

**PENGARUH WAKTU PENYIMPANAN BENIH DAN KONSENTRASI
LARUTAN ASAM SULFAT TERHADAP VIABILITAS DAN VIGOR BENIH
JARAK (*Jatropha curcas* Linn) DI PERSEMAIAN**

***EFFECT OF SEED SAVING TIME AND SULFURIC ACID CONCENTRATION
ON VIABILITY AND VIGOR OF JARAK SEEDLING (*Jatropha curcas* Linn)
IN NURSERIES.***

Kovertina Rakhmi Indriana
Fakultas Pertanian Universitas Winaya Mukti
kovertina.rakhmi.indriana@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of the research study the viability and vigor of plants in the nursery and look for the optimum concentration of H₂SO₄ solution at each storage duration that gives the distance of the highest seed viability in the nursery. Experiments conducted in the seed laboratory and in the nursery Faculty of Agriculture Winaya Mukti University Tanjungsari using randomized block design (RBD) factorial, first factor the time and concentration of sulfuric acid solution: Soaking 6 minutes in H₂SO₄ 0.25%, 0.50%, 0.75% and 1.0%. Factor II is a seed storage duration: without being stored, 1, 2, 3 months. Analysis of the data using linear quadratic regression method. The experimental results show that the interaction between seed storage time and concentration of sulfuric acid solution on seed germination, growth speed of seeds, and seed vigor. Without storage time and concentration of sulfuric acid solution 0.75% gives the best effect compared to other treatments. At the time of storage, followed without the optimum sulfuric acid concentration as much as 0.783% gives the percentage of seed germination was 93.521%.

Keywords : *Jarak seed, seed saving time and concentration H₂SO₄*

PENDAHULUAN

Minyak bumi merupakan sumber kekayaan alam yang tidak dapat diperbaharui dan memberikan manfaat atau hasil berupa bahan bakar cair yang berguna untuk kebutuhan akan sarana transportasi dan aktivitas industri. Namun pemanfaatannya harus benar-benar optimal, karena jika minyak bumi mengalami kelangkaan, diperlukan waktu yang sangat lama untuk dapat mengembalikannya seperti keadaan semula atau pun diperlukan energi alternatif terbarukan untuk mensubstitusi kelangkaan terhadap minyak bumi.

Salah satu sumber minyak nabati yang sangat prospektif untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku biodiesel adalah biji jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn.). Secara umum biji jarak tersusun atas kulit (*shell*) dan isi biji (*cernel*) yang di dalamnya terdapat embrio. Kulit menempati sekitar 28.82% dari biji, dan isi sekitar 71.19%. Inti biji (*cernel*) jarak pagar mengandung sekitar 50% minyak sehingga dapat diekstrak menjadi minyak jarak dengan cara mekanis ataupun ekstraksi dengan pelarut seperti heksana (Erliza Hambali, *dkk.*,2007).

Biji dan tanaman jarak yang tidak dimanfaatkan untuk proses biodiesel dapat diolah lebih lanjut. Bagian tanaman jarak yang dapat dimanfaatkan kembali diantaranya adalah tempurung biji jarak, daun, dahan, ranting, dan kulit buah. Produk yang dapat dihasilkan melalui pemanfaatan hasil samping dan limbah tanaman jarak diantaranya arang aktif, kompos, dan sabun (Erliza Hambali, *dkk.*, 2007).

Banyaknya manfaat tanaman jarak ini mendorong usaha-usaha untuk melestarikan dan memperluas penanamannya. Perbenihan merupakan mata rantai awal dan penting dalam mencapai keberhasilan pengembangan tanaman jarak. Oleh karena itu penelitian teknologi benih harus dikembangkan terutama dalam teknik perkecambahannya.

Sehubungan penelitian yang telah dilakukan oleh Kojala (1999), tersebut memberikan pengaruh yang nyata terhadap viabilitas, vigor benih, dan pertumbuhan tanaman. Pemberian konsentrasi asam sulfat 90% dengan di rendam selama 45 menit memberikan pengaruh yang paling baik terhadap vigor benih. Fenomena ini besar kemungkinan dapat diaplikasi pada tanaman jarak pagar yang akan di teliti.

Berdasarkan hasil penelitian yang lain oleh Tince Herlina (2001) menyimpulkan bahwa pemberian perlakuan dengan merendam biji benih Mindi (*Melia azedarach* Linn) ke dalam larutan asam sulfat dapat memberikan hasil yang lebih baik untuk daya kecambah, dan rata-rata hari berkecambah.

Penyimpanan benih adalah suatu kegiatan atau perlakuan yang dilakukan untuk mempertahankan viabilitas benih dalam periode simpan yang sepanjang mungkin. konsep Steinbaurer (1958). Penyimpanan benih yang terlalu lama dapat mengakibatkan kemunduran benih atau disebut dengan "Deteriorasi Benih". Kemunduran benih dapat diakibatkan oleh faktor genetik benih dan faktor lingkungan. Kemunduran benih akibat faktor genetik

dikenal sebagai proses deteriorasi yang kronologis, sedangkan deteriorasi akibat perlakuan penyimpanan benih yang tidak sesuai dengan persyaratan penyimpanan benih atau terjadi penyimpangan selama pembentukan dan prosesing benih dikenal sebagai deteriorasi faktor lingkungan.

Perlakuan yang terbaik pada benih ialah menanam benih atau disemaikan segera setelah benih-benih itu dikumpulkan atau dipanen, jadi mengikuti cara-cara alamiah, namun hal ini tidak selalu mungkin karena musim berbuah tidak selalu sama, untuk itu penyimpanan benih perlu dilakukan untuk menjamin ketersediaan benih saat musim tanam tiba. Tujuan penyimpanan yaitu untuk menjaga biji agar tetap dalam keadaan baik (viabilitas dan vigor tinggi), melindungi biji dari serangan hama dan jamur, dan mencukupi persediaan biji selama musim berbuah tidak dapat mencukupi kebutuhan.

Vigor benih dicerminkan oleh dua informasi tentang viabilitas, masing-masing "kekuatan tumbuh" dan "daya simpan" benih. Kedua nilai fisiologis ini menempatkan benih pada kemungkinan kemampuannya untuk tumbuh menjadi tanaman normal meskipun keadaan biofisik lapangan produksi suboptimum atau sesudah benih melampaui suatu periode simpan yang lama. Perlakuan invigorisasi pada benih yang telah disimpan diharapkan dapat meningkatkan kemampuan tumbuh dan mencegah laju kemunduran dari benih jarak. Invigorasi pada umumnya bertujuan untuk mencegah dan mengurangi laju kemunduran benih.

Untuk mengatasi permasalahan terjadinya kemunduran mutu benih baik yang diakibatkan oleh faktor penyimpanan maupun diakibatkan oleh faktor kesalahan dalam penanganan benih, dapat dilakukan dengan melakukan teknik "invigorasi". Invigorasi adalah suatu perlakuan fisik atau kimia, dalam hal ini zat kimia yang digunakan adalah larutan asam sulfat dengan berbagai konsentrasi untuk meningkatkan atau memperbaiki vigor benih

yang telah mengalami kemunduran mutu (Basu dan Rudrapal, 1982). Murray dan Wilson (1987), melaporkan kemunduran benih dapat dikendalikan dengan cara "invigorasi" melalui proses hidrasi-dehidrasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di laboratorium benih dan di kebun produksi tanaman Fakultas Pertanian Universitas Winaya Mukti Tanjungsari, Sumedang pada bulan Mei 2013 sampai dengan bulan Juli 2013 menggunakan benih jarak, larutan asam sulfat dipergunakan untuk merendam benih selama 6 menit, dan aquades.

Eksperimen menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial, Faktor I yaitu perendaman benih jarak selama 6 menit pada konsentrasi larutan asam sulfat (0,25%, 0,50%, 0,75%, 1,0%) dan Faktor II lama penyimpanan benih (0, 1, 2, 3 bulan).

Rancangan analisis menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT Test) pada taraf 5%. Untuk mencari konsentrasi optimum larutan H₂SO₄ pada tiap lamanya waktu penyimpanan yang memberikan viabilitas yang tertinggi menggunakan metode regresi linier kuadratik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keadaan rata-rata suhu udara dan kelembaban selama percobaan di laboratorium yaitu suhu rata-rata 20 °C, sedangkan kondisi kelembaban relatif di dalam laboratorium rata-rata 86,5 %. Kondisi suhu dan kelembaban tersebut sangat mendukung untuk pengujian viabilitas dan vigor benih jarak. Hal ini sesuai pendapat Danu Maheldaswara (2007), bahwa untuk menumbuhkan benih jarak diperlukan suhu udara 10 – 40 °C dengan kelembaban udara 80 - 90 %. Sedangkan kondisi suhu dan kelembaban selama percobaan di lapangan adalah 19 - 22 °C dengan kelembaban 80 – 91 %. Hal ini juga sesuai dengan pertumbuhan benih jarak yaitu 17 - 43 °C dengan kelembaban 80 - 90 % (Yana Sumarna, 2007).

A. Komponen Viabilitas Benih

(1) Daya Kecambah Benih

Berdasarkan hasil analisis statistik ternyata terjadi interaksi antara waktu penyimpanan benih dan konsentrasi larutan asam sulfat terhadap daya kecambah benih pada umur 10 hst.

Tabel 1. Pengaruh Waktu Penyimpanan Benih dan Konsentrasi Larutan Asam Sulfat terhadap Daya Kecambah Benih pada Umur 10 HST (%)

Waktu Penyimpanan Benih (W)	Konsentrasi Larutan Asam Sulfat (A)			
	a ₁ (0,25%)	a ₂ (0,50%)	a ₃ (0,75%)	a ₄ (1,00%)
w ₀ = Tanpa disimpan	83.00 c A	91.00 b BC	94.50 d C	89.00 c B
w ₁ = Disimpan 1 bulan	83.00 c A	91.00 b C	91.00 c C	87.00 c B
w ₂ = Disimpan 2 bulan	66.50 a A	77.00 a B	87.00 b D	82.00 b C
w ₃ = Disimpan 3 bulan	70.00 b B	76.00 a BC	77.00 a C	73.00 a AB

Berdasarkan Tabel 1. menunjukkan bahwa pada perlakuan benih tanpa disimpan, perendaman benih dengan konsentrasi larutan asam sulfat 0,75% memiliki daya kecambah yang lebih tinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Benih jarak tidak dapat disimpan lama karena biji segar hasil panen telah mengalami dormansi, sehingga tanpa penyimpanan belum menyebabkan kemunduran benih dan pemberian asam sulfat pada konsentrasi asam sulfat 0,75% menyebabkan kulit benih jarak yang keras dan tebal (2-3 mm) mampu dilunakkan dan embrio benih tidak mengalami kerusakan. Perendaman benih dalam H_2SO_4 menyebabkan kulit benih menjadi lunak, air dan gas dapat berdifusi masuk dan senyawa-senyawa inhibitor perkecambahan seperti fluoride dan kaumarin larut ke dalam H_2SO_4 selama proses perendaman (Salisbury dan Ross, 1995). Setelah terjadi penyerapan air, enzim diaktifkan dan masuk ke dalam endosperm dan terjadi perombakan zat cadangan makanan. Enzim amilase merombak pati menjadi glukosa, enzim lipase merombak lemak menjadi asam lemak dan gliserol, sedangkan enzim protease merombak protein menjadi asam amino. Senyawa-senyawa sederhana ini akan diangkut ke embrio untuk pertumbuhan. Selain itu dari aktivitas kerja enzim protease akan dihasilkan asam amino

yang berguna untuk pembentukan protein baru misalnya α amilase. Apabila enzim α amilase semakin meningkat maka proses hidrolisis amilum menjadi gula sederhana dapat berlangsung lebih cepat. Pembentukan α amylase juga dipengaruhi oleh giberelin yang ada dalam embrio. Pada awal perkecambahan asam giberelin diaktifkan untuk membentuk α amylase (Gardner dkk, 1991). Organ pertama yang muncul dari biji yang berkecambah adalah radikula, yaitu akar embrionik. Berikutnya, ujung tunas harus menembus permukaan tanah. Pada kacang ladang dan banyak tumbuhan dikotil lainnya, hipokotil akan membentuk seperti suatu kait, dan pertumbuhan akan mendorong kait itu ke atas permukaan tanah (Campbell, 2002).

Penyimpanan yang lama (1, 2 dan 3 bulan) menyebabkan terjadinya kemunduran benih karena benih jarak memiliki kandungan minyak yang tinggi (30%-50%) akan menghasilkan asam lemak bebas dan terurai menjadi yang akan merusak fungsi enzim di dalam proses metabolisme benih yang pada akhirnya benih jarak yang disimpan terlalu lama akan mengalami kemunduran dan perlakuan skarifikasi kimia dengan asam sulfat pada konsentrasi yang lebih tinggi dari 0,25% menyebabkan terjadinya kerusakan benih sehingga menurunkan viabilitas benih.

Tabel 2. Pengaruh Waktu Penyimpanan Benih dan Konsentrasi Larutan Asam Sulfat terhadap Kecepatan Tumbuh Benih pada Umur 10 HST (%/Hari)

Waktu Penyimpanan Benih (W)	Konsentrasi Larutan Asam Sulfat (A)			
	a ₁ (0,25%)	a ₂ (0,50%)	a ₃ (0,75%)	a ₄ (1,00%)
w ₀ = Tanpa disimpan	77.68 c A	79.79 b A	90.27 d B	81.51 b A
w ₁ = Disimpan 1 bulan	75.73 c A	80.99 b AB	82.95 c B	77.75 b AB
w ₂ = Disimpan 2 bulan	63.40 b A	66.25 a A	77.17 b B	66.29 a A
w ₃ = Disimpan 3 bulan	49.55 a A	62.23 a B	70.54 a C	62.94 a B

(2) Kecepatan Tumbuh Benih

Berdasarkan hasil analisis statistik dengan uji F ternyata terjadi interaksi antara waktu penyimpanan benih dan konsentrasi larutan asam sulfat terhadap kecepatan tumbuh benih pada umur 10 hst.

Pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa perlakuan tanpa disimpan dan pemberian konsentrasi larutan asam sulfat 0,75% memiliki kecepatan tumbuh benih yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Peningkatan kecepatan tumbuh benih pada perlakuan w_0a_3 disebabkan belum terjadi kemunduran benih dan pada konsentrasi 0,75% mampu menyebabkan kulit benih jarak yang impermeable terhadap air dapat dilunakkan, sehingga lebih mudah dimasuki air dan udara sehingga kecepatan tumbuh benih meningkat.

Perkecambahan merupakan proses pertumbuhan dan perkembangan embrio. Hasil perkecambahan ini adalah munculnya tumbuhan kecil dari dalam biji. Proses perubahan embrio saat perkecambahan adalah plumula tumbuh dan berkembang menjadi batang, dan radikula tumbuh dan berkembang menjadi akar (Istamar Syamsuri, 2004). Menurut Aksi Agraris Kanisius (1992) proses perkecambahan berlangsung jika kondisi lingkungan, seperti temperatur, kelembaban dan oksigen sesuai untuk perkecambahan benih. Pada tanaman jarak perkecambahan dimulai jika temperatur berkisar antara 25°C-27°C dengan kelembaban 80%-90%. Perkecambahan benih umumnya dimulai dengan terbentuknya radikel yang akan

berkembang menjadi akar. Pada awalnya radikel ini menggunakan cadangan makanan pada kotiledon, tetapi seiring dengan perkembangan benih, maka radikel ini akan berkembang menjadi akar yang dapat menyerap air dan unsur hara pada lingkungannya guna mendukung pertumbuhan organ tanaman lainnya, seperti tunas dan batang. Peningkatan perkecambahan ini juga memberikan dasar yang kuat bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman selanjutnya.

B. Komponen Vigor Benih

Berdasarkan hasil analisis statistik ternyata terjadi interaksi antara waktu penyimpanan benih dan konsentrasi larutan asam sulfat terhadap vigor benih pada umur 10 hst.

Pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa perlakuan tanpa disimpan yang diikuti pemberian konsentrasi larutan asam sulfat 0,75% memiliki vigor benih yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Vigor benih menunjukkan kemampuan tumbuh benih pada kondisi yang suboptimum. Pada perlakuan tanpa penyimpanan benih belum menunjukkan kemunduran benih dan perendaman benih dengan larutan asam sulfat pada konsentrasi 0,75% dormansi benih dapat dipersingkat karena asam sulfat dapat meretakkan kulit benih jarak yang keras sehingga lebih mudah dimasuki oleh air dan udara sehingga benih jarak mampu tumbuh pada kondisi suboptimum.

Tabel 3. Pengaruh Waktu Penyimpanan Benih dan Konsentrasi Larutan Asam Sulfat terhadap Vigor Benih pada Umur 10 HST (%)

Waktu Penyimpanan Benih (W)	Konsentrasi Larutan Asam Sulfat (A)			
	a ₁ (0,25%)	a ₂ (0,50%)	a ₃ (0,75%)	a ₄ (1,00%)
w ₀ = Tanpa disimpan	61.25 b A	63.75 bc A	86.25 b B	68.75 c A
w ₁ = Disimpan 1 bulan	57.75 b A	68.75 c A	62.50 a A	56.25 b A
w ₂ = Disimpan 2 bulan	50.00 b A	56.25 ab A	58.75 a A	47.50 ab A
w ₃ = Disimpan 3 bulan	27.75 a A	48.75 a BC	58.75 a C	38.75 a AB

C. Analisis Regresi

(1) Analisis Regresi terhadap Viabilitas Benih (Daya Kecambah)

Berdasarkan hasil analisis regresi untuk mengetahui konsentrasi larutan asam sulfat yang optimum yang memberikan viabilitas benih tertinggi pada setiap waktu penyimpanan benih jarak menunjukkan bahwa pada tanpa penyimpanan (w₀) membentuk persamaan kuadratik ordo dua dengan bentuk persamaan :

$$\bar{Y}_{w_0} = 67,32 + 76,1 X - 54 X^2 ; R^2 = 0,941 \dots\dots\dots(1)$$

Waktu penyimpanan 1 bulan (w₁) membentuk persamaan kuadratik ordo dua dengan bentuk persamaan :

$$\bar{Y}_{w_1} = 70,00 + 64,8 X - 48 X^2 ; R^2 = 0,90 \dots\dots\dots(2)$$

Waktu penyimpanan 2 bulan (w₁) membentuk persamaan kuadratik ordo dua dengan bentuk persamaan :

$$\bar{Y}_{w_2} = 44,62 + 100,1 X - 62 X^2 ; R^2 = 0,921 \dots\dots\dots(3)$$

Waktu penyimpanan 3 bulan (w₁) membentuk persamaan kuadratik ordo dua dengan bentuk persamaan :

$$\bar{Y}_{w_3} = 59,00 + 54 X - 40 X^2 ; R^2 = 0,937$$

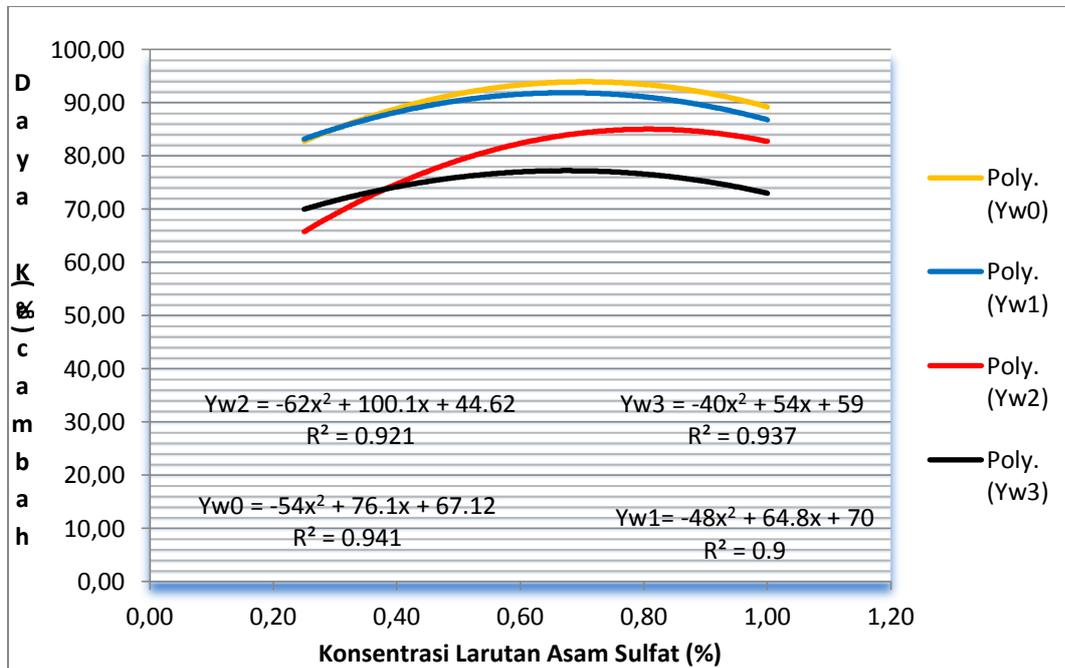
Daya kecambah benih pada setiap waktu penyimpanan benih ditentukan oleh konsentrasi larutan asam sulfat yang berbeda-beda (Lampiran 31). Pada waktu tanpa penyimpanan (w₀), penyimpanan 1 bulan (w₁), penyimpanan 2 bulan (w₂) dan penyimpanan 3 bulan (w₃) menunjukkan daya kecambah benih mengikuti persamaan kuadratik ordo dua dengan masing-masing nilai koefisien determinasi $r_{w_0}^2 = 0,941$, $r_{w_1}^2 = 0,90$, $r_{w_2}^2 = 0,921$ dan $r_{w_3}^2 = 0,937$.

Koefisien diterminasi menunjukkan bahwa nilai koefisien besarnya pengaruh terhadap Y (daya kecambah benih) ditentukan oleh X (konsentrasi larutan asam sulfat) sebesar nilai koefisien nilai determinasi tersebut, jadi daya kecambah benih pada waktu tanpa penyimpanan sebesar nilai koefisien determinasi tersebut, jadi daya kecambah benih pada waktu tanpa penyimpanan (w₀) ditentukan oleh konsentrasi larutan asam sulfat sebesar 0,941 (94,10%) dan sisanya sebesar 0,059 (5,90%) ditentukan oleh faktor lain selain konsentrasi larutan asam sulfat. Daya kecambah benih pada waktu penyimpanan 1 bulan (w₁) ditentukan oleh konsentrasi larutan asam sulfat sebesar 0,90 (90,00%) dan sisanya sebesar 0,10 (10,00%) ditentukan oleh faktor lain selain konsentrasi larutan asam sulfat. Daya kecambah benih pada waktu penyimpanan 2 bulan (w₂) ditentukan oleh

konsentrasi larutan asam sulfat sebesar 0,921 (92,10%) dan sisanya sebesar 0,079 (7,9%) ditentukan oleh faktor lain selain konsentrasi larutan asam sulfat. Daya kecambah benih pada waktu penyimpanan 3 bulan (w3) ditentukan oleh konsentrasi larutan asam sulfat sebesar 0,937 (93,70%) dan sisanya sebesar 0,063 (6,3%) ditentukan oleh faktor lain selain konsentrasi larutan asam sulfat.

Pada waktu tanpa penyimpanan (w0) konsentrasi larutan asam sulfat optimum sebanyak 0,783% memberikan persentase daya kecambah benih sebesar 93,521%. Pada waktu penyimpanan 1 bulan (w1) konsentrasi larutan asam sulfat optimum sebanyak 0,71% memberikan persentase

daya kecambah benih sebesar 91,81%. Pada waktu penyimpanan 2 bulan (w2) konsentrasi larutan asam sulfat optimum sebanyak 0,81% memberikan persentase daya kecambah benih sebesar 85,02%. Pada waktu penyimpanan 3 bulan (w3) konsentrasi larutan asam sulfat optimum sebanyak 0,71% memberikan persentase daya kecambah benih sebesar 77,176%. Dari hasil regresi tersebut dapat diketahui bahwa tanpa penyimpanan dan konsentrasi asam sulfat 0,783% memberikan daya kecambah tertinggi dibandingkan perlakuan-perlakuan lainnya, Untuk lebih jelasnya grafik masing-masing persamaan regresi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva Daya Kecambah Benih sebagai Pengaruh Konsentrasi Larutan Asam Sulfat pada Setiap Waktu Penyimpanan

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Pengaruh Waktu Penyimpanan Benih dan Konsentrasi Larutan Asam Sulfat terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Jarak (*Jatropha curcas* Linn) di Persemaian, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Terjadi interaksi antara waktu penyimpanan benih dan konsentrasi larutan asam sulfat terhadap daya kecambah benih, kecepatan tumbuh benih, dan vigor benih. Waktu tanpa penyimpanan dan konsentrasi larutan asam sulfat 0,75% memberikan pengaruh terbaik dibanding perlakuan lainnya.
2. Pada waktu tanpa penyimpanan (w0) yang diikuti dengan konsentrasi larutan asam sulfat optimum sebanyak 0,783% memberikan persentase daya kecambah benih sebesar 93,521% .

Saran

Untuk memperoleh hasil terbaik disarankan bahwa benih jarak sebaiknya tanpa diberi perlakuan penyimpanan disertai dengan pemberian larutan asam sulfat sebanyak 0.78% untuk menghasilkan daya kecambah benih tertinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- AAK. 1992. Budi Daya Tanaman Padi. Kanisius, Yogyakarta.
- Basu, R. N. and A. B. Rudrapal. 1982. Post harvest seed physiology and seed invigoration treatments. Proceedings of the Indian Statistical Institute Golden Jubilee International Conference on Frontiers of Research in Agriculture. Calcuta. India.
- Campbell, Neil A. 2002. Biologi Jilid 2. Erlangga : Jakarta.
- Erliza Hambali, Ani Suryani, Dadang, Hariyadi, Hasim Hanafie, Iman Kartolaksiono Reksowardojo, Mira Rivai, Muhamad Ihsanur, Prayoga Suryadarma, Soekisman Tjitrosemito, Tatang Hernas Soerawidjaja, Theresia Prawitasari, Tirta Prakoso, Wahyu Purnama. 2007. Jarak Pagar Tanaman Penghasil Biodiesel. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Gardner, Franklin, P. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Jakarta : Universitas Indonesia Press.
- Istamar Syamsuri, dkk. 2004. Biologi untuk SMA Kelas X. Jakarta : Erlangga.
- Kojala. 1999. Pengaruh Kombinasi Konsentrasi Dan Lama Perendaman Benih Pada Asam Sulfat Terhadap Viabilitas Vigor Dan Pertumbuhan Akasia Di Pembibitan. Skripsi. Faperta Unwim. Bandung.
- Murray, A.G. and D.O. Wilson Jr. 1987. *Priming on Seed for Improved Vigor*. Bull. Agric. Exp. Station. University of Idaho : 677 : 55-77.
- Salisbury, F. and Ross, C. 1995. Fisiologi Tumbuhan. ITB, Bandung.
- Steinbauer.1958.[Dalammustakinhuzt.blogspot.com/2011/04/teknologibenih_15.html](http://dalammustakinhuzt.blogspot.com/2011/04/teknologibenih_15.html), diunduh tanggal 13 Juni 2013.
- Tince Herlina. 2001. Teknik Pematihan Dormansi Benih Minda (*Melia azedarach* Linn) Dengan Menggunakan Larutan Asam Sulfat (H₂SO₄) Pekat. Skripsi. Fahutan Unwim. Bandung (tidak dipublikasikan).