

KAJIAN KONSENTRASI AIR KELAPA MUDA SEBAGAI ORGANIC PRIMING TERHADAP VIABILITAS BENIH KACANG MERAH YANG TERDETERIORASI

Yosefina Lewar¹⁾, Katarina N. Kumanireng²⁾, Ali Hasan³⁾

^{1,2,3)}Jurusan Tanaman Pangan dan Hortiultura Politeknik Pertanian Negeri Kupang

Jl. Prof. Dr. Herman Yohanes, Lasiana, Kupang, P.O. Box. 1152, Kupang 85011

*Korespondensi: yosefina.lewar087@gmail.com

ABSTRACT

The aim of the study was to determine the viability of kidney bean seeds varieties Inerie is organic priming with different concentrations of young coconut water. This research was conducted in the Horticulture laboratory and screen house in the month of October 2021. The research design used was a Randomized Design Complete with 7 concentration treatments which were 4 repeated. Treatment used is the concentration of young coconut water that is 0% (control), 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, and 60%. The results showed that concentration of 30% young coconut water as organic priming can increase seed germination (83.00%) and seed growth speed (22.02%/day), and concentration of 10% can increase seed growth synchrony (81.00%).

Key Words: *Invigoration, Kidney Bean, Organic Priming, Young Coconut Water*

PENDAHULUAN

Kacang merah Varietas Inerie adalah salah satu jenis tanaman sayuran biji dan merupakan varietas nasional dari Nusa Tenggara Timur. Daerah sentra produksi adalah dataran tinggi Golewa-Ngada, dan sekarang telah mulai dikembangkan di dataran rendah lahan kering di NTT. Dalam pengembangannya membutuhkan ketersediaan benih bermutu.

Benih bermutu dipengaruhi oleh proses produksi sampai penyimpanan benih. Sejak benih mengalami matang fisiologi dan selama dalam penyimpanan, benih akan mengalami kemunduran (*deterioration*) yang menyebabkan penurunan viabilitas dan vigor benih. Benih kacang-kacangan pada kadar air 14 % tidak dapat mempertahankan viabilitasnya jika disimpan tanpa polong pada suhu 30°C selama 3 bulan. Hal ini disebabkan oleh laju respirasi pada benih yang disimpan pada suhu $\geq 30^{\circ}\text{C}$ lebih tinggi jika dibandingkan dengan penyimpanan suhu $< 30^{\circ}\text{C}$ (Sadjad, 1980). Hosang, dkk (2006), menyatakan benih kacang merah Varietas Inerie memiliki umur simpan 4 bulan jika disimpan pada suhu kamar dalam bentuk polong. Sehingga dapat diperkirakan apabila disimpan pada suhu kamar tanpa menggunakan polong, maka umur simpannya kurang dari 4 bulan. Menurut Lewar, dkk., (2018; 2020) kacang merah Varietas Inerie memiliki protein 18,77-20,97% dan lemak 0,88-1,34%. Benih yang memiliki kadar protein tinggi maka

viabilitas dan vigor lebih cepat menurun, karena protein lebih peka terhadap kondisi penyimpanan yang kurang menguntungkan (Tatipata, dkk., 2004).

Permasalahan terjadinya kemunduran benih selama periode penyimpanan dapat diatasi dengan melakukan invigorasi. Invigorasi merupakan suatu perlakuan fisik atau kimia untuk meningkatkan atau memperbaiki viabilitas dan vigor benih yang telah mengalami kemunduran mutu. Salah satu teknik invigorasi adalah *priming* menggunakan bahan organik yang disebut *organic priming*.

Organic 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., 1992).

Organic priming berdampak positif terhadap pemulihan benih salah satunya dipengaruhi oleh konsentrasi larutan. Salah satu media yang dapat digunakan dalam *organic priming* adalah air kelapa muda. Air kelapa muda mengandung mineral, sitokinin, auksin, fosfor dan kinetin yang berfungsi mempermudah 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). Septiadi (2019) menyatakan bahwa pemberian air kelapa muda konsentrasi 60% dengan lama inkubasi 3 jam pada benih kedelai yang telah mengalami kemunduran 1 tahun dapat meningkatkan persentase daya tumbuh benih 62,67%, kecepatan tumbuh 30,08%/hari dan keserempakan tumbuh benih 61,63%. Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian tentang Konsentrasi Air Kelapa Muda Sebagai *Organic Priming* terhadap Invigorasi Benih Kacang Merah yang Mengalami Kemunduran.

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Penelitian dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap perlakuan konsentrasi air kelapa muda (K) dengan 7 taraf perlakuan yaitu $K_0 : 0\%$ (kontrol),

$K_1 : 10\%$, $K_2 : 20\%$, $K_3 : 30\%$, $K_4 : 40\%$, $K_5 : 50\%$, dan $K_6 : 60\%$. Setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali.

Pelaksanaan Penelitian

Persiapan media untuk uji viabilitas

Media tanam menggunakan pasir sungai yang dimasukan dalam baki.

Pengusangan benih

Benih kacang merah Varietas Inerie yang digunakan masih memiliki daya tumbuh $> 85\%$ sehingga diberikan perlakuan pengusangan dipercepat. Prosedur uji pengusangan dipercepat mengikuti metode dari Yamaguchi dan Wim (2006).

Aplikasi perlakuan pada benih

Pembuatan konsentrasi air kelapa sesuai perlakuan yang dicobakan. Benih sebanyak 200 biji dimasukkan ke dalam masing-masing beker gelas yang telah berisi larutan air kelapa muda sesuai masing-masing konsentrasi dan direndam selama 4 jam. Setelah itu benih dihamparkan di atas kertas dan dikeringanginkan selama 3 hari sampai mencapai kadar air awal benih, dan dilanjutkan dengan pengujian viabilitas benih.

Pengujian viabilitas

Benih yang telah diperlakukan ditanam di dalam media pasir dan ditempatkan di *screen house*.

Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan viabilitas meliputi daya tumbuh benih, kecepatan tumbuh benih, keserempakan tumbuh benih, potensi tumbuh maksimum (PTM), waktu yang dibutuhkan untuk perkecambahan 50 % (T_{50}), dan *First Count Germination (%)*.

Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis sidik ragam dan variabe yang berpengaruh dilanjutkan dengan uji lanjut Beda Nyata Jujur 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya Tumbuh Benih

Hasil penelitian menginformasikan bahwa konsentrasi air kelapa muda berpengaruh nyata terhadap daya tumbuh benih. Rata-rata persentase daya tumbuh benih tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-Rata Daya Tumbuh Benih Akibat Konsentrasi Air Kelapa Muda

Konsentrasi Air Kelapa Muda	Rata-rata Daya Tumbuh Benih (%)
0%	81,75 b
10%	82,50 b
20%	80,25 ab
30%	83,00 b
40%	73,00 ab
50%	70,00 ab
60%	66,00 a
Nilai BNJ 5%	15,34

Keterangan: Angka-Angka yang diikuti oleh Huruf yang Sama pada Kolom yang Sama Menunjukkan Berbeda Tidak Nyata pada Uji BNJ 5%

Tabel 1 menunjukkan bahwa persentase daya tumbuh benih tertinggi yaitu 83,00% pada konsentrasi air kelapa muda 30%, tetapi berbeda tidak nyata dengan konsentrasi air kelapa muda 0% (81,75%), 10% (82,50%), 20% (80,25%), 40% (73,00%), dan 50% (70,00%), namun berbeda nyata dengan konsentrasi 60% (66,00%). Nilai persentase daya tumbuh benih untuk semua perlakuan mengalami peningkatan bila dibandingkan dengan daya tumbuh benih sebelum diberi perlakuan yaitu 68%, kecuali konsentrasi air kelapa muda 60%. Konsentrasi 10 sampai 30% adalah konsentrasi yang terbaik dalam meningkatkan daya tumbuh benih kacang merah yang telah mengalami kemunduran. Perendaman benih dalam larutan yang mengandung hormon tumbuh dengan konsentrasi yang tepat akan memberikan respon yang baik terhadap proses perkecambahan. Salisbury dan C. W. Ross (1992) menyatakan bahwa hormon atau zat pengatur tumbuh akan bekerja efektif dalam konsentrasi yang rendah (dapat $< 1 \text{ mM}$). Oleh karena itu, konsentrasi rendah yang tepat untuk invigorasi benih kacang merah yang mengalami kemunduran adalah 10 - 30%.

Benih kacang merah yang tidak diaplikasikan air kelapa muda (0%) juga mampu meningkatkan daya tumbuh benih. Hal ini terjadi karena meskipun benih tidak diaplikasikan air kelapa muda, akan tetapi direndam air (aquades) yang menyebabkan sehingga proses imbibisi pada sel benih tetap terjadi sebagai akibat

hidrasi terkontrol oleh aquades. Penyerapan air merupakan proses yang pertama sekali terjadi pada perkecambahan benih, diikuti dengan pelunakan kulit benih, dan pengembangan benih. Penyerapan air ini dilakukan oleh kulit benih melalui peristiwa imbibisi dan osmosis serta prosesnya tidak memerlukan energi. Penyerapan air oleh embrio dan endosperma menyebabkan pembengkakkan dari kedua struktur, mendesak kulit benih yang sudah lunak sampai pecah dan memberikan ruang untuk keluarnya akar (Schmidt 2000). Beberapa faktor luar yang dapat menghambat perkecambahan antara lain, suplai air, suhu, oksigen, cahaya dan medium. Air berperan dalam melunakkan kulit biji, memfasilitasi masuknya O₂, dan alat trasnportasi makanan.

Pada konsentrasi di atas 30% terjadi penurunan daya tumbuh benih kacang merah, hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi tersebut terlalu tinggi untuk mendukung pertumbuhan kecambah, sehingga berdampak pada menurunnya daya tumbuh benih. Konsentrasi air kelapa muda 60% memberikan daya tumbuh terendah yaitu 66%.

Kecepatan Tumbuh Benih

Hasil penelitian menginformasikan bahwa konsentrasi air kelapa muda berpengaruh nyata terhadap kecepatan tumbuh benih. Rerata kecepatan tumbuh benih kacang merah Varietas Inerie ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-Rata Kecepatan Tumbuh Benih Kacang Merah Varietas Inerie Akibat Konsentrasi Air Kelapa Muda

Konsentrasi Air Kelapa Muda	Rata-rata Kecepatan Tumbuh Benih (%/Hari)
0%	21,22 ab
10%	21,38 ab
20%	20,99 ab
30%	22,02 b
40%	20,20 ab
50%	17,94 ab
60%	17,17 a
Nilai BNJ 5%	5,11

Keterangan: Angka-Angka yang diikuti oleh Huruf yang Sama pada Kolom yang Sama Menunjukkan Berbeda Tidak Nyata pada Uji BNJ 5%

Tabel 2 menunjukkan bahwa pemberian air kelapa muda 30% menghasilkan kecepatan tumbuh benih tertinggi yaitu 22,02%/hari yang berbeda tidak nyata dengan perlakuan konsentrasi air kelapa muda 0%, 10%, 20%, 40%, dan 50% tetapi berbeda nyata dengan konsentrasi air kelapa muda 60%.

Pemberian air kelapa muda sebagai *organic priming* mampu mempercepat benih untuk berkecambah, karena dalam air kelapa terkandung ZPT seperti sitokinin, giberelin dan auksin dapat memacu pembelahan sel dan merangsang pertumbuhan tanaman. Konsentrasi yang terbaik adalah 30% yang memberikan nilai kecepatan tumbuh benih tertinggi. Konsentrasi 30% adalah konsentrasi yang tepat dan terbaik dalam mempercepat benih berkecambah. Menurut Fatma (2009) bahwa, perendaman benih pada konsentrasi yang sesuai menyebabkan benih lebih cepat berkecambah. Semakin tinggi konsentrasi air kelapa muda di atas 30% semakin menurunkan kecepatan tumbuh benih, karena air kelapa muda mengandung hormon dimana hormon tersebut aktif bekerja pada jaringan target pada konsentrasi yang sangat rendah. Dari hasil penelitian ini konsentrasi rendah yang mampu mempercepat benih tumbuh adalah 30%, bahkan konsentrasi 10% juga merupakan konsentrasi yang lebih rendah yang efektif mempercepat tumbuh benih, karena berbeda tidak nyata dengan konsentrasi 30%.

Air kelapa muda mengandung unsur hara dan ZPT sehingga dapat menstimulasi perkecambahan dan pertumbuhan biji tanaman (Bey, dkk, 2006). Menurut Wattimena (1988), hormon auksin yang dikombinasikan dengan giberelin seperti yang terkandung dalam air kelapa dapat memacu pertumbuhan jaringan pembuluh dan mendorong pembelahan sel pada kambium pembuluh.

Perbedaan tekanan osmotik diluar sel juga mempengaruhi peningkatan viabilitas benih. Besarnya tekanan tersebut akan menentukan banyaknya air yang masuk ke dalam benih. Peningkatan konsentrasi zat-zat terlarut di luar benih dapat memperlambat kecepatan imbibisi benih (Gardner *dalam* Fauzi, 2003) sehingga mempengaruhi terhadap keserempakan dan kecepatan tumbuh benih kadaluarsa.

Perlakuan tanpa air kelapa muda (0%) juga mampu mempercepat benih berkecambah, hal ini disebabkan benih direndam dalam air (aquades) sehingga proses imbibisi sudah terjadi sebelum benih dikecambahkan.

Keserempakan Tumbuh Benih

Hasil penelitian menginformasikan bahwa konsentrasi air kelapa muda berpengaruh nyata terhadap keserempakan tumbuh benih. Rata-rata keserempakan tumbuh benih kacang merah tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-Rata Keserempakan Tumbuh Benih Kacang Merah Varietas Inerie Akibat Konsentrasi Air Kelapa Muda

Konsentrasi Air Kelapa Muda	Rata-rata Keserempakan Tumbuh Benih (%)
0%	77,25 ab
10%	81,00 b
20%	72,75 ab
30%	74,50 ab
40%	70,50 ab
50%	61,75 ab
60%	59,75 a
Nilai BNJ 5%	19,02

Keterangan: Angka-Angka yang diikuti oleh Huruf yang Sama pada Kolom yang Sama Menunjukkan Berbeda Tidak Nyata pada Uji BNJ 5%

Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan invigorasi menggunakan *organic priming* air kelapa muda konsentrasi 10% memberikan persentase keserempakan tumbuh benih tertinggi yaitu 81,00%, tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan 0% (77,25%), 20% (72,75%), 30% (74,50%), 40% (70,50%), dan 50% (61,75%), namun berbeda nyata dengan perlakuan 60% (59,75%). Menurut Sadjad (1994), kecambah yang tumbuh serempak menandakan kekuatan tumbuh lot benih itu tinggi.

Keserempakan tumbuh benih terendah pada perlakuan air kelapa muda 60% yaitu 59,75%. Hal ini disebabkan oleh konsentrasi air kelapa muda yang terlalu tinggi sehingga menekan keserempakan benih untuk tumbuh. Perbedaan tekanan osmotik di luar sel juga mempengaruhi keserempakan tumbuh benih. Besarnya tekanan tersebut akan menentukan banyaknya air yang masuk ke dalam benih. Peningkatan konsentrasi zat-zat terlarut di luar benih dapat memperlambat kecepatan imbibisi benih.

Potensi Tumbuh Maksimum

Hasil penelitian menginformasikan bahwa konsentrasi air kelapa muda berpengaruh nyata terhadap potensi tumbuh maksimum. Rerata potensi tumbuh maksimum benih kacang merah tertera pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-Rata Potensi Tumbuh Maksimum Kacang Merah Varietas Inerie Akibat Konsentrasi Air Kelapa Muda

Konsentrasi Air Kelapa Muda	Rata-rata Potensi Tumbuh Maksimum (%)
0%	84,25 b
10%	81,75 ab
20%	83,00 ab
30%	82,50 ab
40%	79,50 ab
50%	73,50 ab
60%	69,75 a
Nilai BNJ 5%	13,43

Keterangan: Angka-Angka yang diikuti oleh Huruf yang Sama pada Kolom yang Sama Menunjukkan Berbeda Tidak Nyata pada Uji BNJ 5%

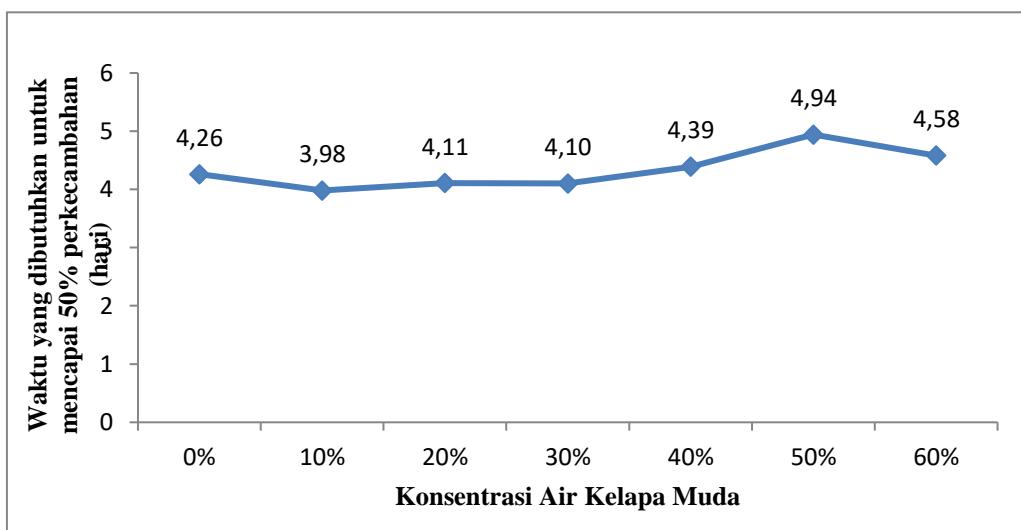
Tabel 4 menunjukkan bahwa air kelapa muda dengan konsentrasi 0% memberikan persentase potensi tumbuh maksimum benih tertinggi yaitu 84,25%, tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan 10% (81,75%), 20% (83,00%), 30% (82,50%), 40% (79,50%), dan 50% (73,50%), namun berbeda nyata dengan perlakuan 60% (69,75%).

Pada perlakuan konsentrasi yang tinggi tidak mampu mengimbibi air secara optimal karena kerusakan membran sel yang mengakibatkan penurunan viabilitas benih, sedangkan pada perlakuan konsentrasi yang rendah menyebabkan benih akan mengimbibi air secara berlebihan. Potensi tumbuh maksimum merupakan salah satu parameter viabilitas benih (Sutopo, 2010). Besarnya nilai PTM menunjukkan kondisi viabilitas benih yang tinggi (Justice dan Bass, 2002).

Benih yang dikecambahan semakin hari akan semakin bertumbuh. Sejauh mana benih bertumbuh akan memiliki batas tumbuh benih. Kemampuan tanaman untuk dapat tumbuh dan berkembang menjadi besar tergantung pada kondisi benih itu sendiri. Potensi tumbuh maksimum berarti benih yang dapat tumbuh baik yang normal maupun abnormal pada batas tertentu.

Waktu yang dibutuhkan untuk Mencapai 50% Perkecambahan (T50)

Hasil penelitian menginformasikan bahwa konsentrasi air kelapa muda berpengaruh tidak nyata terhadap T50. Rata-rata T50 benih kacang merah tertera pada Gambar 1.



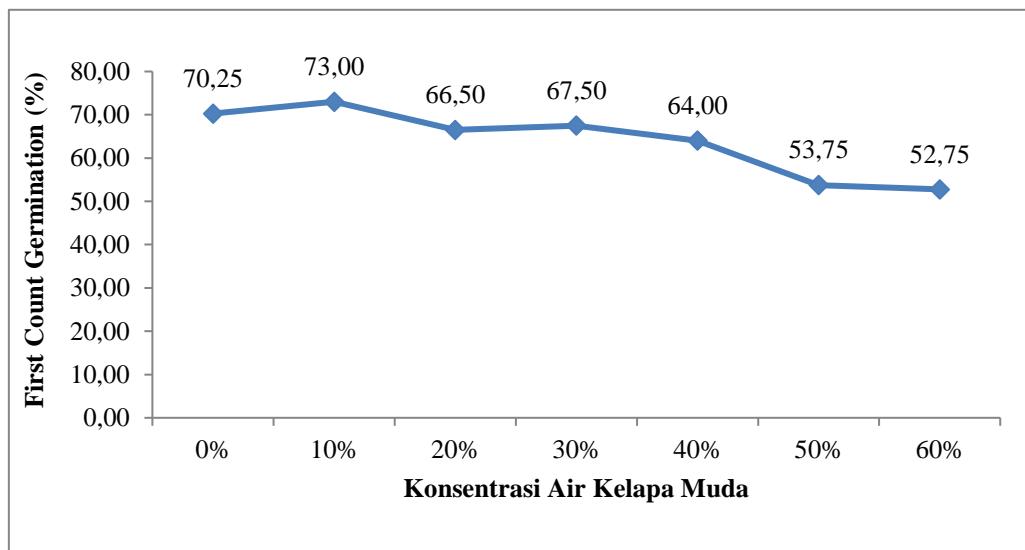
Gambar 1. Grafik Pengaruh Konsentrasi Air Kelapa Muda terhadap Waktu yang Dibutuhkan untuk Mencapai 50% Perkecambahan Bibit Kacang Merah Varietas Inerie

Gambar 1 menunjukkan bahwa konsentrasi air kelapa muda memberikan nilai waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% perkecambahan tercepat yaitu pada konsentrasi 10% (3,98 hari) dan yang lambat muncul perkecambahan pada konsentrasi 50% (4,94 hari). Berdasarkan hasil penelitian bahwa tanpa penggunaan air kelapa muda (0%) dan air kelapa muda 10% dapat meningkatkan potensi tumbuh, kecepatan tumbuh, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% perkecambahan dan *First Count Germination* bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini diyakini karena bahan ekstrak air kelapa muda 10% dan tanpa air kelapa muda benih mudah mengimbibisi, sehingga memacu perkecambahannya.

Penambahan bahan *organic priming* seperti 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 10% dapat meningkatkan nilai viabilitas benih cabai yang telah mengalami kemunduran (Kurniawan, 2001). Khan (1992) menambahkan priming dapat mempengaruhi beberapa proses dalam benih antara lain perbaikan metabolismik, memperbaiki kemunduran benih, mempercepat waktu perkecambahan, meningkatkan laju dan potensi perkecambahan. Murray dan Wilson, (1987) dan Saha, *et al* (1990) menyatakan bahwa *priming* dapat membuat kecambah tumbuh serempak dan waktu perkecambahan lebih cepat, meningkatkan daya berkecambah, panjang akar dan tajuk.

First Count Germination

Hasil penelitian menginformasikan bahwa konsentrasi air kelapa muda berpengaruh tidak nyata terhadap *first count germination*. Rata-rata *first count germination* benih kacang merah tertera pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Pengaruh Konsentrasi Air Kelapa Muda Terhadap *First Count Germination* Kacang Merah Varietas Inerie

Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai *first count germination* tertinggi terdapat pada konsentrasi 10% (73,00%) dan yang terendah terdapat pada konsentrasi 60% (52,75%). Hal ini disebabkan ZPT yang terkandung dalam air kelapa muda konsentrasi 10% seperti sitokinin, giberelin dan auksin merupakan konsentrasi yang baik untuk dapat memacu pembelahan sel dan merangsang pertumbuhan tanaman. Menurut Wattimena (1987), hormon auksin yang dikombinasikan dengan giberelin seperti yang terkandung dalam air kelapa dapat memacu pertumbuhan jaringan pembuluh dan mendorong pembelahan sel pada kambium pembuluh.

SIMPULAN

1. Konsentrasi air kelapa muda sebagai *organic priming* berpengaruh nyata terhadap viabilitas benih kacang merah yang telah mengalami kemunduran.
2. Konsentrasi air kelapa muda 30% sebagai *organic priming* mampu meningkatkan daya tumbuh benih (83,00%) dan kecepatan tumbuh benih (22,02%/hari) dan konsentrasi 10% yang mampu meningkatkan keserempakan tumbuh benih (81,00%) benih kacang merah.

DAFTAR PUSTAKA

- Bey, Y., W. Syafii dan Sutrisna. 2006. Pengaruh Pemberian Gibrelin (GA3) dan Air Kelapa Muda terhadap Perkecambahan benih Biji Anggrek Bulan secara *in vitro*. Jurnal Biogenesis.
- 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.
- Fatma. D. N. 2009. Zat Pengatur Tumbuh Asam Giberelin (GA3) dan Pengaruh terhadap Perkecambahan Benih Palem Raja (*Roystonea regia*). *Jurnal Penelitian Agrobisnis*. Universitas Baturaja, Malang.
- Gunawan, A. 2004. Invigorasi Benih Bengkuang Kadaluarsa (*Pachyrhizus erosus* L.) Kadaluarsa dengan Teknik *Hydropriming* Menggunakan Air Kelapa Muda dan Pengaturan Lama Inkubasi. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- Hosang, Evert Y, Meha Umbu R. Samapaty, Paulus Dhuja, I.G.B. Adwita Arsa. 2006. Pelepasan Kacang Merah Varietas inerie Sebagai Varietas Unggul di Badan Benih Nasional. Badan Bimas Ketahanan Pangan dan Penyuluhan Pertanian Kabupaten Ngada. Balai Pengkajian Pertanian NTT. Universitas Nusa Cendana.
- Justice, O. L., dan L. N. Bass. 2002. Prinsip dan Praktek Penyimpanan Benih. Edisi 1, cetakan 3. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. 446 hal.
- Khan, A. A. 1992. *The Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy and Germination*. North. Holland Publishing Company. Amsterdam. 447 hlm. Febs. Onlinelibrary. Wiley.com.
- 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.
- Lewar, Y. Hasan, M & Lehar, L. January 1, 2018. *Effect of biochal types and sprinkling water volume on seed protein and fat content of red bean under lowlands dry climates*, *Bioscience Research*, vol. 15, pp. 2848-2853. [https://www.isisn.org/BR15\(3\)2018/2848-2853-15\(3\)2018BR18-353.pdf](https://www.isisn.org/BR15(3)2018/2848-2853-15(3)2018BR18-353.pdf).
- Lewar, Y., Ali H, Jacqualine B, dan Stormy V. 2020. Pertumbuhan dan Hasil Kacang Merah Varietas Inerie di Dataran Rendah Akibat Pemberian Pupuk NPK dan Biostimulan Amazing Bio Growt. *Jurnal Penelitian Terapan* Vol. 20 (3): 237-246. <https://jurnal.polinela.ac.id/index.php/JPPT/article/view/1848>
- Miranda, C. D. 1999. Studi Inkorporasi Air Kelapa (*Cocoa nucifera*) dalam Proses Matricconditioning 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.
- Powell, A. A. 1998. *Seed Improvement by Selection and Invigoration*. *Scientia Agricola*.
- Sadjad, S. 1980. Panduan Mutu Benih Tanaman Kehutanan di Indonesia. IPB. Bogor.
- Sadjad, S. 1994. Dasar-Dasar Teknologi Benih. Capita Selecta. Departemen Agronomi. 214 hal.
- Saha, R., A. K. Mandal, R. N. Basu. 1990. *Physiology of seed invigoration treatment in soybean (Glycine max L.)* Seed Sci and Technol.
- Salisbury, F. B dan C. W. Ross. 1992. Plant Physiology 4th Edition. Terjemahan Lukman DR. Sumaryono. Fisiologi Tumbuhan. Jilid III. Perkembangan Tumbuhan dan Fisiologi Lingkungan. Bandung: Penerbit ITB Bandung. 343 hlm.
- Septiadi H, Nanda, dan Trisda K. 2019. Pengaruh Jenis Ekstrak dan Konsentrasi ZPT Organik dalam Peningkatan Viabilitas Benih Kedelai (*Glycine max L.*) Kadaluarsa. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah Volume 4, Nomor 2. www.jim.unsyiah.ac.id/JFP.
- Schmidt, L. 2002. Pedoman Penanganan Benih Tanaman Hutan Tropis dan Subtropis. Buku. Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Departemen Kehutanan, Jakarta. 530 h.
- Sutopo, L. 2010. Teknologi Benih. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Tatipata A, Prapto Y, Aziz P, dan Woerjono M. 2004. Kajian Aspek Fisiologis dan Biokimia Deteriorasi Benih Kedelai dalam Penyimpanan. Jurnal Ilmu Pertanian Vol.11.No.2:76-87. <https://journal.ugm.ac.id/jip/article/view/59954>
- Wattimena, G.A. 1988. Zat Pengatur Tumbuh Tanaman . Laboratorium Kultur Pusat Antar Universitas Bioteknologi IPB Bogor.
- Zulkarnain. 2008. Kultur Jaringan: Solusi Perbanyak Tanaman. Agromedia Pustaka. Jakarta.