

Penyimpanan Serbuk Sari Jagung dan Potensinya untuk Produksi Benih Hibrida

Pollen Storage and Its Possibility for Hybrid Seed Production of Zea mays

Indri Fariroh¹, Endah Retno Palupi^{2*}, dan Faiza Chairani Suwarno²

¹Program Studi Ilmu dan Teknologi Benih, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

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

Diterima 28 Juni 2016/Disetujui 10 Oktober 2016

ABSTRACT

Production of maize hybrid seed is hindered by relatively poor production by the male line pollen; short live of the pollen which was ascribed to desiccation and dehydration sensitive and flowering asynchrony between male and female lines. The aims of this study were to enhance production and viability of male line pollen and also to determine the suitable storage condition for maintaining pollen viability in order to be used for production of hybrid seed. The research consisted of two experiments. The first experiment was arranged in split plot randomized block design with NPK dosages as main plot (0, 300, 600, 900 kg ha⁻¹) and application of boron as sub-plot (0, 1.5, 3, 4.5, 6 kg ha⁻¹), replicated three times. The second experiment used randomized block design with two factors, i.e. storage temperature (-196 °C and -20 °C) and storage period (0, 1, 2, 3, 4 weeks). The result showed that NPK 900 kg ha⁻¹ increased the number of spike per tassel from 9.3 to 10.7. Application of NPK 600 kg ha⁻¹ or boron 1.5 kg ha⁻¹ improved pollen viability. Combination of NPK 900 kg ha⁻¹ and boron 6 kg ha⁻¹ resulted in the highest pollen viability of 95.3%. Pollen after being stored for four weeks either in -196 °C or -20 °C was possible to be used for seed production with 20% seed set.

Keywords: boron, freezer, liquid nitrogen, NPK dosage, pollen viability

ABSTRAK

Kendala utama dalam produksi benih jagung hibrida adalah produksi serbuk sari tetua jantan yang rendah, periode viabel serbuk sari yang singkat karena serbuk sari jagung sensitif terhadap desikasi dan dehidrasi, serta asinkroni antara waktu mekar bunga jantan dan betina. Penelitian ini bertujuan meningkatkan produksi dan viabilitas serbuk sari galur tetua jantan, serta mendapatkan kondisi penyimpanan yang dapat memperpanjang viabilitas serbuk sari untuk digunakan dalam produksi benih hibrida. Penelitian ini terdiri atas 2 percobaan. Percobaan pertama menggunakan rancangan petak terbagi dengan rancangan lingkungan acak kelompok. Petak utama adalah dosis NPK (0, 300, 600, 900 kg ha⁻¹) dan dosis boron sebagai anak petak (0, 1.5, 3, 4.5, 6 kg ha⁻¹), dengan 3 ulangan. Percobaan kedua menggunakan RAK 2 faktor, yaitu suhu penyimpanan (-196 °C dan -20 °C) dan periode simpan (0, 1, 2, 3, 4 minggu). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemupukan NPK 900 kg ha⁻¹ meningkatkan jumlah spika per tassel dari 9.3 buah menjadi 10.7 buah. Aplikasi NPK 600 kg ha⁻¹ atau dosis boron 1.5 kg ha⁻¹ dapat meningkatkan viabilitas serbuk sari jagung. Kombinasi perlakuan dosis NPK 900 kg ha⁻¹ dan boron 6 kg ha⁻¹ menghasilkan viabilitas serbuk sari paling tinggi sebesar 95.3%. Serbuk sari yang disimpan pada suhu -196 °C dan -20 °C selama 4 minggu dapat digunakan untuk produksi benih dengan potensi jumlah benih per tongkol sebesar 20% dari penggunaan serbuk sari segar.

Kata kunci: boron, dosis NPK, deep freezer, nitrogen cair, viabilitas serbuk sari

PENDAHULUAN

Pengelolaan serbuk sari sebagai bahan konservasi plasma nutfah sudah mulai dikembangkan karena umumnya lebih sedikit membawa penyakit dibandingkan dengan

benih atau bagian tanaman lain (Card *et al.*, 2007) dan tidak memerlukan ruang penyimpanan yang besar. Pengelolaan serbuk sari untuk produksi benih sudah lama dikembangkan untuk benih kelapa sawit (Lubis, 1992), sementara untuk produksi benih hibrida di Indonesia pengelolaan serbuk sari sudah dikembangkan pada Solanaceae dan Cucurbitaceae (Hermawati, 2015; Rahmi, 2016; Agustin *et al.*, 2014; Harliani *et al.*, 2015; Palupi *et al.*, 2017). Pemanfaatan

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: erpalupi@yahoo.co.id

serbuk sari cabai yang telah disimpan selama 24 hari dengan viabilitas berkisar 8-9% untuk produksi benih hibrida menghasilkan *fruit set* berkisar 88-98% dengan 56-6% *seed set* (Simanjuntak *et al.*, 2014).

Kendala yang sering dihadapi dalam produksi benih hibrida jagung adalah pembungaan tetua jantan dan betina yang tidak bersamaan. Apabila hal ini terjadi selama proses pemuliaan maka perakitan varietas akan terhambat. Ngugi *et al.* (2013) melaporkan bahwa antesis tassel pada galur inbred terjadi 2.7-4 hari sebelum rambut tongkol muncul. Oleh karena itu teknologi pengelolaan serbuk sari dapat menjadi salah satu solusi untuk mengatasi ketidak-tersediaan serbuk sari ketika dibutuhkan. Teknik penyimpanan serbuk sari yang dapat mempertahankan viabilitasnya sepanjang mungkin akan bermanfaat bagi pengembangan jagung hibrida.

Handayani (2014) melaporkan bahwa kombinasi perlakuan NPK (15-15-15) 600 kg ha⁻¹ dengan boron 3 kg ha⁻¹ pada tetua jantan jagung hibrida Bima 3 dapat meningkatkan jumlah spika per tassel, panjang spika, serta menghasilkan serbuk sari dengan viabilitas mencapai >95% (metode pewarnaan I₂KI). Meena (2010) menyatakan bahwa boron berperan dalam perkecambahan serbuk sari, proses pembungaan dan pembuahan. Atique-ur-Rehman *et al.* (2014) menambahkan bahwa perlakuan *priming* benih padi dengan 0.1 mM boron, aplikasi boron pada tanah dengan dosis 1 kg ha⁻¹, dan aplikasi di daun pada konsentrasi 200 mM boron dapat meningkatkan fertilitas malai padi dari 3.16% menjadi masing-masing 3.39%, 3.4%, dan 3.19%. Teknik budidaya yang dapat meningkatkan produksi dan viabilitas serbuk sari jagung akan menunjang pengelolaan serbuk sari.

Serbuk sari jagung mempunyai periode viabel yang pendek dan sensitif terhadap desikasi dan dehidrasi. Barnabas dan Rajki (1976) melaporkan bahwa desikasi serbuk sari jagung menggunakan eksikator (22 °C, RH <10%) selama 24 jam menurunkan daya berkecambah dari 85% menjadi 2%. Sementara itu, perkecambahan serbuk sari jagung varietas Anjou yang dihidrasi pada suhu 22 °C, RH 30-50% selama 24 jam turun dari 85% menjadi 5%. Menurut Almeida *et al.* (2011) serbuk sari jagung yang dikeringkan menggunakan silika gel selama 48 jam kemudian disimpan pada suhu -20 °C menghasilkan perkecambahan yang lebih tinggi (72%) jika dibandingkan dengan serbuk sari yang dikeringkan menggunakan CaC₁₂H₂O (57%) setelah 30 hari simpan.

Barnabas dan Rajki (1976) melaporkan bahwa serbuk sari jagung genotip Mv 530 yang disimpan dalam nitrogen cair menghasilkan perkecambahan 5% setelah 4 bulan simpan, dan setelah digunakan untuk produksi benih menghasilkan 5 butir per tongkol. Handayani (2014) menambahkan bahwa serbuk sari jagung tetua jantan hibrida Bima 3 yang disimpan selama 3 minggu pada suhu -20 °C dan -40 °C dengan viabilitas di atas 85% (dengan pewarnaan I₂KI) ketika digunakan untuk produksi benih menghasilkan 1.8 butir benih per tongkol. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa tantangan pengelolaan serbuk sari jagung bukan hanya mencari metode penyimpanan yang dapat memperpanjang periode viabel tetapi juga dapat menggambarkan potensi serbuk sari yang sudah disimpan

saat digunakan dalam penyerbukan di lapangan untuk produksi benih hibrida.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan selama 10 bulan yaitu Juni 2015 sampai dengan April 2016. Penanaman jagung dilaksanakan di Kebun Percobaan Leuwikopo, Dramaga, Bogor (240 m dpl). Pengolahan dan penyimpanan serta pengamatan viabilitas serbuk sari dilakukan di Laboratorium Biologi Reproduksi dan Biofisik Benih. Analisis mutu benih dilakukan di Laboratorium Analisis Mutu Benih, dan analisis tanah dilakukan di Laboratorium Pengujian, Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB. Bahan tanaman yang digunakan adalah galur tetua jantan (Mr14) dan betina (NEI9008) jagung hibrida varietas Bima 3 dari Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros.

Percobaan 1. Peningkatan Produksi dan Viabilitas Serbuk Sari Jagung melalui Aplikasi NPK dan Boron

Percobaan dilaksanakan dalam rancangan petak terpisah dengan rancangan lingkungan acak kelompok dan diulang 3 kali. Petak utama adalah dosis NPK (15-15-15) terdiri atas empat taraf: 0, 300, 600, 900 kg ha⁻¹, dan anak petak adalah dosis boron (H₃BO₃) terdiri atas lima taraf: 0, 1.5, 3, 4.5, 6 kg ha⁻¹. Tetua jantan ditanam dengan jarak 75 cm x 25 cm dengan satu benih per lubang. Boron diberikan pada 3, 5, 7 minggu setelah tanam (MST) dengan cara dilarutkan dalam air dan disiramkan pada bagian akar tanaman sesuai dengan dosis perlakuan, masing-masing sepertiga dosis aplikasi (Handayani, 2014).

Peubah yang diamati meliputi jumlah dan panjang spika per tassel, jumlah spikelet per tassel, serta viabilitas serbuk sari (diamati dengan pewarna *acetocarmin* 100%, lama inkubasi dua jam). Serbuk sari dikategorikan viabel apabila berwarna merah gelap, dan non-viabel apabila berwarna merah terang atau tidak berwarna (Warid, 2009). Viabilitas serbuk sari dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Viabilitas} = \frac{S}{S + M} \times 100\%$$

dimana s = serbuk sari yang viabel, m = serbuk sari yang non-viabel. Perlakuan dosis NPK dan boron yang dapat meningkatkan produksi dan viabilitas serbuk sari jagung digunakan pada percobaan 2.

Percobaan 2. Pengaruh Kondisi Simpan terhadap Daya Berkecambah Serbuk Sari dan Potensi Serbuk Sari yang sudah Disimpan untuk Produksi Benih

Percobaan dilaksanakan dalam rancangan acak kelompok (RAK) dua faktor, yaitu kondisi ruang simpan (-196 °C dan -20 °C) dan periode simpan (0, 1, 2, 3, 4 minggu), diulang 3 kali. Serbuk sari dipanen dari tetua jantan berdasarkan hasil percobaan pertama. Serbuk sari diekstrak dari beberapa tassel yang sudah mekar, kemudian digabungkan. Serbuk sari yang disimpan dalam nitrogen cair

(-196 °C) dan *deep freezer* (-20 °C) diambil dari gabungan hasil ekstraksi. Serbuk sari kemudian dimasukkan ke dalam *cryovial* dengan volume masing-masing perlakuan sebesar 1.2 mL. Serbuk sari yang disimpan dalam *deep freezer* (-20 °C) didesikasi terlebih dahulu menggunakan silika gel selama 4 jam, lalu dimasukkan ke dalam *cryovial*. Teknik penyimpanan pada suhu -196 °C dilakukan berdasarkan metode penyimpanan serbuk sari mangga menurut Dutta *et al.* (2013), yaitu *cryovial* diisi serbuk sari (tanpa dikeringkan lebih dahulu), dikaitkan pada *canister* dan langsung direndam dalam nitrogen cair. Pada percobaan ini tidak dilakukan pengukuran suhu selama periode simpan.

Tetua betina ditanam dengan jarak tanam 75 cm x 20 cm, dengan dua benih per lubang. Serbuk sari yang digunakan untuk penyerbukan adalah serbuk sari yang sudah disimpan sesuai perlakuan dan serbuk sari segar dari tetua jantan. Serbuk sari yang akan digunakan untuk uji daya berkecambah dan penyerbukan didiamkan selama 30 menit pada suhu ruang setelah dikeluarkan dari suhu -196 °C dan -20 °C. Penyerbukan menggunakan serbuk sari segar dilakukan pada tanggal 16 dan 17 Januari 2016 (CH = 0-3 mm per hari, RH = 78-83%). Penyerbukan menggunakan serbuk sari simpan 1, 2, 3, 4 minggu berturut-turut dilakukan pada tanggal 29 Januari 2016 (CH = 0-3 mm per hari, RH = 83-86%), 5 Februari 2016 (CH = 0 mm per hari, RH = 86-86.2%), 12 Februari 2016 (CH = 2-5 mm per hari, RH = 86-91%) dan 19 Februari 2016 (CH = 0 mm per hari, RH = 85-88%). Penyerbukan dilakukan antara pukul 07.00-09.00. Penyerbukan dilakukan pada minimal 5 bunga betina untuk masing-masing perlakuan. Bunga betina sudah disungkup 3 hari sebelum penyerbukan untuk menghindari kontaminasi serbuk sari dari tanaman lain. Tongkol yang sudah diserbuki

kemudian disungkup dan dilabel. Sungkup dibuka 2 hari setelah penyerbukan.

Peubah yang diamati meliputi kadar air serbuk sari (metode oven suhu tinggi 130-133 °C selama 1 jam dengan 2 ulangan masing-masing 0.3 g), daya berkecambah serbuk sari (media BK + PEG 9% berdasarkan hasil percobaan pendahuluan, diulang 4 kali), jumlah benih per tongkol, dan bobot benih per butir dan per tongkol. Data dianalisis dengan uji F (Anova), dan apabila perlakuan berpengaruh nyata dilakukan uji lanjut dengan uji selang berganda Duncan dengan taraf nyata (α) = 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan 1. Peningkatan Produksi dan Viabilitas Serbuk Sari Jagung Melalui Aplikasi NPK dan Boron

Pemupukan NPK tidak mempengaruhi pertumbuhan vegetatif dan perkembangan organ reproduktif, kecuali jumlah spika per tassel. Sementara aplikasi boron meningkatkan tinggi tanaman, tetapi tidak mempengaruhi jumlah daun dan perkembangan organ reproduktif. Menurut Hardjowigeno (2007) kecukupan N untuk tanaman jagung sebesar 3% dan boron 10 ppm. Hasil analisis tanah dari lokasi percobaan menunjukkan bahwa kandungan N dan boron masing-masing sebesar 0.23% dan 2.3 ppm, tergolong rendah berdasarkan kriteria yang dikemukakan Sanchez (1976). Namun demikian pemupukan NPK sampai dosis 900 kg ha⁻¹ tidak meningkatkan pertumbuhan tanaman sebagaimana ditunjukkan oleh tinggi tanaman dan jumlah daun yang tidak bertambah (Tabel 1). Data penelitian menunjukkan bahwa tinggi tanaman dan jumlah daun

Tabel 1. Pengaruh pemupukan NPK dan boron terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, panjang spika, jumlah spika per tassel, dan jumlah spikelet per tassel tetua jantan (Mr14) jagung hibrida varietas Bima 3

Perlakuan Dosis NPK (kg ha ⁻¹)	Tinggi tanaman (cm-9 MST)	Jumlah daun (9 MST)	Panjang spika (cm)	Jumlah spika/ tassel	Jumlah spikelet/ tassel
0	110.7	8.3	28.7	9.3c	952.9
300	107.6	8.3	28.4	10.2b	1032.4
600	121.1	8.3	29.3	10.3b	1026.8
900	111.7	8.3	27.4	10.7a	1022.2
Rata-rata	112.8	8.3	28.5	-	1008.6
Dosis boron (kg ha ⁻¹)					
0	115.9a	8.3	28.1	10.1	1006.6
1.5	110.1c	8.4	28.5	9.9	1003.9
3	114.6ab	8.4	29.5	10.6	1059.2
4.5	110.9bc	8.2	27.7	9.9	986.7
6	111.2bc	8.2	28.4	9.7	970.1
Rata-rata	-	8.3	28.4	10.0	1005.3
KK (%)	13.6	23.6	16.6	23.6	27.2

Keterangan: NPK (15-15-15), boron dalam bentuk H₃BO₃, angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%

setelah dipupuk NPK 900 kg ha⁻¹ (masing-masing 112.8 cm dan 8.3 helai) masih lebih rendah dari deskripsi tanaman ini (masing-masing ± 170 cm dan 12-14 helai) (Kepmentan 76/Kpts/SR.120/2/2007).

Pemupukan NPK sampai dosis 900 kg ha⁻¹ tidak meningkatkan panjang spika dan jumlah spikelet per tassel, tetapi meningkatkan jumlah spika per tassel dari rata-rata 9.3 menjadi 10.7 (± 10%) (Tabel 1). Peningkatan organ reproduktif melalui pemupukan diduga merupakan pengaruh tidak langsung dari peningkatan pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan tanaman yang tidak meningkat menyebabkan tidak terjadi peningkatan panjang spika dan jumlah spikelet per tassel, serta peningkatan jumlah spika per tassel yang kecil. Penelitian Handayani (2014) pada tanaman yang sama menunjukkan bahwa pupuk NPK pada dosis 300 kg ha⁻¹ dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman dan jumlah daun), namun peningkatan organ reproduktif sangat kecil sebagaimana ditunjukkan oleh jumlah spikelet per tassel yang meningkat dari 93.5 menjadi 95.3 buah (1.9%).

Peningkatan satu spika per tassel (dari 9.3 menjadi 10.7) dapat diartikan sebagai peningkatan jumlah serbuk sari yang dihasilkan, karena dalam satu spika terdapat sekitar 108 spikelet (Tabel 1). Handayani (2014) melaporkan bahwa satu spikelet tetua jantan jagung varietas Bima 3 (Mr14) menghasilkan rata-rata 13.140 butir serbuk sari. Dengan demikian diperkirakan peningkatan satu spika setara dengan peningkatan jumlah serbuk sari sekitar 1.3 juta butir. Peningkatan jumlah serbuk sari tersebut akan bermanfaat jika dipanen dan disimpan untuk dapat digunakan ketika diperlukan.

Dosis boron sampai 6 kg ha⁻¹ hanya berpengaruh terhadap tinggi tanaman tetapi tidak berpengaruh terhadap jumlah daun dan perkembangan organ reproduktif (Tabel 1). Penambahan boron di atas 3 kg ha⁻¹ cenderung menurunkan perkembangan organ reproduktif sebagaimana ditunjukkan oleh jumlah spikelet per tassel. Dosis boron 4.5 dan 6 kg ha⁻¹ menghasilkan tassel yang lebih kecil dengan dinding spikelet yang lebih tebal dan kompak (Gambar 1). Menurut (Tahir *et al.*, 2012), boron berperan dalam sintesis

dinding sel. Kandungan boron yang tinggi menyebabkan penebalan dinding sel sehingga pembentukan spika dan spikelet terhambat. Patricio de Souza Lima *et al.* (2007) melaporkan bahwa tanaman jagung mengalami keracunan boron pada dosis 43.3 hingga 372.2 mg kg⁻¹. Lordkaew *et al.* (2011) menambahkan bahwa jagung hibrida NS72 yang diberi boron 20 µM menghasilkan anter yang lebih tebal dan kandungan boron di tassel lebih tinggi dibandingkan tanaman tanpa pemberian boron.

Tanpa pemberian NPK dan boron, viabilitas serbuk sari mencapai sekitar 87%. Aplikasi boron 1.5 kg ha⁻¹ tanpa pemupukan NPK menghasilkan viabilitas serbuk sari hingga 92.3%. Sementara itu, peningkatan dosis NPK sampai 600 kg ha⁻¹ tanpa pemberian boron menghasilkan viabilitas serbuk sari sampai >90% (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi pupuk NPK 600 kg ha⁻¹ dapat berfungsi sebagai substitusi pupuk boron dalam meningkatkan viabilitas serbuk sari.

Menurut Huang *et al.* (2000) defisiensi boron pada saat mikrosporogenesis terutama pada fase sebelum meiosis I hingga akhir tetrad (meiosis II: anafase) menghasilkan serbuk sari yang tidak sempurna, ditunjukkan dengan penurunan viabilitas (metode *fluorochromatic* atau FCR) dari 65% menjadi 8%. Sementara itu, penambahan boron pada tanaman menguatkan dinding sel serta perkembangan sel serbuk sari selama mikrosporogenesis sehingga menghasilkan serbuk sari yang vigor. Hasil penelitian Lordkaew *et al.* (2011) menunjukkan bahwa jagung hibrida NS72 yang diberi boron 20 µM menghasilkan perkecambahan serbuk sari yang lebih tinggi (19.3%) dibandingkan tanaman tanpa boron (5.5%). Selain itu, pemberian boron pada konsentrasi 20 µM menghasilkan antera dengan dinding yang lebih tebal dibandingkan tanaman tanpa boron. Tanaman tanpa boron menghasilkan antera mengkerut dan serbuk sari kosong tanpa sitoplasma.

Pemupukan NPK 600 kg ha⁻¹ bersama dengan boron 3 kg ha⁻¹ meningkatkan viabilitas serbuk sari tetua jantan jagung hibrida Bima 3 dari 89.6% menjadi 99.3% menggunakan pewarna I₂KI (Handayani, 2014). Proses produksi benih jagung memerlukan serbuk sari dengan viabilitas tinggi



Gambar 1. Variasi morfologi tassel berdasarkan dosis boron (kg ha⁻¹)

Tabel 2. Pengaruh interaksi pemupukan NPK dan boron terhadap viabilitas serbuk sari jagung (%) berdasarkan pewarna *acetocarmin*

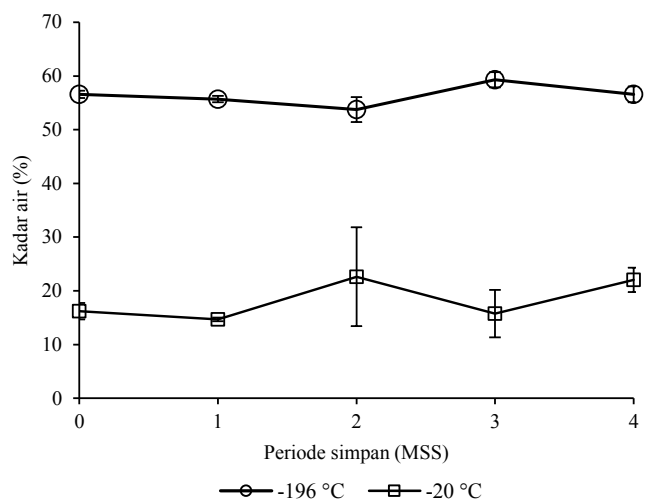
Dosis NPK (kg ha ⁻¹)	Dosis boron (kg ha ⁻¹)				
	0	1.5	3	4.5	6
0	87.7b-e	92.3a-c	84.6de	83.3e	92.3a-c
300	88.2b-e	89.8a-d	83.4e	87.9b-e	87.4c-e
600	90.2a-d	89.7a-d	93.4a-c	93.8ab	90.4a-d
900	91.9a-c	91.8a-c	92.3a-c	92.8a-c	95.3a

Keterangan: NPK (15-15-15), boron dalam bentuk H₃BO₃, angka yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%; KK = 10.3%

untuk menjamin keberhasilan dalam penyerbukan. Serbuk sari yang viabel akan mampu membuahi sel telur dengan cepat. Kombinasi pemupukan NPK 900 kg ha⁻¹ dan boron 6 kg ha⁻¹ mampu menghasilkan viabilitas paling tinggi (Tabel 2) sehingga digunakan dalam produksi serbuk sari untuk disimpan dan kemudian digunakan dalam penyerbukan untuk produksi benih hibrida.

Percobaan 2. Pengaruh Kondisi Simpan terhadap Daya Berkecambah Serbuk Sari dan Potensi Serbuk Sari yang sudah Disimpan untuk Produksi Benih

Serbuk sari jagung yang disimpan pada suhu -196 °C (nitrogen cair) memiliki rata-rata kadar air yang lebih tinggi (56.39%), lebih stabil dan lebih homogen dibandingkan yang disimpan pada suhu -20 °C (*deep freezer*) (18.26 %) (Gambar 2). Serbuk sari yang disimpan pada suhu -196 °C adalah serbuk sari segar yang dipanen pada saat antesis dan langsung disimpan di dalam tabung nitrogen cair tanpa desikasi terlebih dahulu. Sementara itu, serbuk sari yang disimpan pada suhu -20 °C dilakukan desikasi sebelum penyimpanan, sehingga kadar airnya lebih rendah dan lebih bervariasi.



Gambar 2. Perubahan kadar air serbuk sari jagung selama penyimpanan pada suhu -196 °C dan -20 °C; KK = 9.3%; MSS= minggu setelah simpan

Daya berkecambah serbuk sari (pada media BK + PEG 9%) menurun drastis setelah disimpan selama satu minggu baik pada suhu -196 °C maupun -20 °C. Semakin lama disimpan daya berkecambah serbuk sari semakin menurun (Tabel 3). Luna *et al.* (2001) melaporkan bahwa daya hidup serbuk sari jagung pada suhu 28-30 °C, RH >53% hanya selama 1-2 jam. Hasil pengamatan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu -196 °C dapat memperpanjang daya hidup serbuk sari sampai 3 minggu, sedangkan penyimpanan pada suhu -20 °C dapat memperpanjang sampai 4 minggu (Tabel 3).

Berdasarkan hasil penelitian Lora *et al.* (2006) penyimpanan serbuk sari *Annona cherimola* Mill. selama 3 bulan dalam nitrogen cair (-196 °C) dapat mempertahankan viabilitas (menggunakan media Rosell) lebih tinggi (13.6%) daripada suhu yang lebih tinggi (-20 °C) yaitu 10.4%. Namun demikian dalam penelitian ini justru sebaliknya. Hal ini diduga waktu dan teknik pencairan serbuk sari selamat 30 menit pada suhu 18°C yang kurang memadai, sehingga serbuk sari yang disimpan dalam -196 °C menghasilkan daya berkecambah yang lebih rendah.

Pencairan serbuk sari seharusnya dilakukan secara bertahap sebelum dikecambahkan. Menurut Barnabas dan Rajki (1976) pencairan serbuk sari jagung setelah disimpan pada suhu -196 °C adalah menggunakan *water bath* suhu 36-37 °C. Lora *et al.* (2006) menambahkan bahwa serbuk sari *Annona cherimola* Mill. yang disimpan dalam -196 °C harus dicairkan terlebih dahulu selama 5 menit di suhu ruang kemudian serbuk sari dihidrasi dalam kotak tertutup menggunakan kertas saring lembab selama 200 menit pada suhu ruang. Sementara itu dalam penelitian ini serbuk sari langsung diletakkan pada suhu ruang selama setengah jam.

Daya berkecambah serbuk sari jagung yang disimpan selama 4 minggu pada suhu -196 °C sudah mencapai 0% sementara yang disimpan pada suhu -20 °C sebesar 0.19%, akan tetapi ketika serbuk sari tersebut diserbukkan ke tongkol yang sedang mekar dapat menghasilkan benih per tongkol masing-masing sebanyak 43.5 butir (-196 °C) dan 53.5 butir (-20 °C) (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa serbuk sari jagung dapat disimpan selama 4 minggu walaupun jumlah benih per tongkol hanya mencapai 20% dari jumlah benih per tongkol yang diperoleh dengan menggunakan serbuk sari segar (234.3 butir). Namun demikian hasil ini lebih

Tabel 3. Daya berkecambah serbuk sari, jumlah benih per tongkol, bobot benih per tongkol dan bobot benih per butir jagung hasil penyerbukan menggunakan serbuk sari yang disimpan pada suhu -196 °C dan -20 °C

Periode simpan (minggu)	DB serbuk sari (%)		Jumlah benih per tongkol		Bobot benih per tongkol (g)		Bobot benih per butir (g)	
	-196 °C	-20 °C	-196 °C	-20 °C	-196 °C	-20 °C	-196 °C	-20 °C
0	23.99a	7.28a	234.30a	234.30a	67.30a	67.30a	0.31a	0.31a
1	0.84b	1.60b	0.67c	0.17c	0.01c	0.02c	0.02c	0.02c
2	0.47b	1.16b	10.80c	2.00c	2.22bc	0.40c	0.14b	0.04c
3	0.00b	0.65b	0.17c	0.33c	0.03c	0.06c	0.03c	0.03c
4	0.00b	0.19b	43.50b	53.50b	7.19b	11.07b	0.16b	0.20b
KK (%)	37.60*	27.70*	37.70	34.40	28.90	30.40	5.80*	5.10*

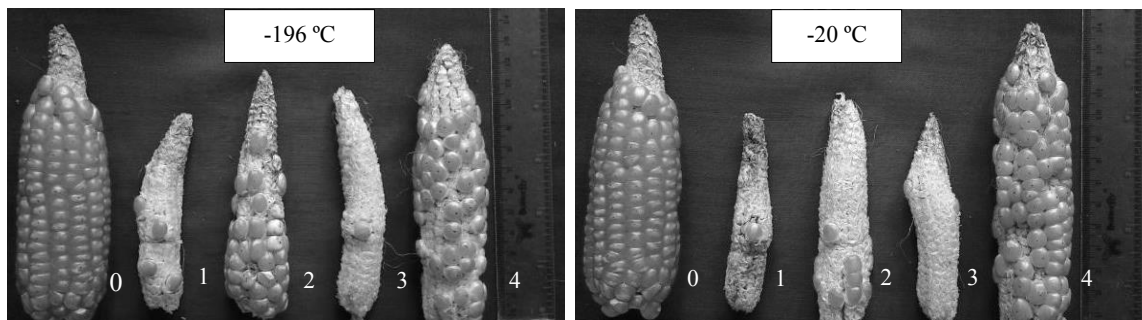
Keterangan: Angka yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji duncan taraf 5%; DB= daya berkecambah; KK* = koefisien keragaman transformasi

tinggi daripada yang dilaporkan Handayani (2014) pada varietas yang sama. Penyerbukan menggunakan serbuk sari yang telah disimpan 1, 2, dan 3 minggu dalam *deep freezer* (-40 °C) masing-masing menghasilkan jumlah benih per tongkol sebesar 6.8% (13.5), 2.1% (4.2) dan 0.9% (1.8) dari benih yang diperoleh dengan penggunaan serbuk sari segar (197.2). Barnabas dan Rajki (1976) juga melaporkan bahwa serbuk sari jagung segar varietas Anjou yang disimpan di nitrogen cair selama 8 hari tidak menghasilkan perkecambahan dan ketika digunakan untuk penyerbukan tidak menghasilkan biji sama sekali. Kemampuan serbuk sari untuk membuahi sel telur setelah disimpan bahkan sampai satu bulan, mungkin dipengaruhi oleh pemberian pupuk NPK dan boron pada tanaman tetua jantan. Penelitian lebih rinci diperlukan untuk mengklarifikasi hal ini.

Serbuk sari segar menghasilkan bobot benih per tongkol dan bobot benih per butir yang paling tinggi. Semakin lama serbuk sari disimpan, maka bobot benih per tongkol dan per butir semakin rendah. Serbuk sari yang disimpan selama 4 minggu, baik pada suhu -196 °C maupun -20 °C mampu menghasilkan benih di atas 40 butir per tongkol (Tabel 3). Secara umum pembentukan benih dari penyerbukan dengan serbuk sari yang telah disimpan sangat rendah dibandingkan serbuk sari segar.

Penyerbukan dengan serbuk sari yang telah disimpan 1-3 MSS menghasilkan jumlah benih per tongkol yang sangat rendah (Gambar 3). Hal ini diduga daya berkecambah serbuk sari yang sudah menurun selama disimpan sehingga menyebabkan tabung serbuk sari gagal mencapai mikropil dan membuahi sel telur. Faktor lain yang menjadi penyebab rendahnya jumlah benih diduga karena faktor cuaca saat penyerbukan yang mempengaruhi keberhasilan pembuahan (fertilisasi).

Menurut Kaihatu dan Watkaat (2015), jagung Bima 3 menghasilkan jumlah benih per tongkol sebesar 488.3 butir pada kondisi optimum. Sementara itu pada penelitian ini penyerbukan menggunakan serbuk sari segar menghasilkan jumlah benih per tongkol yang lebih rendah yaitu 234.3 butir (Tabel 3). Hujan yang turun pada siang hari setelah penyerbukan pada pagi harinya diduga menurunkan viabilitas serbuk sari atau menyebabkan serbuk sari jatuh sehingga jumlah benih yang terbentuk rendah. Menurut Kapu dan Cosgrove (2010), penyerbukan pada tanaman jagung selesai dalam waktu 24-42 jam, sehingga hujan yang turun dalam 42 jam setelah penyerbukan berpotensi menyebabkan kegagalan penyerbukan. Selain itu, RH yang tinggi (83-91%) selama penyerbukan menyebabkan viabilitas serbuk sari turun dimana menurut Luna *et al.* (2001) daya hidup serbuk sari jagung pada RH >53% hanya bertahan selama 1-2 jam.



Gambar 3. Keragaan tongkol jagung hibrida Bima 3 hasil penyerbukan dengan serbuk sari yang disimpan pada -196 °C dan -20 °C (0: serbuk sari segar; 1: serbuk sari 1 minggu setelah simpan (MSS); 2: serbuk sari 2 MSS; 3: serbuk sari 3 MSS; 4: serbuk sari 4 MSS)

KESIMPULAN

Pemupukan NPK 900 kg ha⁻¹ meningkatkan jumlah spika per tassel dari 9.3 buah menjadi 10.7 buah. Aplikasi NPK 600 kg ha⁻¹ atau dosis boron 1.5 kg ha⁻¹ dapat meningkatkan viabilitas serbuk sari jagung. Kombinasi perlakuan dosis NPK 900 kg ha⁻¹ dan boron 6 kg ha⁻¹ menghasilkan viabilitas serbuk sari paling tinggi sebesar 95.3%. Serbuk sari yang telah disimpan pada suhu -196 °C dan -20 °C selama 4 minggu dapat digunakan untuk produksi benih dengan potensi jumlah benih per tongkol sebesar 20% dari penggunaan serbuk sari segar.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, H., E.R. Palupi, M.R. Suhartanto. 2014. Pengelolaan polen untuk produksi benih melon hibrida Sunrise Meta dan Oranye Meta. *J. Hortikultura* 24:32-41.
- Almeida, C., A.L.D. Amaral, J.F.B. Neto, M.J.C.D.M. Sereno. 2011. Conservação e germinação *in vitro* de pólen de milho (*Zea mays* subsp. *mays*). *Rev. Bras. Bot.* 34:493-497.
- Atique-ur-Rehman, M. Farooq, A. Nawaz, R. Ahmad. 2014. Influence of boron nutrition on the rice productivity, kernel quality and biofortification in different production systems. *Field Crops Res.* 169:123-131.
- Barnabas, B., E. Rajki. 1976. Storage of maize (*Zea mays* L.) pollen at -196 °C in liquid nitrogen. *Euphytica* 25:747-752.
- Card, S.D., M.N. Pearson, G.R.G. Clover. 2007. Plant pathogens transmitted by pollen. *Austr. Plant Path.* 36:455-461.
- Dutta, S.K., M. Srivastav, R. Chaudhary, K. Lal, P. Patil, S.K. Singh, A.K. Singh. 2013. Low temperature storage of mango (*Mangifera indica* L.) pollen. *Sci. Hort.* 161:193-197.
- Handayani, D.P. 2014. Peningkatan viabilitas serbuk sari jagung dengan pemupukan NPK dan boron, dan pemanfaatannya dalam produksi benih hibrida. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hardjowigeno, S. 2007. Ilmu Tanah. CV Akademika Pressindo, Jakarta, ID.
- Harliani, E.N., E.R. Palupi, D.S. Wahyudin. 2014. Potensi penyimpanan serbuk sari dalam produksi benih hibrida mentimun (*Cucumis sativus* L.) varietas KE014. *J. Hort. Indonesia* 5:104-117.
- Hermawati, S. 2015. Pengeringan dan penyimpanan serbuk sari dalam produksi benih cabai hibrida IPB. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Huang, L., J. Pant, B. Dell, R.W. Bell. 2000. Effects of boron deficiency on anther development and floret fertility in wheat (*Triticum aestivum* L. 'Wilgoyne'). *Ann. Bot.* 85:493-500.
- Kaihatu, S.S., F. Watkaat. 2015. Kajian adaptasi beberapa varietas unggul jagung di kabupaten Maluku Barat Daya (MBD). *Agric* 27:8-14.
- Kapu, N.U.S., D.J. Cosgrove. 2010. Changes in growth and cell wall extensibility of maize silks following pollination. *J. Exp. Bot.* 61:4097-4107.
- Lora, J., M.A. Pérez de Oteyza, P. Fuentetaja, J.I. Hormaza. 2006. Low temperature storage and *in vitro* germination of cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) pollen. *Sci. Hort.* 108:91-94.
- Lordkaew, S., B. Dell, S. Jamjod, B. Rerkasem. 2011. Boron deficiency in maize. *Plant Soil* 342:207-220.
- Lubis, A.U. 1992. Kelapa sawit di Indonesia. Pusat Penelitian Marihat. Pematang Siantar.
- Luna, V.S., M.J. Figueroa, M.B. Baltazar, L.R. Gomez, R. Townsend, J.B. Schoper. 2001. Maize pollen longevity and distance isolation requirements for effective pollen control. *Crop Sci.* 41:1551-1557.
- Meena, R.S. 2010. Effect of boron on growth, yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Pusa Ruby Grown under semi-arid conditions. *Int. J. Chem. Engin. Res.* 2:167-172.
- Ngugi, K., J. Cheserek, C. Muchira, G. Chemining'wa. 2013. Anthesis to silking interval usefulness in developing drought tolerant maize. *J. Renew. Agric.* 1:84-90.
- Palupi, E.R., R.M. Sidabutar, K. Wanafiah. 2017. Pollen drying and storage for hybrid seed production of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Acta Hort.* 1151: 163-168.
- Patricio de Souza Lima, J.C., C.W. Araujo do Nascimento, J. Guilherme da Costa Lima, Mario de Andrade Lira Junior. 2007. Critical and toxic boron levels in corn plants and soils of Pernambuco, Brazil. *Rev. Bras. Ci. Solo* 31:73-79.
- Rahmi, M. 2016. Aplikasi boron dan pengelolaan serbuk sari untuk produksi benih cabai hibrida IPB. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Sanchez, P.A. 1976. Properties and Management of Soils in the Tropics. New York (US): Wiley.
- Sebayang, H.T., A. Suryanto, T.I.D. Kurnia. 2010. Pengaruh pemberian kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) dan dosis pupuk N, P, K pada pertumbuhan dan hasil padi sawah (*Oryza sativa* L.). J. Agron. Indonesia 38:192-198.
- Simanjuntak, C., E.R. Palupi, K. Wanafiah. 2013. Penentuan media pengujian viabilitas serbuk sari cabai besar dan cabai rawit (*Capsicum annuum* L.). Bul. Agrohorti. 4:58-64.
- Tahir, M., A. Ali, F. Khalid, M. Naeem, N. Fiaz, M. Waseem. 2012. Effect of foliar applied boron application on growth, yield and quality of maize (*Zea mays* L.). Pak. J. Sci. Indust. Res. 55:117-121.
- Warid. 2009. Korelasi metode pengecambahan *in vitro* dengan pewarnaan dalam pengujian viabilitas polen. Skripsi. Program Studi Pemuliaan Tanaman dan Teknologi Benih. Institut Pertanian Bogor. Bogor.