

IKLIM DAN FENOLOGI TANAMAN PALA DI MALUKU

Suman Sangadji¹, Kaimuddin², Ambo Ala² dan S.A.Paembonan³

¹Program Studi Agroteknologi Universitas Darussalam Ambon
Email:sumansangadji@yahoo.co.id

²Program Studi Agroteknologi Universitas Hasanuddin Makassar

³Program Studi Kehutanan Universitas Hasanuddin Makassar

ABSTRAK

Penampilan perkembangan tanaman dalam suatu lingkungan sangat berhubungan dengan faktor iklim di mana tanaman tersebut ditanam. Kajian tentang ini, dikaji dalam bagian fenologi. Penelitian ini bertujuan untuk melihat bagaimana perkembangan tanaman pala, khususnya fenologi berbunga dan berbuah berhubungan dengan iklim di Maluku. Tiga wilayah masing-masing di pulau Ambon, Seram dan Banda dijadikan sebagai wilayah pengamatan. Pengamatan fenologi pada waktu pembungaan, pembuahan dan panen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat tiga kali musim berbunga, berbuah dan panen pala di Maluku. Di Banda saat berbunga lebih awal daripada Ambon dan Seram. Musim berbunga di Ambon terjadi pada bulan-bulan Mei, September dan Desember. Di Seram pada bulan April, September dan Desember. Sedangkan di Banda pada bulan Maret, Agustus dan Nopember. Panen buah pala di pulau Ambon pada bulan Desember-Januari, April-Mei dan Juli-Agustus. Di Seram panen di bulan Maret-April, Juli dan Desember. Sedangkan di Banda panen bulan Pebruari-Maret, Juni dan Oktober-Nopember. Lama waktu yang dibutuhkan untuk berbunga hingga berbuah 1.5 – 2 bulan, berbunga hingga panen 8.5 – 11.6 bulan. Prosentase buah jadi tanaman pala sebesar 12 – 47 %.

Kata kunci: tanaman pala, *myristica fragrans* Houtt, fenologi, berbunga dan berbuah

PENDAHULUAN

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman tahunan memiliki siklus secara kontinyu terjadi searah dengan waktu, dan penampilan tanaman dipengaruhi oleh keadaan lingkungan tempat tumbuhnya. Penampilan suatu habitat tanaman akibat pengaruh lingkungan tersebut dipelajari dan dikaji dalam fenologi. Aspek utama yang dipelajari adalah bagaimana alam berubah sejalan dengan berjalan siklus waktu atau musim. Fenner (1988), menyatakan bahwa aspek fenologi yang dapat dilihat pada tumbuhan adalah munculnya tunas baru, penambahan daun, pengguguran daun, berbunga, berbuah, pembentukan biji, penyebaran benih, perkecambahan, yang semuanya berkaitan dengan tempat dan waktu.

Fenologi adalah ilmu tentang periode fase-fase yang terjadi secara alami pada tumbuhan. Berlangsungnya fase-fase tersebut sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan sekitar, seperti lamanya penyinaran, suhu dan kelembaban udara (Fewless, 2006). Studi fase fenologi tumbuhan akan memperoleh informasi perubahan morfologi yang terjadi pada bagian

ABSTRACT

Appearance of plant development in an environment correlated with climatic factors in which the plants are grown. Studies on this, reviewed in section phenology. This study aims to look at how the development of nutmeg plants, especially flowering and fruiting phenology related to Maluku climate. The three regions each on the island of Ambon, Seram and Banda used as the observation area. Phenological observations at the time of flowering, fruiting and harvest. The results showed that there are three seasons of flowering, fruiting and harvest nutmeg in Maluku. In Banda during flowering earlier than Ambon and Seram. Flowering season in Ambon occurred in the months of May, September and December. Seram in April, September and December. While in Banda in March, August and November. Harvest nutmeg on the island of Ambon in December-January, April-May and July-August. In Ceram harvest in March-April, July and December. While in Banda harvested in February-March, June and October-November. The length of time required for flowering to fruiting of 1.5 - 2 months, flowering to harvest was 8.5 - 11.6 months. The average fruit set percentage was 12 – 47 %.

Keywords: plant nutmeg, *Myristica fragrans* Houtt, phenology, flowering and fruiting

tumbuhan tersebut. Suatu tumbuhan akan memiliki perilaku yang berbeda-beda pada pola perbungaan dan perbuahannya, akan tetapi pada umumnya diawali dengan pemunculan kuncup bunga dan diakhiri dengan pematangan buah (Tabla dan Vargas, 2004). Menurut Sitompul dan Guritno (1995) pengamatan fenologi tumbuhan yang seringkali dilakukan adalah perubahan masa vegetatif ke generatif dan panjang masa generative tumbuhan tersebut. Ini biasanya dilakukan melalui pendekatan dengan pengamatan umur bunga, pembentukan biji dan saat panen.

Hasil-hasil penelitian terdahulu terhadap waktu berbunga tanaman pala, seperti yang dikemukakan Hadat (1990) pala berbunga dua kali setahun yaitu April/Mei dan Nopember/Desember. Marzuki (2007), di beberapa daerah di Maluku terjadi sedikit variasi dalam musim berbunga (maju atau mundur) dari dua periode April/Mei dan Nopember/Desember. Di Bogor, pembungaan banyak terjadi pada bulan November-Desember, (Nurdjannah, 2007). Hadad, *et al* (2007), musim berbunga utama tanaman di daerah Banda/Ambon, Ternate dan Tidore terjadi pada bulan April dan Desember. Nazeem (1981) melaporkan bahwa di India musim berbunga tertinggi terjadi pada bulan Juli diikuti oleh Oktober.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan dari bulan September 2013 - September 2014 di lokasi kebun pala petani di Maluku Tengah, masing-masing di Pulau Ambon (3°35'57 LS; 128°21'11 BT), pulau Seram (3°19'25 LS; 128°55'54 BT) dan Kepulauan Banda (4°33'7 LS; 129°54'6 BT). Ketiga wilayah ini dipilih karena merupakan sentra penanaman tanaman pala, selain itu Banda merupakan asal dari tanaman pala. Bahan tanaman yang digunakan adalah populasi tanaman pala berusia lebih dari 15 tahun, lingkaran batang pohon ≥ 30 cm. Dari setiap populasi diambil 20 tanaman sampel, Semua individu yang dijadikan sampel, ditandai dengan cat dan diberi label nomor berurutan untuk menandakan nomor individu. Variabel pengamatan fenologi meliputi; a. Tanggal saat muncul bunga pertama, b. Tanggal muncul buah; c. Tanggal saat panen. Variable pertumbuhan dan perkembangan buah/biji meliputi; a. ukuran diameter buah, b. perubahan warna buah, c. perubahan warna fuli dan biji.

Data iklim diperoleh pada stasiun Meteorologi dan Klimatologi Pattumura, Amahai dan Klimatologi Bandaneira. Data iklim; curah hujan, jumlah hari hujan, suhu udara, kelembaban udara, radiasi surya, dan kecepatan angin saat penelitian dan sebelumnya.

Analisis data

Setiap fase fenologi tanaman pala dihubungkan dengan data iklim pada masing-masing wilayah studi. Analisis waktu berbunga pertama, berbuah pertama, dan saat panen menggunakan analisis statistik melingkar (*sirkular statistic*), dimana minggu dikonversi ke sudut dari sudut $0^\circ = 1$ Januari hingga $353.1^\circ = 25$ Desember, pada interval 6.9° .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Waktu Berbunga

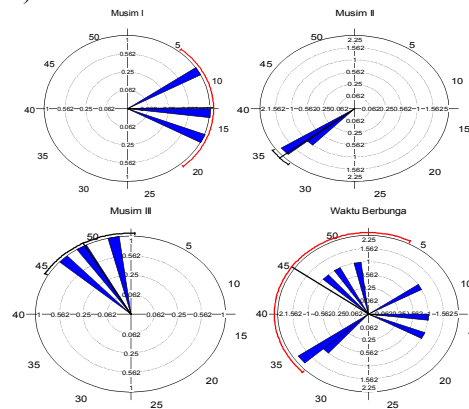
Pembungaan tanaman pala selama setahun terjadi tiga kali, masing-masing pada bulan Maret-Mei (I), Agustus-September (II) dan Nopember-Desember (III) (Tabel 1).

Tabel 1. Waktu berbunga, berbuah dan panen (bulan/minggu) di tiga wilayah studi

Musim	Wilayah	Berbunga	Berbuah	Panen	
				Pengamatan	Petani
I	Ambon	Mei (I)	Juli (II)	April (II)	Maret (II)
	Seram	April (II)	Juni (III)	Maret (IV)	Pebruari (II)
	Banda	Maret (I)	April (IV)	Pebruari (II)	Pebruari (I)
II	Ambon	September (I)	Oktober (IV)	Juli (III)	Juni (I)
	Seram	September (I)	Oktober (IV)	Juli (I)	Juni (I)
	Banda	Agustus (III)	Oktober (I)	Juni (III)	Juni (I)
III	Ambon	Desember (IV)	Pebruari (III)	Januari (III)	Desember (I)
	Seram	Desember (I)	Januari (II)	Desember (II)	Nopember (II)
	Banda	Nopember (IV)	Desember (V)	Oktober (IV)	Oktober (I)

Keterangan : I,II,III, IV : minggu pertama, kedua, ketiga dan keempat dalam bulan itu

Di Ambon waktu berbunga tanaman pala pada bulan Mei (I), September (I), dan Desember (IV). Di Seram berbunga bulan April (II), September (I), dan Desember (I). Sedangkan di Banda musim bunga pada bulan Maret (I), Agustus (III) dan Nopember (IV) (Tabel 1). Rata-rata saat berbunga di Maluku terjadi pada bulan April minggu II, Agustus IV, dan Desember II (Gambar 1).



Gambar 1. Diagram waktu berbunga tanaman pala setiap musim di Maluku

Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk fase berbunga hingga berbuah sebesar 1.7 bulan (52.1 hari). Dari setiap wilayah penanaman tanaman pala (Ambon, Seram dan Banda), masing-masing waktu yang dibutuhkan untuk fase berbunga hingga buah sebesar 2.0, 1.8 dan 1.4 bulan (60.7, 53.7 dan 42 hari) (Tabel 2). Rata-rata di Banda membutuhkan waktu lebih sedikit dan di Ambon lebih lama.

Tabel 2. Lama masa berbunga, berbuah hingga panen pada Musim dan Wilayah yang berbeda di Maluku

Musim	Lokasi	Bunga – Buah (bulan)	Buah – Panen (Bulan)	Bunga – Panen (Bulan)
I	Ambon	2.3	9.3	11.7
	Seram	2.1	9.5	11.7
	Banda	1.6	9.8	11.4
	Rataan	2.0	9.6	11.6
II	Ambon	1.8	8.6	10.5
	Seram	1.8	8.2	10.0
	Banda	1.4	8.4	9.8
Rataan	1.7	8.4	10.1	
III	Ambon	1.9	11.2	13.1
	Seram	1.4	10.9	12.2
	Banda	1.2	10.5	11.7
	Rataan	1.5	10.9	12.3

Waktu yang dibutuhkan dari berbunga hingga terbentuk buah berkisar antara 1.2 – 2.3 bulan (35 – 70 hari). Waktu terendah terjadi di Banda pada musim berbunga ke tiga (Nopember – Desember) sebesar 1.2 bulan (35 hari) dan tertinggi pada musim berbunga I (Maret-Mei) di Ambon, sebesar 70 hari (2.3 bulan).

Dari musim berbunga (I, II dan III), waktu yang dibutuhkan berbunga hingga terlihat buah berkisar antara 44.3 – 60.7 hari (1.5 – 2.0 bulan). Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk fase berbunga- buah pada musim I, II dan III adalah 60.7, 51.3 dan 44.3 hari (2.0, 1.7 dan 1.5 bulan). Waktu berbunga III (Desember-Januari) memiliki waktu yang lebih kecil 44.3 hari (1.5 bulan) dan tertinggi pada musim I (Maret-Mei) sebesar 60.7 hari (2.0 bulan) (Tabel 2).

Pengamatan individu bunga, didapatkan waktu yang dibutuhkan untuk berbunga – bunga mekar rata-rata sebesar 28 - 32 hari, dan bunga mekar hingga buah terbentuk sebesar 7 –

12 hari. Sehingga jumlah waktu yang dibutuhkan berbunga hingga terbentuk buah sebesar 35 – 44 hari.

Waktu berbunga dari pohon jantan dan betina, sedikit bervariasi. Pala jantan berbunga lebih awal dari bunga betina, dan akhir pembungaan lebih lama dari pohon betina. Pohon jantan- betina atau betina-jantan, bunga jantan lebih awal 2 minggu, selanjutnya disusul keluarnya bunga betina. Bunga betina membutuhkan waktu 25-35 hari untuk perkembangan hingga terbentuk buah. Bunga jantan hanya membutuhkan waktu 20-25 hari untuk mekar dan gugur. Di India pohon betina berbunga selama tujuh bulan terus menerus, sedangkan di pohon jantan, berbunga sepanjang tahun (Thangaselvabai, et al.2011).

Prosentase Bunga jadi

Prosentase buah jadi di Ambon bervariasi antara 22.63 - 47.53% (rata-rata 36.67%). Dari tiga kali masa pembungaan, bulan September prosentase buah jadi tertinggi (47.53%), Januari (39.83%) dan Mei (22.63%) (Tabel 4). Hal ini diduga terkait dengan faktor iklim yang terjadi, khususnya curah hujan, jumlah hari hujan dan angin yang terjadi pada saat masa pembungaan. Mengingat penyerbukan sebagian besar terjadi dengan perantara angin, sehingga jika curah hujan tinggi akan menghambat penyebaran serbuk sari dan proses persarian.

Table 3. Persentase bunga jadi buah pala

Waktu berbunga	Persentase bunga jadi (%)		
	Min.	Maks.	Rataan
Mei 2014 (I)	12.5	33.5	22.6
Januari 2014 (III)	32.3	47.6	39.9
September 2013 (II)	31.8	55.3	47.5
Rataan	25.53	45.47	36.67

Dari data curah hujan rata-rata waktu bunga mekar di Juni 2014, Pebruari 2014 dan Oktober 2013, masing-masing adalah 384 mm, 177 mm, 129 mm, dengan hari hujan masing-masing 29, 15 dan 12 hari hujan (Tabel 3). Terlihat curah hujan dan hari hujan yang tinggi mengakibatkan prosentase bunga jadi buah lebih rendah. Penyinaran radiasi saat mekar bunga Oktober, Pebruari, dan Juni masing-masing sebesar 85.2, 63 dan 26%, dimana makin rendah radiasi, prosentase bunga menjadi buah juga rendah. Dari gambaran unsur iklim (Tabel 4), nampak bahwa curah hujan, hari hujan, kelembaban udara dan penyinaran matahari mempengaruhi prosentase bunga jadi. Peningkatan curah hujan dan hari hujan mengakibatkan penurunan nilai prosentase bunga jadi, sebaliknya peningkatan nilai penyinaran matahari mengakibatkan peningkatan nilai prosentase bunga jadi.

Curah hujan di Maluku bulan Oktober, Pebruari dan Juni masing-masing adalah bulan saat musim kemarau, musim peralihan dan musim hujan. Hasil penelitian di India oleh Thangaselvabai, et al. (2011) bahwa prosentase buah jadi bervariasi antara pohon-pohon dan pada aspek berbeda dan pembentukan buah tertinggi adalah pada pohon-pohon di bagian barat dan aspek pohon sebelah timur.

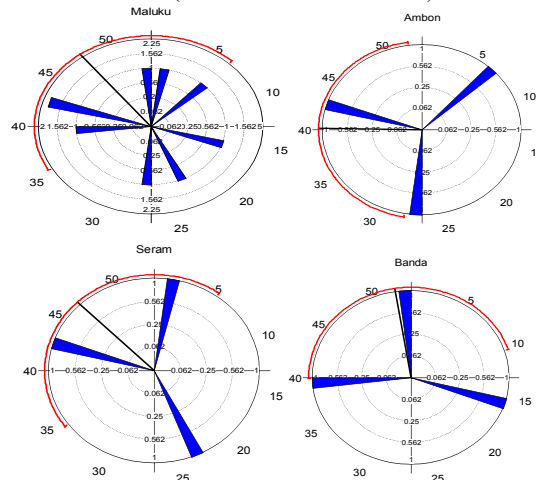
Tabel 4. Unsur iklim bulanan waktu mekar bunga di Ambon

Bulan	CH (mm)	HH (hari)	RH (%)	Suhu (°C)			Angin Km/ jam	Radiasi (%)
				Rataan	Max.	Min		
Okt. 2013	129	12	85	26.8	30.1	24.2	7.408	85.2
Pebr. 2014	177	15	82	27.1	31.0	24.0	9.26	63
Juni 2014	384	29	88	26.1	28.9	24.1	7.408	26

Waktu Berbuah

Buah terbentuk setelah 7 – 12 hari bunga mekar, nampak seperti kelopak bunga yang mengering berwarna coklat dengan tangkai yang hijau. Dua – tiga minggu setelah terbentuk buah, buah lebih jelas terlihat dengan terlepasnya kelopak bunga dari buah dan ukuran diameter buah 8-11 mm. Pada pembungaan bulan Desember IV, buah terlihat di bulan Februari III. Pembungaan Mei, buah terlihat di bulan Juli II, sedangkan bunga September, buah tampak terlihat pada bulan Oktober IV (Tabel 1).

Waktu muncul buah pertama pada setiap daerah di Maluku bervariasi, karena berkaitan dengan saat muncul bunga. Waktu buah pertama di pulau Ambon pada Pebruari minggu III, Juli II dan Oktober IV. Di Seram bulan Januari II, Juni III dan Oktober IV. Di Banda pada bulan April IV, Oktober I dan Desember V (Tabel 1 dan Gambar 2).



Gambar 2. Diagram waktu muncul buah pertama tanaman pala di Maluku

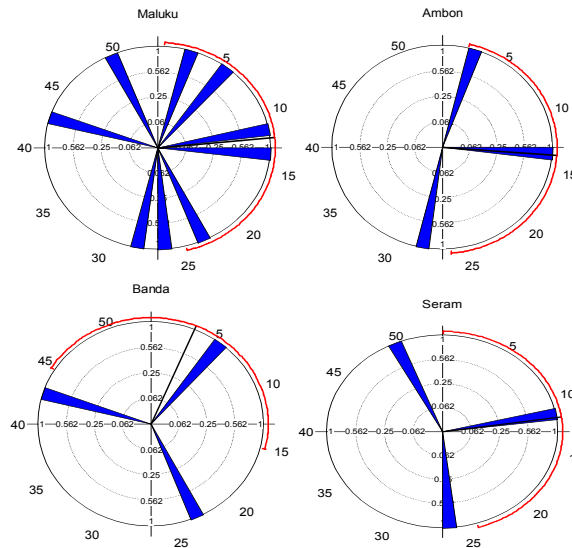
Waktu Panen

Waktu panen buah pala di tingkat petani dan hasil penelitian berbeda. Di tingkat petani panen dilakukan lebih awal. Di Ambon panen di tingkat petani dilakukan pada bulan Maret II, Juni I, dan Desember I. Di Seram bulan Pebruari II, Juni I, dan Nopember II. Di Banda pada bulan Pebruari II, Juni I dan Oktober I. Hasil pengamatan pada biji pala yang dipanen petani, rata-rata memiliki nilai prosentase kualitas rendah cukup tinggi. Nilai prosentase kualitas biji yang tinggi terdapat pada petani di kepulauan Banda. Sedangkan di Ambon dan Seram cukup rendah.

Hasil observasi panen dapat dilakukan di Ambon baru dapat dilakukan pada bulan Januari III, April II dan Juli III - Agustus. Di Seram pada Maret IV, Juli I dan Desember II. Di Banda pada bulan Pebruari II, Juni III, dan Oktober IV.

Waktu yang dibutuhkan untuk berbunga hingga panen, rata-rata sebesar 11.3 bulan (340.7 hari), sedangkan lama waktu yang dibutuhkan saat berbuah hingga panen sebesar 9.6 bulan (288.6 hari) (Tabel 2).

Dari setiap musim pembungaan dan buah, pada fase buah – panen masing-masing musim I, II dan III sebesar 287, 252 dan 326.7 hari (9.6, 8.4 dan 10.9 bulan), dan untuk fase berbunga- panen masing-masing sebesar 347.7, 303.3 dan 371 hari (11.6, 10.1 dan 12.3 bulan). Musim III (Desember) rata-rata membutuhkan waktu lebih lama (12.3 bulan).



Gambar 3. Diagram waktu panen pala di Maluku

Dari setiap wilayah penanaman tanaman pala masing-masing Ambon, Seram dan Banda, waktu yang dibutuhkan untuk fase berbunga hingga buah dipanen sebesar 11.7; 11.3 dan 10.9 bulan, sedangkan untuk fase buah – panen adalah 9.7; 9.6 dan 9.6 bulan (Tabel 2). Hadat, et.al. (2007), Marzuki (2007), menyatakan bahwa buah pala dapat dipanen setelah 9 bulan sejak terbentuknya bunga.

Wilayah kepulauan Banda memiliki waktu lebih cepat untuk memenuhi fase berbunga-panen, yaitu 329 hari (10.9 bulan) dibanding di Seram 340.7 hari (11.3 bulan) dan Ambon 352.3 hari (11.7 bulan) (Tabel 2).

Tabel 5. Waktu yang dibutuhkan untuk berbunga – panen (bulan) dan curah hujan (mm/musim) pada setiap musim di Maluku

Musim	Ambon		Seram		Banda	
	Wkt	CH	Wkt	CH	Wkt	CH
I	11.7	400.8	11.7	200.6	11.6	270.1
II	10.5	229.5	10.0	168.0	9.8	225.8
III	13.1	393.2	12.2	196.9	11.7	267.6
Rataan	11.7	341.2	11.3	188.5	10.9	254.5

Antara musim pembungaan I, II, dan III, terlihat bahwa musim I (Desember-Januari) rata-rata membutuhkan waktu lebih lama yaitu 12.44 bulan (372.33 hari) untuk berbunga-panen. Musim II (berbunga Maret-Mei) membutuhkan waktu 11.98 bulan (359.33 hari), dan musim III (berbunga Agustus-September) membutuhkan waktu lebih pendek, 10.42 bulan (312.67 hari). Hal ini diduga pembungan musim Desember-Januari, buah terbentuk di Januari – Pebruari, dan masa pertumbuhan buah aktif di bulan Mei-Agustus, saat ini adalah musim hujan dimana radiasi berada pada prosentase rendah, sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan buah atau fotosintesis dibawah optimum.

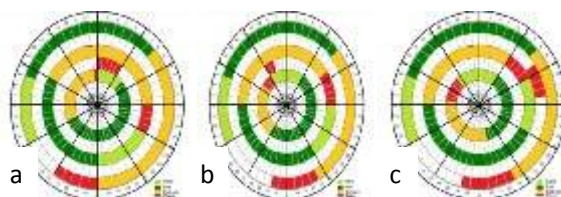
Waktu yang dibutuhkan saat pembunggan bulan April-Mei sebesar 11.97 bulan sejak bunga terbentuk hingga panen. Buah terbentuk di bulan Juli (I), buah maksimum pada minggu Januari (I), panen pada bulan April (II). Jarak waktu dari buah maksimum – panen 15 minggu atau 3.5 bulan.

Waktu yang dibutuhkan saat pembunggan bulan Agustus-September sebesar 10.42 bulan, sejak bunga terbentuk hingga panen. Buah terbentuk di bulan Oktober (IV), buah maksimum pada bulan April (IV), panen pada bulan Juli (II) atau 9 bulan sejak terbentuk buah). Jarak waktu dari buah maksimum – panen sebesar 10 minggu atau 2.5 bulan.

Hal ini diduga proses pertumbuhan dan perkembangan buah berada pada iklim yang berbeda. Jumlah curah hujan selama pertumbuhan buah hingga buah maksimum pada musim I, II dan III, masing-masing sebesar 2221, 1913 dan 1136 mm, dengan rata-rata per bulan 493.6, 273.3, dan 162.3 mm/bulan. Makin kecil jumlah curah hujan saat pertumbuhan buah cenderung waktu yang dibutuhkan lebih sedikit. Begitu pula waktu yang dibutuhkan sejak terbentuknya buah hingga panen lebih lama dengan tingginya nilai curah hujan yang jatuh selama pematangan.

Setiap unsur iklim selalu berkaitan dengan unsur iklim lainnya. Curah hujan tinggi, mengakibatkan radiasi berkurang, yang disebabkan penutupan awan, sebaliknya kelembaban meningkat, suhu udara berkurang. Semua ini akan mempengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Diagram fenologi pembungaan, buah dan panen selama tiga musim di Maluku ditampilkan dimasing-masing wilayah pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram fenologi bunga, buah dan Panen di Ambon (a), Seram (b) dan Banda (c) di tiga musim berbunga

KESIMPULAN

- Di Maluku setahun terjadi musim berbunga, berbuah dan panen tanaman pala sebanyak tiga kali. Terdapat perbedaan saat berbunga dan panen dari setiap wilayah. Kepulauan Banda memiliki waktu berbunga dan panen yang lebih awal dari Seram dan Ambon.
- Waktu berbunga di Banda bulan Maret, Agustus, dan Nopember/Desember. Di Seram April, Agustus/September, dan Desember. Di Ambon bulan April/Mei, Agustus/September, dan Desember/Januari.
- Panen di Banda pada bulan Maret, Juni dan Oktober/Nopember. Di Seram Maret/April, Juni/Juli dan Desember. Di Ambon bulan April, Juli/Agustus dan Desember/Januari.

DAFTAR PUSTAKA

- Anandaraj, M., S. Devasahayam, T.J. Zachariah, B.Krishnamoorthy, P.A. Mathew, And J. Rema. 2005. *Nutmeg* (Extension Pamphlet). Publisher V.A.Parthasarathy, Director, Indian Institute of Spices Research.
- Anderson D.P, Nordheim E.D, Moermond T.C., et al, 2005. Factors influencing tree phenology in Tai National Park, Cote d'Ivoire. *Biotropica* 37:631-640.
- Arrijani, 2005. Biologi dan konservasi marga *Myristica* di Indonesia. *Biodiversitas*. 6(2): 147-151.
- Chapman C.A, R.W.Wrangham, L.J.Chapman, D.K.Kennard and A.E Zanne, 1999. Fruit and flower phenology at two sites in Kibale national Park, Uganda. *J.Tropic.Ecol.* 15:189-211.
- Coch' E., E.Bruns, F. M. Chmielewski, C.Defila, W. Lipa, A. Menzel, 2011. Guidelines for plant phenological observations. Available from: www.fsd.nl/.../73471/guidelines. access, Juni 2013.
- de Guzman CC, and Siemonsma BS. 1999. Spices. *Plant Resources of South-East Asia* (Prosea No. 13). Prosea Foundation, Bogor.
- Dirjenbun, 2012. Peningkatan produksi, produktivitas dan mutu tanaman rempah dan penyegar. Direktorat Jenral Perkebunan Kementrian Pertanian, Jakarta.
- Elzinga, J. A., A. Atlan, A.Biere, L. Gigord, A. E. Weis, dan G. Bernasconi, 2007. Time after time: flowering phenology and biotic interactions. *Trends in Ecology & Evolution*, Vol 22, 8. Page 432 – 439. Saindirect. online, access. 26 Feb. 13.

- Fenner M.,1998. The phenology of growth and reproduction in plants. Prespect.Plant ecol.Evol.Syst. 1:78-91.
- Flach, M. 1966. Nutmeg cultivation and its sex problem. An agronomical and cytogenetical study of the dioecy in *Myristica fragrans* Houtt and *Myristica argentea* Warb. H Veenman & NV Zonen (Eds.). Mededelingen Van De Landbouwhogeschool Wageningen. 66:1-85.
- Hadad, E.A.1990. Mengenal berbagai plasmanutfah pala di daerah Maluku Utara. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Bogor.
- Hadad, E.A., W. Lukman, D. Sudrajat. A. Nurawan, T. Iskandar, dan S. Bachmid. 1996. Keragaman tanaman pala di kebun koleksi ex situ Bacan Maluku Utara. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Plasma Nutfah Pertanian. Badan Litbang Pertanian. hlm. 213-223.
- Hadad, M.E.A, E. Randriani, C. Firman, dan T. Sugandi. 2006. Budidaya Tanaman Pala. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri. Bogor.
- Hadad, M.E.A., M.Assagaf, I.M.J.Mejaya, N.R. Ahmadi dan T. Octivia, 2007. Pemanfaatan sumber daya genetik pala melalui eksplorasi dan pemilihan blok penghasil tinggi tanaman pala di Maluku Utara. Lokakarya Nasional Pengelolaan dan Perlindungan Sumber Daya Genetik di Indonesia. Bogor.
- Hamann A. 2004. Flowering and fruiting phenology of a Philippine submantane rain forest: climate factors as proximate and ultimate cause. J.Ecol. 92:24-31.
- Haldankar, PM., G.D.Joshi, B. P. Patil dan P.C. Haldavnekar, 2004. Variability for growth, flowering and fruit set in seedling progenies of nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt.). Journal of spices and Aromatic Crop. Vol.13 (1): 28-33.
- Johansson, J., K.Bolmgren and N. Jonzen, 2013. Climate change and the optimal flowering time of annual plants in seasonal environments. Global Change Biology, 19: 197-207.
- Lovelless, D. Marylin, Grogan dan James. 2006. Flowering Phenology, Flowering Neighborhood, and Fruiting in *Swietenia macrophylla*, Big-Leaf Mahogany, in Southern Para, Brazil. <http://www.2006.botanyconference.org/engine/search/index>
- Marzuki, I., 2007. Studi Morfo-ekotipe dan Karakterisasi Minyak Atsiri, Izosim dan DNA Pala Banda (*Myristica pragens* Houtt) Maluku. Sekolah Pascasarjanah IPB Bogor. Disertasi. Available from: <http://repository.ipb.ac.id/>
- Marzuki, I., M. R. Uluputty, S. A. Aziz dan M. Surahman, 2008. Karakterisasi Morfoekotipe dan Proksimat Pala Banda (*Myristica fragrans* Houtt .). Bul. Agron. 36 (2) 146 – 152.
- Marques M.C.M , J. J. Roper and A P B. Salvalaggio, 2004. Phenological patterns among plant life-forms in a subtropical forest in southern Brazil. Plant Ecol. 173: 203-213.
- Morellato LPC, Talora DC, Takahasi A. 2000. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. Biotropica 32:811-823
- Muhanguzi H.D.R. and P. Ipulet, 2011. Fruiting phenology of fig trees in Kalinzu Forest, Uganda. Afr. J. Ecol. 50: 90-101.
- Nunes Y.R.F, G. R. da Luz and L. de Lima Braga, 2012. Phenology of Tree Species Populations in Tropical Dry Forests of Southeastern Brazil. Phenology and Climate Change. Available from: <http://www.intechopen.com/books/phenology-and-climatehange>
- Nurdjannah, N. 2007. Teknologi pengolahan pala. Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian Balai Besar Penelitian Dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. Bogor.
- Okullo J.B.L., Hall J.B. and Obua J., 2004. Leafing, flowering aand fruiting of vitellaria paradoxa subsp. Nilotica in savanna parklands in Uganda. Agroforest.Syst. 60: 77-91.
- Purseglove JW, E.G.Brown, C.L.Green, S.R.J.. Robbin. 1981. Spices, Nutmeg and Mace. Vol. 1. Longman, New York. 439 p (174-228).
- Rathcke B.J. and E.P. Lacey, 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. Annual Review of Ecology and Systematics 16: 179-214.
- Sitompul, S.M. dan B. Guritno. 1995. Analisis Pertumbuhan Tanaman.Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

- Tabla, V.P. dan C.F. Vargas. 2004. Phenology and phenotypic natural selection on the flowering time of a deceit-pollinated tropical orchid, *Myrmecophila christinae*. *Annals of Botany*, 94(2): 243- 250. <http://aob.oxfordjournals.org/cgi/content/full/94/2/243>.
- Venkatesh, D.R., N. Parthasarathy, and K.Muthuchelian, 2011. Flowering and fruiting phenology of woody species in tropical dry evergreen forests on the Coromandel coast of India. *J.Biosci.Res.* 2(2): 50-54.
- Venkateswaran, R. and N. Parthasarathy, 2004. Short-term changes in tree population, growth and phenology of woody species in tropical dry evergreen forests on the Coromandel Coast on India. Tesis, Salim Ali School of ecology and Environmental Sciences Pondicherry, India. Available from: WWW. Ebsco.com
- Selwyn M.A., and N.Parthasarathy, 2007. Fruiting phenology in a tropical dry evergreen forest o the Coromandel coast o india in relation to plant life-forms, physiognomic groups, dispersal modes, and climate constraints. *Flora*, 202:371-382.
- Thangaselvabai,T., K.R. Sudha, T. Selvakumar and R. Balakumbahan, 2011. Nutmeg (*Myristica fragrans* HOUTT). *The Twin Spice- a review. Agri Review* 32 (4): 283-293.
- Peter, K.V. 2001. Herbs and spices. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, Cambridge England. 332p.
- Sasikumar, B., B. Krishnamoorthy, K.V. Saji, J.K. George, K.V. Peter, and P.N. Ravindran. 1999. Spices diversity and conservation of plants that yield major spices in India. *Plant Genetic Resources.* 118:19-26.
- Wahyuni, S., E.A. Hadad, Suparman, dan Mardiana. 2008. Keragaman produksi plasma nutfah pala (*Myristicafragrans*) di KP Cicurug. *Buletin Plasma Nutfah.* 14(2): 68-75.
- Wardiana, E., E. Randriani, Dan C. Tresniawati. 2007. Seleksi beberapa karakter penting 15 aksesori tanaman pala (*Myristica fragrans*) di Kebun Percobaan Cicurug Sukabumi. *Zuriat.* 18(2): 169-179.