

# Invigorasi Benih Terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Kacang Tanah (*Arachys Hypogaea*)

*Seed Invigoration Against Viability and Vigor of Peanut Seed (*Arachys Hypogaea*)*

Nia Romania Patriyawaty<sup>1</sup>, Herdina Pratiwi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Puslitbang Tanaman Pangan

<sup>2</sup>Balai Penelitian Aneka Kacang dan Umbi

---

## ARTICLE INFO

### Article history:

DOI:

[10.30595/pspfs.v4i.491](https://doi.org/10.30595/pspfs.v4i.491)

Submitted:

August 20, 2022

Accepted:

Oct 28, 2022

Published:

Nov 17, 2022

---

### Keywords:

*Archys Hypogaea*, Seed  
Invigoration, Viability, Vigor

---

## ABSTRACT

Seed treatment or so called as seed invigoration is one of effort to increase seed germination (viability) and avoid the attack of disease. This study aimed to examine the effect of peanut seeds treatment using water and Ca(OH)<sub>2</sub> solution on growth, viability, and vigor of peanut seeds, which were arranged in a Randomized Block Design consisting of five levels and three replications, namely, P0 (control), P1 (immersion in water temperature of 20-25°C), P2 (immersion with water temperature of 50°C), P3 (immersion with water temperature of 20-25°C + Ca(OH)<sub>2</sub>), and P4 (soaking with water 50°C + Ca(OH)<sub>2</sub>). The results showed that the seed soaking treatment significantly affected plant height, root length, germination and vigor index of peanut seeds. Soaking the seeds in water at a temperature of 20-25°C (P1) can give the highest of plant height, percentage of germination and vigor index of 84% and 75% higher, respectively, than without seed soaking treatment. However, the treatment of seed soaking by adding a solution of Ca(OH)<sub>2</sub> was able to produce the highest primary root length.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



---

### Corresponding Author:

Nia Rosmania Patriyawaty  
Puslitbang Tanaman Pangan

---

## 1. PENDAHULUAN

Kacang tanah merupakan komoditas potensial untuk dikembangkan setelah padi, jagung dan kedelai. Kebutuhan rata-rata kacang tanah di Indonesia setiap tahunnya mencapai sekitar 816 ribu ton, namun kebutuhan ini tidak diimbangi dengan ketersediaan produksi dalam negeri yang hanya sekitar 638 ribu ton (Kementerian Pertanian, 2016 a). Faktor pembatas rendahnya produksi kacang tanah dalam negeri adalah rendahnya penggunaan varietas unggul dan benih bermutu serta manajemen usaha tani kacang tanah yang kurang tepat (Paturahman dan Sumarno, 2014). Dengan demikian peningkatan produksi perlu dilakukan dimulai dengan penggunaan benih kacang tanah yang berkualitas tinggi.

Salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas pertumbuhan benih adalah dengan cara memberikan perlakuan pada benih sebelum ditanam atau biasa disebut invigorasi benih. Upaya ini juga dapat mencegah benih dari serangan penyakit. Invigorasi benih dapat memperbaiki fisiologis dan biokimia benih yang berhubungan dengan kecepatan, keserempakan berkecambah, perbaikan serta peningkatan kemampuan berkecambah benih (Ilyas et al., 2002; Gholami et al., 2008; Nezarat dan Gholami, 2009; Mia, et al., 2010). Nigam et al., (2018) menjelaskan bahwa tujuan invigorasi benih adalah untuk mematahkan masa dormansi benih, menyeleksi benih yang bernas agar dapat tumbuh dengan cepat, merangsang perakaran agar benih tumbuh seragam, dan sehat serta mencegah dari serangan hama dan penyakit pada fase awal pertumbuhan. Lebih lanjut

AL-Jobori dan AL-Hadithy (2014) menyatakan bahwa invigorasi benih dapat meningkatkan pertumbuhan, hasil dan komponen hasil kacang tanah. Selain itu invigorasi benih juga dapat meningkatkan vigor benih yang mana dampak positifnya dapat terlihat hingga fase vegetatif bahkan dapat meningkatkan hasil. Hasil penelitian Ur Rehman et al., (2010) menyatakan bahwa invogorasi dapat meningkatkan vigor benih padi dan hasil padi.

Invigorasi benih dapat dilakukan dengan cara berbagai cara diantaranya dengan perendaman dengan air, priming dengan berbagai larutan dan penggunaan matrikondisioning (Arief dan Koes, 2010). Perendaman dengan air merupakan cara yang paling mudah untuk diaplikasikan di tingkat petani (Nawaz et al., 2013). Perendaman dengan air panas diketahui efektif mempercepat perkecambahan benih beberapa benih tanaman. Perendaman dengan air panas dengan suhu awal 60-70°C meningkatkan daya berkecambah, panjang akar, tinggi tanaman, dan jumlah daun benih lamtoro (Ani, 2006). Perendaman dengan air panas juga meningkatkan persentase perkecambahan dan daya berkecambah benih sengon (Kaya dan Rehatta, 2013) dan benih trembesi (Lubis, Riniarti, Bintoro, 2014).

Invigorasi benih kacang tanah lebih sering ditujukan untuk pematihan dormansi dan pencegahan serangan penyakit. Metode yang sering digunakan adalah metode rekomendasi ISTA, yaitu dengan pengovenan selama 7 jam. Metode lainnya yang pernah dicobakan adalah dengan merendam dalam larutan KNO<sub>3</sub> 0,2% selama 48 jam dan memberikan efektivitas yang sama dengan rekomendasi ISTA (Nurussintani, Damanhuri, Purnamaningsih, 2013). Penelitian invigorasi kacang tanah dengan perendaman air panas belum banyak diketahui. El-Rehim, Backman, Rodriguez-Kabana, Crawford (1981) melaporkan bahwa perendaman benih kacang tanah dengan air panas dan larutan Ca(OH)<sub>2</sub> selama 20 menit meningkatkan persentase perkecambahan benih kacang tanah. Kalsium hidroksida Ca(OH)<sub>2</sub> merupakan sumber kalsium yang cepat larut. Kalsium dibutuhkan oleh tanaman pada awal masa pertumbuhan dan pembentukan biji (Silva dan Uchida, 2000). Kalsium juga dapat menekan serangan *Rhizoctonia* dan *Phyium* pada kacang tanah (Grichar, Besler, Melouk, 2004).

Penelitian tentang invigorasi benih atau *seed treatment* utamanya pada kacang tanah lebih banyak dilakukan hanya sebatas pada perkecambahan tidak sampai pada pertumbuhan hingga hasil polong atau biji. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh perendaman benih kacang tanah menggunakan air dan larutan Ca(OH)<sub>2</sub> terhadap pertumbuhan, viabilitas, dan vigor benih kacang tanah.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Balitkabi pada bulan Januari 2018. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok dengan lima perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan yang ditetapkan adalah tanpa perendaman (P0), perendaman dengan air suhu 20-25 °C (P1), perendaman dengan air suhu 50°C (P2), perendaman dengan air suhu 20-25 °C + Ca(OH)<sub>2</sub> (P3), dan perendaman dengan air suhu 50°C+Ca(OH)<sub>2</sub> (P4). Data hasil pengamatan dianalisis dengan uji Anova dilanjutkan dengan uji Tukey pada taraf 5% jika diketahui perlakuan yang berbeda nyata.

Alat yang digunakan adalah kettle listrik, nampan, penggaris, amplop, timbangan analitik, oven, alat tulis, kamera, sekop, dan tali raffia. Bahan yang digunakan yaitu Ca(OH)<sub>2</sub> 158 mg/L. dan benih kacang tanah varietas Kelinci. Media tanah berasal dari Kebun Percobaan Muneng Probolinggo dengan pH 6,7. Pada tahap persiapan, benih direndam selama 20 menit sesuai dengan perlakuan yang telah ditetapkan. Pada tahap penanaman, benih kacang tanah yang telah diberi perlakuan ditanam pada media pasir dalam bak tanam (Gambar 1) dengan jumlah pada masing-masing barisnya sebanyak 25 lubang tanam dan masing-masing lubang tanam terdapat 3 ulangan. Pupuk yang diberikan sesuai dengan rekomendasi.



Gambar 1. Bak perkecambahan yang berisi media pasir

Parameter yang diamati meliputi tinggi kecambah (cm), daya berkecambah harian (%), indeks vigor (%), jumlah daun pada kecambah, keserempakan tumbuh, panjang akar primer (cm), benih normal dan benih abnormal, dan bobot kering kecambah. Pengukuran tinggi kecambah dimulai pada hari pertama hingga hari ke-10 setelah tanam. Untuk pengukuran daya berkecambah harian (%), dilakukan pada sebanyak 100 butir benih

pada masing-masing perlakuan dengan 3 ulangan ditanam pada media pasir. Pengamatan ini dilakukan pada hari ke-1 hingga hari ke-10 setelah tanam. Penentuan daya berkecambah harian benih menggunakan persamaan 1.

$$DB (\%) = \frac{\text{Jumlah Benih Berkecambah}}{\text{Jumlah Benih yang disemai}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Indeks vigor (%) ditentukan berdasarkan jumlah kecambah normal pada hitungan pertama. Penentuan indeks vigor (%) dengan menggunakan persamaan 2.

$$IV (\%) = \frac{\text{Jumlah kecambah normal}}{\text{Jumlah Benih yang disemai}} \times 100 \% \dots\dots\dots (2)$$

Pengukuran jumlah daun pada kecambah dilakukan setelah hari ke-3 setelah tanam. Sedangkan untuk pengukuran keserempakan tumbuh metode yang digunakan adalah dengan menghitung kecambah normal kuat pada hari ke-6. Keserempakan tumbuh dihitung dengan menggunakan persamaan 3.

$$K_{ST} = \frac{\Sigma \text{kecambah normal kuat pada hari ke-6}}{\Sigma \text{benih yang disemai}} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Pengukuran panjang akar primer dilakukan pada kecambah yang telah dipanen pada hari ke-10 kemudian diukur panjang akar primernya dengan menggunakan penggaris. Pengukuran benih normal dan benih abnormal, dihitung setelah hari ke-10 (setelah kecambah dipanen). Untuk menghitung jumlah benih normal (BN) dan benih abnormal (Bab) menggunakan persamaan 4 dan 5 secara berturut-turut.

$$BN = \frac{\Sigma \text{benih normal}}{\Sigma \text{benih yang ditanam}} \times 100 \% \dots\dots\dots (4)$$

$$Bab = \frac{\Sigma \text{benih abnormal}}{\Sigma \text{benih yang ditanam}} \times 100 \% \dots\dots\dots (5)$$

Bobot kering kecambah dihitung setelah kecambah dimasukkan ke dalam oven pada suhu 70°C selama 2 hari. Setelah itu kecambah yang telah dioven ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik.

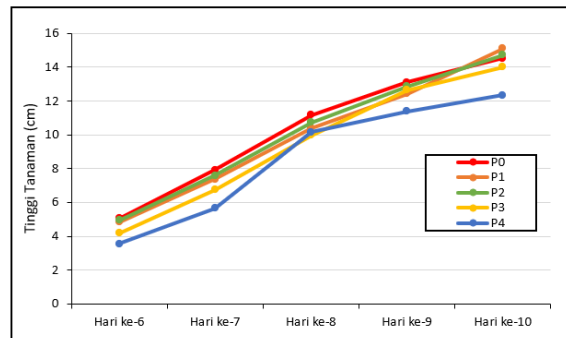
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pertumbuhan kecambah kacang tanah yang direndam dengan air Ca(OH)<sub>2</sub> pertumbuhannya tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dengan kacang tanah yang tidak direndam air Ca(OH)<sub>2</sub>. Dari hasil pengamatan ini, diketahui bahwa biji kacang tanah yang direndam dengan air Ca(OH)<sub>2</sub> dan yang tidak direndam air Ca(OH)<sub>2</sub> setiap harinya mengalami pertumbuhan dan perkembangan yang cukup baik.

Setelah 6 hari penanaman pertumbuhan benih kacang tanah terlihat benih yang ditanam telah tumbuh 100%, pada hari ke-10 tidak dilakukan penyulaman pada tanaman yang tidak tumbuh, hal ini dilakukan untuk melihat benih yang berkecambah. Kurang dari 5% benih tidak tumbuh diduga karena tanah yang kelembabannya tinggi menyebabkan benih tersebut busuk. Pengamatan baru dilakukan pada hari ke-6 setelah tanam.

#### Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman merupakan salah satu indikator pertumbuhan tanaman (Risva et al., 2014). Semakin tinggi kecambah/tunas pada tanaman mengindikasikan semakin tinggi pertumbuhan dan berpengaruh terhadap produksi tanaman. Rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman (TT) diukur setiap hari, pengukuran dimulai pada hari ke- 6 setelah tanam hingga tanaman memasuki hari kesepuluh setelah tanam. Pada hari ke-6 hingga ke-10 terlihat peningkatan pertumbuhan tanaman pada setiap perlakuan. Pada hari ke-6 hingga ke-9 perlakuan P0 menunjukkan tinggi tanaman (TT) yang lebih tinggi dibanding dengan perlakuan lainnya (Gambar 1). Namun, pada hari ke-10 P1 menghasilkan tinggi tanaman yang tinggi yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, kecuali perlakuan P4 yang menghasilkan tinggi tanaman terendah dibandingkan perlakuan lainnya (Gambar 1). Hal tersebut diduga karena respon terhadap Kalsium hidroksida maupun lingkungan tempat tumbuh relatif sama.

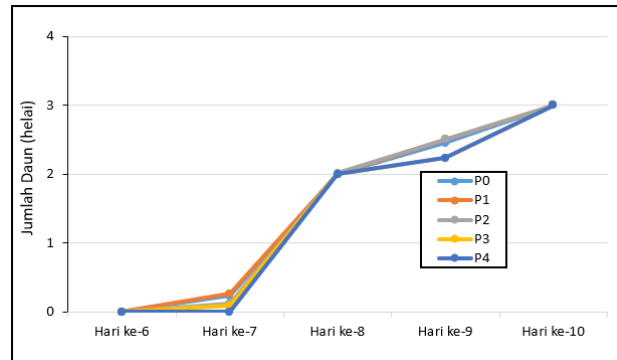


Gambar 2. Tinggi tanaman kacang tanah pada hari ke-6 hingga ke-10 setelah semai

### Jumlah Daun (helai)

Rata-rata jumlah daun (JD) dihitung setiap harinya, penghitungan dimulai pada hari ke-6 sampai hari ke-10. Rata-rata jumlah daun meningkat dari hari ke-6 hingga hari ke-10 pada semua perlakuan. Jumlah daun yang diamati secara periodik pada setiap harinya tidak terdapat perbedaan antara tanaman yang diberi Kalsium hidroksida dengan tanaman yang tidak diberi Kalsium hidroksida. Berdasarkan hasil rerata semua taraf perlakuan Kalsium hidroksida, pada dosis perlakuan P1 dan P2 diperoleh rerata jumlah daun terbanyak yaitu 0,4 diduga karena tanaman tersebut memiliki respon terhadap Kalsium hidroksida dan mampu beradaptasi dengan lingkungan tempat tumbuh. Panjang batang tanaman akan mempengaruhi jumlah ruas batang yang menjadi tempat keluarnya daun, sehingga jika tanaman mempunyai ukuran batang yang panjang maka jumlah daun tanaman itu juga lebih banyak yang akan berkaitan dengan proses asimilasi tanaman.

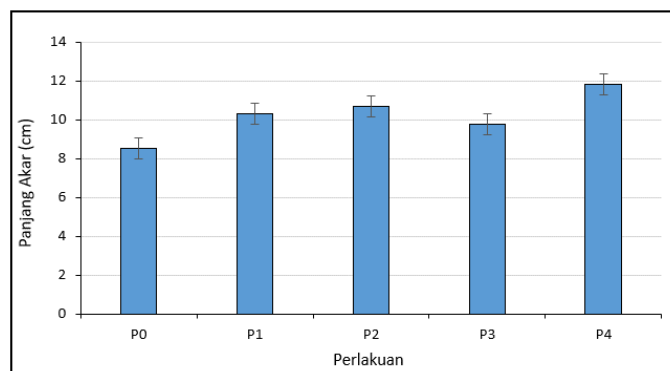
Jumlah daun dipengaruhi oleh genotipe dan lingkungan. Daun merupakan organ tanaman yang berfungsi untuk mensintesis makanan untuk kebutuhan tanaman maupun sebagai cadangan makanan. Daun memiliki klorofil yang berperan dalam melaksanakan fotosintesis. Semakin banyak jumlah daun pada suatu tanaman maka semakin banyak pula cahaya yang terserap oleh tanaman untuk proses fotosintesis, sehingga sangat berpengaruh dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Islami dan Utomo, 1995).



Gambar 3. Jumlah daun kacang tanah pada hari ke-6 hingga ke-10 hari setelah semai

### Panjang Akar

Panjang akar primer pada kecambah kacang tanah dipengaruhi oleh perendaman benih dengan air suhu tinggi dan larutan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (Table 1). Hasil pengamatan terhadap panjang akar primer menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu perendaman yang dikombinasikan dengan larutan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  semakin panjang akar yang diperoleh (Gambar 3). Akar kecambah terpanjang (11,8 cm) diperoleh pada perlakuan P4 berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap perlakuan lainnya. Hasil penelitian Hutasoit et al., (2017) menunjukkan bahwa perlakuan perendaman benih dengan suhu tinggi mempengaruhi panjang akar primer benih *Indigofera zollingeriana*. Panjang akar dapat memacu pertumbuhan awal tanaman dan meningkatkan kemampuan untuk menyerap air beserta unsur-unsur hara yang terlarut di dalamnya (Hidayanto et al., 2003; Nio dan Patricia, 2013) dengan terbentuknya akar lebih awal maka pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik.



Gambar 4. Panjang akar primer kecambah kacang tanah pada perlakuan perendaman benih yang berbeda

### Bobot Kering Kecambah

Hasil pengamatan menyatakan bahwa bobot kering kecambah baik normal maupun abnormal tidak berbeda nyata pada setiap perlakuan perendaman benih kacang tanah yang berbeda (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil analisis varian pada beberapa peubah

Peubah	Kuadrat Tengah		Koefisien Keragaman (%)
	Perlakuan	Ulangan	
Panjang Akar (cm)	4.353 *	2.909 *	14.0
Berat Kering Kecambah Normal (g)	38.22 tn	64.55 tn	20.9
Berat Kering Kecambah Abnormal (g)	7.601 tn	27.815 *	94.4
Daya Berkecambah (%)	112.45 *	60.59 tn	9.5
Indeks Vigor	556.10 *	144.80 tn	22.0
Keserempakan Tumbuh (%)	147.51 tn	1021.90 *	22.6

Keterangan: \* = berbeda nyata pada taraf 5%  
tn = tidak berbeda nyata

### Daya Berkecambah

Hasil pengamatan terhadap daya berkecambah benih kacang tanah menunjukkan bahwa persentase daya berkecambah pada perlakuan perendaman memperoleh hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) (Tabel 1). Perlakuan P1 menghasilkan daya berkecambah tertinggi (83,6%) (Gambar 4). Tingginya persentase daya tumbuh pada perlakuan P1 kemungkinan besar disebabkan karena perendaman air dapat melunakkan lapisan luar benih kacang tanah sehingga embrio benih dapat dengan mudah menembus lapisan benih dan keluar menjadi kecambah.

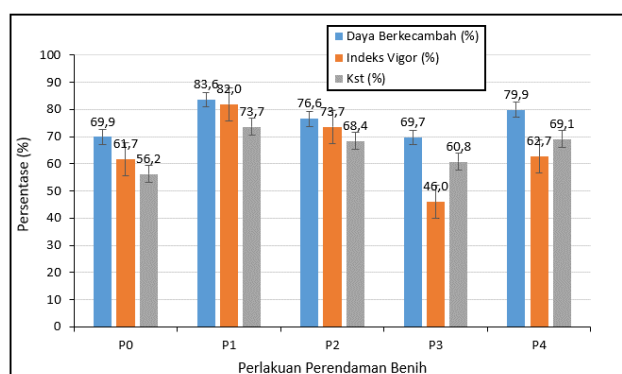
Berdasarkan hasil pengamatan persentase daya berkecambah benih kacang tanah tergolong rendah. Menurut Kepmentan No 1316 tahun 2016 (Kementan, 2016 b) daya berkecambah minimal untuk benih bina kacang tanah adalah 80%. Hal ini sejalan dengan Kartasapoetra (2003) yang menyatakan bahwa benih yang berkualitas tinggi memiliki viabilitas lebih dari 90% sehingga tanaman mampu tumbuh secara normal pada kondisi yang sub optimum dan dapat berproduksi secara maksimal. Lebih lanjut Trinanisngsih dan Soeparman (2015); Hutasoit, et al., (2017) menjelaskan bahwa perlakuan perendaman benih dapat meningkatkan persentase daya berkecambah benih.

### Indeks Vigor Benih (%)

Pengukuran indeks vigor dilakukan untuk mengetahui vigor benih kacang tanah dengan cara membandingkan antara jumlah kecambah normal pada hitungan pertama dengan jumlah seluruh enih yang ditanam. Hasil pengamatan terhadap indeks vigor benih kacang tanah menunjukkan bahwa persentase indeks vigor pada perlakuan perendaman memperoleh hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) (Tabel 1). Perlakuan P1 menghasilkan indeks vigor tertinggi (83,6%) dibandingkan perlakuan lainnya (Gambar 4). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Utami et al., (2013); Suahyono et al., (2013) menjelaskan bahwa perlakuan *priming* mampu meningkatkan indeks vigor benih kacang panjang dan kedelai hitam secara berturut-turut.

### Keserempakan Tumbuh (%)

Vigor benih yang baik dapat diindikasikan dengan kemampuan benih untuk tumbuh dengan cepat dan seragam. Pengukuran keserempakan tumbuh benih ditunjukkan dengan nilai peubah parameter vigor benih yang menggambarkan potensi benih untuk cepat tumbuh, muncul seragam, dan pengembangan bibitnya normal dalam berbagai kondisi lapangan (Lesilolo et al., 2013). Kondisi tumbuh yang heterogen dapat menyebabkan benih menjadi tidak mampu untuk tumbuh seragam. Nilai keserempakan tumbuh berkisar antara 40–70%. Apabila nilai keserempakan tumbuh lebih besar dari 70% maka hal ini mengindikasikan vigor kekuatan tumbuh sangat tinggi, dan jika keserempakan kurang dari 40% maka hal ini mengindikasikan kelompok benih yang kurang vigor (Sadjad, 1993). Keserempakan tumbuh benih yang tinggi mengindikasikan vigor kekuatan tumbuh absolut yang tinggi karena suatu kelompok benih menunjukkan pertumbuhan serempak dan kuat akan memiliki kekuatan tumbuh yang tinggi (Sadjad, 1993). Hasil penelitian menunjukkan bahwa benih kacang tanah memiliki nilai keserempakan tumbuh yang tinggi (Gambar 4). Nilai keserempakan tumbuh benih berkisar antara 56,2% - 73,7% (Gambar 4). Namun, dalam hal perlakuan benih dengan menggunakan air dan larutan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  tidak berpengaruh terhadap viabilitas dan vigor benih kacang tanah (Tabel 1).



Gambar 5. Daya berkecambah; indeks vigor; dan keserempakan tumbuh benih kacang tanah pada perlakuan perendaman benih yang berbeda

## 4. KESIMPULAN

Perlakuan perendaman benih secara signifikan berpengaruh terhadap tinggi tanaman, panjang akar, daya berkecambah dan indeks vigor benih kacang tanah. Perendaman benih dalam air dengan suhu 20-25°C (P1) dapat memberikan hasil tinggi tanaman tertinggi, persentase daya berkecambah dan indeks vigor 84% dan 75% lebih tinggi secara berturut-turut dibanding tanpa perlakuan perendaman benih. Namun perlakuan perendaman benih dengan menambahkan larutan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  mampu menghasilkan panjang akar primer tertinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- AL-Jobori, K.M.M, and AL-Hadithy, S.A. 2014. Effect of Seed Soaking Period in Varying Levels of Fertilizers on Growth, Yield and Yield Components of Peanut. *Journal of Agricultural and Crop Research*. Vol. 2(27), pp. 134-142.
- Ani, N. 2006. Pengaruh Perendaman Benih dalam Air Panas terhadap Daya Kecambah dan Pertumbuhan Bibit Lamtoro (*Leucaena leucocephala*). *Jurnal Penelitian Bidang Ilmu Pertanian* 4(1), 24-28.
- Arief, R. dan Koes, F. 2010. *Invigorasi Benih*. Prosiding Pekan Serealia Nasional 2010. Hal 473-477.
- BPS. 2019. *Produksi kacang tanah menurut provinsi tahun 1993-2015*. Diunduh tanggal 12 Agustus 2018. <https://www.bps.go.id>
- El-Rehim, M. A. Abd, Backman, P. A., Rodriguez-Kabana, R. and Crawford, M. A. 1981. Peanut Seed Treatment with Hot Calcium Hydroxide Solutions. *Peanut Science* 1981(8), 36-39.
- Gholami A, Biari A, Nezarat S. 2008. Effect Of Seed Priming With Growth Promoting Rhizobacteria At Different Rhizosphere Condition On Growth Parameter Of Maize. *International Meeting On Soil Fertility Land Management and Agroclimatology*. Turkey p.851-856.
- Grichar, J., Besler, B. A. and Melouk, H. A. 2004. Peanut (*Arachis hypogaea*) Response to Agricultural and Power Plant By-Product Calcium. *Peanut Science* 31(2), 95-101.

- Hidayanto, M., Siti, N., dan Yossita, F. 2003. Pengaruh Panjang Stek Akar dan Konsentrasi Natriumnitrofenol terhadap Pertumbuhan Stek Akar Sukun. *Jurnal Pengkajian Pengembangan Teknologi Pertanian*. Vol(6):154-160.
- Hutasoit, R., Riyadi, dan Ginting, S.P. 2017. Pengaruh Suhu Perendaman terhadap Pertumbuhan Kecambah Benih *Indigofera zollingeriana*. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. Hal: 531 – 538.
- Ilyas S, Sutariati GAK, Suwarno FC, Sudarsono. 2002. Matriconditioning improved quality and protein level of medium vigor hot pepper seed. *Seed Technol*. 24:65-75.
- Islami, T., dan Utomo, W.H. 1995. Hubungan Tanah, Air dan Tanaman. IKIP Semarang Press, Semarang.
- Kartasapoetra, A.G. 2003. Teknologi benih - Pengolahan benih. Jakarta (Indonesia): Rineka Cipta.
- Kaya, M. E. dan Rehatta, H. 2013. Pengaruh Perlakuan Pencelupan Dan Perendaman Terhadap Perkecambahan Benih Sengon (*Paraserianthes falcataria* L.). *Agrologia* 2(1), 10-16.
- Kementerian Pertanian (Kementan) a. 2016. Petunjuk Teknis Pengelolaan Produksi Kacang Tanah dan Kacang Hijau. Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. Jakarta.
- Kementerian Pertanian (Kementan) b. 2016. Pedoman Teknis Sertifikasi Benih Bina Tanaman Pangan. Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. Jakarta.
- Lesilolo, M.K., Riry, J., dan Matatula, E.A. 2013. Pengujian Viabilitas dan Vigor Benih Beberapa Jenis Tanaman yang Beredar di Pasaran Kota Ambon. *Agrologia*. 2(1): 1–9. <https://doi.org/10.30598/a.v2i1.272>.
- Lubis, Y. A., Riniarti, M., dan Bintoro. A. 2014. Pengaruh Lama Waktu Perendaman Dengan Air Terhadap Daya Berkecambah Trembesi (*Samanea saman*). *Jurnal Sylva Lestari* 2(2), 25-32.
- Mia, M.A.B., Shamsuddin, Z.H., Wahab, Z., and Marziah, M. 2010. Effect of plant growth promoting rhizobacterial (PGPR) inoculation on growth and nitrogen incorporation of tissue-cultured Musaplantlets under nitrogen-free hydroponics condition. *Australian Journal of Crop Science*, 4(2): 85-90.
- Nawaz, J., Hussain, M., Jabbar, A., Nadeem, G. A., Sajid, M., Subtain, M. and Shabbir, I. 2013. Seed Priming A Technique. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 6(20), 1373-1381.
- Nezarat, S., and Gholami, A. 2009. Screening plant growth promoting rhizobacteria for improving seed germination, seedling growth and yield of maize. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 12(1): 26- 32.
- Nigam, S. N., Jordan, D. L., and Janila, P. 2018. Improving cultivation of groundnuts. In Sivasankar, S. et al. (ed.), *Achieving sustainable cultivation of grain legumes Volume 2: Improving cultivation of particular grain legumes* (p. 1-25). Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge, UK.
- Nio, S.A., Patricia, T. 2013. Karakter Morfologi Akar sebagai Indikator Kekurangan Air pada Tanaman. *J Bioslogos*. Vol(3):32-39.
- Nurussintani, W., Damanhuri, Purnamaningsih, S. L. 2013. Perlakuan Pematahan Dormansi Terhadap Daya Tumbuh Benih 3 Varietas Kacang Tanah (*Arachis Hypogaea*). *Jurnal Produksi Tanaman* 1(1), 86-93.
- Paturohman, E dan Sumarno. 2014. *Peningkatan Produktivitas Kacang Tanah Melalui Penerapan Komponen Teknologi Kunci*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Sadjad S. 1993. Dari Benih Kepada Benih. Jakarta (ID): PT Grasindo.
- Sucahyono, D., Sari, M., Surahman, M., dan Ilyas, S. 2013. Pengaruh Perlakuan Invigorasi pada Benih Kedelai Hitam (*Glycine soja*) terhadap Vigor Benih, Pertumbuhan Tanaman, dan Hasil. *J. Argon Indonesia*. Vol 41(2): 126 – 132.
- Trisnaningsih, U.T., dan Soeparman, A.H. 2015. Pengaruh Perendaman Benih dalam Berbagai Suhu Air terhadap Vigor dan Viabilitas Benih Lamptoro Gung (*Leucaena leucocephala*. L). *Jurnal Agrijati*. Vol 29 (3).
- Uchida, R. 2000. Essential nutrients for plant growth: Nutrient functions and deficiency symptoms. In. Silva, J. A. and Uchida, R. (eds). *Plant Nutrient Management in Hawaii's Soils, Approaches for Tropical and Subtropical Agriculture College of Tropical Agriculture and Human Resources*. University of Hawaii at Manoa.

- 
- Ur Rehman, H., Basra, S.M.A., and Farooq, M. 2011. Field Appraisal of Seed Priming to Improve the Growth, Yield, and Quality of Direct Seeded Rice. *Turk J Agric For.* Vol. 35, pp. 357-365.
- Utami, E.P., Sari, M., dan Widajati, E. 2013. Perlakuan Priming Benih untuk Mempertahankan Vigor Benih Kacang Panjang (*Vigna unguiculata*) selama Penyimpanan. *Bul. Agrohorti.* Vol 4: 75 – 82.