

## STUDI VIABILITAS POLEN MELALUI SILANG DIRI PADA TIGA GENOTIPE TANAMAN KECIPIR (*Psophocarpus tetragonolobus*)

### POLLEN VIABILITY STUDY THROUGH ON SELF CROSSING THREE GENOTYPE IN WINGED BEAN PLANT (*Psophocarpus tetragonolobus*)

Wahyunita Pratiwi<sup>\*)</sup>, Kuswanto dan Sri Lestari Purnamaningsih

Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya  
 Jl. Veteran No. 65145 Malang, Jawa Timur, Indonesia

<sup>\*)</sup>Email : wahyunitapратиwi13@gmail.com

#### ABSTRAK

Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus*) ialah tanaman *Leguminosae* asal Indonesia bagian timur. Satu dari cara untuk meningkatkan produksi kecipir ialah dengan dilakukannya hibridisasi yang bertujuan memperoleh varietas tanaman kecipir yang memiliki kualitas unggul. Faktor yang mempengaruhi keberhasilan polinasi salah satunya ialah pengelolaan polen. Pengelolaan polen bermanfaat dalam pengembangan produksi kecipir, diantaranya menjamin ketersediaan polen jika sewaktu-waktu diperlukan, menjamin keamanan koleksi plasma nutfah, dan mempertahankan viabilitas polen tetap tinggi sampai periode simpan tertentu. Karena itu polen harus dipanen pada saat viabilitasnya tinggi dan dipertahankan tetap tinggi selama pengolahan dan penyimpanan sampai saat akan digunakan. Penelitian ini tidak menggunakan rancangan lingkungan. Perlakuan terdiri dari tiga genotipe dan lima lama penyimpanan polen, sehingga diperoleh 15 kombinasi perlakuan. Pengujian data menggunakan uji t. Penelitian dilaksanakan di kebun percobaan Jatikerto, Malang, Laboratorium Pemuliaan Tanaman dan Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, pada bulan Januari 2015 hingga Mei 2015. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap parameter viabilitas polen, presentase bunga menjadi buah, panjang polong, jumlah biji perpolong

dan percampuran benih. Sedangkan genotipe tidak berpengaruh nyata.

Kata kunci: Kecipir, Penyimpanan Polen, Viabilitas.

#### ABSTRACT

Winged bean or four sided bean is originally *Leguminosae* plant from East Indonesia. One of the ways to increase the productivity of winged bean is doing hybrid which has purpose to expand the winged bean variety with superior quality. The factor which affects the success of pollination is pollen control. Pollen control has benefit in development of winged bean production, such as to guarantee the availability of pollen if it is necessary at any time, to guarantee the safety of plasma nutfah, and to maintain pollen viability constantly high until a certain storage period. For that reasons, pollen must be harvested when the viability is high and kept it high as in processing and storage until they are used. This research did not use environment design. The treatment consists of 3 genotipe and 5 long pollen storage, so it has been gained 15 treatment combination. The test analysis used t test. The research was conducted in the laboratory of Farm Faculty in Brawijaya University Malang. The research result showed that the length of the storage affected to the pollen viability parameter, flower becomes fruit percentage, the length of pod, the number of seeds per pod, weight of seeds and germination of seeds, while genotipe did not affect the success of crossing winged bean. It can be

seen by the observation parameter of pollen viability, flower becomes fruit percentage, the length of pod, the number of seeds per pod, weight of seeds and germination of seeds, while genotype did not affect.

Keywords: Winged, Storage Polen, Viability.

## PENDAHULUAN

Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus*) ialah tanaman *Leguminosae* asal Indonesia bagian timur. Di Indonesia, kecipir dibudidayakan sebagai tanaman pekarangan di berbagai daerah, termasuk di Timor. Karena pengetahuan masyarakat tentang manfaat dari kecipir masih kurang. Mengingat akan hal tersebut, maka perlu dilakukan peningkatan produktivitas kecipir. Satu dari cara untuk meningkatkan produksi kecipir ialah dengan dilakukannya hibridisasi yang bertujuan memperoleh varietas tanaman kecipir yang memiliki kualitas unggul. Faktor yang mempengaruhi keberhasilan silang diri salah satunya ialah pengelolaan polen.

Pengelolaan polen bermanfaat dalam pengembangan produksi kecipir, diantaranya menjamin ketersediaan polen jika sewaktu-waktu diperlukan, menjamin keamanan koleksi plasma nutfah, dan mempertahankan viabilitas polen tetap tinggi sampai periode simpan tertentu. Karena itu polen harus dipanen pada saat viabilitasnya tinggi dan dipertahankan tetap tinggi selama pengolahan dan penyimpanan sampai saat akan digunakan. Menurut Koshy (2013), bahwa viabilitas maksimum serbuk sari tanaman kecipir berlangsung sebelum bunga terbuka selama satu hari. Polen dinyatakan viabel apabila mampu menunjukkan adanya pertumbuhan tabung polen (Jannah, 2011). Polen dapat kehilangan viabilitas pada suatu periode waktu tertentu. Jannah (2011), mengemukakan bahwa polen akan kehilangan viabilitas apabila kadar air polen kurang dari 20%.

Pelaksanaan silang diri buatan dan penyimpanan polen mengalami kendala berupa ketersediaan bunga untuk masing-masing genotipe tanaman kecipir, misalnya

bunga yang muncul tidak bersamaan, jumlah bunga yang sedikit dan adanya tanaman yang tidak tumbuh dengan maksimal. Teknik penyimpanan polen yang tepat merupakan tahap paling penting untuk mengetahui waktu penyimpan polen yang sesuai, yaitu pada saat polen dapat mempertahankan viabilitasnya pada lama penyimpanan yang berbeda. Waktu persilangan yang sesuai, yaitu pada saat polen mencapai masa reseptif dengan suhu dan kelembaban yang mendukung, sehingga diharapkan dapat menghasilkan tanaman kecipir yang berkualitas.

## BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian telah dilaksanakan di kebun percobaan Jatikerto, Sedangkan untuk pengamatan parameter dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi dan Laboratorium Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, pada bulan Januari sampai Mei 2015. Alat yang digunakan ialah kawat penjepit, gunting, pinset, kertas sungkup, benang penanda, *cutter*, penggaris, timbangan analitik, alat tulis, kertas label, kamera digital, sprayer, germinator, ruang pendingin, gelas ukur, *beaker glass*, *magnet stirrer*, *plate magnetic stirrer*, *wrapping*, pipet tetes, kaca preparat, *appendorf* dan mikroskop Olympus DP20. Bahan penelitian yang digunakan ialah tiga genotip tanaman kecipir, pupuk kandang, NPK, asam borax 100 ppm, sukrosa 12%, aquades, *silica gel*, plastik, air, *polybag*.

Penelitian ini tidak menggunakan rancangan lingkungan, karena keterbatasan jumlah tanaman contoh. Perlakuan terdiri dari tiga genotipe dan lima lama penyimpanan polen, sehingga diperoleh 15 kombinasi perlakuan. Setiap kombinasi perlakuan dilakukan silang diri sebanyak 25 bunga per perlakuan.

Perbandingan antar lama penyimpanan sebagai berikut:

- a. Tidak disimpan (L0) VS penyimpanan 2 hari (L1), penyimpanan 4 hari (L2), penyimpanan 6 hari (L3), penyimpanan 8 hari (L4)
- b. Penyimpanan 2 hari (L1) VS penyimpanan 4 hari (L2), penyimpanan 6 hari (L3), penyimpanan 8 hari (L4)

- c. Penyimpanan 4 hari (L2) VS penyimpanan 6 hari (L3), penyimpanan 8 hari (L4)
- d. Penyimpanan 6 hari (L3) VS penyimpanan 8 hari (L4)

Silang diri dilakukan terhadap bunga betina yang telah di emaskulasi sebelumnya. Persilangan buatan dilakukan secara bertahap. Persilangan buatan dilakukan pada pagi hari hingga pukul 09.30 pagi, agar polen mampu menempel pada putik, pengamatan keberhasilan silang diri dilakukan pada 6 hari setelah persilangan.

Pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini meliputi persentase bunga menjadi buah per tanaman contoh, Viabilitas Polen, Panjang Polong, Jumlah Biji Perpolong, Warna Biji, Perkecambahan Benih. Data hasil pengamatan disusun dalam tabel kemudian dianalisis secara statistik dengan menggunakan uji F pada taraf 5 % untuk mengetahui homogenitas. Uji t digunakan untuk mengetahui perbedaan rerata dari dua perlakuan yang diketahui dari perbandingan t hitung yang dibandingkan dengan t tabel 5 %.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil uji t menunjukkan bahwa lama penyimpanan polen memberikan pengaruh yang sangat nyata pada viabilitas polen, presentase bunga menjadi buah, panjang polong, jumlah biji perpolong dan perkecambahan benih. Perbedaan genotipe tidak berpengaruh nyata terhadap viabilitas polen, presentase bunga menjadi buah, panjang polong, jumlah biji per polong, dan perkecambahan

benih, tetapi perbedaan warna biji berbeda nyata untuk masing-masing genotipe.

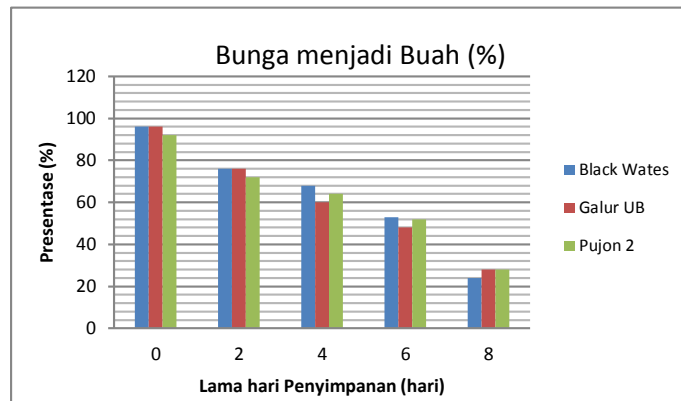
### Viabilitas Polen

Keberhasilan silang diri pada tanaman kecipir berpengaruh nyata terhadap viabilitas polen pada berbagai lama penyimpanan polen disajikan pada Tabel 1. Tetapi hasil uji t dengan perbedaan genotipe antara Black Wates (G1), Galur UB (G2) dan Pujon 2 (G3) memiliki nilai yang tidak berbeda nyata. Penurunan tingkat viabilitas polen selama penyimpanan disajikan dalam Gambar 1. Berdasarkan uji F dan uji t diketahui bahwa viabilitas serbuk sari dipengaruhi oleh waktu penyimpanan. Viabilitas polen menurun seiring bertambahnya lama waktu penyimpanan. Serbuk sari merupakan jaringan hidup yang mengalami kemunduran seiring lamanya waktu penyimpanan (Widiastuti dan Palupi, 2008). Lama simpan serbuk sari dapat ditingkatkan dengan mengendalikan faktor-faktor yang mempengaruhi viabilitasnya. Faktor ini mencakup cahaya, suhu, udara, dan kelembaban. Umumnya serbuk sari dapat disimpan lebih lama dalam kondisi kering dan suhu rendah (Nirmala, 2013). Pada penelitian ini, penyimpanan serbuk sari kecipir dalam *freezer* dengan suhu  $-5^{\circ}\text{C}$  selama penyimpanan 2 hari (L1), penyimoanan 4 hari (L2), Penyimpanan 6 hari (L3), hingga penyimpanan 8 hari (L4), penurunan viabilitasnya rata-rata 21.3%. Penyimpanan pada suhu rendah tidak menyebabkan perubahan kandungan air serbuk sari, karena air tersebut terikat dan tidak membeku (Hanna dan Towill, 1995).

**Tabel 1** Hasil Uji t pada Viabilitas Polen

Variabel yang dibandingkan	t Hitung	t Tabel 5%	Taraf uji t
Tidak disimpan (L0) VS Disimpan 2 hari (L1)	8.5	4.3	Sangat Nyata
Disimpan 2 hari (L1) VS Disimpan 4 hari (L2)	18.8		Sangat Nyata
Disimpan 4 hari (L2) VS Disimpan 6 hari (L3)	19.7		Sangat Nyata
Disimpan 6 hari (L3) VS Disimpan 8 hari (L4)	23.9		Sangat Nyata

Keterangan: L0= Tidak Disimpan, L1=Penyimpanan 2 hari, L2=Penyimpanan 4 hari, L3=Penyimpanan 6 hari, L4=Penyimpanan 8 hari.

**Gambar 1** Viabilitas Polen

Keterangan: 0= Tidak Disimpan, 2=Penyimpanan 2 hari, 4=Penyimpanan 4 hari, 6=Penyimpanan 6 hari, 8=Penyimpanan 8 hari.

**Table 2** Hasil Uji t pada Presentase Bunga menjadi Buah

Variabel yang dibandingkan	t Hitung	t Tabel 5%	Taraf uji t
Tidak disimpan (L0) VS Disimpan 2 hari (L1)	10.6	2.78	Sangat Nyata
Disimpan 2 hari (L1) VS Disimpan 4 hari (L2)	4.0		Sangat Nyata
Disimpan 4 hari (L2) VS Disimpan 6 hari (L3)	4.7		Sangat Nyata
Disimpan 6 hari (L3) VS Disimpan 8 hari (L4)	12.0		Sangat Nyata

Keterangan: L0 : Tidak Disimpan, L1 : Disimpan 2 hari, L2 : Disimpan 4 hari, L3 : Disimpan 6 hari, L4 : Disimpan 8 hari.

Polen dengan kadar air yang sangat tinggi tidak bisa disimpan pada suhu rendah, tetapi polen yang sudah mendapatkan perlakuan pengeringan dapat bertahan disimpan bahkan pada suhu yang sangat rendah sampai  $-196^{\circ}$ .

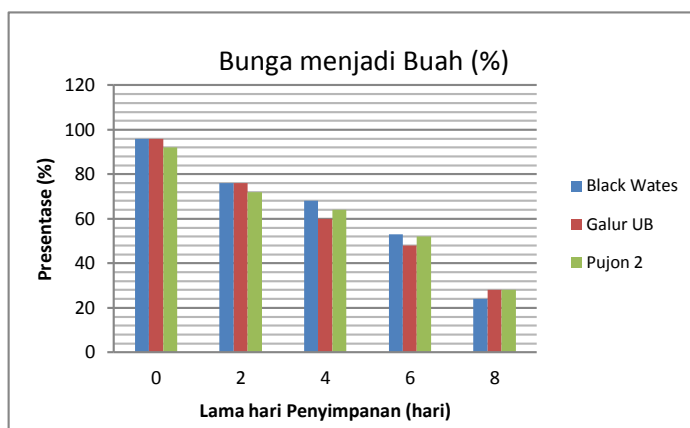
#### Presentase Bunga menjadi Buah

Keberhasilan silang diri berpengaruh nyata terhadap parameter bunga menjadi buah pada tanaman kecipir. Perbandingan lama penyimpanan berdasarkan keberhasilan bunga menjadi buah disajikan pada Tabel 2. Hal ini terjadi karena teknik persilangan juga mempengaruhi keberhasilan persilangan. Silang diri dilakukan pada saat bunga masih kuncup atau sehari sebelum mekar. Pematangan putik maksimum terjadi pada saat bunga mekar dan satu hari setelah mekar (Hasanuddin, 2014). keberhasilan persilangan juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti curah hujan, cahaya matahari, dan suhu. Angin yang kencang menyebabkan banyak bunga yang telah

dipolinsi menjadi rontok. Selain itu keahlian dan keterampilan tenaga polinasi juga menentukan keberhasilan polinasi. Keberhasilan silang diri berpengaruh nyata terhadap parameter bunga menjadi buah pada tanaman kecipir. Perbandingan lama penyimpanan berdasarkan keberhasilan bunga menjadi buah disajikan pada Tabel 2.

#### Panjang Polong dan Jumlah Biji Per Polong

Rerata pada panjang polong dan jumlah biji perpolong antar lama penyimpanan polen pada silang diri tanaman kecipir disajikan pada Tabel 3. Penurunan panjang polong pada setiap lama penyimpanan disajikan pada (Gambar 3a) dan tingkat penurunan jumlah biji untuk setiap polong ditunjukkan pada (Gambar 3b). Tahap awal terbentuknya buah dan biji adalah melalui pembuahan. Pembuahan terjadi karena adanya peristiwa polinasi atau penyerbukan.



**Gambar 2** Presentase Bunga menjadi Buah

Keterangan: 0= Tidak Disimpan, 2=Penyimpanan 2 hari, 4=Penyimpanan 4 hari, 6=Penyimpanan 6 hari, 8=Penyimpanan 8 hari.

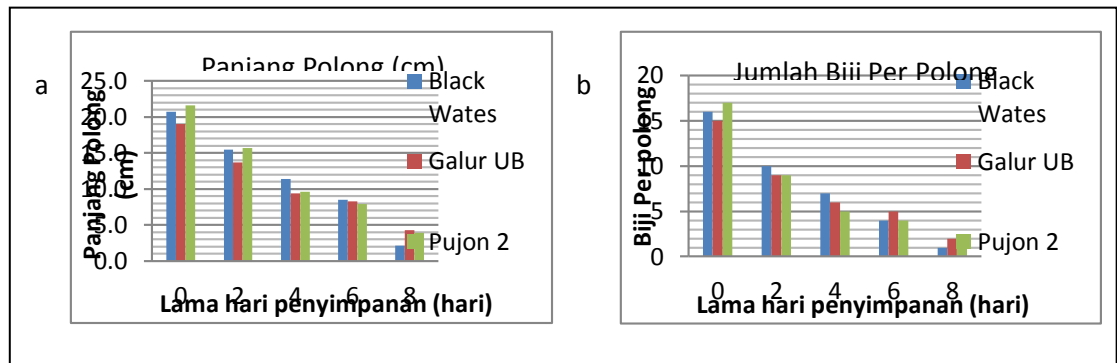
Menurut Darjanto dan Satifah (1991), jika calon buah mulai membesar dan tidak rontok maka kemungkinan telah terjadi pembuahan, sedangkan jika calon buah tidak membesar atau rontok maka kemungkinan telah terjadi kegagalan pembuahan. Keberhasilan persilangan yang tinggi selalu diikuti dengan meningkatnya jumlah biji. Jumlah biji lebih banyak dihasilkan dari persilangan yang baik dan benar. Menurut Garwod (1985) bahwa biji yang masak terdiri dari tiga bagian yaitu embrio dan endosperm yang dihasilkan dari pembuahan ganda serta kulit biji yang dibentuk oleh dinding bakal biji. Jumlah biji erat kaitannya dengan presentase bunga menjadi buah. Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan uji t (Tabel 3) menunjukkan bahwa lama penyimpanan polen berpengaruh nyata terhadap jumlah biji perpolong. Keberhasilan penyerbukan tampak dari jumlah buah dan kualitas benih yang dihasilkan (Buanaet al., 1994).

Hasil analisis penelitian menunjukkan bahwa perlakuan tanpa penyimpanan (L0) pada pembentukan polong pada setiap perlakuan lama penyimpanan polen, dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil analisis penelitian menunjukkan bahwa perlakuan tanpa penyimpanan pada pembentukan polong tidak berpengaruh nyata pada penyimpanan selama 2 hari (L1). Dan berpengaruh nyata pada penyimpanan 4 hari (L2), penyimoanan 6 hari (L3) dan

penyimpanan 8 hari (L4). Hal ini terjadi karena keberhasilan persilangan sangat dipengaruhi oleh kondisi tanaman, yaitu reseptifitas putik dan viabilitas polen. Reseptifitas putik ialah periode dimana putik berada dalam kondisi siap untuk menerima polen. Setiap jenis tanaman menunjukkan reseptifitas yang berbeda-beda. Menurut Hasanuddin (2014), pematangan putik maksimum terjadi pada saat bunga mekar dan satu hari setelah mekar. Jumlah biji erat kaitannya dengan presentase bunga menjadi buah. Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan uji t menunjukkan bahwa lama penyimpanan polen berpengaruh nyata terhadap jumlah biji perpolong. Di samping itu viabilitas serbuk sari juga dapat mempengaruhi viabilitas benih yang dihasilkan. Serbuk sari dengan viabilitas tinggi akan lebih dahulu membuahi sel telur, serta menghasilkan buah bermutu baik dan benih berviabilitas tinggi.

#### Warna Biji Tanaman Kecapir

Berdasarkan hasil pengamatan warna biji menunjukkan bahwa perbedaan warna biji hanya dipengaruhi oleh masing-masing genotipe. Lama penyimpanan polen tidak mempengaruhi warna biji yang terbentuk dari hasil silang diri. Perbedaan warna pada masing-masing genotipe tersebut dipengaruhi oleh gen dari setiap genotipe.



**Gambar 3** Panjang Polong dan Jumlah Biji Perpolong

Keterangan: 0= Tidak Disimpan, 2= Penyimpanan 2 hari, 4= Penyimpanan 4 hari, 6= Penyimpanan 6 hari, 8= Penyimpanan 8 hari.

**Table 3** Hasil Uji t pada Presentase Bunga menjadi Buah

No	Lama Penyimpanan	Panjang Polong (cm)	Jumlah Biji Perpolong
1.	Tidak disimpan (L0)	20,4	16
2.	Disimpan 2 hari (L1)	15,0	10
3.	Disimpan 4 hari (L2)	10,1	6
4.	Disimpan 6 hari (L3)	8,2	5
5.	Disimpan 8 hari (L4)	3,4	2

Keterangan: L0= Tidak Disimpan, L1=Penyimpanan 2 hari, L2=Penyimpanan 4 hari, L3=Penyimpanan 6 hari, L4=Penyimpanan 8 hari.

Gen merupakan substansi yang terdiri dari senyawa kimia tertentu, menentukan sifat individu. Gen mempunyai peran penting dalam mengatur pertumbuhan sifat keturunan, seperti warna biji, bentuk buah, (Mohanty,2013).

#### Perkecambahan Benih Tanaman Kecapir

Lama penyimpanan polen yang berbeda menunjukkan bahwa perlakuan tidak disimpan dibandingkan dengan disimpan 2 hari (L1) tidak berbeda nyata, tetapi pada perlakuan tidak disimpan (L0) dengan penyimpanan 4 hari (L2) berbeda nyata. Kemudian pada penyimpanan 2 hari (L1) dengan penyimpanan 4 hari (L2) menunjukkan hasil yang nyata. Pada penyimpanan 6 hari (L3) dan 8 hari (L4) menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ditunjukkan pada Tabel 4.

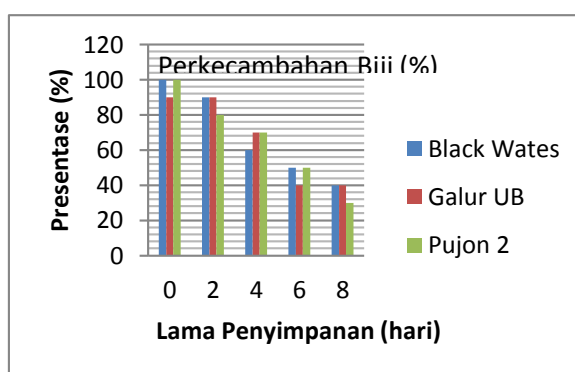
Perkecambahan merupakan batas antara benih yang masih tergantung pada sumber makanan dari induknya dengan tanaman yang mampu berdiri sendiri dalam mengambil unsur hara. Proses

perkecambahan benih merupakan suatu rangkaian kompleks dari perubahan morfologi, fisiologi dan biokimia. Perkecambahan benih dimulai dari proses penyerapan air oleh benih diikuti melunaknya kulit benih (Utomo,2006). Viabilitas benih merupakan daya hidup benih yang dapat ditunjukkan melalui gejala pertumbuhan, selain itu daya kecambah juga merupakan tolak ukur parameter viabilitas potensial benih (Sadjad, 1999). Berdasarkan pengamatan perkecambahan dan pertumbuhan benih hasil Silang diri mengalami penurunan sebesar 10% untuk penyimpanan 2 hari, 30 % untuk penyimpanan 4 hari, 50 % untuk penyimpanan 6 hari dan 60 % untuk penyimpanan 8 hari (Gambar 3). Menurut Copeland dan McDonald (2001), menjelaskan bahwa terdapat dua faktor umum yang mempengaruhi viabilitas serta vigor benih yaitu faktor eksternal dan faktor internal.

**Table 4** Hasil Uji t pada Perkecambahan Benih

Variabel yang dibandingkan	t Hitung	t Tabel 5%	Taraf uji t
Tidak disimpan (L0) VS Disimpan 2 hari (L1)	2.1	2.78	Tidak Nyata
Disimpan 2 hari (L1) VS Disimpan 4 hari (L2)	6.4		Sangat Nyata
Disimpan 4 hari (L2) VS Disimpan 6 hari (L3)	4.2		Sangat Nyata
Disimpan 6 hari (L3) VS Disimpan 8 hari (L4)	2.1		Tidak Nyata

Keterangan: L0 : Tidak Disimpan, L1 : Disimpan 2 hari, L2 : Disimpan 4 hari, L3 : Disimpan 6 Hari, L4 : Disimpan 8 hari.

**Gambar 4** Panjang Polong dan Jumlah Biji Perpolong

Keterangan: 0= Tidak Disimpan, 2= Penyimpanan 2 Hari, 4= Penyimpanan 4 Hari, 6= Penyimpanan 6 Hari, 8= Penyimpanan 8 Hari.

Faktor eksternal dapat berupa kemasan benih, komposisi gas, suhu, dan kelembaban ruang simpan. Sedangkan pada faktor internal meliputi, sifat genetik benih, kondisi kulit benih, dan kadar air benih awal. Dua faktor terpenting yang mempengaruhi periode hidup benih adalah kadar air benih serta suhu lingkungan suatu benih (Copeland dan McDonanld, 2001).

Daya berkecambah selama 12 minggu pada semua perlakuan mengalami penurunan. Darjanto dan Satifah (2010), menyatakan bahwa peningkatan kadar air benih selama dalam penyimpanan menyebabkan penurunan daya berkecambah benih kacang hijau. Kadar air merupakan faktor yang mempengaruhi kemunduran benih. Menurunnya daya kecambah benih yang disimpan berkaitan dengan meningkatnya kadar air selama masa simpan (Sadjad,1999). Kemunduran benih meningkat sejalan dengan meningkatnya kadar air. Kecepatan tumbuh dari 0 hingga 12 minggu dari seluruh perlakuan menunjukkan adanya penurunan

dengan semakin lama periode penyimpanan.

## KESIMPULAN

Lama penyimpanan polen berpengaruh nyata terhadap keberhasilan silang diri tanaman kecipir. Penyimpanan polen yang baik sampai pada lama penyimpanan 4 hari (L2) dengan tingkat viabilitas polen sebesar 60% dan keberhasilan silang diri sebesar 64 %. Sedangkan jumlah biji yang dihasilkan sebanyak 6 biji per polong dengan presentase perkecambahan 66 %. Perbedaan genotipe tidak berpengaruh nyata terhadap keberhasilan silang diri tanaman kecipir.

## DAFTAR PUSTAKA

Buana, L., T. Hutomo, dan M. Chairani. 1994. Faktor penentu viabilitas benih kelapa sawit. *Bulletin PPKS 2* (2): 71-76.

- Copeland, L.O and M.B. McDonald. 2001.** *Seed Science and Technology 4th edition. Kluwer Academic Publisher.* Vol 12:409.
- Darjanto dan satifah. 1991.** Dasar Biologi Bunga dan Teknik Penyerbukan. Gramedia. Jakarta.
- Garwood, N.C. and C.C. Horvits. 1985.** Factors Limiting Fruits and Seed Production of a Temperate Shrub, *Staphylea trifolia* L. (*Staphyleaceae*). *Amer. J. Botany* 72(3): 453-466.
- Hanna W.W. and L.E. Towill. 1995.** *Long-term pollen storage. In: Janick, J. (ed) Plant Breeding Reviews.* New York. 13(1): 43-50.
- Hasanuddin. 2014.** Penentuan Viabilitas Polen dan Reseptifitas Stigma Pada Melon (*Cucumis melo l.*) Serta Hubungannya dengan Penyerbukan dan Produksi Buah. *Biologi FKIP.* 2(2): 22-28.
- Jannah. M. 2011.** Uji Viabilitas Polen Jernang (*daemonorops draco (willd.) Blume.*) dengan Teknik Pewarnaan dan Germinasi Secara in vitro setelah Diawetkan dalam Beberapa Pelarut Organik. *Andalas.* 2(1):1-12
- Koshy, E.P, B. K. Alex dan P. Johan. 2013.** Pollen Viability Studies in (*Psopocarpus tetragonolobus (L.) DC.*). *International Academy of Science.* 2(2) . pp. 65-68.
- Martin, F.W.Y dan H. Delphin. 1978.** Vegetables for the hot humid tropic part I. The winged bean, *Psophocarpus tetragonolobus..* *Department of agriculture.* 13(2): 22-30.
- Mohanty, C. S., S. Verma., V. Singh., P. Gaur. et al. 2013.** Charactherization of Winged Bean (*Psophocarpus tetragonolobus (L.) DC.*) based on Molecular Chemical and Physicological parameters. *American J. of Molecular Biology,* 3(1).187-197
- Nirmala, S., E. Kriswiyanti dan AA. K. Darmadi. 2013.** Uji Viabilitas Serbuk Sari Secara *In-Vitro* Kelapa (*Coco nucifera L.* "Rangda") dengan Waktu dan Suhu Penyimpanan yang Berbeda. *J Symbiosis.* 1(2):59-69.
- Prasanna. K. P. 2007.** Underutilized and Underexploited Horticultural Crops. *New India Publishing Agency.* 1(2):67-72
- Sadjad, S., E. Murniati dan S. Ilyas. 1999.** Parameter Pengujian Vigor Benih dari Komparatif ke Simulatif. PT. Grasindo. Jakarta.
- Widiastuti, A. dan E.R. Palupi,. 2008.** Viabilitas Serbuk Sari dan Pengaruhnya terhadap Keberhasilan Pembentukan Buah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis Jacq.*). *J. Biodiversitas.* 9(1):35-38.