

KARAKTERISTIK POLA PERTUMBUHAN, BIOKIMIA DAN FISILOGI UNTUK PENENTUAN UMUR PANEN RIMPANG BENIH JAHE PUTIH BESAR

Growth Pattern, Biochemical and Physiological Characteristics to Determine Harvesting Time of Big White Ginger Rhizome Seeds

**Devi Rusmin¹⁾, Muhammad Rahmad Suhartanto²⁾, Satriyas Ilyas²⁾,
Dyah Manohara¹⁾ dan Eny Widajati²⁾**

¹⁾ Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Jalan. Tentara Pelajar No. 3, Bogor 16111

²⁾ Departemen Agronomi dan Hortikultura, IPB
Jalan Meranti, Kampus Darmaga, Bogor

INFO ARTIKEL

Article history:

Diterima: 23 Januari 2018

Direvisi: 16 April 2018

Disetujui: 21 Mei 2018

Kata kunci:

Zingiber officinale; hormon
endogen; pola pertumbuhan;
rimpang benih; viabilitas.

Key words:

Zingiber officinale;
endogenous hormone; growth
pattern; rhizome seeds;
viability

ABSTRAK/ABSTRACT

Penggunaan rimpang benih yang masih muda menjadi salah satu kendala dalam budidaya jahe putih besar (JPB). Rimpang jahe muda cepat menyusut bobotnya dan menurun daya tumbuhnya. Percobaan bertujuan untuk mempelajari pola pertumbuhan, perubahan biokimia, dan fisiologi tanaman jahe untuk menghasilkan benih rimpang bermutu. Rimpang benih JPB yang digunakan berumur 9 bulan, telah disimpan selama 2 minggu setelah panen, bobot 30-40 g dengan 2-3 mata tunas, sehat, dan diberi perlakuan benih. Rimpang ditanam di dalam polibag berukuran 60 cm x 60 cm. Penelitian dilakukan secara observasi langsung dan diulang 4 kali, terdiri atas 50 tanaman per ulangan. Pengamatan dilakukan terhadap pola pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman, panjang batang semu, jumlah anakan, jumlah daun); perkembangan rimpang (bobot basah dan jumlah rimpang cabang, kadar air, dan berat kering selama pertumbuhan); kandungan pati dan hormon (IAA, giberelin, ABA dan sitokinin) di dalam rimpang; dan viabilitas rimpang benih (daya tumbuh, kecepatan tumbuh, tinggi benih dan bobot kering benih). Hasil penelitian menunjukkan rimpang dari tanaman jahe berumur 7 bulan setelah tanam (BST) sudah memasuki fase pemasakan, secara morfologi rimpang sudah optimal, serta kandungan patinya tidak berbeda dengan rimpang benih umur 8 dan 9 BST. Selain itu, secara fisiologis daya tumbuh rimpang sudah maksimal (100%), kecepatan tumbuh (4,3% etmal⁻¹), dan tinggi bibit (33,8 cm), lebih baik dibanding umur 8 (80%, 2,9 % etmal⁻¹ dan 33,7 cm) dan 9 BST (70%, 2,3% etmal⁻¹ dan 29,4 cm). Penelitian ini mengindikasikan bahwa rimpang dari tanaman jahe yang telah berumur panen 7 bulan dapat digunakan untuk benih.

The use of young seed rhizomes became one of the obstacles in large white ginger (JPB) cultivation. Young ginger rhizomes rapidly shrank and decrease their viability. The experiment was aimed to study growth patterns, biochemical changes, and physiology of ginger plants to produce good quality rhizome seeds. JPB rhizome seeds used were 9 months old, have been stored for 2 weeks after harvest, weighed 30-40 g with 2-3 buds, healthy, and given seed treatment. The rhizomes were planted in growth medium in polybags (60 cm x 60 cm). The study was conducted by direct observation, repeated 4 times, consisting of 50 plants per replication. Observations were made on the plant growth patterns (plant height, stem length, tillers number, leaves number); rhizome development (fresh weight, branch rhizomes number, moisture content, and dry weight during growth); starch and hormonal content (IAA, gibberellin, ABA and cytokinin) of the rhizomes; and viability of rhizome seeds (growth rate, seed height, and dry weight). The results showed that the rhizomes of the 7-month-old ginger after planting (MAP) has entered the ripening phase, the rhizome morphology was optimal, and the starch

* Alamat Korespondensi : rdevirusmin@yahoo.com

content was not different from the rhizome seeds at 8 and 9 MAP. In addition, physiologically, the rhizome's growth potential was maximal (100%), growth rate ($4.3\% \text{ etmal}^{-1}$), and seed height (33.8 cm) were better than 8 MAP (80%, $2.9\% \text{ etmal}^{-1}$, 33.7 cm) and 9 MAP (70%, $2.3\% \text{ etmal}^{-1}$, 29.4 cm). This study indicated that ginger rhizomes harvested from 7 months old plants can be used for seeds.

PENDAHULUAN

Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) merupakan salah satu komoditas ekspor yang memberikan peranan cukup berarti dalam penerimaan devisa negara. Ekspor jahe Indonesia pada tahun 2015 mencapai 25.794,524 ton, dengan nilai 17.525.238 US\$, sedangkan pada tahun 2016 turun menjadi 21.637,437 ton, dengan nilai 9.269.803 US\$ (BPS 2016a). Selain sebagai negara pengekspor, Indonesia juga merupakan negara pengimpor jahe. Volume impor jahe pada tahun 2015 sebesar 6.826,377 ton, dengan nilai 5.793.582 US\$, sedangkan pada tahun 2016 turun menjadi 365,375 ton, dengan nilai 200.752 US\$ (BPS 2016b). Volume impor jahe dapat dikurangi dengan cara meningkatkan produksi.

Permasalahan utama budidaya jahe adalah sulitnya memperoleh rimpang benih bermutu dalam jumlah cukup pada waktu diperlukan oleh pengguna. Permasalahan tersebut antara lain disebabkan oleh rendahnya mutu bahan tanaman, diantaranya umur panen yang tidak tepat serta bobot benih cepat menyusut dan viabilitas rendah. Menurut Sukarman *et al.* (2007), panen benih jahe yang belum cukup umur menyebabkan benih/rimpang cepat keriput dan mempunyai viabilitas dan daya simpan yang rendah.

Selama ini, petani menetapkan umur panen rimpang benih jahe putih besar (JPB) setelah mencapai umur 9-10 bulan setelah tanam (BST). Tanaman jahe yang siap dipanen ditandai dengan luruhnya daun dan batang. Musim kemarau yang terlalu lama, dengan suhu udara rata-rata siang hari yang cukup tinggi ($35-40^{\circ}\text{C}$) menyebabkan tanaman sudah luruh pada umur 7 BST (Rusmin *et al.* 2015). Pada umumnya, petani penangkar menjual rimpang yang dipanen umur 7 BST tersebut dengan harga lebih murah atau membiarkan rimpang dalam tanah (tidak dipanen) sampai siklus pertumbuhan berikutnya. Hal ini dilakukan karena petani beranggapan rimpang

tersebut belum layak untuk dijadikan benih maupun untuk disimpan. Hal ini tentu sangat merugikan usaha produksi benih JPB, baik di tingkat petani penangkar maupun produsen.

Umur panen benih sejati (*true seeds*) umumnya ditentukan berdasarkan perubahan karakter morfologi, fisiologi dan biokimia selama pembentukan dan pemasakan benih karena berhubungan dengan mutu dan dapat digunakan sebagai indikator masak fisiologis. Perubahan biokimia yang telah digunakan untuk menentukan umur panen antara lain adalah kandungan klorofil pada benih jarak pagar (Hasanuddin *et al.* 2012), kandungan pati pada benih bambang lanang (*Michelia campaca* L.) (Rustam 2017), dan kandungan karotenoid pada benih kemiri sunan (Tresniawati *et al.* 2014). Perubahan biokimia lainnya yang penting selama pembentukan dan perkembangan benih yaitu perubahan hormonal seperti auksin (IAA), giberelin (GA), sitokinin dan asam absisat (ABA) (Bewley *et al.* 1994). Hormon endogen tersebut berperan dalam perkembangan benih dan kemungkinan terlibat dalam proses akumulasi cadangan makanan untuk perkecambahan dan pertumbuhan bibit. Peningkatan kandungan ABA selama pembentukan dan perkembangan benih labu siam menyebabkan terjadinya fenomena *vivipary* (perkecambahan terjadi pada saat masih di tanaman induk) (Ekowahyuni 2002). Sebaliknya, kekurangan atau defisiensi ABA selama pembentukan dan pemasakan benih menyebabkan terjadinya dormansi primer pada benih (Kucera, Cohn dan Leubner-Metzger 2005).

Pada benih yang berbentuk rimpang terutama tanaman jahe, belum dipelajari perubahan yang terjadi selama pembentukan benih/rimpang baik perubahan secara morfologi, fisiologi dan biokimia dalam kaitannya dengan mutu benih. Pada umbi yam (*Dioscorea spp.*), kandungan ABA endogen meningkat selama perkembangan umbi dan mencapai maksimum saat tanaman senesen

(Hamadina 2011). Tanaman *Curcuma alismatifolia* (Zingiberaceae) yang ditanam di luar musim (*off season*) menyebabkan laju fotosintesis menurun tetapi meningkatkan konsentrasi ABA dan sitokinin pada berbagai organ tanaman dan stadia pertumbuhan. Hal ini mengakibatkan pertumbuhan tunas tertekan, dan meningkatkan jumlah rimpang (Hongpakdee *et al.* 2010).

Kandungan pati dan serat yang tinggi pada rimpang benih jahe menghasilkan viabilitas dan daya simpan yang tinggi (Sukarman *et al.* 2007). Pada kentang selama fase pertumbuhan, umbi mengakumulasi senyawa cadangan terutama dalam bentuk pati dan protein yang berfungsi sebagai sumber makanan bagi pertumbuhan selanjutnya (Falcon *et al.* 2006). Perubahan fisiologi dan biokimia ini diduga berperan dalam menentukan mutu rimpang benih JPB selama stadia pembentukan dan perkembangan rimpang. Berdasarkan hal tersebut dilaksanakan percobaan dengan tujuan menentukan umur panen rimpang benih JPB dengan mempelajari pola pertumbuhan, perubahan biokimia dan fisiologi selama perkembangan rimpang benih.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kelurahan Kayumanis, Kecamatan Tanah Sareal, Bogor, Jawa Barat (200 m dpl) sejak Oktober 2013 sampai September 2014. Suhu udara rata-rata sebesar 26°C, dan jumlah curah hujan saat produksi rata-rata 389 mm/bulan, jenis tanah latosol. Pengujian daya tumbuh dilakukan di rumah kaca, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro), Bogor. Analisis hormon, pati dan serat dilaksanakan di Laboratorium Uji, Balitro, Bogor.

Rimpang benih JPB diperoleh dari Unit Produksi Benih Sumber (UPBS) Balitro dengan umur panen 9 BST dan telah disimpan selama 2 minggu setelah panen. Rimpang yang digunakan dengan kriteria bernas, bobot 30-40 g dengan 2-3 mata tunas dan bebas dari serangan hama dan penyakit. Benih direndam dalam larutan fungisida dan bakterisida sebelum ditanam sesuai rekomendasi dalam kemasan. Rimpang benih ditanam di polibag berukuran 60 cm x 60 cm. Penelitian dilakukan secara observasi langsung

(tidak menggunakan rancangan penelitian), dengan empat ulangan. Masing-masing ulangan terdiri atas 50 tanaman, sehingga total berjumlah 200 tanaman.

Pola pertumbuhan tanaman

Parameter pertumbuhan tanaman yang diamati adalah tinggi tanaman, panjang batang semu, jumlah anakan dan jumlah daun. Parameter perkembangan rimpang yang diukur adalah bobot segar rimpang, jumlah rimpang cabang per tanaman, serta perubahan kadar air dan akumulasi bahan kering selama perkembangan rimpang. Tinggi tanaman diukur dari pangkal batang semu sampai ujung daun tertinggi. Panjang batang semu diukur dari pangkal sampai ujung batang semu. Jumlah anakan dihitung berdasarkan anakan yang sudah berdaun. Pertumbuhan tanaman diamati setiap bulan, dari umur 1-7 bulan setelah tanam (BST), sedangkan perkembangan rimpang diamati mulai umur 2 BST dengan cara memanen empat tanaman setiap ulangan. Morfologi rimpang diamati secara visual pada setiap stadia pembentukan dan perkembangan rimpang yang disajikan dalam bentuk grafik dan gambar.

Perubahan biokimia rimpang benih

Kandungan pati

Kandungan pati dianalisis pada saat tanaman berumur 7, 8 dan 9 BST pada rimpang sekunder dan tersier, masing-masing 3 ulangan, menggunakan metode titrimetri (BSN 1992).

Kandungan hormon (IAA, GA, sitokinin dan ABA)

Kandungan hormon endogen rimpang dianalisis pada saat tanaman berumur 7, 8 dan 9 BST pada rimpang sekunder dan tersier, masing-masing tiga ulangan. Pengamatan bertujuan untuk melihat hubungan hormon endogen dengan mutu rimpang benih. Ekstraksi dan identifikasi hormon IAA, GA, sitokinin dan ABA menggunakan metode *Thin Layer Chromatography (TLC)* yang dimodifikasi. Kandungan hormon diukur berdasarkan bahan kering secara kuantifikasi dengan *TLC scanner* tipe 3-CAMAG.

Perubahan fisiologis rimpang benih

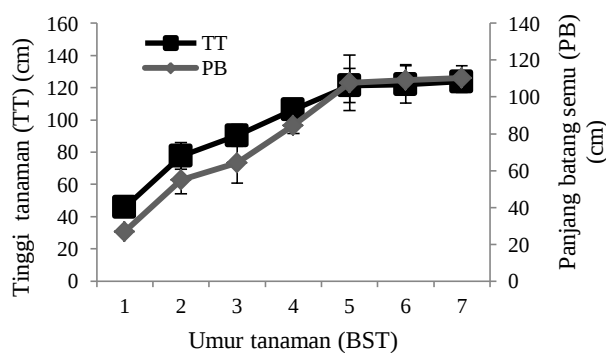
Perubahan fisiologis rimpang benih diamati berdasarkan perubahan kadar air dan viabilitas rimpang pada stadia pemasakan, yaitu pada umur 7, 8 dan 9 BST. Pengujian viabilitas dilakukan dengan menyemai sebanyak 30 rimpang benih pada bak persemaian dengan media kokopit diulang empat kali. Viabilitas rimpang benih diamati berdasarkan daya tumbuh, kecepatan tumbuh, tinggi bibit dan bobot kering bibit. Pengamatan daya tumbuh dan kecepatan tumbuh dilakukan setiap hari mulai 2 minggu setelah semai (MSS) sampai umur 2 bulan setelah semai (BSS). Pengamatan tinggi bibit dan bobot kering bibit dilakukan pada 2 BSS, dengan cara mengukur tinggi semua tunas normal yang muncul dari setiap rimpang. Data rata-rata perubahan kuantitatif dari bobot kering rimpang benih, kadar air, serat, pati

dan viabilitas benih disajikan dalam bentuk grafik untuk setiap stadia pembentukan benih.

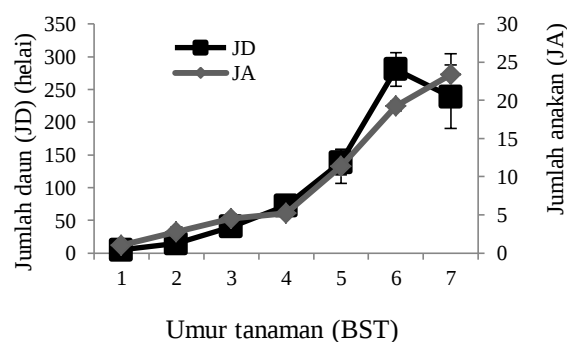
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola pertumbuhan tanaman

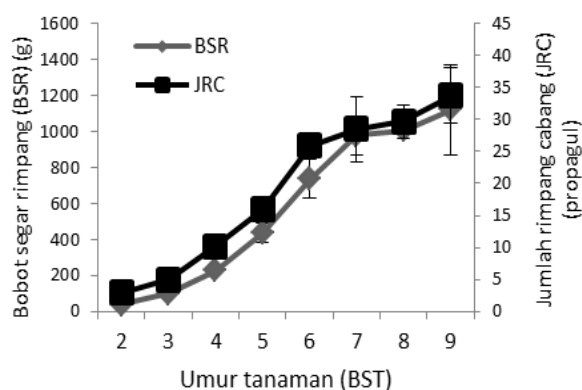
Berdasarkan pertumbuhan tajuk dan perkembangan rimpang, pola pertumbuhan JPB dapat dikelompokkan menjadi 3 fase yaitu: fase lambat (1–4 BST), cepat (4–6 BST), dan pemasakan (>6 BST). Rimpang cabang primer, sekunder dan tersier terbentuk selama fase pertumbuhan lambat. Rimpang cabang kuartar dan rimpang cabang selanjutnya berkembang pesat pada fase cepat. Pada fase pemasakan, peningkatan jumlah rimpang cabang dan bobot segar relatif stabil, dan dicirikan dengan kadar air ($85,9 \pm 2,3\%$)



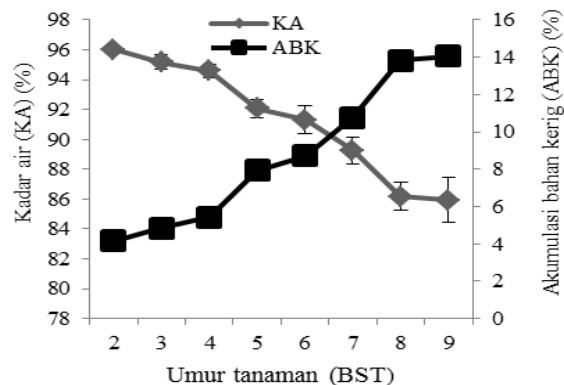
A



B



C



D

Gambar 1. Pola pertumbuhan dan perkembangan rimpang benih jahe putih besar (JPB): (A) tinggi tanaman dan panjang batang semu, (B) jumlah anakan dan daun, (C) bobot segar dan jumlah rimpang cabang, dan (D) kadar air dan akumulasi bahan kering.

Figure 1 The growth pattern and development of big white ginger (BWG) rhizome seeds: (A) plant height and pseudostem length, (B) number of tillers and leaves, (C) rhizome fresh weight and number of rhizome branches, and (D) water content and dry matter accumulation.

dan bobot bahan kering ($14,1 \pm 2,3\%$) yang mulai konstan (Gambar 1).

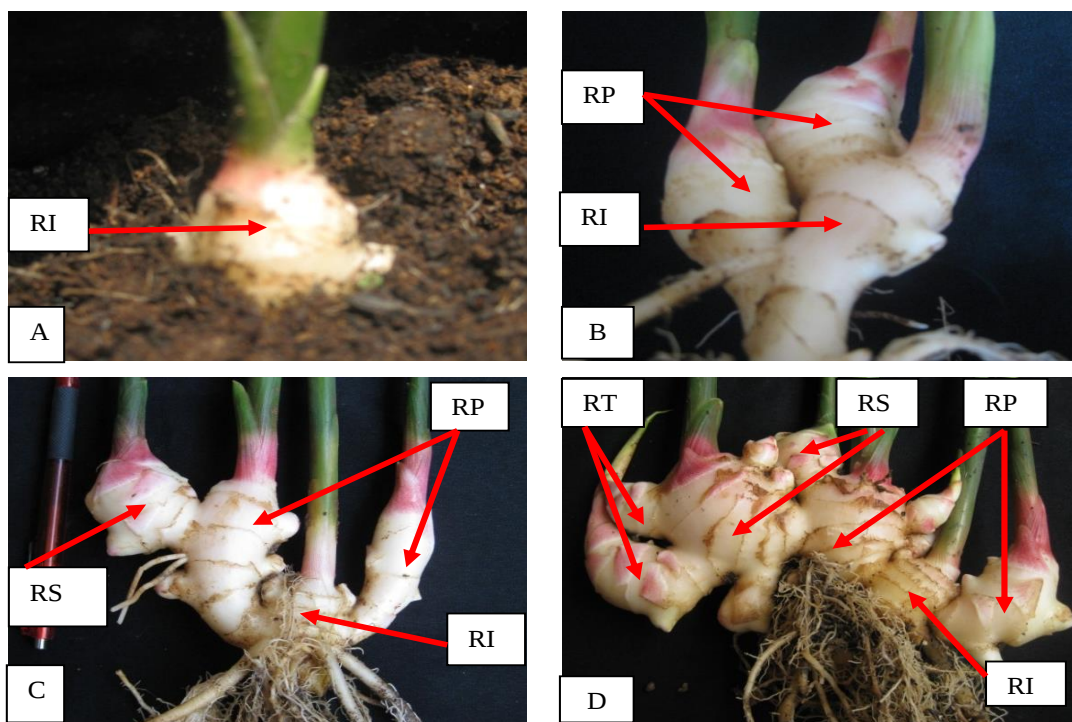
Fase pemasakan JPB sudah mulai pada umur 7 BST, dengan kriteria tinggi tanaman sudah maksimal (Gambar 1A), sebagian daun sudah mulai luruh, jumlah anakan sudah maksimal (Gambar 1B), bobot rimpang relatif stabil dan kadar air benih sudah mulai rendah (Gambar 1C dan 1D). Li *et al.* (2010) membagi fase pertumbuhan jahe menjadi 1) stadia bibit 1-90 hari setelah tanam (HST), 2) stadia pertumbuhan vigor 110-130 HST, 3) stadia pembesaran rimpang 130-160 HST, dan 4) stadia panen 160 HST. Nybe dan Raj (2005) juga melaporkan bahwa pola pertumbuhan jahe dalam kondisi optimal secara umum dibagi atas 3 periode yaitu fase pertumbuhan aktif (3-4 BST), fase pertumbuhan vegetatif lambat (4-6 BST) dan fase senesen (>6 BST). Pola perkembangan rimpang mengikuti kecenderungan yang sama dengan pola pertumbuhan tajuk, tetapi perkembangan rimpang masih berlangsung sampai panen. Policegoudra dan Aradhya (2007) membagi pertumbuhan

rimpang temu mangga menjadi empat fase pertumbuhan dan perkembangan yaitu fase pertumbuhan vegetatif (1-60 HST), pertumbuhan dan inisiasi (60-150 HST), pemasakan (150-180 HST) dan senesen (180-240 HST). Informasi fase pertumbuhan diperlukan untuk menentukan waktu aplikasi nutrisi, perlakuan benih dan zat pengatur tumbuh yang tepat untuk meningkatkan produksi, mutu dan waktu panen rimpang benih yang optimal sehingga diperoleh benih rimpang JPB yang bermutu dan tahan simpan.

Perubahan morfologi selama perkembangan rimpang

Rimpang induk (*mother rhizome*) yaitu rimpang yang tumbuh dari mata tunas rimpang benih (*rhizome seeds*), mulai terbentuk pada umur 1 BST. Rimpang induk pada awalnya berbentuk bulatan, dengan diameter 2,0-2,5 cm. Tonjolan bakal rimpang primer sudah mulai terlihat pada rimpang induk (Gambar 2A).

Rimpang primer (*primary rhizome*) yaitu rimpang yang muncul pada buku kedua atau buku



Keterangan : RI = rimpang induk, RP = rimpang primer, RS = rimpang sekunder, dan RT = rimpang tersier.
 Note : RI = *mother rhizomes*, RP = *primary rhizomes*, RS = *secondary rhizomes*, and RT = *tertiary rhizomes*.

Gambar 2. Rimpang benih jahe putih besar (JPB) umur (A) 1 bulan setelah tanam (BST), (B) 2 BST, (C) 3 BST, dan (D) 4 BST.

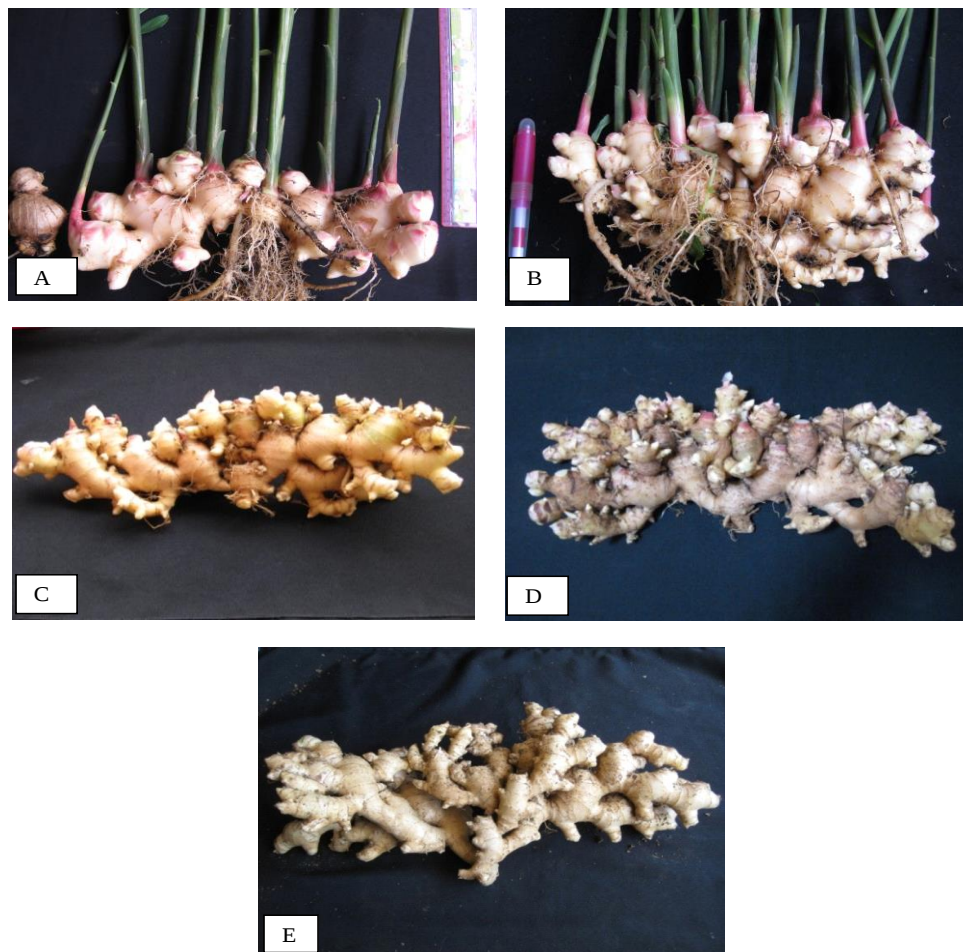
Figure 2. Rhizome seeds of big white ginger (BWG) at (A) 1 month after planting (MAP), (B) 2 MAP, (C) 3 MAP and (D) 4 MAP.

ketiga dari rimpang induk, sudah terbentuk pada umur 2 BST (Gambar 2B). Pada buku pertama dan kedua dari dasar rimpang induk dan primer muncul akar air (*fleshy roots*). Rimpang mempunyai buku yang sudah terlihat jelas dengan jumlah 4-5 buku pada rimpang induk dan rimpang primer. Jarak antar buku pada rimpang induk lebih pendek (0,5-1,0 cm), dibandingkan dengan rimpang primer (>1 cm). Pada buku terdapat seludang pelindung berwarna jingga. Seludang akan berubah warna menjadi coklat, kemudian mengering dan terkelupas, dengan semakin bertambahnya umur rimpang.

Rimpang sekunder (*secondary rhizome*) yaitu rimpang yang muncul dan berkembang dari

Selanjutnya rimpang tersier (*tertiary rhizome*) yaitu rimpang yang muncul pada rimpang sekunder terbentuk pada umur 4 BST. Rimpang induk terlihat lebih kecil dan tidak berkembang dibanding rimpang primer, sekunder dan tersier (Gambar 2D).

Pada umur 5 BST mulai terbentuk rimpang kuarter yaitu rimpang cabang yang muncul pada rimpang tersier (Gambar 3A). Tandan bunga mulai muncul dari ujung rimpang cabang. Pada umur 6 BST rimpang cabang bertambah banyak dan terbentuk rimpang kelima, yaitu rimpang yang muncul dari rimpang kuarter (Gambar 3B). Pada umur 7 BST sebagian batang dan daun mulai mengering. Ukuran rimpang bertambah besar dan



Gambar 3. Rimpang benih jahe putih besar (JPB) umur (A) 5 bulan setelah tanam (BST), (B) 6 BST, (C) 7 BST, (D) 8 BST, dan (E) 9 BST.

Figure 3. Rhizome seeds of big white ginger (BWG) at (A) 5 months after planting (MAP), (B) 6 MAP, (C) 7 MAP, (D) 8 MAP, and (E) 9 MAP.

buku kedua atau ketiga dari rimpang primer terbentuk pada umur 3 BST (Gambar 2C).

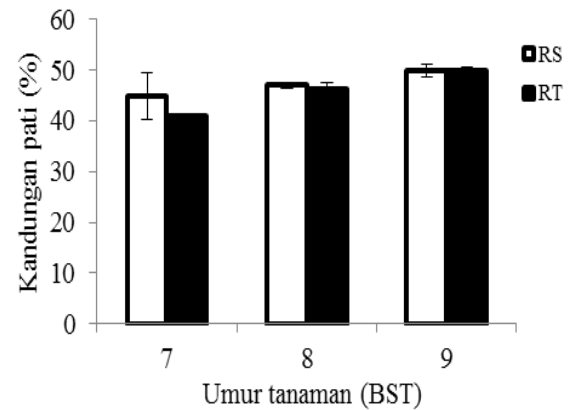
jumlah rimpang cabang juga bertambah banyak (Gambar 1C dan 3C). Rata-rata jumlah rimpang

cabang yang dihasilkan satu tanaman adalah rimpang induk (1,1 propagul), primer (2,6 propagul), sekunder (6,9 propagul), tersier (14,9 propagul) dan kuartier (7,9 propagul). Umur 8 dan 9 BST, sebagian besar batang dan daun sudah mengering dan luruh. Pertambahan ukuran dan jumlah rimpang cabang relatif sedikit, karena sudah memasuki proses pemasakan (Gambar 1C, 3D dan 3E). Rata-rata jumlah rimpang cabang pada umur 9 BST adalah rimpang induk (1,1 propagul), primer (2,6 propagul), sekunder (8,9 propagul), tersier (18,3 propagul), dan kuartier (7,8 propagul). Berdasarkan perubahan morfologi perkembangan rimpang JPB, fase pemasakan rimpang benih dimulai pada umur 7 BST, yang ditandai dengan sebagian batang dan daun mengering serta ukuran dan bobot rimpang yang sudah optimal.

Perubahan biokimia rimpang benih

Perubahan biokimia yang terjadi selama pemasakan rimpang benih antara lain kandungan pati dan hormon endogen. Perubahan biokimia selama pemasakan rimpang sangat menentukan mutu rimpang benih JPB. Kandungan pati meningkat sejalan dengan pertambahan umur rimpang baik pada rimpang sekunder maupun tersier walaupun tidak menunjukkan banyak perbedaan dengan umur 8 dan 9 BST. Rimpang sekunder mempunyai kandungan pati relatif lebih tinggi dibanding rimpang tersier, karena perbedaan tingkat ketuaan (rimpang sekunder lebih awal terbentuk) (Gambar 4). Kandungan pati erat kaitannya dengan mutu fisiologis rimpang benih (daya tumbuh, kecepatan tumbuh dan bobot kering bibit). Hasil ini sesuai dengan laporan Rusmin *et al.* (2015) bahwa kandungan pati rimpang benih JPB yang berasal dari daerah Nagrak, Sukabumi yang dipanen pada umur 7 BST juga tidak menunjukkan perbedaan nyata dengan kandungan pati rimpang umur 8 dan 9 BST, dan sudah layak digunakan sebagai bahan tanam.

Perubahan kandungan hormon endogen



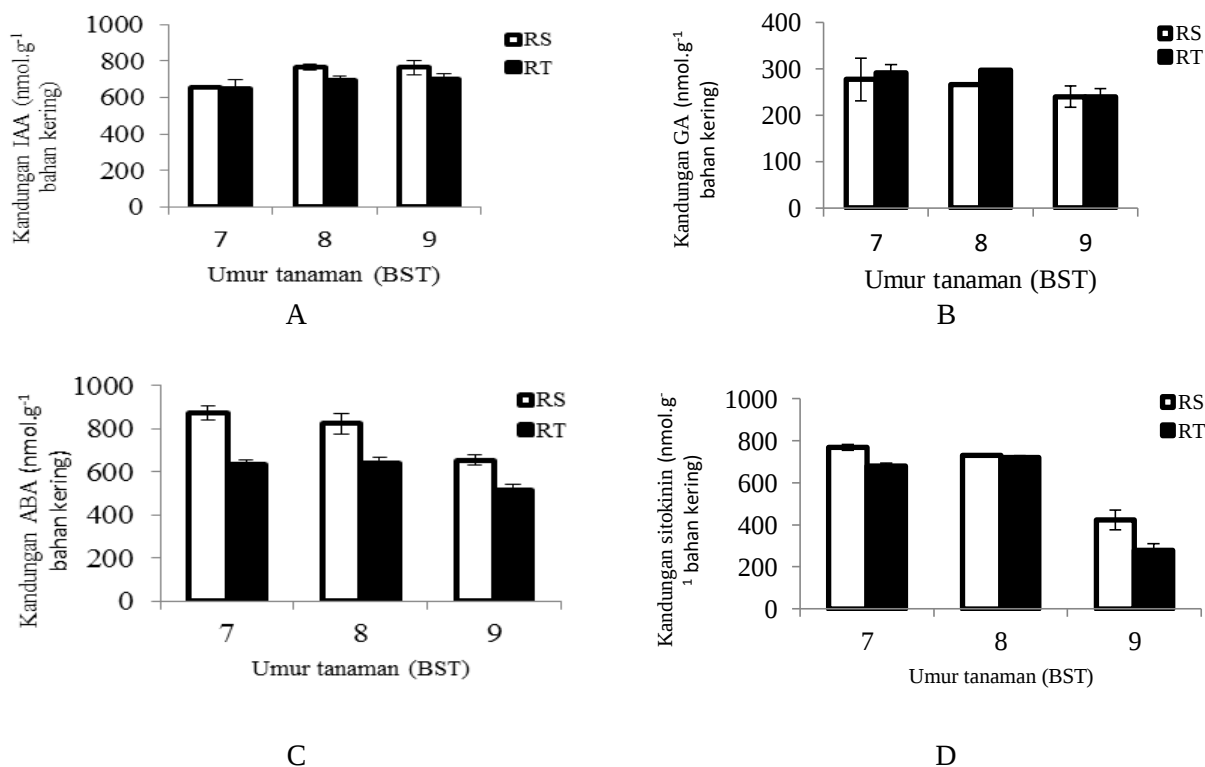
Gambar 4. Kandungan pati rimpang benih jahe putih besar (JPB) umur 7, 8 dan 9 bulan setelah tanam (BST) pada rimpang sekunder (RS) dan tersier (RT).

Figure 4. The starch content in the secondary rhizomes (RS) and tertiary rhizomes (RT) of big white ginger (BWG) rhizome seeds at 7, 8 and 9 months after planting (MAP).

(IAA, GA, ABA dan sitokinin) pada rimpang sekunder dan tersier selama pemasakan dapat dilihat pada Gambar 5. Mutu rimpang benih JPB sangat ditentukan oleh peran hormon endogen (IAA, giberelin, ABA, dan sitokinin) selama fase pemasakan. Kandungan hormon IAA rimpang benih JPB lebih tinggi pada umur 8 dan 9 BST dibanding dengan 7 BST, baik pada rimpang sekunder maupun rimpang tersier (Gambar 5A). IAA berperan dalam pembesaran dan pemanjangan sel dan sebagai *sink* yang kuat dalam menarik asimilat. Kandungan IAA pada rimpang sekunder lebih tinggi dibanding rimpang tersier, terutama pada umur 8 dan 9 BST. Hal ini diduga karena adanya transfer IAA dari bagian apikal (rimpang paling ujung) ke rimpang di bawahnya. Menurut Taiz dan Zeiger (2002), auksin ditranslokasikan secara polar dari bagian pucuk ke bagian dasar (basipetal) yang membutuhkan energi bebas dari gravitasi. Transpor polar juga berlangsung dari sel ke sel melalui membran plasma secara difusi melalui proses *influx* (masuknya auksin ke dalam sel dan *efflux* (keluarnya auksin dari sel).

Kandungan GA (giberelin) rimpang benih JPB terlihat lebih tinggi pada rimpang tersier dibanding dengan rimpang sekunder, pada umur 7 dan 8 BST. Kandungan GA menurun dengan pertambahan umur dari 7 sampai dengan 9 BST. Kandungan GA terlihat paling rendah pada umur 9 BST, baik pada rimpang sekunder maupun rimpang tersier (Gambar 5B). Fernie dan Willmitzer (2001) serta Falcon *et al.* (2006) melaporkan bahwa giberelin berperan dalam mengatur perkembangan umbi kentang. Peran GA pada fase awal pertumbuhan adalah dalam memacu pertumbuhan vegetatif. Pada fase pemasakan, pertumbuhan vegetatif (tajuk) akan terhenti, sehingga kandungan GA akan menurun. Hal ini menyebabkan kandungan GA pada rimpang JPB menurun pada umur 8 dan 9 BST. Menurut Bewley *et al.* (1994) pada benih *true seeds* kandungan GA meningkat selama perkembangan benih, mencapai puncak saat fase perkembangan cepat dan kemudian menurun dengan cepat seiring dengan fase pemasakan dan penurunan kadar air benih.

Kandungan ABA rimpang benih JPB menurun dengan bertambahnya umur rimpang mulai dari umur 7, 8 dan 9 BST. Rimpang sekunder mempunyai kandungan ABA yang lebih tinggi dibanding rimpang tersier, baik pada umur 7, 8 maupun 9 BST (Gambar 5C). Hal yang sama juga dilaporkan oleh Rusmin *et al.* (2015) bahwa kandungan ABA dari rimpang benih JPB yang berasal dari daerah Nagrak (Sukabumi) juga menurun dengan bertambahnya umur benih dari 7, 8 dan 9 BST. Hal ini menunjukkan bahwa pada fase pertumbuhan cepat diperlukan kandungan ABA untuk membatasi pertumbuhan tajuk (tinggi tanaman), sehingga asimilat lebih banyak dialihkan kearah pembentukan rimpang. Pada tanaman kentang, ABA berperan dalam memacu pembentukan umbi yaitu sebagai stimulator yang disebabkan oleh pengaruh antagonis ABA terhadap giberelin (Falcon *et al.* 2006). Kandungan ABA yang lebih tinggi pada umur 7 BST, diduga karena mulai memasuki fase pemasakan yang ditandai dengan mulai luruhnya daun dan batang sehingga



Gambar 5. Kandungan hormon rimpang benih jahe putih besar (JPB) umur 7, 8 dan 9 bulan setelah tanam (BST) pada rimpang sekunder (RS) dan tersier (RT): (A) IAA, (B) GA, (C) ABA, dan (D) sitokinin.

Figure 5. The hormone content in the secondary rhizomes (RS) and tertiary rhizomes (RT) of big white ginger (BWG) rhizome seeds at 7, 8 and 9 months after planting (MAP): (A) IAA, (B) GA, (C) ABA, and (D) cytokinin.

diperlukan hormon ABA yang lebih tinggi. Pada umur 8 dan 9 BST daun dan batang sudah luruh, sehingga kandungan ABA menurun. Kandungan ABA yang lebih rendah pada umur 8 dan 9 BST diduga untuk mengurangi derajat dormansi, sehingga rimpang benih cepat tumbuh. Suttle (2004) melaporkan bahwa terdapat tiga kelompok hormon yang berperan dalam regulasi dormansi pada umbi kentang yaitu asam absisat (ABA), sitokinin dan etilen. ABA dan etilen berperan dalam menginduksi dormansi, tetapi untuk mempertahankan periode dormansi hanya dibutuhkan ABA. Menurut Bewley *et al.* (1994) kandungan ABA meningkat selama perkembangan benih, mencapai puncak pada fase perkembangan cepat/pengisian dan kemudian menurun dengan cepat seiring dengan fase pemasakan dan penurunan kadar air benih.

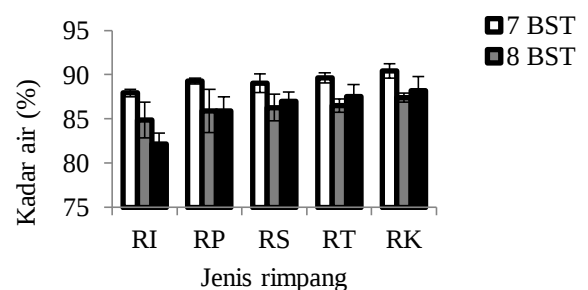
Kandungan sitokinin rimpang benih JPB cenderung menurun, sejalan dengan pertambahan umur mulai dari 7, 8, dan 9 BST baik pada rimpang sekunder maupun rimpang tersier. Kandungan sitokinin cenderung lebih tinggi pada rimpang sekunder dibanding rimpang tersier, untuk ketiga umur 7, 8, dan 9 BST (Gambar 5D). Pada umbi kentang, sitokinin berperan dalam mengontrol pembesaran dan pertumbuhan umbi, karena sitokinin aktif dalam pembelahan sel dan terlibat dalam proliferasi sel selama pertumbuhan umbi (Falcon *et al.* 2006). Hal ini menunjukkan bahwa pada awal perkembangan rimpang terutama pada fase cepat diperlukan kandungan sitokinin endogen yang tinggi sebagai *sink* yang kuat untuk menarik asimilat. Pada umur 7, 8 dan 9 BST, rimpang benih sudah memasuki fase pemasakan, sehingga kandungan sitokinin akan menurun dengan bertambahnya umur. Menurut Bewley *et al.* (1994) kandungan sitokinin meningkat selama perkembangan benih dan kemudian menurun seiring dengan fase pemasakan.

Perubahan fisiologis

Kadar air rimpang menurun dengan bertambahnya umur tanaman. Kadar air rimpang benih JPB pada umur 7 BST masih tinggi untuk kelima jenis rimpang (induk, primer, sekunder, tersier dan kuarter). Umur 8 dan 9 BST kadar air sudah menurun untuk semua jenis rimpang.

Semakin ke ujung posisi rimpang dalam satu tanaman, kadar air cenderung semakin tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa kadar air rimpang induk < primer < sekunder < tersier < kuarter. Hal ini berhubungan dengan tingkat ketuaan rimpang. Rimpang yang paling ujung merupakan rimpang yang paling akhir terbentuk, sehingga lebih muda dibanding rimpang lainnya (Gambar 6).

Viabilitas rimpang benih juga dipengaruhi oleh umur rimpang benih. Daya tumbuh dan kecepatan tumbuh rimpang benih JPB, lebih tinggi pada umur 7 BST dibanding dengan umur 8 dan 9 BST. Tinggi bibit JPB terlihat lebih tinggi pada umur 7 dan 8 BST, dibanding umur 9 BST. Bobot kering bibit JPB cenderung sama untuk ketiga umur 7, 8, dan 9 BST (Tabel 1). Hasil ini menunjukkan bahwa rimpang benih JPB umur 7 BST layak digunakan sebagai bahan tanam. Hal ini didukung oleh penelitian Rusmin *et al.* (2015) bahwa rimpang benih JPB asal Nagrak (Sukabumi) yang dipanen pada umur 7 dan 8 BST sudah dapat digunakan sebagai bahan tanam, karena mempunyai pertumbuhan dan produksi rimpang benih yang sama dengan 9 BST dan mempunyai daya simpan yang baik. Selanjutnya Melati (2016) melaporkan bahwa rimpang benih JPB yang dipanen pada umur 8 BST juga menghasilkan pertumbuhan tanaman dan produksi rimpang terbaik.



Gambar 6. Kadar air rimpang induk (RI), rimpang primer (RP), rimpang sekunder (RS), rimpang tersier (RT), dan rimpang kuarter (RK) benih jahe putih besar (JPB) umur 7, 8 dan 9 bulan setelah tanam (BST).

Figure 6. The water content of mother rhizome (RI), primary rhizomes (RP), secondary rhizomes (RS), tertiary rhizomes (RT) and quaternary rhizomes (RK) of big white ginger (BWG) rhizome seeds at 7, 8 and 9 months after planting (MAP).

Tabel 1. Daya tumbuh, kecepatan tumbuh, tinggi bibit, dan bobot kering bibit rimpang benih jahe putih besar (JPB) pada umur 7, 8, dan 9 bulan setelah tanam (BST).

Table 1. The germination rate, growth rate, seedling height, and seedling dry weight of big white ginger (BWG) rhizome seeds at 7, 8 and 9 months after planting (MAP).

Umur panen (BST)	Daya tumbuh (%)	Kecepatan tumbuh (% etmal ⁻¹)	Tinggi bibit (cm)	Bobot kering bibit (g)
7	100,0±0,0	4,3±0,3	33,80±3,28	0,58±0,15
8	80,0±5,0	2,9±0,5	33,71±1,78	0,56±0,06
9	70,8±5,0	2,3±0,3	29,40±2,37	0,57±0,09

Pada Tabel 1 terlihat bahwa daya tumbuh dan kecepatan tumbuh rimpang benih JPB, lebih tinggi pada umur 7 BST dibanding dengan umur 8 dan 9 BST. Hal ini disebabkan adanya keseimbangan hormonal (IAA, GA, ABA dan sitokinin) dalam mengontrol dormansi. Keseimbangan hormon endogen ABA (inhibitor), sitokinin dan giberelin (promotor) pada rimpang benih JPB yang dinyatakan dalam rasio ABA/ sitokinin dan ABA/GA mempengaruhi daya tumbuh dan kecepatan tumbuh rimpang benih JPB. Rasio ABA/sitokinin pada umur 7, 8 dan 9 BST masing-masing adalah 4,4/3,8; 4,1/3,6 dan 3,3/2,1. Rasio ABA/GA pada umur 7, 8 dan 9 BST masing-masing 4,4/1,4; 4,1/1,3 dan 3,3/1,2 (Tabel 2).

ABA berperan sebagai hormon yang menginduksi dan mempertahankan dormansi (inhibitor). Sitokinin dan GA dikenal sebagai promotor yang berperan dalam menghambat kerja ABA dalam menginduksi dan mempertahankan dormansi. Kandungan ABA yang lebih tinggi pada umur 7 BST dibanding 8 dan 9 BST, tidak mampu memacu dan mempertahankan dormansi sehingga rimpang benih JPB tumbuh lebih awal (daya tumbuh 100% dan kecepatan tumbuh 4,3) (Tabel 1 dan Gambar 5C). Hal ini disebabkan oleh rasio ABA/sitokinin (4,4/3,8) yang cenderung lebih rendah pada rimpang benih pada umur 7 BST dibanding-kan umur 9 BST (3,3/2,1) (Tabel 2), sehingga dapat menghambat kerja ABA dalam menginduksi dan mempertahankan dormansi. Sebaliknya rasio ABA/GA pada umur 7 BST (4,4/1,4) ternyata cenderung lebih tinggi dibanding umur 8 BST (4,1/1,3) dan 9 BST (3,3/1,2). Kandungan GA pada umur tersebut tidak mampu menghambat kerja ABA dalam mempertahankan

Tabel 2. Rasio ABA/GA dan ABA/sitokinin rimpang benih jahe putih besar (JPB) pada umur 7, 8 dan 9 bulan setelah tanam (BST).

Table 2. The ABA/GA and ABA/cytokinin ratios of big white ginger (BWG) rhizome seeds at 7, 8 and 9 months after planting (MAP).

Umur Rimpang Benih JPB (BST)	Rasio ABA/sitokinin	Rasio ABA/GA
7	4,4/3,8	4,4/1,4
8	4,1/3,6	4,1/1,3
9	3,3/2,1	3,3/1,2

dormansi. Berdasarkan hasil ini diperoleh fenomena dormansi pada rimpang JPB lebih ditentukan oleh rasio ABA/sitokinin dibanding dengan rasio ABA/GA. Hasil ini didukung oleh Suttle (2004) yang menyatakan bahwa sitokinin endogen maupun eksogen berperan dalam memecahkan dormansi umbi kentang. Aplikasi sitokinin pada umbi kentang dikaitkan dengan menurunnya kandungan ABA pada mata tunas. Suttle (2004) juga melaporkan bahwa terdapat tiga kelompok hormon yang berperan dalam regulasi dormansi pada umbi kentang yaitu asam absisat (ABA), sitokinin dan etilen. ABA dan etilen berperan dalam menginduksi dormansi, tetapi untuk mempertahankan periode dormansi hanya dibutuhkan ABA. Peningkatan kandungan dan sensitivitas sitokinin berperan dalam menginduksi pelepasan dormansi. Hormon auksin dan giberelin mempunyai peran tidak langsung dalam mengontrol dormansi, yaitu berperan dalam mengatur pertumbuhan dan perpanjangan tunas. Ravisankar *et al.* (2012) melaporkan bahwa aplikasi sitokinin eksogen pada umbi *Cyperus rotundus* yang mengalami dormansi dapat meningkatkan persentase umbi bertunas dibanding giberelin. Hasil ini didukung penelitian Rusmin (2016) pada rimpang benih JPB asal Nagrak (Sukabumi) bahwa rasio ABA/sitokinin lebih menentukan dormansi rimpang benih JPB dibanding rasio ABA/GA, sehingga rasio ABA/sitokinin yang tinggi sangat diperlukan untuk mempertahankan dormansi rimpang benih jahe.

Rasio ABA/sitokinin yang cenderung lebih tinggi (3,3/2,1) pada rimpang benih umur 9 BST dibanding dengan rasio ABA/sitokinin umur 7 dan 8 BST (4,4/3,8 dan 4,1/3,6) menyebabkan rimpang

benih JPB umur 9 BST mempunyai periode dormansi yang lebih tinggi dibanding umur 7 dan 8 BST. Rimpang benih umur 9 BST, walaupun mempunyai daya tumbuh dan kecepatan tumbuh yang rendah ternyata menghasilkan bobot kering bibit yang sama dengan rimpang benih umur 7 dan 8 BST. Hal ini disebabkan oleh kandungan pati dan IAA yang lebih tinggi dibanding umur 7 dan 8 BST yang berperan dalam pertumbuhan bibit.

KESIMPULAN

Tanaman JPB umur panen 7 BST dapat digunakan sebagai bahan tanam dengan mempertimbangkan beberapa faktor yaitu 1) berdasarkan pola pertumbuhan sudah memasuki fase pemasakan, 2) perkembangan morfologi rimpang benih sudah optimal, 3) secara biokimia mempunyai kandungan pati yang tidak berbeda dengan umur 8 dan 9 BST, dan 4) secara fisiologi mempunyai daya tumbuh, kecepatan tumbuh, dan tinggi bibit yang lebih baik dibanding umur 8 dan 9 BST.

DAFTAR PUSTAKA

- Bewley, J.D., Bradford, K. & Hilhorst, H. (1994) *Seeds Physiology of Development, Germination and Dormancy*.
- BPS (2016a) Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia Ekspor. *Jilid I (2)*. 924 hlm.
- BPS (2016b) Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia Impor. *Jilid I (1)*. 845 hlm.
- Ekowahyuni, L.P. (2002) Fenologi, Fenomena Vivipari, Pengaruh Stadia Kemasakan Benih dan Waktu Konservasi Terhadap Viabilitas serta Vigor Labu Siam (*Sechium edule*, Jacq Swartz). *Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor*.
- Falcon, M.R., Bou, J. & Prat, S. (2006) Seasonal Control of Tuberization in Potato: Conserved Elements with the Flowering Response. *Annual Review of Plant Biology*. 57, 151-180. doi:10.1146/annurev.arplant.57.032905.105224.
- Fernie, A.R. & Willmitzer, L. (2001) Molecular and Biochemical Triggers of Potato Tuber Development Modified Stem. *Plant Physiol*. 127, 1459-1465. doi:10.1104/pp. 010764.In.
- Hamadina, E.I. (2011) The Control of Yam Tuber Dormancy: A Framework for Manipulation. *Ibadan, Nigeria, International Institute of Tropical Agriculture* (IITA). doi:10.1.1.232.3644.
- Hasanuddin, Halimursyadah & Kurniawan, T. (2012) Perubahan Fisiologi dan Kandungan Klorofil selama Pemasakan serta Hubungannya dengan Viabilitas Benih Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.). *J. Floratek*. 7, 157-163.
- Hongpakdee, P., Siritrakulsak, P., Ohtake, N., Sueyoshi, K., Ohya, T. & Ruamrungsri, S. (2010) Changes In Endogenous Absciscic acid, Trans-zeatin riboside, Indole-3-acetic acid Levels and The Photosynthetic Rate During The Growth Cycle of *Curcuma alismatifolia* Gagnep. In Different Production Seasons. *European Journal of Horticultural Science*. 75 (5), 204-213.
- Kucera, Cohn, M.A. & Leubner-Metzger, G. (2005) Plant Hormone Interactions During Seed Dormance Release and Germination. *Seed Science Research*. 15, 281-307.
- Li, L., Chen, F., Yao, D., Wang, J., Ding, N. & Liu, X. (2010) Balanced Fertilization for Ginger Production. *Better Crops with Plant Food*. pp. 25-27.
- Melati (2016) Pengembangan Bahan Tanam Jahe Putih Besar (*Zingiber officinale* Rosc.) Melalui Biji, Rimpang Tunggal dan Rimpang Tunggal Kecil Bermutu Tinggi. *Institut Pertanian Bogor*. 123 hlm.
- Nybe, E. V & Raj, N.M. (2005) Ginger Production in India and Other South Asian Countries. In: Ravindran, P.N. & Babu, K.N. (eds.) *Ginger. The Genus Zingiber Edited*. London, CRC Press, pp. 211-240. doi:10.1017/CBO9781107415324.004.
- Policegoudra, R.S. & Aradhya, S.M. (2007) Biochemical Changes and Antioxidant Activity of Mango Ginger (*Curcuma amada* Roxb.) Rhizomes During Postharvest Storage at Different Temperatures. *Postharvest Biology and Technology*. 46, 189-194. doi:10.1016/j.postharvbio.2007.04.012.

- Ravisankar, D., Chinnamuthu, C.R. & Srimathi, P. (2012) Influence of Growth Promoting Substances on Dormancy Breaking and Sprouting of Purple Nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) Tuber. *Research Journal of Agricultural Sciences*. 3 (6), 1213-1216.
- Rusmin, D. (2016) Peningkatan Produksi dan Mutu Rimpang Benih Jahe Putih Besar Melalui Pendekatan Pola Pertumbuhan dan Keseimbangan Hormonal dengan Aplikasi Paclobutrazol. *Institut Pertanian Bogor*. Institut Pertanian Bogor. 102 hlm.
- Rusmin, D., Suhartanto, M.R. & Ilyas, S. (2015) Pengaruh Umur Panen Rimpang terhadap Perubahan Fisiologi dan Viabilitas Benih Jahe Putih Besar selama Penyimpanan. *Jurnal Littri*. 21 (1), 17-24.
- Rustam, A.A.P.E. (2017) Perubahan Kondisi Fisik, Fisiologis dan Biokimia Benih *Michelia champaca* pada berbagai Tingkat Kemasakan. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*. 3 (3), 368-375. doi:10.13057/psnmmbi/m030313.
- Sukarman, Rusmin, D. & Melati (2007) Viabilitas Benih Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) pada Cara Budidaya dan Lama Penyimpanan yang berbeda. *Bul. Litro*. XVIII (1), 1-12.
- Suttle, J.C. (2004) Physiological Regulation of Tuber Dormancy. *Amer J of Potato Res*. 81, 253-262.
- Taiz L, Zeiger E. 2002. Plant Physiology. Publisher: *Sinauer Associates*; 3 edition. 690 p.
- Tresniawati, C., Murniati, E. & Widajati, E. (2014) Perubahan Fisik, Fisiologi dan Biokimia Selama Pemasakan Benih dan Studi Rekalsitransi Benih Kemiri Sunan. *J. Agron. Indonesia*. 42 (1), 74-79.