

# VIABILITAS BIJI BELIMBING (*Averrhoa carambola* L.) KULTIVAR ‘DEWA BARU’ ASAL KECAMATAN CIMANGGIS, DEPOK PADA BERBAGAI SUHU PENYIMPANAN

Agriana Ali, Nisyawati

[nisya57.ns@gmail.com](mailto:nisya57.ns@gmail.com)

Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Indonesia

## Abstract

*This research is aimed to determine the quality of carambola seed (Averrhoa carambola L.). Seeds have been taken from fruits with a range of ripening index of 5—6. The initial moisture content of seed was 40% on fresh weight basis with 92% initial germination. The seeds were dessicated to 32%, 25%, 18%, 11%, 4%, and stored at ambient (27--30 °C), cold (5 °C), and freezing temperature (-15 °C) for 4 weeks. Several parameters were measured, including the capability of seeds to germinate, maximal growth potential, length of hypocotyle, length of epicotyle and leaves (dimension). The seeds were found to be tolerant to dessication up to 4% moisture content in any storage temperature. The favourable storage temperature was cold (5 °C) with 40% moisture content and ambient (27--30 °C) with 25% moisture content.*

**Keywords** : *Averrhoa carambola*, seed germination, viability

## PENDAHULUAN

Belimbing (*Averrhoa carambola* L.) merupakan salah satu buah tropis asal Asia Tenggara (Ploetz, 2004). Belimbing sering digunakan sebagai konsumsi segar maupun industri rumah tangga, seperti manisan buah, selai, dan minuman segar (Narain *et al.*, 2001; Supriati *et al.*, 2006). Belimbing sebagai obat tradisional juga digunakan untuk obat tekanan darah tinggi (Supriati *et al.*, 2006) dan memiliki kandungan vitamin C yang relatif cukup tinggi (35 mg/100 g buah) di antara buah-buah lain, seperti apel dan anggur (BAPPENAS, 2000).

Belimbing menurut beberapa peneliti berasal dari Sri Langka dan Pantai Maluku (Indonesia) (Ludders 2004; Oliveira *et al.*, 2009). Kultivasi belimbing sudah dilakukan sejak lama di Malaysia (Ludders, 2004) dan di Indonesia (Oliveira *et al.*, 2009). Kultivasi di Indonesia berasal dari beberapa wilayah, seperti Depok (Jawa Barat) (Dinas Pertanian Kota Depok, 2007). Wilayah Depok merupakan salah satu daerah yang membudidayakan beberapa kultivar belimbing unggulan, yaitu ‘Dewa Baru’, ‘Dewi Murni’, ‘Demak Kunir’, ‘Demak Kapur’, dan ‘Simanis’ (Dinas

Pertanian Kota Depok, 2007). Program pembudidayaan belimbing di Kota Depok memerlukan penanganan yang tepat, yaitu tersedianya bibit belimbing unggul dalam jumlah yang banyak (Supriati *et al.*, 2006). Penanganan tersebut meliputi penyimpanan biji pada kondisi yang optimum untuk mempertahankan viabilitas biji pada saat akan ditanam kembali (Purwanto, 2009). Selain itu, diperlukan penyimpanan biji yang tepat untuk mengetahui kualitas biji sehingga penting untuk konservasi plasma nutfah (Schdmit, 2000).

Konservasi plasma nutfah dibagi ke dalam 2 tipe, yaitu konservasi *in situ* dan *ex situ*. Konservasi *in situ* merupakan konservasi yang dilakukan di dalam habitat alami untuk melestarikan organisme beserta lingkungan sekitar, seperti hutan lindung dan taman nasional. Konservasi *ex situ* merupakan konservasi yang dilakukan di luar habitat alami. Salah satu contoh dari konservasi *ex situ* ialah kebun raya, kultur jaringan secara *in vitro*, bank gen, dan penyimpanan biji.

Penyimpanan biji yang sesuai dapat dijadikan jenis konservasi *ex situ* yang aman, tidak mahal dan metode yang dapat diterima dalam konservasi material genetik (Hong *et al.*, 1998; Leunufna, 2007). Konservasi plasma nutfah belimbing telah dilakukan di beberapa negara, seperti Malaysia (Supriati *et al.*, 2006), Brazil (Oliveira *et al.*, 2009), dan Florida, Amerika Serikat (Campbel *et al.*, 1987). Pengelolaan belimbing untuk tujuan konservasi di Indonesia masih tertinggal dari negara lain, seperti Malaysia. Hal tersebut dikarenakan perkebunan belimbing di Indonesia masih belum intensif karena keterbatasan bibit bermutu (Supriati *et al.*, 2006). Ketersediaan bibit dengan kualitas yang baik dan jumlah yang mencukupi menjadi prioritas dalam pengelolaan budidaya buah untuk memenuhi permintaan pasar yang cenderung meningkat (Wulandari, 2009).

Pengelolaan belimbing yang belum intensif juga dipengaruhi oleh terbatasnya informasi dan pengetahuan mengenai kualitas biji belimbing (Purwanto, 2009). Kualitas biji

tersebut meliputi segi fisik, fisiologis (Silomba, 2006) dan kemampuan biji dalam mempertahankan viabilitas selama periode penyimpanan tertentu (Purwanto, 2009).

Konservasi plasma nutfah belimbing meliputi penyimpanan biji di berbagai macam kondisi penyimpanan. Salah satu tujuan konservasi tersebut ialah mengetahui kualitas biji. Kualitas biji dapat dilakukan melalui studi viabilitas (Smith *et al.*, 2003) dan daya simpan biji (Hong *et al.*, 1998). Studi viabilitas dan daya simpan biji dapat memberikan informasi penting mengenai kualitas biji belimbing untuk tujuan konservasi plasma nutfah (Smith *et al.*, 2003).

Studi yang dilakukan oleh Purwanto (2009) didapatkan hasil bahwa biji belimbing masih dapat berkecambah dengan baik pada kadar air di bawah kadar air minimum, yaitu 12%. Pengeringan biji belimbing dengan kadar air biji sebesar 11,07% menghasilkan Daya Berkecambah (DB) sebesar 47% dan Potensi Tumbuh Maksimum (PTM) sebesar 80%. Biji belimbing juga masih dapat

berkecambah dalam suhu penyimpanan pada suhu dingin (5 °C). Daya berkecambah yang didapatkan sebesar 26,67% pada suhu penyimpanan di lemari pendingin selama 12 minggu.

Biji belimbing (*Averrhoa carambola* L.) berdasarkan karakteristik penyimpanan biji merupakan biji intermediat (Hong *et al.*, 1998). Biji intermediat pada umumnya terdapat di daerah tropis (Hong *et al.*, 1998; Djama'an *et al.*, 2006), sehingga hanya dapat bertahan disimpan selama periode yang singkat (mingguan sampai bulanan) (Engelmann *et al.*, 1995). Viabilitas biji jenis intermediat akan menurun cepat apabila disimpan secara konvensional (Djama'an *et al.*, 2006). Teknik penyimpanan biji dalam periode yang panjang dengan mempertahankan viabilitas biji ialah kriopreservasi atau penyimpanan material genetik dalam suhu yang ultra rendah (-196 °C). Kriopreservasi merupakan salah satu bentuk konservasi *ex-situ* (Efendi dan Litz, 2003; Leunufa, 2007). Penyimpanan biji juga dapat dilakukan dalam suhu

yang rendah (*cold storage*) dengan kisaran suhu 5 sampai 10 °C dan -15 sampai -20 °C. Biji yang disimpan dalam kondisi tersebut harus mencapai kadar air optimal sehingga selama dalam penyimpanan tidak mengalami kerusakan akibat suhu dingin (*freezing injury*) (Schmidt, 2000).

Beberapa penelitian mengenai penyimpanan biji dalam suhu rendah telah banyak dilakukan, antara lain biji tanaman hutan seperti damar (*Agathis damara*) (Djama'an *et al.*, 2006), biji tanaman industri seperti kopi (*Coffea arabica*) (Engelmann *et al.*, 1995), dan biji tanaman pangan berupa buah-buahan seperti alpukat (Efendi dan Litz 2003), dan pepaya (Wulandari, 2009). Informasi mengenai penyimpanan biji belimbing belum sampai pada penyimpanan dalam suhu di bawah 0 °C, hanya sebatas penyimpanan di dalam lemari pendingin dengan suhu sekitar 5-7 °C (Oliveira *et al.*, 2009; Purwanto, 2009). Penyimpanan biji dalam periode yang panjang merupakan pendekatan konservasi yang penting untuk plasma nutfah tanaman (Djama'an *et al.*, 2006). Oleh karena

itu, studi mengenai viabilitas biji dan daya simpan biji belimbing perlu dilakukan untuk menambah informasi mengenai konservasi plasma nutfah belimbing.

Penelitian dilakukan untuk mengetahui kualitas biji belimbing (*Averrhoa carambola* L.) kultivar 'Dewa Baru' asal Kecamatan Cimanggis, Depok setelah penyimpanan biji dalam suhu ruang (27-30 °C), suhu dingin (5 °C) dan suhu beku (-15 °C) dengan kadar air 40%, 32%, 25%, 18%, 11%, 4%. Hipotesis penelitian adalah biji belimbing dapat mempertahankan viabilitas dengan kadar air 4% pada suhu penyimpanan dingin (5 °C).

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **1. Ekstraksi Biji**

Biji belimbing yang digunakan berasal dari buah yang memiliki indeks kematangan buah senilai 5-6 yaitu buah sudah berwarna kuning atau orange. Biji yang telah dipisahkan dari buah kemudian diekstraksi untuk menghilangkan salut biji yang berlendir. Ekstraksi biji dilakukan dengan direndam dalam air selama 1-2 jam. Biji yang telah bersih dari salut

biji direndam kembali dalam air. Biji yang abnormal (bulat, pipih, dan mengapung saat direndam) tidak digunakan dalam penelitian karena akan sulit untuk tumbuh.

## 2. Penetapan Kadar Air

Biji dikeringkan menggunakan kipas angin di ruangan terbuka hingga mencapai kadar air yang diinginkan, yaitu 32%, 25%, 18%, 11%, dan 4%. Kadar air awal yaitu 40% tanpa dikeringkan. Kadar air diukur terlebih dahulu sebelum disimpan dan dikecambahkan. Pengukuran kadar air dilakukan dengan menggunakan oven dengan suhu 105 °C selama 18 jam, kemudian dimasukkan dalam desikator dan selanjutnya ditimbang. Penimbangan dilakukan sebelum dan sesudah dimasukkan ke oven. Penentuan kadar air didasarkan pada berat basah.

## 3. Penyimpanan Biji

Biji dengan masing-masing kadar air dimasukkan ke dalam plastik *zip lock*. Biji kemudian disimpan di tiga suhu simpan, yaitu ruang, dingin, dan beku selama 4 minggu. Suhu penyimpanan masing-masing perlakuan adalah Suhu Ruang (SR)

(27-30 °C), Suhu Dingin (SD) (5 °C), dan Suhu Beku (SB) (-15 °C).

## 4. Uji Viabilitas Biji

Biji dibagi ke dalam 3 kelompok ulangan untuk setiap perlakuan. Masing-masing kelompok ulangan terdiri atas 25 sampel biji. Biji sebelumnya direndam dalam air hangat (55-60 °C) selama 30 menit sampai 1 jam (BAPPENAS, 2000). Biji kemudian dikecambahkan di bak plastik ukuran 25 x 20 x 15 cm dengan media pasir. Pengamatan dilakukan dengan mencatat beberapa parameter, yaitu Daya Berkecambah (DB), Potensi Tumbuh Maksimum (PTM), panjang hipokotil, panjang epikotil, dan skala daun. Panjang hipokotil diukur dari leher akar sampai pangkal kotiledon. Panjang epikotil diukur dari pangkal kotiledon sampai pangkal tangkai daun pertama.

Skala daun diamati dengan mencatat panjang daun dari nodus sampai ujung daun pada hari ke-22 dan ke-29 hari setelah tanam (hst). Skala daun 1 memiliki panjang 0-0,9 cm; skala daun 2 memiliki panjang 1-1,9 cm; skala daun 3 memiliki panjang 2-2,9 cm; skala daun 4 memiliki panjang

Tabel 1. Perlakuan biji belimbing kultivar 'Dewa Baru'

Suhu Penyimpanan	Kadar Air					
	40% (awal)	32%	25%	18%	11%	4%
Suhu Ruang (27--30 °C)	40SR	32SR	25SR	18SR	11SR	4SR
Suhu Dingin (5 °C)	40SD	32SD	25SD	18SD	11SD	4SD
Suhu Beku (-15 °C)	40SB	32SB	25SB	18SB	11SB	4SB

3-3,4 cm; skala daun 5 memiliki panjang 3,5-3,9 cm; dan skala daun 6 memiliki panjang 4-4,4 cm.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan pertumbuhan biji belimbing (*Averrhoa carambola* L.) meliputi pengamatan persentase Daya Berkecambah (DB), persentase Potensi Tumbuh Maksimum (PTM), panjang hipokotil, panjang epikotil, dan skala daun selama 22 dan 29 hari setelah tanam (hst).

##### 1. Pengaruh penyimpanan biji belimbing pada kadar air yang berbeda-beda

Biji belimbing dikeringkan berdasarkan kadar air yang diinginkan, yaitu 32%, 25%, 18%, 11%, dan 4%. Kadar air awal biji tanpa pengeringan yaitu 40%. Berdasarkan hasil pengamatan, pengeringan biji belimbing dengan kadar air rendah,

yaitu 11% dan 4% menunjukkan adanya perkecambahan di masing-masing suhu penyimpanan. Biji belimbing dengan kadar air 4% menunjukkan perkecambahan yang cenderung lebih tinggi dibandingkan biji belimbing dengan kadar air 11%. Pengeringan biji belimbing dengan kadar air 18% hanya menunjukkan perkecambahan dengan persentase perkecambahan yang rendah di suhu ruang dan dingin. Biji belimbing dengan kadar air 18% di suhu beku tidak tumbuh dikarenakan sebagian besar biji dimakan oleh tikus.

Biji belimbing dengan kadar air 25% menunjukkan adanya perkecambahan di suhu ruang dan dingin. Perkecambahan biji belimbing di suhu beku tidak menunjukkan adanya perkecambahan. Biji belimbing

dengan kadar air 40% dan 32% menunjukkan adanya perkecambahan hanya di suhu dingin, sedangkan di suhu ruang biji menjadi busuk selama penyimpanan dan di suhu beku biji menunjukkan perkecambahan yang rendah.

Pengeringan biji belimbing dengan kadar air 4% menunjukkan perkecambahan yang cenderung lebih baik dibandingkan kadar air lain. Penyimpanan biji dengan kadar air rendah untuk periode waktu yang cukup lama ( $\geq 1$  bulan) tergolong efektif karena mampu meminimalisir kerusakan yang terjadi pada biji ketika disimpan (Cochrane *et al.*, 2002). Hal tersebut dikarenakan semakin rendah kadar air biji, laju respirasi akan semakin rendah, sehingga biji masih dapat berkecambah ketika disimpan dalam periode waktu yang cenderung lama (Zahrok, 2007).

Laju respirasi yang rendah menyebabkan kerja enzim yang berperan dalam merombak cadangan makanan dalam biji menjadi lambat. Kerja enzim tersebut meliputi enzim  $\beta$ -amilase,  $\alpha$ -amilase dalam merubah pati menjadi glukosa, lipase dalam

merubah lipid menjadi gliserol dan asam lemak, dan protease dalam merubah protein menjadi asam amino (Mayer dan Poljakoff-Mayber, 1982).

Salah satu faktor yang berperan dalam toleransi biji terhadap kekeringan adalah protein *Late Embryogenic Accumulating/Abundant* (LEA). Protein LEA terbentuk selama masa perkembangan embrio dalam biji. Protein tersebut berperan dalam resistensi tumbuhan terhadap kondisi sekitar yang kering, salinitas yang tinggi, dan suhu dingin. Ekspresi gen protein LEA yang terbentuk berkaitan dengan hormon asam absisat (ABA). Hormon ABA selain berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, juga berperan sebagai respons toleransi tumbuhan terhadap stres pada lingkungan, seperti suhu dingin atau kekeringan (Kobayashi *et al.*, 2008). Protein LEA pada umumnya diinduksi oleh hormon ABA pada kondisi biji yang kering.

## **2. Pengaruh penyimpanan biji belimbing pada masing-masing suhu penyimpanan**

Penyimpanan biji belimbing dilakukan di 3 macam suhu penyimpanan, yaitu ruang (27-30 °C),

dingin (5 °C), dan beku (-15 °C). Berdasarkan hasil pengamatan, penyimpanan biji di suhu dingin cenderung menunjukkan perkecambahan yang baik dibandingkan suhu ruang dan suhu beku. Biji belimbing dengan masing-masing kadar air dapat tumbuh di suhu dingin. Perkecambahan biji belimbing di suhu ruang terdapat pada kadar air 25%, 18%, 11%, dan 4%, sedangkan perkecambahan biji belimbing di suhu beku terdapat pada kadar air 40%, 11%, dan 4%.

Biji belimbing yang disimpan di suhu ruang dengan kadar air 40% dan 32% terserang kapang selama masa penyimpanan sehingga biji busuk. Hal tersebut dikarenakan biji masih memiliki kadar air yang cenderung tinggi dan disimpan di suhu ruang dengan kelembaban yang cukup tinggi (27-29 °C; RH 50-60%) sehingga biji mudah terserang kapang (Anandalakshmi *et al.*, 2005). Biji terserang kapang dapat diakibatkan kulit biji mengandung selulosa dari hasil proses respirasi biji, sehingga kapang menjadikan biji menjadi substrat sebagai sumber nutrisi

(Syaiful *et al.*, 2007). Selain itu, tempat penyimpanan tanpa alat pendingin (AC) juga memicu biji terserang kapang ketika disimpan. Penyimpanan biji dalam AC memiliki kelembaban yang tidak terlalu tinggi sehingga mencegah biji terserang kapang selama penyimpanan.

Biji belimbing yang disimpan di suhu beku dengan kadar air 32% dan 25% selama masa penanaman menjadi lunak sehingga tidak dapat berkecambah. Hasil penelitian sebelumnya oleh Anandalakshmi *et al.*, (2005) menunjukkan bahwa penyimpanan biji *Syzgium cuminii* yang disimpan pada suhu 0 sampai -5 °C memiliki presentase perkecambahan yang rendah (16%) setelah disimpan selama 0 hari. Penyimpanan selanjutnya selama 40 hari sampai 170 hari juga menunjukkan tidak ada biji yang berkecambah selama disimpan pada suhu 0 sampai -5 °C. Hal tersebut dapat diakibatkan karena proses *freezing injury* pada biji. *Freezing injury* atau kerusakan akibat pengkristalan air dalam biji terjadi karena kandungan air dalam biji masih

relatif tinggi dan disimpan pada suhu di bawah minus nol derajat. Kandungan air tersebut membentuk kristal-kristal es yang terikat di antara sel dan komponen sel dalam biji (Hong *et al.*, 1998). Kristal es tersebut kemudian mencair dan menyebabkan membran sel mengerut sehingga proses metabolisme dalam sel terganggu dan biji menjadi tidak dapat berkecambah (Copeland dan McDonald, 2000 dalam Wulandari, 2009). Pembentukan kristal es tersebut juga merusak jaringan-jaringan di dalam biji sehingga biji menjadi tidak dapat berkecambah (James, 1983). Semua kerusakan sel dan jaringan saat dibekukan dapat dihindarkan apabila sel mencapai keadaan ter vitrifikasi. Vitrifikasi merupakan peristiwa perubahan zat dari fase cair ke fase padat atau bentuk seperti gelas (*glassy state*) tanpa proses kristalisasi atau nukelasi.

Biji yang tidak dapat berkecambah ketika ditanam juga bisa diakibatkan oleh peristiwa *imbibition injury*. *Imbibition injury* merupakan kerusakan pada biji ketika proses imbibisi. Kerusakan tersebut terjadi

karena penyerapan air ke biji terlalu cepat ketika proses perendaman biji dalam air, sehingga biji menjadi rusak. Kerusakan biji terjadi karena *mucilage* pada kulit biji. *Mucilage* merupakan bentuk polisakarida yang berperan dalam proses pengangkutan air ke biji atau hidrasi (Moise *et al.*, 2005). *Mucilage* pada saat proses imbibisi menjadi penghalang difusi oksigen pada kulit biji. Selain itu, penyerapan air berlebih mendukung tumbuhnya mikroorganisme di kulit biji sehingga pertumbuhan dan perkembangan embrio terhalang karena mikroorganisme yang tumbuh bersaing untuk mendapatkan oksigen yang tersedia (Mayer dan Poljakoff-Mayber, 1982).

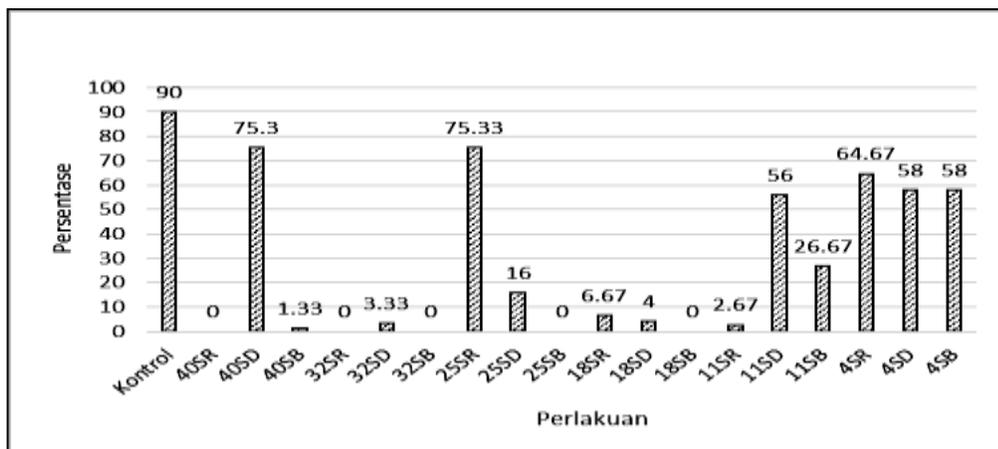
Berdasarkan hal tersebut penyimpanan di suhu dingin (5 °C) pada biji belimbing menunjukkan perkecambahan yang lebih baik dibandingkan suhu ruang dan suhu beku. Hal tersebut dipengaruhi oleh hormon asam absisat (ABA) yang dapat menginduksi terjadinya toleransi biji terhadap suhu rendah. Hormon ABA dapat terakumulasi dalam biji ketika biji disimpan dalam kondisi

lingkungan yang dingin (Mohapatra *et al.*, 1988). Hormon tersebut dapat menginduksi dormansi biji ketika masa penyimpanan di suhu dingin sehingga biji masih dapat mempertahankan viabilitasnya ketika ingin dikecambahkan (Mohapatra *et al.*, 1988).

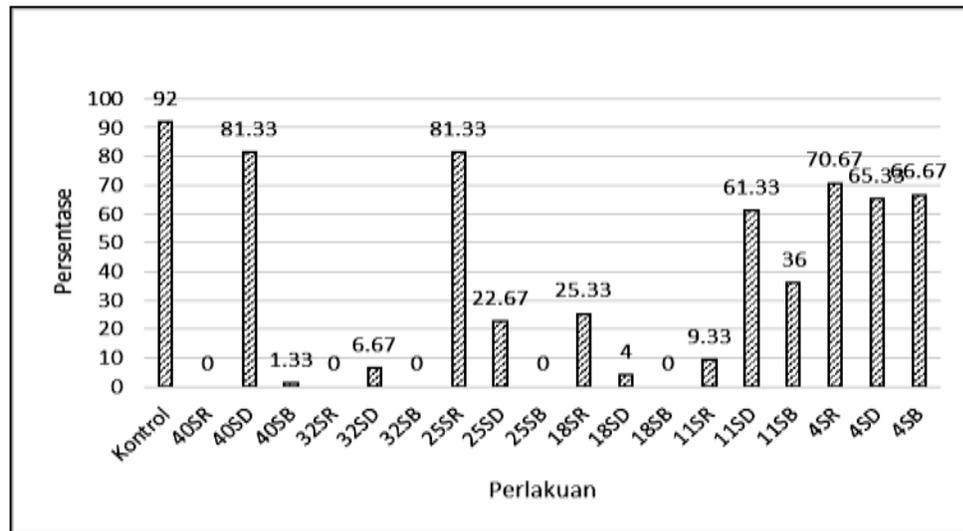
Biji belimbing berdasarkan karakteristik penyimpanan biji termasuk ke dalam biji intermediat (Hong *et al.*, 1998). Biji intermediat memiliki karakteristik yaitu toleran terhadap kadar air rendah, tetapi sensitif terhadap suhu yang rendah, terutama suhu di bawah 0 °C (Yang *et al.*, 2008). Biji belimbing dapat dibagi menjadi dua karakteristik khusus, yaitu *tropical intermediate* dan *temperate*

*intermediate*. Biji dengan karakteristik *tropical intermediate* umumnya sensitif ketika disimpan pada suhu di bawah 0 °C, sedangkan *temperate intermediate* masih dapat mempertahankan viabilitas biji walaupun disimpan pada suhu tersebut. Biji belimbing termasuk ke dalam *tropical intermediate*, sehingga biji tersebut sensitif ketika disimpan pada suhu di bawah 0 °C (Hong *et al.*, 1998). Hasil penelitian yang dilakukan sesuai dengan teori yang disebutkan. Biji belimbing masih dapat mempertahankan viabilitasnya dengan kadar air rendah, tetapi viabilitas biji menurun ketika disimpan di bawah 0 °C.

### 3. Pengaruh penyimpanan biji belimbing terhadap daya berkecambah dan potensi tumbuh maksimum



Gambar 1. Histogram persentase data perkecambahan



Gambar 2. Histogram persentase potensi tumbuh maksimum

Persentase DB dan PTM paling besar terdapat pada perlakuan 40SD dan 25SR, yaitu sebesar 75,33% untuk nilai DB dan 81,33% untuk nilai PTM (Gambar 1 dan Gambar 2). Hal tersebut menunjukkan bahwa biji belimbing masih dapat berkecambah walaupun disimpan dalam keadaan kadar air yang cukup tinggi. Penelitian sebelumnya menggunakan biji rekalsitran *Syzigium cuminii* menunjukkan bahwa penyimpanan biji dalam suhu ruang (28-30 °C) dengan kadar air 24,1% memiliki persentase perkecambahan sebesar 90%. Biji *Syzigium cuminii* juga memiliki persentase perkecambahan yang tinggi pada kadar air yang cukup tinggi, yaitu 24,1% ketika disimpan di suhu 10 °C,

sebesar 96,5% (Anandalakshmi *et al.*, 2005). Hasil penelitian bertolak belakang dengan teori yang menyebutkan bahwa biji dengan kadar air yang tinggi cenderung dapat menurunkan viabilitas biji (Carrillo *et al.*, 2003). Hal tersebut dikarenakan laju respirasi meningkat sejalan dengan kenaikan kadar air biji.

Respirasi yang berlangsung menyebabkan cadangan makanan berupa karbohidrat, lemak, dan protein lebih banyak digunakan. Respirasi yang aktif dan terus-menerus juga menghasilkan alkohol. Senyawa alkohol tersebut dapat merusak membran sel, sehingga dapat menurunkan viabilitas biji (Syarif *et al.*, 2007).

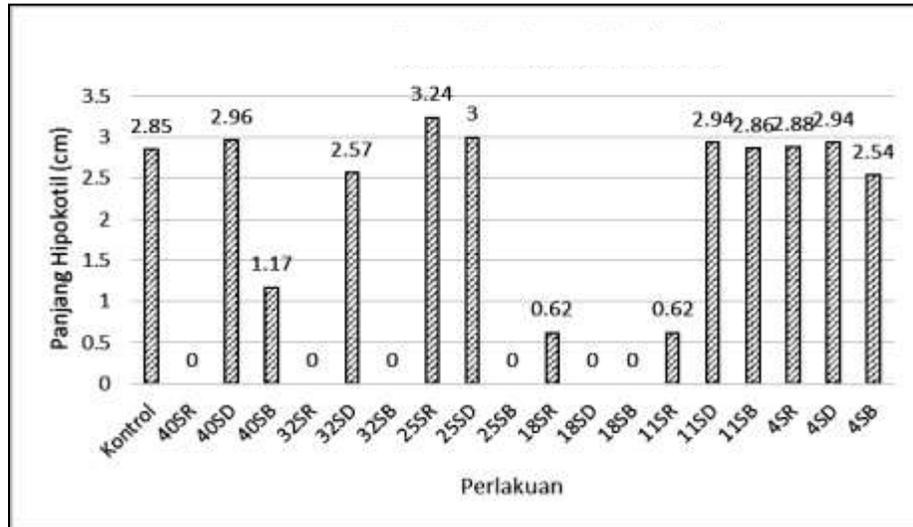
Biji masih dapat berkecambah dapat diakibatkan oleh pengaruh hormon giberelin (GA). Giberelin berperan penting dalam imbibisi air, laju respirasi, dan aktivitas metabolik. Penyimpanan biji pada perlakuan tersebut bisa dikatakan memicu kerja hormon GA masih aktif ketika akan dikecambahkan sehingga biji masih dapat tumbuh (Eira *et al.*, 2006).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa biji belimbing masih dapat berkecambah dengan kadar air rendah sebesar 4% setelah disimpan selama 4 minggu pada suhu ruang (27-30 °C), suhu dingin (5 °C), dan suhu beku (-15 °C) dengan nilai berturut-turut yaitu 64,67%, 58%, dan 58%. Penelitian oleh Purwanto (2009) menunjukkan bahwa biji belimbing juga masih dapat tumbuh dengan kadar air rendah (6,89%) setelah disimpan selama 4 minggu di suhu ruang dengan nilai DB sebesar 34,67%. Hasil tersebut menunjukkan biji belimbing masih dapat mempertahankan viabilitasnya dengan kadar air rendah. Hal tersebut dikarenakan laju respirasi biji selama penyimpanan rendah. Semakin rendah kadar air biji maka semakin rendah

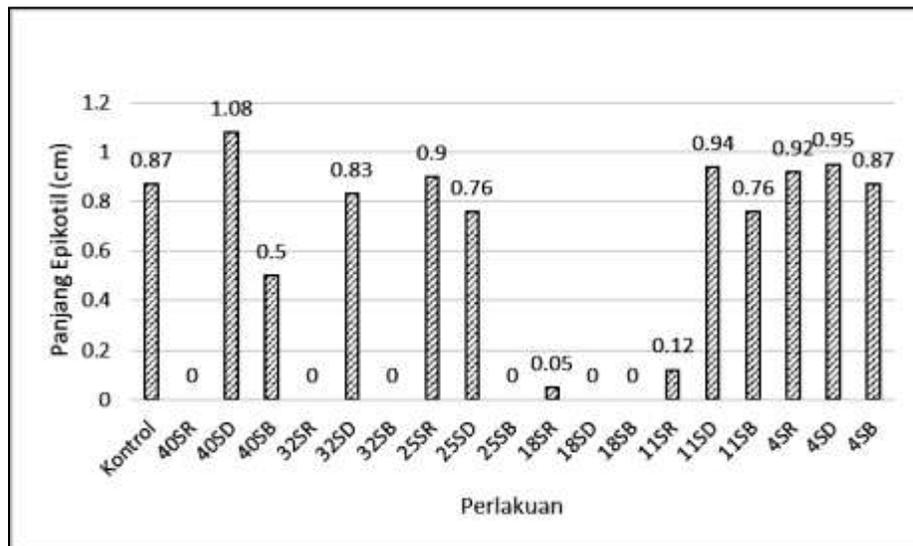
laju respirasi biji selama penyimpanan. Hal tersebut dikarenakan aktivitas enzim yang berperan dalam merombak cadangan makanan selama pembentukan embrio terhambat sehingga biji masih dapat berkecambah ketika ingin dikecambahkan (Mayer dan Poljakoff-Mayber, 1982).

Biji dengan kadar air rendah juga dipengaruhi oleh kerja hormon ABA dan protein LEA. Kedua faktor tersebut berperan dalam respons tumbuhan, khususnya biji, terhadap kondisi lingkungan yang ekstrim, seperti kekeringan, atau suhu dingin dan beku. Biji ketika dalam kondisi kering mengaktifkan hormon ABA yang kemudian menginduksi terbentuknya protein LEA. Aktivasi hormon ABA dipengaruhi oleh konsentrasi hormon tersebut. Kondisi lingkungan yang semakin kering akan meningkatkan konsentrasi hormon tersebut. Oleh karena itu, biji dengan kadar air yang semakin rendah akan mengaktifkan hormon ABA yang semakin meningkat dan protein LEA yang terbentuk juga meningkat (Kobayashi *et al.*, 2008).

**4. Pengaruh penyimpanan biji belimbing terhadap panjang hipokotil dan epikotil**



Gambar 3. Histogram data panjang hipokotil



Gambar 4. Histogram data panjang epikotil

Panjang hipokotil tertinggi terdapat pada perlakuan 25SR sebesar 3,24 cm; sedangkan panjang epikotil tertinggi terdapat pada perlakuan 40SD sebesar 1,08 cm (Gambar 3 dan

Gambar 4). Panjang hipokotil terendah terdapat pada perlakuan 18SR dan 11SR sebesar 0,62 cm; sedangkan panjang epikotil terendah terdapat pada perlakuan 11SR dan 18SR, yaitu

sebesar 0,12 dan 0,05 cm. Panjang hipokotil dan epikotil merupakan salah satu dari indikasi vigor biji. Vigor biji merupakan kemampuan biji untuk tumbuh normal pada kondisi suboptimum atau menghasilkan pertumbuhan di atas normal pada kondisi optimum (Sadjad, 1993 *dalam* Zahrok, 2007).

Vigor biji juga berhubungan dengan kualitas biji (Doijode, 2001). Biji akan lebih cepat kehilangan vigor dibandingkan daya berkecambah dalam arti biji masih dapat berkecambah meskipun vigor biji sudah menurun. Hal tersebut tampak ketika biji dikecambahkan akan membutuhkan waktu yang relatif lama dan adanya pertumbuhan yang abnormal (Zahrok, 2007). Berdasarkan hasil tersebut, biji dengan perlakuan 25SR dan 40SD masih dapat mempertahankan vigor biji dengan kadar air yang relatif tinggi. Pertumbuhan panjang hipokotil dan epikotil yang baik dan normal juga menunjukkan kualitas biji yang dapat menghasilkan kecambah yang baik (Syaiful *et al.*, 2007).

### **5. Pengaruh penyimpanan biji belimbing terhadap pertumbuhan skala daun**

Skala daun diamati pada hari ke-22 dan ke-29 dengan melihat pertumbuhan daun. Pertumbuhan diukur dari nodus sampai ujung daun. Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah pertumbuhan skala daun 1, skala daun 2, skala daun 3, skala daun 4, skala daun 5, dan skala daun 6. Pertumbuhan skala daun pada hari ke-22 tercepat terjadi pada perlakuan 40SD, sedangkan pada hari ke-29 terjadi pada perlakuan 25SR. Hal tersebut menunjukkan bahwa perlakuan dengan kadar air tinggi, yaitu 40% dan disimpan pada suhu dingin dan kadar air 25% disimpan pada suhu ruang masih dapat tumbuh dengan baik.

Pertumbuhan skala daun berhubungan dengan vigor biji yang meliputi pertumbuhan panjang epikotil dan jumlah daun (Syaiful *et al.*, 2007). Seiring dengan pertumbuhan skala daun, maka panjang epikotil dan jumlah daun juga lebih besar. Pertumbuhan skala daun yang lebih cepat dan besar menunjukkan

pertumbuhan dan kualitas kecambah yang baik (Syarif *et al.*, 2007).

### KESIMPULAN

Biji dengan kadar air rendah 4% dapat tumbuh pada suhu simpan ruang (27-30 °C), suhu dingin (5 °C), dan suhu beku (-15 °C). Kualitas biji belimbing yang paling baik adalah biji

yang disimpan selama 4 minggu pada suhu dingin (5 °C) dengan kadar air 40% dan biji yang disimpan pada suhu ruang (27-30 °C) dengan kadar air 25%. Biji belimbing merupakan biji intermediet.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anandalakshmi, R. V. Sivakumar, RR. Warriar, R. Parimalam, SN. Vijayachandran dan BG. Singh. 2005. Seed storage studies in *Syzigium cuminii*. *Journal of Tropical Forest Science*. 17(4): 566-573.
- BAPPENAS (Badan Pembangunan Nasional). 2000. *Belimbing (Averrhoa carambola)*. 12 hlm. <http://imadatainstiper.files.wordpress.com/2008/01/belimbing.pdf>
- Campbel, CA. DJ. Huber dan KE. Koch. 1987. Postharvest response of *carambola* to storage at low temperatures. *Proceedings Florida State Horticultural Society*. 100: 272-275.
- Carrillo, VP. A. Chaves. H. Fassola dan A. Mugridge. 2003. Refrigerated storage of seeds of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze over a period of 24 months. *Seed Science dan Tecnology*. 31: 411-421.
- Cochrane, A. K. Brown dan A. Kelly. 2002. Low temperature and low moisture storage of seed of the endemic Australian genus *Eremophila* R Br (Myoporaceae). *Journal of the Royal Society of Western Australian*. 85: 31-35.
- Copeland, LO dan MB. Donald. 2001. Principles of Seed Science and Technology. Fourth Edition, Chapman and Hall. New York. 409 hlm. Dalam: Wulandari, R.R. 2009. *Pengujian sifat benih pepaya (Carica papaya L.) dengan penyimpanan suhu dingin*. Skripsi. Program Studi Pemuliaan Tanaman dan Teknologi Benih. Fakultas Pertanian. IPB. Bogor: 37 hlm.
- Dinas Pertanian Kota Depok. 2007. Profil Belimbing: Potensi Investasi Hortikultura Kota Depok. Kegiatan Pengembangan Fatih Dana Pembangunan APBN. Depok: iii + 50 hlm.
- Djama'an, DF. D. Priadi dan E. Sudarmanowati. 2006. Penyimpanan benih damar (*Agathis damara* Salisb.) dalam nitrogen cair. *Biodiversitas*. 7(2): 164-167.
- Doijode, SD. 2001. Seed storage of horticultural crops. Food Products Press. Binghamton: xvi + 339 hlm.
- Efendi, D dan RE. Litz. 2003. Cryopreservation of avocado.

- Proceedings V World Avocado Congress*: 111-114.
- Eira, MTS. EA. Amaral da Silva, RD. de Castro, S. Dussert, C. Walters, JD. Bewley dan HWM. Hilhorst. 2006. Coffee seed physiology. *Brazilian Journals Plant Physiology* 18(1): 149-163.
- Engelmann, F. D. Dumet. N. Chabrilange. A. Abdelnour-Esquivel. B. Assy-Bahm J. Dereuddre dan Y. Duval. 1995. Factors affecting the cryopreservation of coffea, coconut and oil palm embryos. *Plant Genetics Resources Newsletter*. (103): 27-31.
- Hong, TD. S. Linington dan RH. Ellis. 1998. *Compendium of information on seed storage behaviour*. Vol. I A-H. Royal Botanic Gardens, Kew: xvii +400 hlm.
- James, E. 1983. Low temperature preservation of living cells. *Dalam*: Mantell, SH. dan H. Smith (eds.). 1984. *Plant biotechnology*. Cambridge Univ. Press. Cambridge: 163-186.
- Kobayashi, F. S. Takumi dan C. Nakamura. 2008. Increased freezing tolerance in an ABA-hypersensitive mutant of common wheat. *Journal of Plant Physiology*. 165(2): 224-232.
- Leunufa, S. 2007. Kriopreservasi untuk konservasi plasma nutfah tanaman: Peluang pemanfaatannya di Indonesia. *Jurnal AgroBiogen*, 3(2): 80-88.
- Ludders, P. 2004. Karambole (*Averrhoa carambola* L.). *Erwerbs-obstbau*. (46): 117-122.
- Mayer, AM dan A. Poljakoff-Mayber. 1982. *The germination of seeds*. Pergamon Press : 211 hlm.
- Mohapatra, R. J. Poole dan RS. Dhindsa. 1988. Abscisic acid-regulated gene expression in relation to freezing tolerance in Alfalfa. *Plant Physiology*. 87: 468-473.
- Moise, JA. S. Han. L. Gudyaitę-Savitch. DA. Johnson dan BLA. Miki. 2005. Seed coats: Structure, development, composition, dan biotechnology. *In Vitro Cellular dan Developmental Biology Plant*. 41(5): 620-644.
- Narain, N. PS. Bora. HJ. Holschuh dan MA.DaS. Vasconcelos. 2001. Physical and chemical composition of carambola fruit (*Averrhoa carambola* L.) at three stages of maturity. *Asociación de Licenciados en Ciencia y Tecnología de los Alimentos de Galicia*. 3(3): 144-148.
- Oliveira, MTR. de, PA. Herbert. HD. Vieira. JTL. Thiebaut. V.de O. Carlesso dan R. de C. Pereira. 2009. Avaliação do vigor de sementes de carambola em função da secagem e do armazenamento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 13 (4): 477-482.
- Ploetz, RC. 2004. Influence of temperature on *Pythium splendens*-induced root disease on carambola, *Averrhoa carambola*. *Mycopathologia*. 157: 225-231.
- Purwanto, E. 2009. Studi Karakteristik Benih Belimbing (*Averrhoa carambola* L.) dan Daya Simpannya. Skripsi. Program Studi Pemuliaan Tanaman dan Teknologi

- Benih Fakultas Pertanian IPB, Bogor: 33 hlm.
- Sadjad, S. 1993. Dari benih kepada benih. PT. Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta: 134 hlm. dalam: Yullianida dan E. Murniati. 2005. Pengaruh antioksidan sebagai perlakuan invigorasi benih sebelum simpan terhadap daya simpan benih bunga matahari (*Helianthus annuus* L.). *Hayati*. 12(4): 145--150.
- Schmidt, L. 2000. Seed storage. Danida Forest Centre. 40 hlm.
- Silomba, SDA. 2006. Pengaruh Lama Perendaman dan Pemanasan Terhadap Viabilitas Benih Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Joqc.). Skripsi. Program Sru di Pemuliaan Tanaman dan Teknologi Benih. Fakultas Pertanian. IPB, Bogor: 41hlm.
- Smith, RD. JB. Dickie. SH. Linington. HW. Pritchard dan RJ. Probert. 2003. Seed conservation: Turning science into practice. Royal Botanic Garden, Kew: xxiv + 1023 hlm.
- Supriati, Y. I. Mariska dan Mujiman. 2006. Multiplikasi tunas belimbing (*Averrhoa carambola*) melalui kultur *In Vitro*. *Buletin Plasma Nutfah*. 12(2): 50-55.
- Syaiful, SA. MA. Ishak, Jusriana. 2007. Viabilitas benih kakao (*Theobroma cacao* L.) pada berbagai tingkat kadar air benih dan media simpan benih. *J. Agrivigor*. 6(3): 243-251.
- Wulandari, RR. 2009. Pengujian Sifat Benih Pepaya (*Carica papaya* L.) dengan Penyimpanan Suhu Dingin. Skripsi. Program Studi Pemuliaan Tanaman dan Teknologi Benih. Fakultas Pertanian. IPB. Bogor: 37 hlm.
- Yang, JC. SR. Kuo dan CM. Lee. 2008. Germination and storage behavior of seeds of *Litsea coreana* Levl. *Taiwan J For Science*. 23(4): 309-321.
- Zahrok, S. 2007. Pengaruh Kadar Air Awal dan Suhu Penyimpanan Terhadap Mutu Fisiologis Benih Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang. Malang: 79 hlm.