



Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Air Kelapa Pada Proses Invigorasi terhadap Viabilitas Benih Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)

*The Effect of Concentration and Soaking Time in Coconut Water on the Invigoration Process on the Viability of Soybean Seed (*Glycine max* (L.) Merrill)*

Ach. Hilmy Tafanto Putra*, Budi Wijayanto, Agus Wartapa

Politeknik Pembangunan Pertanian Yogyakarta Magelang, Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia

*Corresponding author: hilmy.tafanto@gmail.com

Received: July 16, 2022; Accepted: August 28, 2022; Published: October 31, 2022

ABSTRACT

This study aimed to determine the effect of concentration and duration of soaking coconut water and their interaction on the invigoration process on soybean seed viability. The study was conducted in March-May 2022 at the Greenhouse of the Agricultural Development Polytechnic of Yogyakarta Magelang and was an experimental study with a factorial, completely randomized design. Factor I in the form of concentration of coconut water with four levels of treatment, namely 0, 25, 50, and 75%, and factor II in the form of soaking time with three levels of treatment, namely 3, 6, and 9 hours. There were 12 treatment combinations with three replications each. The variables observed were germination, maximum growth potential, growth speed, vigor index, growth synchronously, plant height, and the number of leaves. Observational data were analyzed using analysis of variance (ANOVA). The results showed that the concentration of coconut water on invigoration had a significant effect on the viability of soybean seeds on the parameters of germination, maximum growth potential, growth speed, growth synchronously, and plant height and had no significant effect on the parameters of vigor index and several leaves. The duration of soaking coconut water in invigoration significantly affected soybean seed viability on the parameters of growth speed and growth simultaneously and had no significant effect on germination parameters, maximum growth potential, vigor index, plant height, and the number of leaves. There was no interaction between the concentration and duration of soaking coconut water on the viability of soybean seeds on all parameters.

Key words: Deterioration; germination; growth regulator

Cite this as: Putra, A. H. T., Wijayanto, B., Wartapa B. 2022. Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Air Kelapa Pada Proses Invigorasi terhadap Viabilitas Benih Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*, 24(2), 74-83. DOI: <http://dx.doi.org/10.20961/agsjpa.v24i2.63457>.

PENDAHULUAN

Tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) merupakan salah satu tanaman polong-polongan dan sumber utama protein nabati masyarakat, yang digunakan sebagai bahan baku industri, pakan ternak, bahan penyegar dan pangan. Kedelai juga merupakan barang ekspor berupa minyak nabati dalam perdagangan pasar internasional yang sering digunakan sebagai bahan makanan. Kedelai banyak digunakan untuk bijinya. Biji kedelai mengandung banyak protein dan lemak, serta berbagai elemen lainnya termasuk vitamin (asam fitat) dan lesitin, yang dapat membantu tubuh untuk memecah timbunan lemak, sehingga dapat menurunkan tekanan darah dan mencegah diare (Kementerian Pertanian, 2020).

Selama empat puluh tahun terakhir, terjadi penurunan produksi kedelai Indonesia yang cukup tidak menentu. Produksi kedelai nasional tahun 2015 sampai dengan tahun 2019 memprihatinkan karena terus menurun cukup signifikan sebesar 37,33% di tahun 2017 dari tahun sebelumnya yang juga turun 10,75%. Pada tahun 2015, produksi sebesar 963,180 ton, turun

menjadi 859,650 ton pada tahun berikutnya, dan menurun lagi pada tahun 2017 sebesar 538,730 ton. Produksi meningkat 20,65% menjadi 650,000 ton pada tahun 2018, namun turun 34,74% menjadi 424,190 ton pada tahun berikutnya. Produksi kedelai nasional mengalami penurunan rata-rata 15,54% setiap tahun selama 5 tahun sebelumnya (Kementerian Pertanian, 2020).

Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2018 Indonesia mengimpor 2,6 juta ton kedelai. Karena keperluan masyarakat akan kedelai meningkat setiap tahun seiring dengan pertambahan penduduk, maka harus dipenuhi dengan memperbanyak produksi kedelai. Tanaman akan lebih sehat jika menggunakan benih yang berkualitas dan dapat memberikan hasil panen yang lebih besar. Mutu genetik, fisik dan fisiologis semuanya harus ada dalam benih kedelai berkualitas tinggi (Rasyid, 2013).

Penurunan kualitas benih (deteriorasi) berpotensi berbenturan pada produksi. Ketika benih masak secara fisiologis, kualitas mutu benih mulai menurun. Viabilitas dan vigor benih menurun sebagai akibat dari kerusakan fisiologis benih. Potensi tumbuh benih juga dapat

dipengaruhi oleh tingkat kemasakan benih secara fisiologis (Farida, 2018). Penurunan viabilitas dan vigor benih pada waktu penyimpanan disebabkan oleh perubahan komponen makanan sehingga benih kekurangan cadangan makanan, yang menyebabkan sintesis protein meningkat (Maemunah & Adelina, 2009).

Budidaya kedelai memiliki hambatan tersendiri, dimana seringkali menyebabkan hasil yang lebih rendah. Daya simpan benih kedelai merupakan salah satu kendala tersebut. Benih kedelai merupakan benih ortodoks, artinya tahan terhadap dehidrasi (kehilangan air dalam benih). Benih kedelai merupakan benih ortodoks dengan kandungan protein yang tinggi, jika tidak dikelola dengan tepat, benih akan sangat rentan terhadap kerusakan fisiologis setelah panen (Harnowo, 2018).

Menurut Tatipata (2008) metode invigorasi bisa dipergunakan untuk mengendalikan penurunan mutu benih yang terjadi selama fase penyimpanan serta kekeliruan dalam penanganan benih. Invigorasi merupakan perlakuan fisik ataupun kimia yang digunakan untuk meningkatkan atau memperbaiki vigor benih yang kualitasnya menurun. Diharapkan dengan mengadopsi metode invigorasi, kemunduran yang dialami benih dapat dibenahi setidaknya 10%-20%, memungkinkan untuk menghindari pemakaian benih berkualitas rendah dan risiko kegagalan yang lebih rendah saat ditanam.

Perendaman benih salah satu cara yang dilakukan dalam invigorasi. Respirasi benih dapat dipicu dengan perendaman benih, yang memungkinkan tanaman berkembang lebih cepat (Putra *et al.*, 2012). Zat pengatur tumbuh (ZPT) bisa digunakan pula untuk invigorasi benih. ZPT alami dapat membantu perkembangan embrio benih dan berfungsi sebagai perangsang perkecambah benih bila diterapkan pada benih (Rusmin *et al.*, 2011). Air kelapa adalah ZPT alami yang mengandung hormon sitokinin dan auksin, yang dapat membantu tanaman menghasilkan tunas. Menurut Rosniawaty *et al.* (2018), sitokinin dalam air kelapa mengandung kinetin dan zeatin, selain hormon auksin yang berperan penting dalam mendorong perkembangan tumbuhan.

Penelitian dari Sujarwati (2011) membuktikan bahwa perendaman benih palem putri dalam air kelapa memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap perkecambahan, dengan konsentrasi air kelapa yang optimal adalah 75%. Penelitian lain oleh Tiwery (2014), menunjukkan bahwa penggunaan air kelapa pada tanaman sawi dapat meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah daun yang cukup nyata. Ratnawati & Yoseva (2013) melakukan penelitian lain tentang pengaruh perendaman benih dalam air kelapa muda terhadap pertumbuhan bibit kakao. Perendaman air kelapa selama 6 jam berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bibit kakao.

Deteriorasi benih adalah salah satu penyebab utama penurunan produktivitas tanaman dalam kegiatan pertanian. Hal ini dapat menyebabkan kemunduran benih selama penyimpanan (Avivi, 2021). Perlakuan invigorasi merupakan salah satu hal yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas benih. Selain itu, lama perendaman juga penting untuk diketahui karena memungkinkan senyawa organik dari air kelapa masuk

ke dalam benih. Berdasarkan uraian diatas, penulis melakukan penelitian tentang pengaruh konsentrasi dan lama perendaman air kelapa pada proses invigorasi terhadap viabilitas benih kedelai. Rumusan masalah penelitian ini bagaimana pengaruh konsentrasi dan lama perendaman air kelapa serta interaksi keduanya pada proses invigorasi terhadap viabilitas benih kedelai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan lama perendaman air kelapa serta interaksi keduanya pada proses invigorasi terhadap viabilitas benih kedelai.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor. Faktor pertama yaitu konsentrasi air kelapa terdiri dari 4 taraf perlakuan yaitu 0% (K0), 25% (K1), 50% (K2), dan 75% (K3). Faktor kedua yaitu lama perendaman air kelapa terdiri dari 3 taraf perlakuan yaitu 3 jam (L1), 6 jam (L2), dan 9 jam (L3). Dengan demikian penelitian ini terdiri dari 12 kombinasi perlakuan dan setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 36 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri 100 benih untuk uji viabilitas dan 5 benih untuk uji pertumbuhan fase vegetatif.

Penelitian diawali dengan analisis kandungan hormon air kelapa, analisis kandungan ini dilakukan untuk mengetahui komposisi kandungan hormon auksin, giberelin, dan sitokinin dalam air kelapa. Analisis kandungan menggunakan HPLC. Sampel air kelapa yang diujikan 50 mL. Pada tahap pengujian ini dianalisis oleh Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Universitas Gadjah Mada. Persiapan benih kedelai, penelitian ini menggunakan benih kedelai yang disimpan selama 1 tahun, diperoleh dari Balai Penelitian Kacang dan Umbi (BALITKABI) dengan daya berkecambah awal 52%. Jumlah benih ditentukan berdasarkan jumlah satuan percobaan sebanyak 12 kombinasi, diulang sebanyak 3 kali. Untuk pengujian viabilitas benih terdapat 3600 benih kedelai dan uji pertumbuhan tahap vegetatif terdapat 180 benih kedelai. Pembuatan konsentrasi air kelapa, membuat larutan 25%, tuangkan 25 mL air kelapa muda ke dalam gelas ukur, lalu tambahkan aquades hingga volume total 100 mL. Kemudian aduk dengan spatula hingga homogen. Begitu pula untuk proses pembuatan konsentrasi 50%, 75%, dan 100%. Perendaman dan perlakuan dengan air kelapa benih kedelai yang dipilih direndam dalam aquades, air kelapa muda 25%, 50%, 75% selama 3 jam, 6 jam, 9 jam. Persiapan media tanam, Media tanam untuk pengujian viabilitas benih adalah pasir menggunakan wadah perkecambahan (bak plastik) dan untuk uji pertumbuhan fase vegetatif yaitu media polybag yang terdiri dari tanah, kompos, dan sekam bakar dengan perbandingan 1 : 1 : 1. Pengujian benih kedelai, pengujian dilakukan menggunakan media pasir untuk pengujian viabilitas dan media polybag untuk uji pertumbuhan fase vegetatif. Adapun parameter pengamatan meliputi:

a. Daya berkecambah (%)

Pengamatan daya berkecambah dilakukan dengan cara menghitung jumlah benih yang berkecambah normal pada hitungan pertama (hari ke-5) dan kedua (hari ke-8). Daya berkecambah benih dihitung dengan rumus:

$$= \frac{\text{Daya Berkecambah (\%)} \\ \Sigma \text{ Kecambah Normal Hitungan I} + \Sigma \text{ Kecambah Normal Hitungan II}}{\Sigma \text{ Benih yang ditanam}} \times 100\%$$

b. Potensi tumbuh maksimum (%)

Pengamatan potensi tumbuh maksimum dilakukan dengan cara menghitung jumlah kecambah yang tumbuh normal maupun abnormal pada 8 hari setelah tanam (HST). Potensi tumbuh maksimum dihitung dengan rumus:

$$\text{Potensi Tumbuh Maksimum(\%)} = \frac{\Sigma \text{ Benih yang tumbuh}}{\Sigma \text{ Benih yang ditanam}} \times 100\%$$

c. Kecepatan tumbuh (%/etmal)

Benih yang telah dikecambahkan diamati jumlah benih yang berkecambah normal setiap hari sampai hari ke-8 pengamatan. Rumus yang digunakan untuk menghitung kecepatan tumbuh sebagai berikut:

$$\text{Kecepatan Tumbuh} = \left(\% \frac{\text{KN}}{\text{etmal}} \right) = \sum_0^{tn} \frac{N}{T}$$

Keterangan:

- KN = Kecambah Normal
- T = Waktu pengamatan ke-
- N = persentase kecambah normal setiap waktu pengamatan
- tn = waktu akhir pengamatan
- 1 etmal = 24 jam

d. Indeks vigor (%)

Pengamatan indeks vigor dilakukan terhadap jumlah kecambah normal pada hitungan pertama (*first count*) yaitu pada hari ke-5. Indeks vigor dihitung dengan rumus:

$$= \frac{\text{Indeks Vigor(\%)} \\ \Sigma \text{ Kecambah normal pada hitungan pertama}}{\Sigma \text{ Benih yang ditanam}} \times 100\%$$

e. Keserempakan tumbuh (%)

Keserempakan tumbuh diamati dengan menghitung jumlah benih yang berkecambah normal diantara pengamatan hari ke-5 dan hari ke-8 yaitu pada hari ke-7. Potensi tumbuh maksimum dihitung dengan rumus:

$$\text{Keserempakan Tumbuh(\%)} = \frac{\Sigma \text{ Kecambah normal}}{\Sigma \text{ Benih yang ditanam}} \times 100\%$$

f. Tinggi tanaman (cm)

Tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah sampai ke ujung daun. Tinggi tanaman diamati pada fase vegetatif umur tanaman 20 HST (Hari Setelah Tanam).

g. Jumlah daun (helai)

Jumlah daun dihitung dengan menghitung semua

daun yang ada. Jumlah daun diamati pada fase vegetatif umur tanaman 20 HST (Hari Setelah Tanam).

Analisis data yang digunakan menggunakan analisis ragam (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Apabila perlakuan berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kandungan hormon air kelapa

Hasil analisis terhadap kandungan hormone air kelapa. Metode HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*) digunakan untuk menentukan kadar hormon air kelapa, didapatkan hasil bahwa komposisi auksin ZPT dalam air kelapa penelitian ini adalah 11384,9 ng/mL dan giberelin 38734,8 ng/mL, sedangkan kandungan sitokinin meliputi dari beberapa jenis, hasil disajikan dalam Tabel 1.

Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Air Kelapa pada Proses Invigorasi terhadap Viabilitas Benih Kedelai

Berdasarkan hasil pengamatan pengaruh konsentrasi dan lama perendaman air kelapa pada proses invigorasi terhadap viabilitas benih kedelai diperoleh data daya berkecambah, potensi tumbuh maksimum, kecepatan tumbuh, indeks vigor, keserempakan tumbuh, tinggi tanaman dan jumlah daun. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA) perlakuan konsentrasi berpengaruh nyata terhadap parameter pengamatan daya berkecambah, potensi tumbuh maksimum, kecepatan tumbuh, keserempakan tumbuh dan tinggi tanaman. Parameter pengamatan indeks vigor dan jumlah daun tidak berpengaruh nyata dari perlakuan konsentrasi.

Hasil perhitungan, sebagaimana ditentukan oleh uji analisis ANOVA ini sesuai temuan penelitian oleh Kabelwa sebelumnya. Menurut Kabelwa (2017), viabilitas benih kedelai Varietas Anjasmoro berpengaruh nyata oleh perlakuan perendaman dengan air kelapa pada berbagai konsentrasi. Penelitian lain, seperti Suganda, telah menunjukkan hasil yang serupa. Suganda (2018), peneliti menggunakan benih varietas kacang hijau kutilang. Air kelapa telah terbukti meningkatkan persentase benih kacang hijau untuk berkecambah.

Lama perendaman air kelapa memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter kecepatan tumbuh dan keserempakan tumbuh. Sedangkan lama perendaman air kelapa tidak berpengaruh nyata terhadap parameter daya berkecambah, potensi tumbuh maksimum, indeks vigor, tinggi tanaman dan jumlah daun. Semua parameter pengamatan meliputi daya berkecambah, potensi tumbuh maksimum, kecepatan tumbuh, indeks vigor, keserempakan tumbuh, tinggi tanaman dan jumlah daun tidak ada interaksi konsentrasi dan lama perendaman air kelapa dalam meningkatkan viabilitas benih. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi air kelapa tidak dipengaruhi oleh lama perendaman atau sebaliknya.

Tabel 1. Komposisi Kandungan Hormon Air Kelapa

Sampel	Hormon	Hasil (ng/mL)
Air Kelapa	IAA (Auksin)	11384,9
	GA3 (Giberelin)	38734,8
	Sitokinin :	
	<i>Trans-Zeatin</i>	7948,9
	<i>Ribosyl Cis Zeatin</i>	4155,0
	<i>Zeatin Glucoside</i>	2812,3
	<i>Zeatin Riboside Glucoside</i>	932,7
	<i>Dihydrozeatin</i>	1121,2
	<i>Dihydrozeatin Riboside</i>	556,7
	<i>Dihydrozeatin Glucoside</i>	930,9

Sumber: Hasil Uji Lab. Fisiologi Tumbuhan Universitas Gadjah Mada 2022

Daya Berkecambah (%)

Pengamatan daya berkecambah dilakukan dengan cara menghitung jumlah benih yang berkecambah normal pada hitungan pertama (hari ke-5) dan kedua (hari ke-8). Rerata daya berkecambah disajikan pada Tabel 2. Konsentrasi air kelapa berpengaruh nyata terhadap daya berkecambah benih kedelai (Tabel 2). Pada variabel pengamatan daya berkecambah ini, menunjukkan bahwa perlakuan K3 (75%), K2 (50%) dan K1 (25%) berbeda tidak nyata, namun berbeda nyata dengan K0 (0%). Pada perlakuan konsentrasi tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi air kelapa cenderung meningkatkan daya berkecambah. Perlakuan lama perendaman tidak berpengaruh nyata pada parameter daya berkecambah, namun dari ke 3 taraf lama perendaman dalam penelitian ini, pemberian lama perendaman selama 3 jam cenderung memberikan daya berkecambah yang paling tinggi dengan rerata hasil 69,83%. Sedangkan tidak ada interaksi konsentrasi dan lama perendaman air kelapa terhadap parameter daya berkecambah.

Air kelapa pada konsentrasi 75% meningkatkan daya kecambah benih kedelai. Air kelapa, pada konsentrasi 75%, terbukti mempengaruhi perkecambahan hingga 73,22%. Meskipun benih yang digunakan adalah benih dengan viabilitas rendah, air kelapa dapat memberikan pengaruh yang nyata terhadap hasil. Tingkat perkecambahan dari perlakuan air kelapa 73% adalah 16% lebih besar dari kontrol. Hasilnya, dapat dikatakan bahwasannya konsentrasi 75% dapat meningkatkan daya berkecambah benih kedelai. Penelitian ini searah dengan penelitian Watiq (2013), tentang perkecambahan benih rosella merah, yang mengemukakan bahwa konsentrasi air kelapa 100% meningkatkan daya berkecambah sebesar 71%.

Tingginya nilai daya berkecambah pada konsentrasi

75% karena hormon auksin, giberelin dan sitokinin yang terkandung dalam air kelapa berada pada konsentrasi yang paling dapat diterima untuk daya berkecambah pada konsentrasi tersebut. Menurut Hedty (2014) air kelapa merupakan larutan yang dapat digunakan untuk mempercepat proses perkecambahan karena dalam air kelapa terkandung unsur hara dan zat pengatur tumbuh yang masing-masing memiliki peran dalam proses perkecambahan. Karena kandungan hormon dalam air kelapa lebih banyak dibandingkan konsentrasi lainnya, seperti 0%, 25% dan 50% maka tingginya nilai daya berkecambah setelah direndam dalam konsentrasi 75% air kelapa berkaitan dengan komposisi 75% air kelapa yang lebih banyak dari pada konsentrasi lainnya. Hasil analisis kandungan air kelapa pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1. dengan hasil IAA (auksin) 11384,9 ng/mL, GA3 (giberelin) 38734,8 ng/mL, dan zeatin 7948,9 ng/mL.

Tidak berpengaruh nyata pada waktu lama perendaman karena selisih waktu perendaman yang terlalu singkat yaitu 3 jam. Menurut Andi Syaiful (2012) karena periode perendaman yang singkat maka perlakuan lama perendaman berbeda tidak nyata pada semua taraf, sehingga tidak cukup untuk mempercepat perubahan biokimia benih terkait dengan proses perkecambahan, sehingga mengakibatkan perkecambahan, pertumbuhan dan perkembangan lambat.

Tidak ada interaksi antara perlakuan konsentrasi dan lama perendaman karena pada penelitian ini faktor konsentrasi lebih menguasai terhadap faktor lama perendaman. Menurut Amin *et al.* (2017), salah satu faktor pengujian meliputi konsentrasi dan lama perendaman dalam ZPT memiliki sifat yang lebih menguasai terhadap faktor lainnya, sehingga kedua faktor tidak berjalan secara sinergis.

Tabel 2. Rerata Daya Berkecambah

Perlakuan	L1 (3 jam)	L2 (6 jam)	L3 (9 jam)	Rerata
K0 (0%)	61,00	51,67	58,33	57,00 a
K1 (25%)	75,00	51,67	72,33	66,33 b
K2 (50%)	67,33	69,00	66,33	67,56 b
K3 (75%)	76,00	72,33	71,33	73,22 b
Rerata	69,83	61,17	67,08	(-)

Keterangan:(+) = ada interaksi; (-) = tidak ada interaksi; Nilai rerata yang diikuti oleh huruf yang sama, berbeda tidak nyata pada taraf 5% menurut DMRT

Potensi Tumbuh Maksimum (%)

Pengamatan potensi tumbuh maksimum dilakukan dengan cara menghitung jumlah kecambah yang tumbuh normal maupun abnormal pada 8 hari setelah tanam. Rerata potensi tumbuh maksimum disajikan pada Tabel 3. Konsentrasi air kelapa berpengaruh nyata terhadap parameter potensi tumbuh maksimum (Tabel 3). Perlakuan K0 (0%) berbeda nyata dengan perlakuan K2 (50%) dan K3 (75%) namun perlakuan K1 (25%), K2 (50%) dan K3 (75%) berbeda tidak nyata. Pada perlakuan K0 merupakan hasil yang terendah dibanding perlakuan yang lain, yaitu dengan rata-rata potensi tumbuh maksimum adalah 64,11%. Hasil yang tertinggi dari berbagai konsentrasi ditunjukkan oleh perlakuan K3 (75%) dengan rata-rata potensi tumbuh maksimum 77,44%. Pada konsentrasi yang semakin tinggi maka semakin banyak kecambah normal dan abnormal untuk tumbuh.

Perlakuan lama perendaman tidak berpengaruh nyata pada parameter potensi tumbuh maksimum, Namun dari ke 3 taraf lama perendaman dalam penelitian ini, pemberian lama perendaman selama 3 jam cenderung memberikan potensi tumbuh maksimum yang paling tinggi dengan rerata hasil 76,25%. Sedangkan tidak ada interaksi konsentrasi dan lama perendaman air kelapa terhadap parameter potensi tumbuh maksimum.

Daya berkecambah benih dapat dibantu dengan perendaman air kelapa yang dapat mendongkrak nilai dari potensi tumbuh maksimum pada benih. Zat pengatur tumbuh alami dapat meningkatkan kapasitas perkembangan embrio benih dan berperan dari perangsang perkecambahan benih (Rusmin *et al.*, 2011). Beberapa faktor menentukan potensi tumbuh maksimum yang maksimal. Air kelapa merupakan salah satu contoh zat pengatur tumbuh yang dapat mendorong perkecambahan benih. Faktor lain yang mempengaruhi kapasitas perkembangan benih adalah kemampuan fisiologis benih itu sendiri (Farida, 2018). Mutu fisiologis benih merupakan interaksi antara faktor genetik dan lingkungan tumbuh, tempat benih dihasilkan (Akil, 2009).

Tidak berpengaruh nyata pada waktu lama perendaman karena selisih waktu perendaman yang terlalu singkat yaitu 3 jam. Menurut Andi Syaiful (2012) karena periode perendaman yang singkat maka perlakuan lama perendaman berbeda tidak nyata pada semua taraf, sehingga tidak cukup untuk mempercepat perubahan biokimia benih terkait dengan proses perkecambahan, sehingga mengakibatkan perkecambahan, pertumbuhan dan perkembangan lambat.

Tidak ada interaksi antara perlakuan konsentrasi dan lama perendaman karena pada penelitian ini faktor konsentrasi lebih menguasai terhadap faktor lama perendaman. Menurut Amin *et al.* (2017), salah satu faktor pengujian meliputi konsentrasi dan lama perendaman dalam ZPT memiliki sifat yang lebih menguasai terhadap faktor lainnya, sehingga kedua faktor tidak berjalan secara sinergis.

Kecepatan Tumbuh (%/etmal)

Benih yang telah dikecambahkan diamati jumlah benih yang berkecambah normal setiap hari sampai hari ke-8 pengamatan. Rerata kecepatan tumbuh disajikan pada Tabel 4. data pada parameter kecepatan tumbuh menunjukkan bahwa, tidak terdapat interaksi antara perlakuan konsentrasi maupun lama perendaman. Perlakuan konsentrasi dan lama perendaman berpengaruh nyata terhadap parameter kecepatan tumbuh. Perlakuan K3 (75%) menunjukkan berbeda tidak nyata dengan perlakuan K2 (50%) dan K1(25%) namun berbeda nyata dengan perlakuan K0 (0%). Diperoleh hasil tertinggi dari kecepatan tumbuh, yaitu 13,30% pada konsentrasi 75% perlakuan K3. Perlakuan K0 dengan konsentrasi 0% (kontrol) memberikan hasil terendah yaitu 10,70%.

Hasil pengamatan pada perlakuan K3 (75%) menunjukkan kecepatan tumbuh yang paling tinggi, yaitu rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk berkecambah sebesar 13,30% karena pada konsentrasi tersebut air kelapa dapat mengikat air dengan optimal sehingga proses imbibisi benih dapat berjalan dengan baik dan menghasilkan kecepatan tumbuh benih tertinggi.

Kecepatan tumbuh tertinggi pada lama perendaman air kelapa selama 3 jam sebesar 13,20%. Berdasarkan tersebut, perlakuan 3 jam sudah cukup optimal untuk perendaman benih. Menurut Purba *et al.* (2018) kemampuan benih untuk berkecambah berdampak pada kecepatan tumbuh, semakin besar tingkat perkecambahan, semakin cepat tingkat pertumbuhan benih.

Pemberian air kelapa sebagai ZPT alami dapat mempercepat nilai kecepatan tumbuh benih. Hasil analisis giberelin air kelapa pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1. dengan sebesar 38734,8 ng/mL, yang dapat mempercepat perkecambahan benih. Hal ini sejalan dengan hasil yang dipublikasikan oleh Un *et al.* (2018), bahwa giberelin dapat membantu perkecambahan benih.

Perendaman benih dalam jangka waktu yang lama sebenarnya dapat merusak susunan fisiologisnya. Hal ini sejalan dengan pernyataan Lubis *et al.* (2018), bahwa anoksia (kehilangan oksigen) yang disebabkan oleh waktu perendaman yang terlalu lama menghambat benih respirasi dan perkecambahan. Sebagai akibat dari proses ini, kecepatan benih akan melambat. Menurut Darajat (2014) sebelum penanaman, ZPT dapat direndam pada benih untuk memungkinkan imbibisi, meningkatkan kadar air benih dan mendorong perkecambahan.

Tidak ada interaksi antara perlakuan konsentrasi dan lama perendaman karena pada penelitian ini faktor konsentrasi lebih menguasai terhadap faktor lama perendaman. Menurut Amin *et al.* (2017), salah satu faktor pengujian meliputi konsentrasi dan lama perendaman dalam ZPT memiliki sifat yang lebih menguasai terhadap faktor lainnya, sehingga kedua faktor tidak berjalan secara sinergis.

Tabel 3. Rerata Potensi Tumbuh Maksimum

Perlakuan	L1 (3 jam)	L2 (6 jam)	L3 (9 jam)	Rerata
K0 (0%)	68,33	61,00	63,00	64,11 a
K1 (25%)	79,67	55,67	74,33	69,89 ab
K2 (50%)	77,00	78,33	71,33	75,56 b
K3 (75%)	80,00	79,00	73,33	77,44 b
Rerata	76,25	68,50	70,50	(-)

Keterangan: (+)= ada interaksi; (-)= tidak ada interaksi; Nilai rerata yang diikuti oleh huruf yang sama, berbeda tidak nyata pada taraf 5 % menurut DMRT

Kecepatan Tumbuh (%/etmal)

Benih yang telah dikecambahkan diamati jumlah benih yang berkecambah normal setiap hari sampai hari ke-8 pengamatan. Rerata kecepatan tumbuh disajikan pada Tabel 4. Data pada parameter kecepatan tumbuh menunjukkan bahwa, tidak terdapat interaksi antara perlakuan konsentrasi maupun lama perendaman (Tabel 4). Perlakuan konsentrasi dan lama perendaman berpengaruh nyata terhadap parameter kecepatan tumbuh. Perlakuan K3 (75%) menunjukkan berbeda tidak nyata dengan perlakuan K2 (50%) dan K1(25%) namun berbeda nyata dengan perlakuan K0 (0%). Diperoleh hasil tertinggi dari kecepatan tumbuh, yaitu 13,30% pada konsentrasi 75% perlakuan K3. Perlakuan K0 dengan konsentrasi 0% (kontrol) memberikan hasil terendah yaitu 10,70%.

Hasil pengamatan pada perlakuan K3 (75%) menunjukkan kecepatan tumbuh yang paling tinggi, yaitu rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk berkecambah sebesar 13,30% karena pada konsentrasi tersebut air kelapa dapat mengikat air dengan optimal sehingga proses imbibisi benih dapat berjalan dengan baik dan menghasilkan kecepatan tumbuh benih tertinggi.

Kecepatan tumbuh tertinggi pada lama perendaman air kelapa selama 3 jam sebesar 13,20%. Berdasarkan tersebut, perlakuan 3 jam sudah cukup optimal untuk perendaman benih. Menurut Purba *et al.* (2018) kemampuan benih untuk berkecambah berdampak pada kecepatan tumbuh, semakin besar tingkat perkecambahan, semakin cepat tingkat pertumbuhan benih.

Pemberian air kelapa sebagai ZPT alami dapat mempercepat nilai kecepatan tumbuh benih. Hasil analisis giberelin air kelapa pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1. dengan sebesar 38734,8 ng/mL, yang dapat mempercepat perkecambahan benih. Hal ini sejalan dengan hasil yang dipublikasikan oleh Un *et al.* (2018), bahwa giberelin dapat membantu perkecambahan benih.

Perendaman benih dalam jangka waktu yang lama sebenarnya dapat merusak susunan fisiologisnya. Hal ini sejalan dengan pernyataan Lubis *et al.* (2018), bahwa anoksia (kehilangan oksigen) yang disebabkan oleh waktu perendaman yang terlalu lama menghambat benih respirasi dan perkecambahan. Sebagai akibat dari proses ini, kecepatan benih akan melambat. Menurut Darajat (2014) sebelum penanaman, ZPT dapat direndam pada benih untuk memungkinkan imbibisi, meningkatkan kadar air benih dan mendorong perkecambahan.

Tidak ada interaksi antara perlakuan konsentrasi dan lama perendaman karena pada penelitian ini faktor konsentrasi lebih menguasai terhadap faktor lama

perendaman. Menurut Amin *et al.* (2017), salah satu faktor pengujian meliputi konsentrasi dan lama perendaman dalam ZPT memiliki sifat yang lebih menguasai terhadap faktor lainnya, sehingga kedua faktor tidak berjalan secara sinergis.

Indeks Vigor (%)

Pengamatan indeks vigor dilakukan terhadap jumlah kecambah normal pada hitungan pertama (*first count*) yaitu pada hari ke-5. Rerata indeks vigor disajikan pada Tabel 5. Variabel keempat yang diamati yaitu indeks vigor. Menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi tidak menunjukkan pengaruh yang nyata pada parameter indeks vigor, namun dari ke 4 taraf konsentrasi dalam penelitian ini, pemberian konsentrasi 25% cenderung memberikan indeks vigor yang paling tinggi. hasil sebesar 48,33%. Pada perlakuan K0 memberikan hasil yang terendah daripada yang lainnya.

Perlakuan lama perendaman tidak menunjukkan pengaruh yang nyata pada parameter indeks vigor, namun dari ke 3 taraf konsentrasi dalam penelitian ini, pemberian lama perendaman 3 jam cenderung memberikan daya berkecambah yang paling tinggi. hasil sebesar 48,08%. Pada perlakuan L2 (6 jam) memberikan hasil yang terendah daripada yang lainnya dengan rerata hasil 32,50%. Tidak ada interaksi dari kedua faktor tersebut.

Indeks vigor digunakan untuk mengetahui kemampuan tumbuh benih normal dengan baik (Harsono *et al.*, 2021). Yuniarti *et al.*, 2014 menambahkan bahwa vigor benih dipengaruhi oleh berbagai faktor mulai dari ketika benih masih berada di tanaman induk sampai pemanenan, pengolahan, transportasi, sampai sebelum ditanam. Tidak ada interaksi antara kedua perlakuan tersebut.

Tidak berpengaruh nyata pada waktu lama perendaman karena selisih waktu perendaman yang terlalu singkat yaitu 3 jam. Menurut Andi Syaiful (2012) karena periode perendaman yang singkat maka perlakuan lama perendaman berbeda tidak nyata pada semua taraf, sehingga tidak cukup untuk mempercepat perubahan biokimia benih terkait dengan proses perkecambahan, sehingga mengakibatkan perkecambahan, pertumbuhan dan perkembangan lambat.

Tidak ada interaksi antara perlakuan konsentrasi dan lama perendaman karena pada penelitian ini faktor konsentrasi lebih menguasai terhadap faktor lama perendaman. Menurut Amin *et al.* (2017), salah satu faktor pengujian meliputi konsentrasi dan lama perendaman dalam ZPT memiliki sifat yang lebih menguasai terhadap faktor lainnya, sehingga kedua faktor tidak berjalan secara sinergis.

Tabel 4. Rerata Kecepatan Tumbuh

Perlakuan	L1 (3 jam)	L2 (6 jam)	L3 (9 jam)	Rerata
K0 (0%)	11,97	9,41	10,72	10,70 a
K1 (25%)	14,28	9,70	13,53	12,50 b
K2 (50%)	12,98	12,32	11,77	12,36 ab
K3 (75%)	13,58	12,76	13,57	13,30 b
Rerata	13,20 b	11,05 a	12,40 ab	(-)

Keterangan: (+) = ada interaksi; (-) = tidak ada interaksi; Nilai rerata yang diikuti oleh huruf yang sama, berbeda tidak nyata pada taraf 5 % menurut DMRT

Tabel 5. Rerata Indeks Vigor

Perlakuan	L1 (3 jam)	L2 (6 jam)	L3 (9 jam)	Rerata
K0 (0%)	48,33	15,67	38,33	34,11
K1 (25%)	55,33	36,33	53,33	48,33
K2 (50%)	49,00	37,33	32,00	39,44
K3 (75%)	39,67	40,67	53,67	44,67
Rerata	48,08	32,50	44,33	(-)

Keterangan: (+) = ada interaksi; (-) = tidak ada interaksi; Nilai rerata yang diikuti oleh huruf yang sama, berbeda tidak nyata pada taraf 5 % menurut DMRT

Keserempakan tumbuh (%)

Keserempakan tumbuh diamati dengan menghitung jumlah benih yang berkecambah normal diantara pengamatan hari ke-5 dan hari ke-8 yaitu pada hari ke-7. Rerata keserempakan tumbuh disajikan pada Tabel 6. Pada parameter keserempakan tumbuh menunjukkan bahwa, tidak terdapat interaksi antara perlakuan konsentrasi dan lama perendaman (Tabel 6). Perlakuan konsentrasi dan lama perendaman berpengaruh nyata terhadap parameter potensi tumbuh maksimum. Perlakuan K3 (75%), K2 (50%) dan K1 (25%) berbeda tidak nyata. Perlakuan K3 (75%) berbeda nyata dengan K0 (0%) namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan K1 (25%) dan K2 (50%). Hasil analisis lanjut untuk konsentrasi di dapatkan K3 (75%) hasil yang terbaik sebesar 59,67%.

Perlakuan L1 (3 jam) berbeda nyata dengan L2 (6 jam) namun berbeda tidak nyata dengan L3 (9 jam). Keserempakan tumbuh terbaik pada lama perendaman air kelapa selama 3 jam dengan rerata hasil 61,33%. Perlakuan lama perendaman 6 jam memberikan hasil terendah yaitu 47,92%. Berdasarkan tersebut, perlakuan 3 jam sudah cukup optimal untuk perendaman benih.

Menurut Sadjad (1994), menyampaikan kisaran nilai untuk keserempakan tumbuh antara 40-70% jika nilai keserempakan tumbuh di bawah 40% menunjukkan vigor yang rendah pada kelompok benih. Sebaliknya jika nilai lebih dari 70% menunjukkan kekuatan vigor sangat tinggi.

Tingkat imbibisi benih terbukti dapat ditekan dengan

penggunaan air kelapa, dengan 3 jam perendaman benih yang paling efektif. Hal ini karena selama ini, proses imbibisi dari pemenuhan air adalah yang optimum, memungkinkan benih kedelai yang diperlakukan untuk melakukan metabolisme yang terbaik selama fase II dari sistem perkecambahan benih. Benih kedelai yang diperlakukan dapat meningkatkan parameter perkecambahan faktor internalnya dari imbibisi yang terkontrol dan singkat ini.

Menurut Ai dan Ballo (2010) dalam Yuanasari *et al.* (2015), dalam proses perkecambahan benih dimulai dari proses penyerapan air oleh benih. Proses penyerapan air oleh benih mengikuti pola *triphasic* (3 fase). Fase I diawali oleh penyerapan air secara cepat, ini dikarenakan adanya perbedaan potensial antara air dan benih. Selanjutnya pada fase II, penyerapan air berlangsung lambat, karena potensial air benih dengan lingkungannya dalam keadaan seimbang, tetapi metabolisme benih secara aktif berlangsung. Pada fase III penyerapan air kembali naik, yang mana proses perkecambahan telah lengkap dengan ditandai oleh munculnya radikula.

Tidak ada interaksi antara perlakuan konsentrasi dan lama perendaman karena pada penelitian ini faktor konsentrasi lebih menguasai terhadap faktor lama perendaman. Menurut Amin *et al.* (2017), salah satu faktor pengujian meliputi konsentrasi dan lama perendaman dalam ZPT memiliki sifat yang lebih menguasai terhadap faktor lainnya, sehingga kedua faktor tidak berjalan secara sinergis.

Tabel 6. Rerata Keserempakan Tumbuh

Perlakuan	L1 (3 jam)	L2 (6 jam)	L3 (9 jam)	Rerata
K0 (0%)	60,33	39,00	42,00	47,11 a
K1 (25%)	68,67	45,67	58,00	57,44 b
K2 (50%)	54,00	53,00	52,33	53,11 ab
K3 (75%)	62,33	54,00	62,67	59,67 b
Rerata	61,33 b	47,92 a	53,75 ab	(-)

Keterangan: (+) = ada interaksi; (-) = tidak ada interaksi; Nilai rerata yang diikuti oleh huruf yang sama, berbeda tidak nyata pada taraf 5 % menurut DMRT

Tinggi Tanaman (cm)

Tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah sampai ke ujung daun. Tinggi tanaman diamati pada fase vegetatif umur tanaman 20 HST. Rerata tinggi tanaman disajikan pada Tabel 7. Konsentrasi air kelapa berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi tanaman (Tabel 7). Pada perlakuan lama perendaman tidak berpengaruh nyata pada parameter tinggi tanaman namun dari ke 3 taraf lama perendaman dalam penelitian ini, pemberian lama perendaman selama 6 jam cenderung memberikan daya berkecambah yang paling tinggi dengan rerata hasil 43,28. Tidak ada interaksi perlakuan konsentrasi dan lama perendaman terhadap parameter tinggi tanaman.

Berdasarkan hasil perlakuan diketahui bahwa perlakuan konsentrasi 25% menghasilkan tinggi tanaman terbaik, dengan tinggi rata-rata 46,60. Dibandingkan dengan variabel kontrol perlakuan konsentrasi 25% menghasilkan hasil yang berbeda. Ini menunjukkan bagaimana air kelapa dapat membantu tanaman kedelai tumbuh lebih tinggi.

Ini karena hormon dalam air kelapa, yang dapat membantu perkembangan tanaman. Karena auksin merupakan salah satu zat pengatur tumbuh. Menurut Mustika (1994) bahwa air kelapa membantu tanaman untuk tumbuh lebih tinggi. Menurut Achmad (2016) air kelapa mengandung komponen selain auksin termasuk zeatin, senyawa sitokinin yang mendorong pembelahan sel dan mendorong pertumbuhan tunas dan akar.

Tidak berpengaruh nyata pada waktu lama perendaman karena selisih waktu perendaman yang terlalu singkat yaitu 3 jam. Menurut Andi Syaiful (2012) karena periode perendaman yang singkat maka perlakuan lama perendaman berbeda tidak nyata pada semua taraf, sehingga tidak cukup untuk mempercepat perubahan biokimia benih terkait dengan proses perkecambahan, sehingga mengakibatkan perkecambahan, pertumbuhan dan perkembangan lambat.

Tidak ada interaksi antara perlakuan konsentrasi dan lama perendaman karena pada penelitian ini faktor konsentrasi lebih menguasai terhadap faktor lama perendaman. Menurut Amin *et al.* (2017), salah satu faktor pengujian meliputi konsentrasi dan lama perendaman dalam ZPT memiliki sifat yang lebih menguasai terhadap faktor lainnya, sehingga kedua faktor tidak berjalan secara sinergis.

Jumlah Daun (helai)

Jumlah daun dihitung dengan menghitung semua daun yang ada. Jumlah daun diamati pada fase vegetatif umur tanaman 20 HST. Rerata jumlah daun disajikan pada Tabel 8.

Variabel pengamatan yang terakhir yaitu jumlah daun. Menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi tidak berpengaruh nyata pada parameter jumlah daun, perlakuan lama perendaman tidak berpengaruh nyata pada parameter jumlah daun dan tidak ada interaksi dari kedua faktor tersebut, namun dari ke 4 taraf konsentrasi dalam penelitian ini, pemberian konsentrasi 25% cenderung memberikan jumlah daun yang paling banyak dengan rerata hasil 13,67 dan pemberian lama perendaman 9 jam cenderung memberikan jumlah daun yang paling banyak dengan rerata hasil 13,33 Hal ini karena tiap benih memiliki kemampuannya masing-masing dalam proses imbibisi ZPT pada tiap lama perendamannya.

Menurut Sucahyono *et al.* (2013), jumlah daun tidak dipengaruhi oleh perlakuan invigorasi. Jumlah daun sangat dipengaruhi oleh panjang tanaman, semakin panjang tanaman akan semakin banyak daun yang dihasilkan. Hormon auksin yang ada pada tanaman serta zat aditif dari luar merangsang tanaman untuk tumbuh tinggi, sehingga menambah panjang tanaman dan jumlah daun. (Darlina *et al.*, 2016).

Menurut Abidin (2003) tanaman yang tepat dapat diberikan zat pengatur tumbuh yang efisien tergantung pada spesiesnya, bagian tanaman yang dipengaruhi dan konsentrasi zat pengatur tumbuhnya. Kondisi benih juga mempengaruhi besarnya pengaruh waktu perendaman dan konsentrasi zat pengatur tumbuh menurut jenis tanaman. Menurut Prawiranata & Tjondro-negoro (1995) bahwa kemampuan tanaman untuk berkembang dapat terhambat oleh terganggunya fungsi-fungsi sel bila zat pengatur tumbuh digunakan secara berlebihan.

Tidak ada interaksi antara perlakuan konsentrasi dan lama perendaman karena pada penelitian ini faktor konsentrasi lebih menguasai terhadap faktor lama perendaman. Menurut Amin *et al.* (2017), salah satu faktor pengujian meliputi konsentrasi dan lama perendaman dalam ZPT memiliki sifat yang lebih menguasai terhadap faktor lainnya, sehingga kedua faktor tidak berjalan secara sinergis.

Tabel 7. Rerata Tinggi Tanaman

Perlakuan	L1 (3 jam)	L2 (6 jam)	L3 (9 jam)	Rerata
K0 (0%)	33,47	33,17	39,30	35,31 a
K1 (25%)	47,53	44,93	47,33	46,60 b
K2 (50%)	47,90	46,73	42,03	45,56 b
K3 (75%)	38,90	48,27	39,83	42,33 b
Rerata	41,95	43,28	42,13	(-)

Keterangan: (+) = ada interaksi; (-) = tidak ada interaksi; Nilai rerata yang diikuti oleh huruf yang sama, berbeda tidak nyata pada taraf 5 % menurut DMRT

Tabel 8. Rerata Jumlah Daun

Perlakuan	L1 (3 jam)	L2 (6 jam)	L3 (9 jam)	Rerata
K0 (0%)	11,67	12,67	12,67	12,33
K1 (25%)	13,33	13,67	14,00	13,67
K2 (50%)	13,33	13,00	14,00	13,44
K3 (75%)	12,33	13,67	12,67	12,89
Rerata	12,67	13,25	13,33	(-)

Keterangan: (+) = ada interaksi; (-) = tidak ada interaksi; Nilai rerata yang diikuti oleh huruf yang sama, berbeda tidak nyata pada taraf 5 % menurut DMRT

KESIMPULAN

1. Konsentrasi air kelapa pada proses invigorasi berpengaruh nyata terhadap viabilitas benih kedelai pada parameter daya berkecambah, potensi tumbuh maksimum, kecepatan tumbuh, keserempakan tumbuh, tinggi tanaman dan tidak berpengaruh nyata pada parameter indeks vigor dan jumlah daun.
2. Lama perendaman air kelapa pada proses invigorasi berpengaruh nyata terhadap viabilitas benih kedelai pada parameter kecepatan tumbuh, keserempakan tumbuh dan tidak berpengaruh nyata pada parameter daya berkecambah, potensi tumbuh maksimum, indeks vigor, tinggi tanaman dan jumlah daun.
3. Tidak ada interaksi antara konsentrasi dan lama perendaman air kelapa pada proses invigorasi terhadap viabilitas benih kedelai pada semua parameter.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. (2003). Dasar Pengetahuan Tentang Zat Pengatur Tumbuh. *Angkasa, Bandung*.
- Achmad, B. (2016). Efektivitas rooton-f, air kelapa muda dan ekstrak bawang merah dalam merangsang pertumbuhan stek batang pasak bumi. *Jurnal Hutan Tropis*, 4(3), 224–231.
- Akil, M. (2009). Peningkatan Kualitas Benih Melalui Pengelolaan Hara yang Optimal. *Prosiding Seminar Nasional Serealia*. ISBN, 206–217.
- Amin, A., Juanda, B. R., & Zaini, M. (2017). Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman dalam ZPT auksin terhadap viabilitas benih semangka (*Citrus lunatus*) kadaluarsa. *Jurnal Penelitian Agrosamudra*, 4(1), 45–57.
- Andi Syaiful, S. (2012). *Peran conditioning benih dalam meningkatkan daya adaptasi tanaman kedelai*

terhadap stres kekeringan.

- Avivi, S. (2021). *Buku Teks Fisiologi & Metabolisme Benih*. UPT Penerbitan & Percetakan Universitas Jember.
- Darlina, Hasanuddin, & Rahmatan, H. (2016). Pengaruh penyiraman air kelapa (*Cocos nucifera* L.) terhadap pertumbuhan vegetatif lada (*Piper nigrum* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Biologi*, 1(1), 20–28.
- Darojat, M. K. (2014). *Pengaruh konsentrasi dan lama perendaman ekstrak bawang merah (*Allium cepa* L.) terhadap viabilitas benih kakao (*Theobroma cacao* L.)*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Farida. (2018). Respon Perkecambahan Benih Kopi Pada Berbagai Tingkat Kemasakan Buah dengan Aplikasi Zat Pengatur Tumbuh. *Ziraa'ah*, 43(2), 166–172.
- Harnowo, D. (2018). *Ciri-Ciri Benih Kedelai*. 0–3.
- Harsono, N. A., Bayfurqon, F. M., & Azizah, E. (2021). Pengaruh Periode Simpan dan Konsentrasi Ekstrak Bawang Merah (*Allium Cepa* L.) Terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Timun Apel (*Cucumis* Sp.). *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 7(5), 14–26.
- Hedty, M. M. T. (2014). Pemberian H₂SO₄ dan Air Kelapa pada Uji Viabilitas Biji Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.). *Jurnal Protobiont*, 3(1).
- Kabelwa, S. (2017). [*Jurnal "Median", Volume IX Nomor 2 Juni 2017*] Hal : 9-19. IX(L), 9–19.
- Kementerian Pertanian. (2020). Outlook Komoditas Pertanian Tanaman Pangan Kedelai. *Pusat Data Dan Sistem Informasi Pertanian*, 1–62.
- Lubis, R. R., Kurniawan, T., & Zuyasna, Z. (2018).

- Invigorasi benih tomat kadaluarsa dengan ekstrak bawang merah pada berbagai konsentrasi dan lama perendaman. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 3(4), 175–184.
- Maemunah, & Adelina, E. (2009). Lama Penyimpanan Dan Invigorasi Terhadap Vigor Bibit Kakao (*Theobroma cacao L.*). *Media Litbang Sulteng*, 2(1), 56–61.
- Mustika, B. P. (1994). *Pengaruh 2,4 D dan Air Kelapa Terhadap Produksi Stek Mikro Kentang*. IPB.
- Prawiranata, W. H., & Tjondro-negoro, S. (1995). Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan. Jilid II. Departemen Botani. *Fakultas MIPA. IPB. Bogor*.
- Purba, D., Purbajanti, E. D., & Karno, K. (2018). Perkecambahan dan pertumbuhan benih tomat (*Solanum lycopersicum*) akibat perlakuan berbagai dosis NaOCl dan metode pengeringan. *Journal of Agro Complex*, 2(1), 68–78.
- Putra, D., Rahmanti, R., & Nasrullah. (2012). Pengaruh Suhu dan Lama Perendaman Benih Terhadap Perkecambahan dan Pertumbuhan Awal Bibit Kopi Arabika (*Coffea arabica* (LENN)). *Vegetalika*, 1(3), 21–30. <https://doi.org/10.22146/veg.1353>
- Rasyid, H. (2013). Peningkatan Produksi dan Mutu Benih Kedelai Varietas Hitam Unggul Nasional sebagai Fungsi Jarak Tanam dan Pemberian Dosis Pupuk P. *Jurnal Gamma*, 8(2), 46–63.
- Ratnawati, S. I. S., & Yoseva, S. (2013). *Waktu perendaman benih dengan air kelapa muda terhadap pertumbuhan bibit kakao (Theobroma cacao L.)*. Universitas Riau.
- Rosniawaty, S., Anjarsari, I. R. D., & Sudirja, R. (2018). Aplikasi Sitokinin untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Teh di Dataran Rendah. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*, 5(1), 31. <https://doi.org/10.21082/jtidp.v5n1.2018.p31-38>
- Rusmin, D., Suwarno, F. C., & Darwati, I. (2011). Pengaruh Pemberian GA 3 Pada Berbagai Konsentrasi Dan Lama Imbibisi Terhadap Peningkatan Viabilitas Benih Purwoceng (*Pimpinella pruatjan* Molk.). *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 17(3), 89. <https://doi.org/10.21082/jlitri.v17n3.2011.89-94>
- Sadjad, S. (1994). *Metode Uji Langsung Viabilitas Benih*. Bogor: IPB.
- Sucahyono, D., Sari, M., Surahman, M., & Ilyas, S. (2013). Pengaruh perlakuan invigorasi pada benih kedelai hitam (*Glycine soja*) terhadap vigor benih, pertumbuhan tanaman, dan hasil. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 41(2).
- Suganda, D. Q. (2018). *Pengaruh Konsentrasi Air Kelapa Terhadap Viabilitas Benih Tanaman Kacang Hijau (Vigna Radiata L.) Varietas Kutilang*.
- Sujarwati, S. (2011). Penggunaan Air Kelapa untuk Meningkatkan Perkecambahan dan Pertumbuhan Palembang Putri. *SAGU*, 10.
- Tatipata, A. (2008). Pengaruh Kadar Air Awal, Kemasan dan Lama Simpan terhadap Protein Membran Dalam Mitokondria Benih Kedelai. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 36(1), 8–16. <https://doi.org/10.24831/jai.v36i1.1339>
- Tiwery, R. R. (2014). Pengaruh penggunaan air kelapa (*Cocos nucifera*) terhadap pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica juncea L.*). *BIOPENDIX: Jurnal Biologi, Pendidikan Dan Terapan*, 1(1), 86–94.
- Un, V., Farida, S., & Tito, S. (2018). *Pengaruh Jenis Zat Pengatur Tumbuh Terhadap Perkecambahan Benih Cendana (Santalum album Linn.)*.
- Wati, D. I. A. (2013). *Pengaruh perendaman dalam air kelapa (Cocos nucifera) terhadap viabilitas benih rosella merah (Hibiscus sabdariffa var. sabdariffa)*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Yuanasari, B. S., Kendarini, N., & Saptadi, D. (2015). *Peningkatan viabilitas benih kedelai hitam (Glycine max L. Merr) melalui invigorasi osmoconditioning*. Brawijaya University.
- Yuniarti, N., Zanzibar, M., Megawati, M., & Leksono, B. (2014). Perbandingan vigoritas benih Acacia mangium hasil pemuliaan dan yang belum dimuliakan. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 3(1), 57–64.