total karotenoid, dan α - dan β -cryptoxanthin dalam ekstrak buah merah (*Pandanus conoideus* Lamk). *Jurnal Riset Teknologi Indonesia* 6(12), 126-140.
- Moeljopawiro, S., M.R. Anggelia, D. Ayuningtya, B. Widaryanti, Y. Sari, dan I.M. Budi. 2007. Pengaruh sari buah merah (*Pandanus conoideus* Lamk.) terhadap pertumbuhan sel kanker payudara dan sel kanker usus besar. *Berkala Ilmiah Biologi* 6(2), 121-130.
- Mun'Im, A., R. Andrajati, dan H. Susilowati. 2006. Uji hambatan tumorigenesis sari buah merah (*pandanus conoideus lam.*) terhadap tikus putih betina yang diinduksi 7,12 Dimetilbenz (A) Antrasen (Dmba). *Majalah Ilmu Kefarmasian* 3(3), 153-161.
- Murtiningrum, dan I. Silamba. 2010. Pemanfaatan pasta buah merah (*Pandanus conoideus* L) sebagai bahan substitusi tepung ketan dalam pembuatan dodol. *Agrotek* 4(1), 1-7.
- Murtiningrum, M. K. Roreng, Z.L. Sarungallo, A. Jading, dan M. Watofa. 2013. Pengaruh perbedaan jenis kemasan plastik pada beberapa suhu penyimpanan terhadap umur simpan *drupa* buah merah (*Pandanus conoideus* L) dan kualitas minyaknya. Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Ahli Pangan Indonesia (PATPI), bidang rekayasa dan bioteknologi pangan bagian 1, 26-29 Agustus 2013; PATPI, Jember. hlm. 287-295.
- Murtiningrum, M. M. Lisangan, dan Y. Edoway. 2012a. Pengaruh preparasi ubi jalar (*Ipomea batatas*) sebagai bahan pengental terhadap komposisi kimia dan sifat organoleptik saus buah merah (*Pandanus conoideus* L.). *Agrointek* 6(1), 1-7.

- Murtiningrum, S. Ketaren, Suprihatin, dan Kaseno. 2005. Ekstraksi minyak dengan metode *wet rendering* dari buah merah (*Pandanus conoideus* L.). Jurnal Teknologi Industri Pertanian 15, 28-33.
- Murtiningrum, Z.L. Sarungallo, dan N. L. Mawikere. 2012b. The exploration and diversity of red fruit (*Pandanus conoideus* L.) from Papua based on its physical characteristics and chemical composition. Biodiversity 13(3), 124-129.
- Nagy, E.S. 1997. Frequency-dependent seed production and hybridization rates: implication for gene flow between locally adapted plant populations. Evolution 51(3), 703-714.
- Ngando, E.G.F., E.A. Mpondo-Mpondo, dan M.A. Ewane. 2013. Some quality parameters of crude palm oil from major markets of Douala, Cameroon. African Journal of Food Science 7(12), 473-478.
- Pohan, H.G., dan N.I.A. Wardayani. 2006. Mempelajari proses ekstraksi dan karakterisasi minyak buah merah (*Pandanus conoideus* L.). Warta Industri Hasil Pertanian 23(2), 26-41.
- Rohman, A., S. Riyanto, N. Yuniarti, W.R. Saputra, R. Utami, dan W. Mulatsih. 2010. Antioxidant activity, total phenolic, total flavanoid of extracts and fractions of red fruit (*Pandanus conoideus* Lam). International Food Research Journal 17, 97-106.
- Roreng, M.K., dan T. Nishigaki. 2013. Buah Merah dan Penduduk Papua. Warta Industri Hasil Pertanian 30(1), 1-8.
- Santoso, B., Murtiningrum, dan Z.L. Sarungallo. 2011. Morfologi Buah Selama Tahap Perkembangan Buah Merah (*Pandanus conoideus*). Agrotek 2(6), 23-29.
- Sarungallo, Z. L., P. Hariyadi, N. Andarwulan, dan E. H. Purnomo. 2015. Analysis of α -cryptoxanthin, β -cryptoxanthin, α -carotene, and β -carotene of *Pandanus conoideus* oil by high-performance liquid chromatography (HPLC). Procedia Food Science 3, 231-243.
- Sarungallo, Z.L., Murtiningrum, B. Santoso, dan M.K. Roreng. 2013. Pengaruh penanganan pascapanen terhadap kualitas minyak buah merah (*Pandanus conoideus*). Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Ahli Pangan Indonesia (PATPI), bidang rekayasa dan bioteknologi pangan bagian 2, 26-29 Agustus 2013. Jember: PATPI.
- Sarungallo, Z.L., Murtiningrum, B. Santoso, M.K. Roreng, dan R.M.M. Latumahina. 2016. Nutrient content of three clones of red fruit (*Pandanus conoideus*) during the maturity development. International Food Research Journal 23(3), 1217-1225.
- Sarungallo, Z.L., Murtiningrum, H.T. Uhi, M.K. Roreng, dan A. Pongsibidang. 2014. Sifat organoleptik, sifat fisik, serta kadar β -karoten dan α -tokoferol emulsi buah merah (*Pandanus conoideus*). Agritech 34(2), 177-183.
- Sarungallo, Z.L., P. Hariyadi, N. Andarwulan, dan E.H. Purnomo. 2014. Pengaruh metode ekstraksi terhadap mutu kimia dan komposisi asam lemak minyak buah merah (*Pandanus conoideus*). Jurnal Teknologi Industri Pertanian 24(3), 209-217.
- Sundram, K., R. Sambanthamurthi, dan Y.A. Tan. 2003. Palm fruit chemistry and nutrition. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition 12, 355-362.
- Surono, I., T.A. Endaryanto, dan T. Nishigaki. 2008. Indonesian biodiversities, from microbes to herbal plants as potential functional foods. Journal Faculty of Agricultural Shinshu Universitas 44(1.2), 23-27.
- Volk, G. M., dan D. Stern. 2009. Phenotypic characteristics of ten garlic cultivars grown at different North American locations. Journal Horticulture Science 44(5), 1238-1247.
- Walujo, E.B., A.P. Keim, dan M.J. Sadsoeitoeboen. 2007. Kajian etnotaksonomi *Pandanus conoideus* Lamarck untuk menjembatani pengetahuan lokal dan ilmiah. Berita Biologi 8(5), 391-404.
- Wilska-Jeszka J. 2002. *Food Colorants*. In: Sikorski ZE (ed), Chemical and Functional Properties of Food Components. Second Edition. New York: CRC Press.
- Winarto, M. Maduyan, dan N. Anisah. 2009. The effect of *Pandanus conoideus* Lam. oil on pancreatic β -cells dan glibenclamide hypoglycemic effect of diabetic wistar rats. Berkala Ilmu Kedokteran 41(1), 11-19.