

## PENGUNAAN ORGANIC PRIMING DAN PERIODE INKUBASI UNTUK INVIGORASI BENIH CABAI MERAH (*Capsicum annum* L.) KADALUARSA PADA STADIA PERKECAMBAHAN

*Using Organic Priming and Incubation Period for Invigoration of Chilli Seed Expired at Germination Stage*

**Halimursyadah<sup>1</sup>, Jumini<sup>1</sup>, Muthiah<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Staf Pengajar Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala

<sup>2</sup>Alumni Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala

Corresponding author : [rhalimursyadah@yahoo.com](mailto:rhalimursyadah@yahoo.com)

### ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effect of organic priming and incubation period to increase viability and vigor of expired chilli seeds and interaction between of two factors. This research was conducted in the Laboratory of Seed Science and Technology Faculty of Agriculture, Syiah Kuala University in Banda Aceh, from March until November 2012. Using completely randomized design (CRD) factorial, the first factor is organic priming (banana extract and coconut water) and the second factor is incubation period (24, 48, 72 hours). The results showed that interaction between types of organic priming and incubation period significant affect to increase viability and vigor of expired chilli seeds, especially on potential growth, germination, speed of germination, first count germination and T<sub>50</sub>. The best treatment showed by using coconut water and 48 hours incubation periods.

Keywords : *organic priming, expired seed, viability, vigor*

### PENDAHULUAN

Invigorasi adalah proses meningkatkan kembali vigor atau performansi benih yang telah mengalami kemunduran atau deteriorasi. Penurunan kualitas benih disebabkan penyimpanan yang tidak tepat atau benih telah melampaui masa hidupnya. Deteriorasi benih diartikan sebagai turunnya mutu, sifat atau viabilitas benih yang mengakibatkan rendahnya vigor benih sehingga pertumbuhan dan hasil tanaman menurun (Justice dan Bass, 2002). Seed enhancement sebagai perlakuan pascapanen untuk memperbaiki perkecambahan atau pertumbuhan kecambah, memfasilitasi benih, dan materi lain yang diperlukan saat tanam (Taylor *et al.*, 1998). Perlakuan tersebut

mencakup *presowing hydration treatment (priming), coating technologies*, dan *seed conditioning*.

Organik priming adalah perlakuan pendahuluan menggunakan bahan organik melalui priming pada benih dengan pengontrolan imbibisi air oleh potensial air yang rendah dari media imbibisi. Selama hidrasi terkontrol terjadi perbaikan fisiologi dan biokimia dalam benih. Prinsip dasar dari perlakuan priming dengan potensial air rendah adalah mempertahankan benih dalam keadaan hidrasi sebagian (*partial hydration*) selama periode tertentu sehingga perkecambahan seluruhnya tertunda (Khan, *et al.*, 1990). Selama periode inkubasi dalam larutan organik priming, proses imbibisi air diatur oleh

potensial osmotik larutan sehingga mencegah munculnya radikula (Bradford, 1988).

Media yang dapat digunakan dalam organik priming adalah juice tomat, ekstrak pisang dan air kelapa muda. Ekstrak pisang selain berfungsi sebagai koenzim untuk beberapa reaksi dalam metabolisme, vitamin B6 berperan dalam sintesis dan metabolisme protein. Air kelapa muda mengandung mineral, sitokinin, auksin, fosfor dan kinetin yang berfungsi mempergiat pembelahan sel serta pertumbuhan tunas dan akar (Fatimah, 2008). Perendaman benih bengkuang kadaluarsa dengan menggunakan air kelapa muda konsentrasi 30% dan periode inkubasi 24 jam dapat meningkatkan viabilitas dan vigor kekuatan tumbuh benih sedangkan air kelapa muda konsentrasi 15% dapat meningkatkan viabilitas benih kedelai (Gunawan, 2004; Miranda, 1999). Perlakuan organik priming dengan ekstrak jagung 50% dan periode inkubasi benih selama 72 jam dapat meningkatkan viabilitas benih melon dan cabai kadaluarsa (Halimursyadah, *et al.*, 2003).

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penggunaan organik priming pisang dan air kelapa dan periode inkubasi terhadap viabilitas dan vigor kekuatan tumbuh benih cabai merah kadaluarsa.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Darussalam Banda Aceh, yang berlangsung dari bulan Maret sampai November 2012.

Bahan yang digunakan mencangkup benih cabai merah varietas Curly yang telah mengalami kadaluarsa pada bulan Desember 2009 dengan daya berkecambah awal 50,66% sebanyak 900 butir benih, pisang barangan masak dengan kriteria kulit buah berwarna

kuning, air kelapa muda dengan kriteria kulit buah berwarna hijau licin serta daging buah masih lunak masing-masing sebanyak 360 ml, aquades 4080 ml, kertas stensil untuk media uji perkecambahan 522 lembar.

Alat yang digunakan mesin penghancur (blender), gelas ukur, aerator, germinator, saringan dan botol plastik.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial (4x3) dengan tiga kali ulangan. Faktor yang diteliti ada dua yaitu faktor jenis ekstrak (K) dan faktor lama inkubasi (I). Faktor jenis ekstrak (K) terdiri atas empat taraf yaitu K<sub>0</sub> (Kontrol), K<sub>1</sub> (air kelapa 15 %), K<sub>2</sub> (ekstrak pisang 15 %), K<sub>3</sub> (ekstrak pisang 15 % + air kelapa 15%). Faktor lama inkubasi (I) terdiri atas tiga taraf yaitu I<sub>1</sub> (24 jam), I<sub>2</sub> (48 jam), dan I<sub>3</sub> (72 jam). Apabila hasil uji F menunjukkan adanya pengaruh yang nyata, maka dilanjutkan dengan uji lanjut Beda Nyata Jujur pada taraf 5% (BNJ<sub>0,05</sub>).

## Pelaksanaan Penelitian

### Persiapan Benih

Benih cabai merah kadaluarsa direndam dalam air selama 5 menit. Benih yang tenggelam secara fisik dianggap bernas yang kemudian digunakan untuk penelitian.

### Persiapan Bahan Organik Priming

Pisang barangan dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran fisik, dikupas dan dipotong ukuran 2 cm untuk memudahkan penghancuran dalam blender. Setelah pisang hancur kemudian disaring untuk mendapatkan ekstrak yang halus, selanjutnya dicampur aquades dan dimasukkan kedalam botol plastik dengan konsentrasi 15%.

Air kelapa diambil dari buah dengan kemasakan sedang kemudian ditambahkan aquades untuk mendapatkan konsentrasi 15%. Untuk

membuat ekstrak pisang atau air kelapa dengan konsentrasi 15% adalah:

$$\frac{15}{100} \times 400 \text{ ml} = 60 \text{ ml}$$

Jadi, untuk perlakuan K<sub>1</sub> atau K<sub>2</sub> dibuat dengan cara (60 ml ekstrak pisang atau air kelapa + 340 ml aquades) dan untuk perlakuan K<sub>3</sub> dibuat dengan cara (60 ml air kelapa + 60 ml ekstrak pisang + 280 ml aquades)

### Inkubasi Benih

Benih selanjutnya dimasukkan kedalam masing-masing ekstrak bahan organik priming yang dicobakan untuk diinkubasikan. Kemudian dipasang aerator yang bertujuan untuk memberi oksigen kepada benih, inkubasi dilakukan sesuai dengan perlakuan inkubasi yaitu 24, 48 dan 72 jam.

### Perkecambahan

Benih yang telah diinkubasi selanjutnya dikecambahkan pada substrat kertas dengan metode Uji Kertas Digulung didirikan dalam plastik (UKDdp). Selanjutnya seluruh unit percobaan dimasukkan kedalam germinator untuk dikecambahkan.

### Parameter pengamatan

1. Potensi Tumbuh maksimum (%)  
Nilai potensi tumbuh diperoleh dengan mengamati jumlah benih yang menunjukkan gejala tumbuh yaitu munculnya akar (radikula) yang menembus kulit benih. Pengamatan ini dilakukan atau dihitung pada hari terakhir yaitu hari ke-14 setelah perkecambahan.
2. Daya Berkecambah (%)  
Pengamatan dilakukan terhadap benih yang telah berkecambah normal pada pengamatan ke I (hari ke-7) dan pengamatan ke II (hari ke-14) setelah perkecambahan. Kecambah normal dilihat dengan pemunculan dan perkembangan struktur-struktur penting dari embrio

yaitu munculnya calon akar (radikula), calon daun (plumula), dan calon batang (hipokotil).

3. Kecepatan Tumbuh (%/etmal)  
Kecepatan tumbuh dihitung berdasarkan jumlah pertumbuhan kecambah normal setiap etmal. Pengamatan dihitung setiap hari mulai hari pertama sampai hari ke-14 setelah perkecambahan.
4. Waktu yang Dibutuhkan untuk Mencapai 50 % Perkecambahan (hari)  
T<sub>50</sub> dihitung berdasarkan jumlah benih yang berkecambah normal setiap hari hingga mencapai 50% dari total perkecambahan relatif.
5. Perhitungan *First Count Germination* (%)  
*First Count Germination* (FCG) ditentukan dengan menghitung persentase jumlah kecambah normal pada pengamatan pertama perkecambahan yaitu 7 hari setelah perkecambahan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Bahan Ekstrak Organik Priming terhadap Benih Cabai Kadaluarsa

Hasil uji F pada analisis ragam menunjukkan bahwa bahan ekstrak berpengaruh sangat nyata terhadap potensi tumbuh, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% perkecambahan, dan berpengaruh nyata terhadap kecepatan tumbuh, *first count germination* serta berpengaruh tidak nyata terhadap daya berkecambah. Rata-rata nilai viabilitas dan vigor benih cabai merah kadaluarsa pada perlakuan bahan ekstrak disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai potensi tumbuh pada perlakuan bahan ekstrak lebih baik dijumpai pada perlakuan air kelapa meskipun secara statistik tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol namun berbeda nyata dengan perlakuan ekstrak pisang 15%

Tabel 1. Rata-rata Nilai Viabilitas dan Vigor Benih Cabai Merah Kadaluarsa pada Berbagai Bahan Ekstrak Organik Priming

Parameter	Bahan Ekstrak				BNJ <sub>0.05</sub>
	Kontrol	Ekstrak Pisang 15%	Ekstrak Kelapa 15%	Ekstrak Pisang 15% + Air Kelapa 15%	
Potensi Tumbuh (%)	77,33 c	78,67 c	69,78 b	63,56 a	3,64
Daya Berkecambah (%)	64,00	63,56	60,00	52,00	-
Kecepatan Tumbuh (%/etmal)	6,94 c	6,84 c	6,13 b	5,27 a	0,50
Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% perkecambahan (hari)	9,67 a	9,56 a	10,11 b	10,67 c	0,24
First Count Germination (%)	3,18 b	3,05 b	1,98 a	2,00 a	0,48

Keterangan : - Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama berbeda tidak nyata pada taraf 5% (Uji BNJ)

dan perlakuan ekstrak pisang 15% + air kelapa 15%. Nilai daya berkecambah cenderung mengalami peningkatan pada kontrol, ekstrak pisang 15% dan ekstrak pisang + air kelapa 15% dibandingkan daya berkecambah awal. Kecepatan tumbuh dan *First Count Germination* tertinggi dijumpai pada kontrol meskipun secara statistik tidak berbeda nyata dengan air kelapa 15% tetapi berbeda nyata dengan perlakuan ekstrak pisang dan ekstrak pisang 15% + air kelapa 15%. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% perkecambahan terendah dijumpai pada air kelapa 15% meskipun secara statistik tidak berbeda nyata dengan kontrol namun berbeda nyata dengan perlakuan ekstrak pisang 15% dan ekstrak pisang 15% + air kelapa 15%.

Berdasarkan hasil penelitian aquadest (kontrol) dan air kelapa 15% dapat meningkatkan potensi tumbuh, kecepatan tumbuh, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% perkecambahan dan *First Count Germination*. Hal ini diyakini karena bahan ekstrak air kelapa mudah diimbibisi oleh benih, sehingga memacu perkecambahannya. Penambahan bahan

organik priming air kelapa yang mengandung mineral, sitokinin dan auksin dapat membantu dalam pembelahan sel. Zulkarnain (2008) menyatakan bahwa sitokinin dapat meningkatkan pembelahan sel pada jaringan tanaman serta mengatur pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sedangkan auksin dapat meningkatkan pemanjangan sel, pembelahan sel, dan pembentukan akar adventif. Penggunaan air kelapa dengan konsentrasi 15% dapat meningkatkan nilai viabilitas benih cabai yang telah mengalami kemunduran (Kurniawan, 2001).

Perlakuan ekstrak pisang 15% + air kelapa 15% mengakibatkan nilai potensi tumbuh, daya berkecambah, kecepatan tumbuh, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% perkecambahan dan *First Count Germination* menjadi rendah dibandingkan dengan perlakuan air kelapa dan kontrol. Ini disebabkan konsentrasi yang tinggi dapat menghambat perkecambahan benih cabai kadaluarsa. Gardner *et.al.*, (1991) menyatakan zat pengatur tumbuh bertindak secara sinergis dengan

hormon-hormon lain dalam menggalakkan suatu respon dan dalam jumlah yang tinggi dapat bertindak sebagai toksin.

### Pengaruh Periode Inkubasi Terhadap Benih Cabai Kadaluarsa

Hasil uji F pada analisis ragam menunjukkan bahwa periode inkubasi berpengaruh sangat nyata terhadap

potensi tumbuh, daya berkecambah, kecepatan tumbuh dan berpengaruh nyata terhadap *First Count Germination* serta tidak berpengaruh nyata terhadap waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% perkecambahan. Rata-rata nilai viabilitas dan vigor benih cabai kadaluarsa pada perlakuan periode inkubasi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata Nilai Viabilitas dan Vigor Benih Cabai Merah Kadaluarsa pada Berbagai Periode Inkubasi

Pengamatan	Periode Inkubasi			BNJ <sub>0.05</sub>
	24 jam	48 jam	72 jam	
Potensi Tumbuh (%)	74,00 b	77,67 c	65,33 a	2,47
Daya Berkecambah (%)	61,00 b	69,00 c	49,67 a	2,90
Kecepatan Tumbuh (%/etmal)	6,20 b	7,38 c	5,31 a	0,34
Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% perkecambahan (hari)	10,08	9,75	10,17	-
First Count Germination (%)	1,78 a	3,01 b	2,87 b	0,33

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama berbeda tidak nyata pada taraf 5% (Uji BNJ)

Tabel 2 menunjukkan bahwa adanya perbedaan secara signifikan terhadap peningkatan nilai viabilitas benih cabai kadaluarsa. Periode inkubasi 48 jam menunjukkan hasil terbaik yang mampu meningkatkan nilai potensi tumbuh (77,67%) dan daya berkecambah (69%). Periode inkubasi benih 48 jam dapat meningkatkan nilai kecepatan tumbuh dan *First Count Germination*.

Dari hasil penelitian periode inkubasi memberikan pengaruh yang berbeda. Periode inkubasi 48 jam dapat meningkatkan daya berkecambah benih cabai merah kadaluarsa 18,34% dari daya kecambah awal benih. Periode inkubasi 24 jam hanya meningkatkan daya berkecambah 10,34%, sedangkan inkubasi 72 jam menyebabkan

penurunan daya berkecambah sebesar 0,99%. Khan (1992) menyatakan periode inkubasi yang lama akan mengurnagi kemampuan benih untuk berkecambah. Meningkatnya viabilitas dan vigor benih cabai kadaluarsa pada periode inkubasi 48 jam telah mengoptimalkan penyerapan air sehingga mempercepat perombakan cadangan makanan didalam benih, dan mengaktifkan proses metabolisme di benih (Gardner *et.al.*,1991; Sutopo, 2002).

### Interaksi antara Bahan Ekstrak dan Periode Inkubasi Benih Cabai Merah Kadaluarsa

Hasil uji F pada analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat interaksi

yang sangat nyata antara bahan ekstrak dan periode inkubasi terhadap daya berkecambah, kecepatan tumbuh, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% perkecambahan dan interaksi yang nyata terhadap potensi tumbuh, namun

interaksi yang tidak nyata terhadap *First Count Germination*. Rata-rata nilai viabilitas dan vigor benih cabai merah kadaluarsa pada berbagai bahan ekstrak dan periode inkubasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Nilai Viabilitas dan Vigor Benih Cabai Merah Kadaluarsa pada Berbagai Bahan Ekstrak Organik Priming dan Periode Inkubasi.

Parameter	Periode Inkubasi (jam)	Jenis Ekstrak			
		Kontrol	Air kelapa 15%	Ekstrak Pisang 15%	Ekstrak pisang 15% +air kelapa 15%
Potensi Tumbuh (%)	24	78,67 aA	73,33 aA	70,67 aB	73,33 aB
	48	76,00 aA	84,00 bB	80,00 aB	70,67 aB
	72	77,33 cA	78,67 cA	58,67 bA	46,67 aA
BNJ 0.05		9,89			
Daya Berkecambah (%)	24	62,67 aA	54,67 aA	62,67 aB	64,00 aB
	48	68,00 aA	69,33 aB	70,67 aB	68,00 aB
	72	61,33 aA	66,67 bB	46,67aA	24,00 aA
BNJ 0.05		11,58			
Kecepatan Tumbuh (%/ etmal)	24	6,47 aA	5,41 aA	6,30 aB	6,59 aB
	48	7,22 aA	7,79 bB	7,42 aB	7,10 aB
	72	7,13 cA	7,32 cB	4,67 bA	2,12 aA
BNJ 0.05		1,36			
T <sub>50</sub> (hari)	24	10,00 aB	10,00 aB	10,33 aB	10,00 aA
	48	10,00 bB	9,33 aA	9,67 aA	10,00 bA
	72	9,00 aA	9,33 aA	10,33 bB	12,00 cB
BNJ 0.05		0,65			

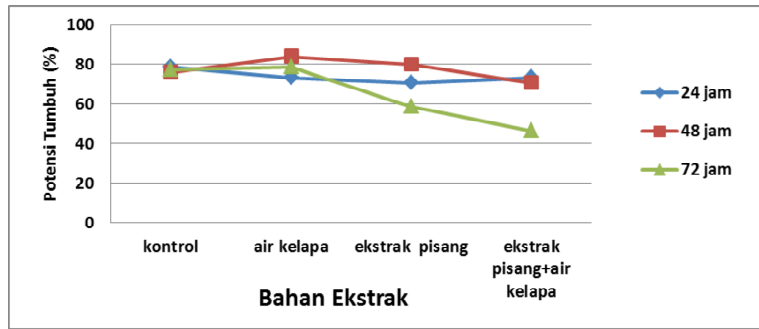
Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama (huruf kecil horizontal huruf besar vertikal) berbeda tidak nyata pada taraf 5 % (BNJ).

Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan interaksi antara bahan ekstrak dan periode inkubasi cabai merah kadaluarsa untuk nilai potensi tumbuh terbaik dijumpai pada perlakuan jenis ekstrak air kelapa 15% dan lama inkubasi 48 jam yaitu 84%. Pada daya berkecambah terbaik dijumpai pada perlakuan bahan ekstrak pisang 15% dan periode inkubasi 48 jam yaitu 70,67%.

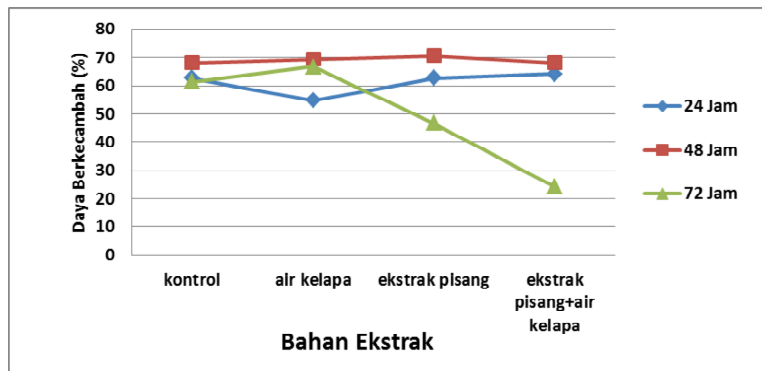
Nilai kecepatan tumbuh terbaik dijumpai pada perlakuan bahan ekstrak

air kelapa dan periode inkubasi 48 jam yaitu 7,79 %/etmal, sedangkan nilai waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% perkecambahan tercepat yaitu 9 hari pada perlakuan kontrol dan periode inkubasi 72 jam.

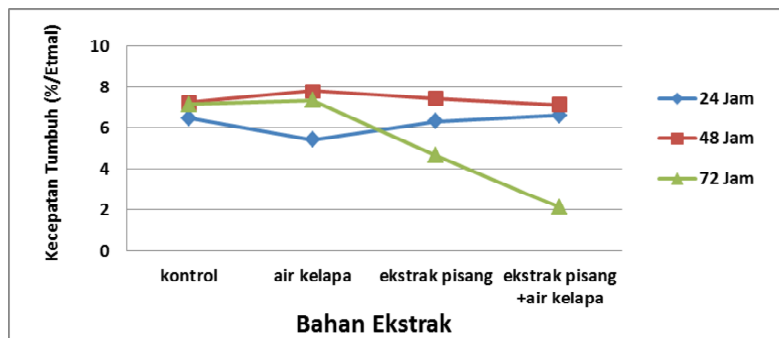
Interaksi antara bahan ekstrak dan lama inkubasi benih cabai kadaluarsa pada tolok ukur kecepatan tumbuh dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% perkecambahan dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



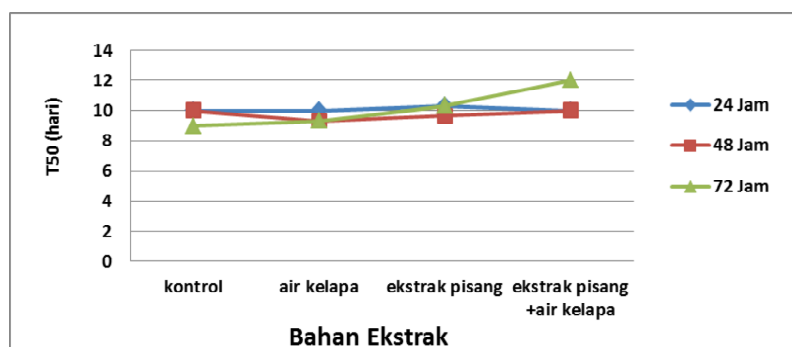
Gambar 1. Interaksi antara Bahan Ekstrak dan Periode Inkubasi Benih Cabai Kadalursa Terhadap Tolok Ukur Potensi Tumbuh.



Gambar 2. Interaksi Antara Bahan Ekstrak dan Periode Inkubasi Benih Cabai Kadalursa Terhadap Nilai Daya Berkecambah.



Gambar 3. Interaksi antara Bahan Ekstrak dan Periode Inkubasi Benih Cabai Kadalursa Terhadap Kecepatan Tumbuh.



Gambar 4. Interaksi antara Bahan Ekstrak dan Periode Inkubasi Benih Cabai Kadalursa Terhadap Waktu yang Dibutuhkan untuk Mencapai 50% Perkecambahan.

Hasil penelitian membuktikan adanya perbaikan viabilitas dan vigor benih yang ditunjukkan oleh indikasi fisiologis yaitu perbaikan performansi perkecambahan, meningkatkan nilai potensi tumbuh, daya berkecambah, kecepatan tumbuh dan first count germination, serta mempercepat waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% perkecambahan total. Khan (1992) menambahkan priming dapat mempengaruhi beberapa proses dalam benih antara lain perbaikan metabolik, memperbaiki kemunduran benih, mempercepat waktu perkecambahan, meningkatkan laju dan potensi perkecambahan. Priming juga dapat mengurangi pengaruh akibat stress suhu dan air tanah serta hama dan penyakit, kecambah tumbuh serempak dan waktu perkecambahan lebih cepat, meningkatkan daya berkecambah, panjang akar dan tajuk (Murray dan Wilson, 1987 ; Saha, Mandal dan Basu, 1990). Hasil penelitian Supriadi (2003) juga menemukan bahwa benih yang direndam dengan lama inkubasi 2 hari memberikan nilai viabilitas tertinggi pada benih padi kadaluarsa. Kemudian hasil penelitian Afrizal (2001) menunjukkan bahwa perlakuan *hydropriming* dengan menggunakan ekstrak buah tomat dapat meningkatkan nilai viabilitas benih tomat kadaluarsa, dengan konsentrasi ekstrak 15% dan lama inkubasi 2 hari.

Pada perlakuan interaksi antara ekstrak pisang dengan periode inkubasi 72 jam dan interaksi antara ekstrak pisang 15% + air kelapa 15% dengan periode inkubasi 72 jam menunjukkan penurunan nilai viabilitas dan vigor. Ini disebabkan larutan yang digunakan terlalu pekat sehingga benih tidak dapat berimbibisi. Imbibisi dapat berlangsung jika potensial osmotik larutan disekitar benih rendah daripada potensial osmotik larutan didalam benih (Risdianto, 1996).

## SIMPULAN

1. Bahan ekstrak organik priming terbaik adalah air kelapa konsentrasi 15% yang dapat meningkatkan nilai potensi tumbuh dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% perkecambahan pada benih cabai merah kadaluarsa.
2. Periode inkubasi 48 jam merupakan waktu yang tepat untuk perendaman benih cabai merah kadaluarsa yang dapat meningkatkan nilai potensi tumbuh, daya berkecambah, kecepatan tumbuh, dan *First Count Germination*.
3. Interaksi antara bahan ekstrak air kelapa 15% dengan periode inkubasi 48 jam merupakan perlakuan yang lebih baik untuk meningkatkan viabilitas dan vigor benih cabai merah kadaluarsa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afrizal, 2001. Invigorasi Benih Tomat Kadaluarsa dengan Ekstrak Buah Melalui Teknik Hydropriming. Skripsi. Jurusan Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh. 57 hlm.
- Bradford, K.J. 1988. Seed priming techniques to speed seed germination. *Proceedings of The Oregon Horticulture Society* 25: 227-233.
- Fatimah, S. N. 2008. Efektivitas Air Kelapa dan Leri terhadap Pertumbuhan Tanaman Hias Bromelia (*Neoregelia carolinae*) pada Media yang Berbeda. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Surakarta.



- Gardner, F.P., R.B. Pearce., R.L. Mitchell. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. (terjemahan Herawati Susilo). Universitas Indonesia Press, Jakarta. 428 hlm.
- Gunawan, A. 2004. Invigorasi Benih Bengkuang Kadaluarsa (*Pachyrrhizus erosus* L.) kadaluarsa dengan teknik Hydropriming menggunakan air kelapa muda dan pengaturan lama inkubasi. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- Halimursyadah., Hasanuddin dan M.Nasution. 2003. Invigorasi Benih Hortikultura Kadaluarsa Melalui Teknik Organik Priming. Fakultas Pertanian Unsyiah Syiah Kuala, Banda Aceh.
- Justice, O. L dan L. N. Bass, 2002. Prinsip dan Praktek Penyimpanan Benih. Penerjemah Rennie Roesli, PT. RajaGrafindo Persada. Jakarta. 387 hlm.
- Khan, A.A. 1992. The Physiology and Biochemistry of Seed Dormansi and Germination. North. Holland Publishing Company. Amsterdam. 447 hlm.
- Khan, A.A., Kar-Ling Tao, J.S. Knypl, B. Borkowska, and L.E. Powel. 1978. Osmotic conditioning of seed: Physiological and biochemical changes. Hort. Sci. 83: 267-278.
- Kurniawan, T. 2001. Pengaruh Air Kelapa Muda dan Substrat terhadap Viabilitas Benih Cabai (*Capsicum annum* L.). Skripsi. Jurusan Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh. 57 hlm.
- Miranda, C. D. 1999. Studi Inkorporasi Air Kelapa (*Cocoa nucifera*) dalam Proses *Matriconditioning* dan tingkat Vigor Benih terhadap Viabilitas Benih Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). Skripsi. Fakultas Pertanian Unsyiah Syiah Kuala, Banda Aceh.
- Murray, G.A. and P.O. Wilson Jr.1987. Priming seed for improved vigor. University of Idaho. Bull. College of Agriculture 67(677):55-70.
- Risdianto, D. 1996. Pengaruh priming terhadap viabilitas benih gmelina (*Gmelina arborea* L.). Skripsi. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. 54 hal.
- Saha, R., A. K. Mandal, R.N. Basu. 1990. Physiology of seed invigoration treatments in soybean (*Glycine max* L.). Seed Sci. and Technol.18-269-276.
- Sutopo, L. 2002. Teknologi Benih. PT. RajaGrafindo Persada. Jakarta. 238 hlm.
- Supriadi. 2003. Invigorasi Benih (*Oryza sativa* L.) Kadaluarsa dengan Menggunakan Ekstrak Buah Tomat. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh. 43 hlm.
- Zulkarnain. 2008. Kultur Jaringan Tanaman. Bumi Aksara. Jakarta. 250 hl.