

Research Article

Uji Tetrazolium dan Daya Berkecambah Benih Kedelai (*Glycine Max L.*) Varietas Anjasmoro dan Biosoy 2

Ayu Oshin Yap Sinaga^{1*}, Mimi Lindayanti², Putri Gita Lestari¹, David Septian Sumanto Marpaung³

¹Program Studi Biologi, Jurusan Sains, Institut Teknologi Sumatera, Indonesia

²Laboratorium Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Lampung, Indonesia

³Program Studi Teknik Biosistem, Jurusan Teknologi Produksi dan Industri, Institut Teknologi Sumatera, Indonesia

*Korespondensi: oshin.yap@bi.itera.ac.id

ABSTRACT

The decline of soybean productivity is caused by quality of seed. Early detection of seed soybean quality is important before field cultivation. Germination and tetrazolium test could be use to know the quality of soybean seed. The aim of this research was to evaluate the germination rate of soybean seed Anjasmoro and Biosoy 2 variety through germination and tetrazolium test. The result show that the viability of soybean seed Anjasmoro variety was 92.75% and Biosoy 2 variety was 82% through tetrazolium test. The germination test show that the Anjasmoro variety resulted 80.75% normal seed, 12.25% abnormal seed, and 7% dead seed. Meanwhile, the Biosoy 2 germination test resulted 41.25% normal seed, 40.75 abnormal seed, and 7.72% dead seed. Based on the result, the viability and germination rate of Anjasmoro variety is higher than Biosoy 2 variety. Further investigation on time storage of soybean seed will be helped to recomend the best time storage of soybean Anjasmoro and Biosoy 2 variety.

Keywords: Tetrazolium, Seed, Soybean, Anjasmoro, Biosoy 2

ABSTRAK

Penurunan hasil produksi kedelai dapat disebabkan karena adanya faktor internal yaitu mutu benih, untuk itu perlu dilakukan pengujian mutu benih sebelum benih kedelai ditanam di lapangan. Pengujian daya kecambah dan tetrazolium dapat dilakukan untuk mengetahui mutu benih kedelai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya berkecambah dan viabilitas benih kedelai varietas anjasmoro dan biosoy 2 serta mengetahui korelasi antara uji tetrazolium (uji TZ) dengan uji daya berkecambah benih kedelai (*Glycine max L.*) varietas anjasmoro dan biosoy 2. Pengujian vigor benih yang dilakukan menggunakan 2 metode yaitu pengujian vigor dengan uji daya berkecambah dan pengujian vigor dengan uji TZ. Hasil uji TZ yang diperoleh menunjukkan bahwa benih kedelai varietas anjasmoro dan biosoy 2 merupakan benih yang viabel. Benih varietas anjasmoro memiliki persentase benih viabel sebesar 92.75% dan benih biosoy 2 82%. Pengujian daya berkecambah benih kedelai varietas Anjasmoro, ditemukan kecambah normal 80.75%, kecambah abnormal 12.25%, dan benih mati 7%. Sementara benih kedelai varietas Biosoy 2 ditemukan kecambah normal 41.25%, kecambah abnormal 40.75%, dan benih mati 7.72%. Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa benih kedelai varietas anjasmoro memiliki viabilitas dan daya berkecambah yang lebih tinggi dibandingkan dengan benih kedelai varietas biosoy 2. Penelitian lebih lanjut tentang pengaruh waktu simpan terhadap mutu benih, akan sangat membantu dalam memahami waktu yang tepat untuk penyimpanan kedelai varietas Anjasmoro dan Biosoy 2.

Kata Kunci: Tetrazolium, Benih, Kedelai, Anjasmoro, Biosoy 2

ARTICLE HISTORY

Received: 14.10.2021

Accepted: 18.11.2021

Published: 22.11.2021

ARTICLE LICENCE

Copyright © 2021 The Author(s): This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0)

1. Latar Belakang

Kedelai merupakan salah satu jenis tanaman pangan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat di Indonesia. Kandungan gizi yang tinggi pada kedelai dan banyaknya produk turunan, menjadikan tanaman ini banyak diminati oleh

masyarakat. Kedelai memiliki kandungan protein yang tinggi, lemak jenuh yang rendah serta sumber pangan serat yang baik. Didalam kedelai terkandung sekitar 37,10-41,79 % protein, 14,76-21,14 % lemak, 35,43-38,82 % karbohidrat, dan 5,27-6,33 % abu (Cahyani et al., 2020). Selain itu, masyarakat memanfaatkan kedelai untuk dikonsumsi dengan mengolahnya menjadi pangan seperti tempe, tahu, susu, kecap dan lainnya (Nurrahman, 2015). Berdasarkan hal tersebut, kedelai merupakan salah satu komoditas yang perlu mendapatkan perhatian lebih dari pembuat kebijakan, sehingga ketersediaannya di pasar dapat tetap terjaga.

Di Lampung, kedelai merupakan salah satu komoditas hasil pertanian yang diminati, karena banyaknya produk turunan yang dapat dihasilkan. Namun, banyaknya minat warga terhadap komoditas kedelai, tidak diikuti dengan stabilitas produksinya. Berdasarkan data kinerja tanaman pangan Dinas Tanaman Pangan, Ketahanan Pangan, dan Hortikultura Provinsi Lampung terjadi penurunan secara signifikan terhadap hasil produksi tanaman kedelai. Pada tahun 2018 hasil produksi tanaman kedelai mencapai 70.012 ton dan turun menjadi 12.318 ton pada tahun 2019 (Dinastph, 2020). Hal tersebut perlu menjadi perhatian untuk tetap menjaga stabilitas ketersediaannya di Lampung.

Salah satu faktor penting yang dapat menentukan hasil produksi tanaman kedelai adalah mutu benih. Pengujian terhadap mutu benih kedelai sebelum benih tersebut ditanam sangat perlu dilakukan untuk menghindari ditemukannya fenotipe tanaman yang tidak sesuai diharapkan. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui mutu benih tanaman yaitu pengujian standar mutu benih dan pengujian khusus mutu benih. Pengujian standar mutu benih tanaman terdiri dari pengujian kadar air, pengujian daya berkecambah dan analisis kemurnian fisik benih. Salah satu pengujian yang dilakukan dalam pengujian khusus mutu benih tanaman adalah pengujian terhadap vigor benih tanaman (ISTA, 2014). Kemampuan benih untuk dapat tumbuh pada kondisi yang kurang optimum disebut dengan vigor. Besarnya vigor suatu benih menentukan kemampuan benih tersebut untuk dapat tumbuh dalam berbagai kondisi lingkungan, sehingga pengujian vigor benih penting dilakukan sebagai informasi mutu benih (Wulandari et al., 2015). Pengujian vigor benih dapat dilakukan dengan uji tetrazolium (TZ). Pengujian vigor dengan uji TZ dilakukan karena pengujian ini tidak membutuhkan waktu yang lama dan tidak dipengaruhi oleh faktor lingkungan (Franca-Neto dan Krzyzanowski, 2019). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mutu benih kedelai Varietas Anjasmoro dan Biosoy 2 dengan pengujian TZ dan pengujian daya berkecambah.

2. Metode

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium di UPTD Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih (BPSB) di Dinas Ketahanan Pangan, Tanaman Pangan, dan Hortikultura Provinsi Lampung pada tanggal 07 Juli - 31 Agustus 2021.

2.2. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian, yaitu gelas beaker, gelas ukur, pinset, aluminum foil, plastik, inkubator, oven, timbangan analitik, kertas lakmus, pH meter, *scalpel*, kertas CD, batang pengaduk, germinator, kamera, dan alat tulis. Bahan yang digunakan yaitu benih kedelai varietas anjasmoro, benih kedelai varietas biosoy 2, 2,3,5- trifenil tetrazolium klorida, aquades, Na_2HPO_4 , dan KH_2PO_4 . Aquades digunakan sebagai pelarut dalam pembuatan larutan buffer.

2.3. Uji Tetrazolium

Ketentuan *International Seed Testing Association* (ISTA) dan Kepmentan Nomor: 993/HK.150/C/05/2018 yang di terapkan di Laboratorium UPTD BPSB Provinsi Lampung digunakan sebagai prosedur pengujian TZ. Benih yang digunakan adalah benih murni sebanyak 400 butir yang terbagi dalam 4 ulangan masing-masing 100 butir. Dilakukan imbibisi benih kedelai terlebih dahulu dengan merendam benih tersebut ke dalam wadah berisi air selama 18 jam dan dilakukan pengupasan kulit benih setelahnya. Sebanyak 4.537 gram KH_2PO_4 di dalam 500 ml akuades (larutan 1). Lalu, 4.736 gram $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dilarutkan dalam 500 ml akuades (larutan 2). Larutan 1 dan 2 dalam perbandingan 2:3, selanjutnya dicampurkan. Untuk membuat larutan tetrazolium 1%, dilakukan dengan cara melarutkan 1 gram garam 2,3,5-triphenyl tetrazolium pada 100 mL campuran larutan 1 dan 2. Benih kedelai yang telah dilembabkan, kemudian direndam dalam larutan tetrazolium selama 18 jam pada suhu 40°C , dalam kondisi gelap dengan ditutup menggunakan aluminium foil. Benih yang telah direndam pada larutan tetrazolium, kemudian dilakukan evaluasi pola pewarnaan tetrazolium pada bagian-bagian benih meliputi bagian embrio dan kedua kotiledon benih kedelai. Kotiledon benih kedelai dibuka dan dilakukan pengamatan baik bagian permukaan luar maupun bagian sisi dalam kotiledon. Perhitungan persentase benih kedelai viabel (benih hidup) dan benih non viabel (benih mati) menggunakan persamaan 1 dan 2, sebagai berikut:

$$\text{Benih Viabel (\%)} = \frac{\sum \text{Jumlah benih viabel (biji)}}{\sum \text{Jumlah benih uji (biji)}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Benih NonViabel (\%)} = \frac{\sum \text{Jumlah benih nonviabel (biji)}}{\sum \text{Jumlah benih uji (biji)}} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

Benih viabel : Benih kedelai terwarnai sempurna benih dengan sedikit kerusakan

Benih non viabel : Benih kedelai tidak terwarnai seluruhnya dan benih dengan kerusakan berat

2.4. Pengujian Daya Berkecambah

Prosedur pengujian daya berkecambah mengacu pada ketentuan International Seed Testing Association (ISTA) dan Kepmentan Nomor: 993/HK.150/C/05/2018 yang di terapkan di Laboratorium UPTD BPSB provinsi Lampung. Sebanyak 100 benih kacang tanah ditabur diatas kertas CD. Jumlah kertas yang dibutuhkan untuk menabur benih kedelai adalah sebanyak 3 lembar. Kertas direndam air hingga basah seluruhnya, kemudian ditiriskan sehingga kertas menjadi lembab. Benih kacang tanah ditabur pada setengah bagian kertas dan setengah bagian lain digunakan untuk menutupi benih. Setelah itu, kertas digulung kemudian dimasukkan kedalam kantong plastik dengan posisi berdiri (Metode Uji Antar Kertas Digulung / AKG). Benih yang telah ditabur diinkubasi selama 10 hari. Pada hari ke 5 dan ke 10 dilakukan pengamatan terhadap benih normal, abnormal dan mati. Pengujian daya berkecambah dilakukan dengan 4 kali ulangan. Data hasil yang telah teramati dihitung menggunakan rumus persentase daya berkecambah yaitu:

$$\text{Daya Berkecambah (\%)} = \frac{\sum \text{Benih normal berkecambah (biji)}}{\sum \text{Total benih yang dikecambahkan (biji)}} \times 100\% \quad (3)$$

3. Hasil dan Pembahasan

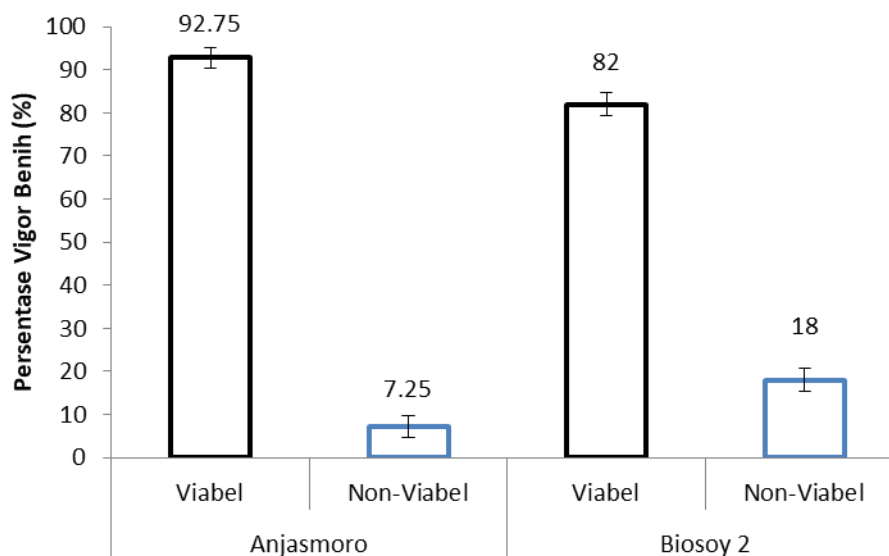
3.1. Vigor benih Benih Varietas Anjasmoro dan Biosoy 2 Menggunakan Uji TZ

Benih varietas anjasmoro memiliki persentase benih viabel sebesar 92.75% dan benih varietas biosoy 2 sebesar 82% (Gambar 2). Benih viabel merupakan benih yang memiliki jaringan hidup sehingga benih tersebut mampu berkecambah (Subantoro dan Prabowo, 2013). Pada pengujian tetrazolium, benih viabel ditunjukkan dengan terjadinya perubahan warna pada seluruh dan atau sebagian besar benih menjadi warna merah (Gambar 1a). Sementara benih non viabel terlihat sedikit bagian permukaan yang terwarnai (Gambar 1b). ISTA (2014), menyebutkan bahwa benih yang viabel akan mengalami perubahan warna menjadi merah pada seluruh atau sebagian besar permukaan benih akibat terbentuknya endapan trifenil formazan. Afifah et al (2020), menyatakan bahwa pengujian tetrazolium dapat dijadikan sebagai parameter dalam pengujian vigor benih. Benih viabel pada pengujian tetrazolium dapat mengestimasi pertumbuhan yang baik sehingga pengujian ini dapat dilakukan sebagai tolok ukur untuk menduga keberhasilan daya berkecambah benih (Dina et al., 2007). Benih abnormal pada pengujian tetrazolium diduga adalah benih yang memiliki pola pewarnaan tidak sempurna, yaitu benih yang memiliki luasan benih yang tidak terwarnai dengan garam tetrazolium lebih dari setengah luasan benih. Benih yang memiliki kriteria abnormal memiliki area yang terwarnai < 50%, area yang terwarnai berwarna merah muda, merah tua, merah muda pucat dan terdapat lendir pada benih (Afifah et al., 2020).



Gambar 1. Hasil uji TZ benih kedelai Varietas Anjasmoro (kiri) dan Biosoy 2 (kanan). a. Benih viabel; b. Benih non viabel

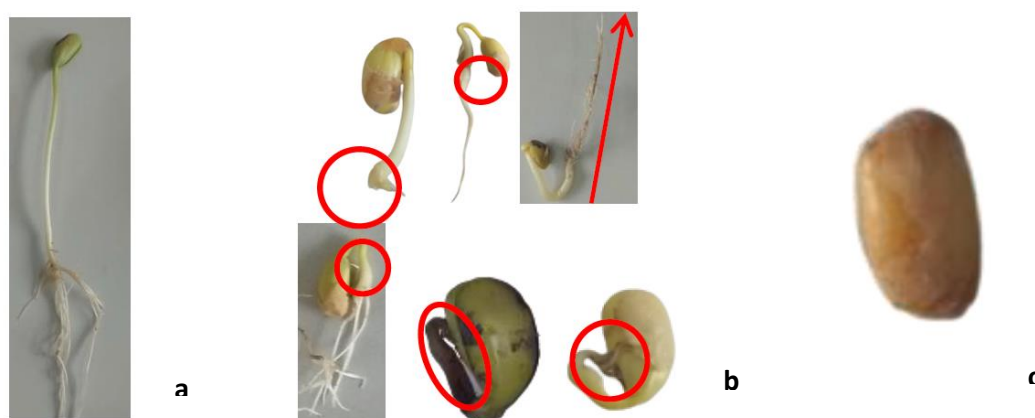
Persentase benih viabel pada benih varietas Biosoy 2 lebih kecil dibandingkan dengan varietas Anjasmoro. Hasil yang teramati menunjukkan bahwa benih varietas Biosoy 2 lebih banyak yang tidak mengalami perubahan warna secara sempurna dibandingkan dengan benih varietas anjasmoro. Benih tersebut merupakan benih non-viabel yang permukaan benihnya hanya terwarnai <1/2 bagian saja (Gambar 1b.). Menurut (Pramana et al., 2019) benih non-viabel merupakan benih yang sebagian besar permukaannya tidak terwarnai dengan garam tetrazolium. Bagian titik tumbuh yang tidak mengalami perubahan warna menjadi merah juga menunjukkan bahwa benih tersebut non-viabel. Benih non-viabel dikategorikan sebagai benih yang mati atau benih yang telah membusuk. Pengujian vigor dengan garam tetrazolium didasarkan karena adanya ikatan antara garam tetrazolium dengan ion hidrogen yang dihasilkan oleh enzim dehidrogenase. Garam tetrazolium akan teroksidasi dan membentuk endapan trifenil formazan berwarna merah (Subantoro dan Prabowo, 2013). Apabila jaringan atau sel pada benih mati maka aktivitas dari enzim dehidrogenase akan menurun dan menyebabkan tidak adanya ion hidrogen yang berikatan dengan garam tetrazolium. Garam tetrazolium yang tidak berikatan dengan ion hidrogen akan tereduksi dan tidak membentuk endapan trifenil formazan sehingga tidak terjadi perubahan warna pada benih (Franca-Neto dan Krzyzanowski, 2019).



Gambar 2. Persentase vigor benih kedelai Varietas Anjasmoro dan Biosoy 2

3.2. Daya Berkecambah Benih Varietas Anjasmoro dan Biosoy 2

Pada pengujian daya berkecambah benih hasil yang teramati menunjukkan bahwa pada kedua varietas terdapat benih yang tidak berkecambah atau benih mati (Gambar 3.c) dan benih yang berkecambah menjadi kecambah normal (Gambar 3.a) juga kecambah abnormal (Gambar 3.b).

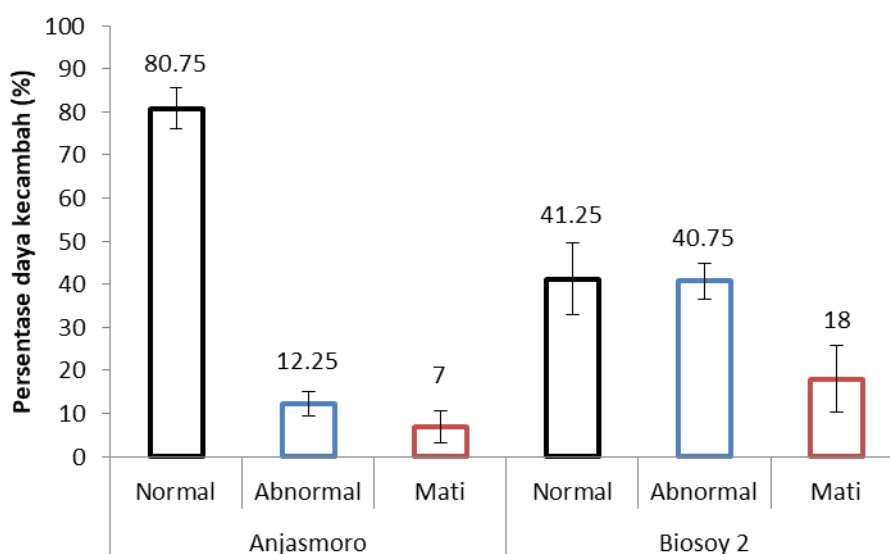


Gambar 3. Daya berkecambah benih kedelai. a. Kecambah normal; b. Kecambah abnormal; c. Benih mati

Pengujian daya berkecambah benih menunjukkan kedua varietas benih kedelai memiliki daya berkecambah yang sangat berbeda (Gambar 4). Pengujian daya berkecambah benih kedelai varietas Anjasmoro, ditemukan

kecambah normal 80.75%, kecambah abnormal 12.25%, dan benih mati 7%. Sementara benih kedelai varietas Biosoy 2 ditemukan kecambah normal 41.25%, kecambah abnormal 40.75%, dan benih mati 7.72%. Berdasarkan ISTA (2006), benih akan memenuhi standar mutu benih apabila daya berkecambah benih tersebut minimal 80%. Hasil ini menunjukkan bahwa benih varietas biosoy 2 tidak memenuhi standar mutu benih. Saat dilakukan evaluasi daya berkecambah diketahui bahwa banyak benih varietas biosoy 2 yang mati dan berkecambah menjadi kecambah abnormal.

Jumlah benih mati pada kedelai varietas biosoy 2 banyak disebabkan karena benih tersebut membusuk. Abnormalitas kecambah pada kedua varietas kedelai ini antara lain akar kerdil, akar terjebak dalam kulit benih, akar menunjukkan geotropisme negatif, akar membusuk, dan sistem tunas yang tidak sempurna (Gambar 3b). Membusuknya benih kedelai disebabkan oleh adanya infeksi jamur yang ditunjukkan dengan terjadinya perubahan warna menjadi coklat hingga hitam pada benih kedelai. Selain itu, terdapat spora di sekitar benih yang busuk (Gambar 5). Menurut Rosidiana et al (2020), adanya benih yang berjamur pada saat pekecambahan dapat menyebabkan benih lain ikut terinfeksi oleh jamur tersebut. Hal ini mengakibatkan banyak benih yang mati dan tumbuh abnormal sehingga daya berkecambah benih menjadi rendah.



Gambar 4. Daya berkecambah benih kedelai Varietas Anjasmoro dan Biosoy 2

Jamur yang menginfeksi benih akan memanfaatkan gizi atau cadangan makanan yang tersimpan pada benih. Cadangan makanan tersimpan pada kotiledon benih dan dimanfaatkan tanaman dalam proses metabolisme, hormone dan enzim perkecambahan akan merombak cadangan makanan untuk menghasilkan energi sehingga benih dapat berkecambah (Haryanti dan Budihastuti, 2015). Apabila cadangan makanan tersebut berkurang akibat jamur maka proses metabolisme untuk memperoleh energi agar benih dapat berkecambah akan terganggu sehingga dapat menurunkan daya berkecambah dari benih. Penanganan pascapanen yang tepat akan mampu mengurangi potensi cemaran jamur di sepanjang rantai pasok (Marpaung et al., 2020)



Gambar 5. Benih kedelai terinfeksi jamur. a. Kecambah terinfeksi jamur; b. Benih terinfeksi jamur

Benih varietas anjasmoro merupakan benih kedelai unggul yang berasal dari seleksi massa populasi galur murni mansuria. Benih ini memiliki ukuran benih yang cukup besar dengan bobot 100 benih mencapai 14.8-25.3 gram. Benih varietas anjasmoro memiliki warna kulit benih kuning dan memiliki daya hasil produksi tanaman hingga 2.03-2.35 ton per hektar (Balitkabi, 2014). Benih varietas biosoy 2 tergolong ke dalam varietas kedelai berbenih besar dengan bobot 100 benih mencapai $\pm$ 22.35 gram. Benih ini merupakan hasil seleksi bulk dari populasi galur mutan asal persilangan kedelai cina dengan kedelai jepang. Karakteristik dari benih varietas biosoy 2 adalah memiliki benih berwarna kuning berbentuk benih bulat dan mengkilap (Biogen, 2018).

Hasil pengujian daya berkecambah yang dilakukan pada observasi kali ini menunjukkan bahwa ukuran benih tidak menentukan keberhasilan suatu benih untuk dapat berkecambah secara normal. Daya berkecambah benih varietas anjasmoro lebih tinggi dibandingkan dengan varietas biosoy 2. Hal ini tidak sesuai dengan hasil yang diperoleh (Kilkoda et al., 2015) yaitu benih yang memiliki ukuran besar menghasilkan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun dan jumlah polong yang lebih tinggi dibandingkan dengan benih yang berukuran kecil dan sedang. Ukuran benih merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan suatu benih untuk dapat tumbuh. Benih dengan ukuran lebih besar memiliki embrio yang besar serta cadangan makanan yang banyak sehingga energi tanaman untuk tumbuh akan lebih besar dibandingkan dengan benih berukuran kecil dan sedang. Namun, terdapat faktor-faktor lain yang mempengaruhi keberhasilan benih untuk dapat tumbuh, faktor-faktor tersebut antara lain genetik, kematangan benih, lingkungan, ukuran benih, dan mikroba (Tatipata et al., 2004).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa benih kedelai varietas Anjasmoro dan Biosoy 2. Pada pengujian tetrazolium, benih viabel menunjukkan hasil persentase yang lebih tinggi daripada benih non viabel. Persentase vigor benih varietas Anjasmoro menggunakan uji TZ ditemukan viabel 92.75% dan varietas Biosoy 2 ditemukan viabel sebesar 82%. Sementara pada pengujian daya berkecambah, benih kedelai varietas Anjasmoro, ditemukan kecambah normal 80.75%, kecambah abnormal 12.25%, dan benih mati 7%. Sementara benih kedelai varietas Biosoy 2 ditemukan kecambah normal 41.25%, kecambah abnormal 40.75%, dan benih mati 7.72%. Penelitian lebih lanjut tentang pengaruh waktu simpan terhadap mutu benih, akan sangat membantu dalam memahami waktu yang tepat untuk penyimpanan kedelai varietas Anjasmoro dan Biosoy 2.

Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Lampung atas fasilitas penelitian.

References

- Afifah, N., Widajati, E., & Palupi, E. R. (2020). Pengembangan Uji Tetrazolium sebagai Metode Analisis Vigor Benih Botani Bawang Merah. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 11(2), 120-130.
- Astawan, M., Cahyani, A. P., Maulidyanti, L., & Wresdiyati, T. (2020). Perbandingan karakteristik fisikokimia dan komposisi asam amino tepung tempe larut air dengan isolat protein kedelai komersial. *Jurnal Pangan*, 29(1), 45-54.
- BALITKABI. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. (2014). Produktivitas Kedelai Varietas Anjasmoro pada Kondisi Cekaman Kekeringan di Provinsi Jambi. <https://balitkabi.litbang.pertanian.go.id>. Accessed 09 September 2021.
- BIOGEN. BB Biogen. (2018). Kedelai Biosoy 2. <http://biogen.litbang.pertanian.go.id>. Accessed 09 September 2021.
- DINASTPH. Dinas Ketahanan Pangan Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Lampung. (2020). Luas Panen, Produksi dan Produktivitas Tanaman Pangan. <https://www.dinastph.lampungprov.go.id>. Accessed 07 Mei 2021.
- França-Neto, J. D. B., & Krzyzanowski, F. C. (2019). Tetrazolium: an important test for physiological seed quality evaluation. *Journal of Seed Science*, 41(3), 359-366.
- Haryanti, S., & Budihastuti, R. (2015). Morfoanatomi, berat basah kotiledon dan ketebalan daun kecambah kacang hijau (*Phaseolus vulgaris* L.) pada naungan yang berbeda. *ANATOMI FISILOGI*, 23(1), 47-56.
- ISTA. (2006). International rules for seed testing : edition 2006. The International Testing Association.
- ISTA. (2014). International rules for sees testing 2014. The International Testing Association.

- Kilkoda, A. K., Nurmala, T., & Widayat, D. (2015). Pengaruh keberadaan gulma (*Ageratum conyzoides* dan *Boreria alata*) terhadap pertumbuhan dan hasil tiga ukuran varietas kedelai (*Glycine max* L. Merr) pada percobaan pot bertingkat. *Kultivasi*, 14(2).
- Marpaung, D. S. S., Indriyani, A., Fahadha, R. U., Mardiono, I., & Haryanto, A. (2020). Determination of Aflatoxin Contamination Risk along Maize Distribution Chain (Case study: A Maize Enterprise in East Lampung). In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 537, No. 1, p. 012039). IOP Publishing.
- Nurrahman, N. (2015). Evaluasi Komposisi zat gizi dan senyawa antioksidan kedelai hitam dan kedelai kuning. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 4(3).
- Pramana, S. A., Pujiasmanto, B., & Sakya, A. T. (2019). Perbandingan Uji Tetrazolium Dan Radicle Emergence Dalam Menduga Viabilitas Benih Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.)/The Comparison of Tetrazolium and Radicle Emergence Test to Estimate the Viability of Arabica Coffee (*Coffea arabica* L.) Seeds. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 25(1), 1-10.
- Rosdiana, R., Zulkaidhah, Z., Umar, H., & Wahyuni, D. (2020). Pengaruh Berbagai Jenis Skarifikasi Terhadap Perkecambahan Benih Saga (*Adenanthera pavonina* L) di Persemaian Permanen BPDAS Palu-Poso. *Jurnal Warta Rimba*, 8(2), 130-135.
- Subantoro, R., & Prabowo, R. (2013). Pengkajian viabilitas benih dengan tetrazolium test pada jagung dan kedelai. *Mediagro*, 9(2).
- Tatipata, A., Yudono, P., & Aziz-Purwantoro, W. M. (2004). Kajian Aspek Fisiologi Dan Biokimia Deteriorasi Benih Kedelai Dalam Penyimpanan (Study On Physiology And Biochemistry Aspects Of Soybean Seed Deterioration In Storage). *Ilmu Pertanian*, 11(2), 76-87.
- Widajati, E., Wirawan, B., & Ilyas, S. (2007). Pola Topografi Pewarnaan Tetrazolium sebagai Tolok Ukur Viabilitas dan Vigor Benih Kedelai (*Glycine max* L. Merr.) untuk Pendugaan Pertumbuhan Tanaman di Lapangan. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 35(2).
- Wulandari, W., & Bintoro, A. (2015). Pengaruh Ukuran Berat Benih Terhadap Perkecambahan Benih Merbau Darat (*Intsia Palembanica*). *Jurnal Sylva Lestari*, 3(2), 79-88.