

Original research

## Pengaruh Invigorasi Benih dengan Berbagai Zat Pengatur Tumbuh Alami terhadap Pertumbuhan Sawi Hijau

### The Effect of Seed Invigoration Using Various Natural Growth Regulators on Green Mustard Growth

Mayang Rosi Dwi Sari<sup>1</sup>, Novriadi<sup>1</sup>, Dian Anggria Sari<sup>1</sup>, Winati Nurhayu<sup>1</sup>, Jeane Siswitasari Mulyana<sup>1\*</sup><sup>1</sup>Program Studi Biologi, Institut Teknologi Sumatera

Jalan Terusan Ryacudu, Way Huwi, Jati Agung, Lampung Selatan, Lampung, Indonesia 35365

\*Corresponding author: jeane.mulyana@bi.itera.ac.id

#### Abstrak

Sawi hijau (*Brassica juncea*) menjadi salah satu sayuran yang banyak diminati masyarakat karena manfaat dan kandungan gizinya, sehingga ketersediaan sawi hijau di pasar harus ditingkatkan agar dapat memenuhi permintaan masyarakat. Untuk meningkatkan ketersediaan sawi hijau dapat dilakukan dengan memastikan benih yang digunakan memiliki kualitas baik yaitu dengan memberikan perlakuan pada benih (invigorasi) sebelum ditanam. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh berbagai ZPT alami beserta konsentrasi dan lamanya waktu perendaman yang efektif bagi perkecambahan dan pertumbuhan sawi hijau. Perlakuan invigorasi dilakukan dengan merendam benih sawi hijau dengan berbagai ZPT alami selama 1 jam dan 2 jam kemudian benih disemai menggunakan *rockwool*. Parameter yang diamati adalah daya viabilitas dan daya vigor benih. Daya viabilitas benih, yang mencakup daya berkecambah (%), laju perkecambahan (hari), dan indeks kecepatan perkecambahan (IKP) serta indeks vigor benih yang mencakup kecepatan tumbuh benih (%), dan keserempakan tumbuh benih (%) dari semua perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Hal ini dapat disebabkan oleh kualitas benih yang masih baik dan perendaman yang dapat membantu mengaktifkan hormon giberelin. Oleh karena itu, baik benih yang diberi perlakuan invigorasi dengan ekstrak zat pengatur tumbuh dan direndam air tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Kata kunci: daya viabilitas, daya vigor, giberelin, perkecambahan, teknik perendaman

#### Abstract

*Green mustard (Brassica juncea) is a vegetable widely favored by the public due to its nutritional content and health benefits. Consequently, increasing the availability of green mustard in the market is essential to meet the growing demand. One way to achieve this is by ensuring the use of high-quality seeds, which can be achieved through seed treatment or invigoration before planting. This study aimed to determine the effect of various natural plant growth regulators (PGRs), along with different concentrations and soaking durations, on the germination and growth of green mustard. The invigoration treatment involved soaking green mustard seeds in various natural PGRs for either 1 or 2 hours, followed by germination using rockwool. The parameters observed included seed viability and vigor, seed viability, which encompasses germination rate (%), germination speed (days), and the germination speed index (GSI), as well as the seed vigor index (including seed growth speed [%] and seed growth uniformity [%]), did not show significant differences across treatments. This outcome may be attributed to the high quality of the seeds and the soaking process, which may have helped activate gibberellin hormones. As a result, no significant differences were observed between the seeds treated with PGR extracts and those soaked in water.*

*Keywords: germination, gibberellins, immersion technique, viability, vigor*

#### Pendahuluan

Sawi hijau memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi seperti protein, vitamin A, B1, B2, dan C sehingga menjadi salah satu jenis tanaman sayur yang dibudidayakan. Sawi juga memiliki khasiat bagi tubuh di antaranya dapat menghilangkan rasa gatal di tenggorokan, meredakan sakit kepala, dapat memperbaiki fungsi ginjal dan juga dapat memperlancar pencernaan (Bela et al., 2021). Banyaknya manfaat dari sawi ini membuat permintaan pasar akan sawi semakin meningkat (Hermansyah et al., 2021). Untuk memenuhi tingginya permintaan sawi, beberapa hal yang dapat dilakukan adalah peningkatan kualitas benih agar tanaman tumbuh optimal dan ketersediaan lahan budidaya yang cukup. Peningkatan kualitas benih dapat dilakukan dengan memberikan perlakuan pada benih sawi sebelum

ditanam atau invigorasi. Invigorasi merupakan perlakuan pada benih yang dilakukan untuk memperbaiki mutu, meningkatkan daya viabilitas dan daya vigor benih yang dapat menurun akibat kondisi lingkungan dan masa penyimpanan (Wahyuni & Kartika, 2022). Perlakuan pada benih dapat mempercepat proses perkecambahan tanaman dan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan sekaligus sistem metabolisme dari benih.

Secara umum, teknik invigorasi benih dibagi menjadi tiga jenis, yaitu perendaman, perlakuan suhu, dan pelapisan benih (Farooq et al., 2009). Invigorasi pada benih dengan perendaman biasanya dilakukan dengan perendaman di berbagai larutan. Salah satunya ialah zat pengatur tumbuh (ZPT) yang dapat berasal dari bahan alami dan juga kimia, seperti air kelapa muda,

ekstrak bawang merah, lidah buaya, taugé, larutan IAA, dan larutan atonik. Berdasarkan penelitian Azka (2022), aplikasi ekstrak bawang merah dan ekstrak taugé sebagai ZPT alami yang digunakan untuk merendam benih cabai rawit mampu meningkatkan daya berkecambah dan berpengaruh nyata terhadap indeks benih cabai rawit kadaluarsa. Perbandingan perlakuan invigorasi menggunakan ZPT kimia dan alami yang dilakukan oleh Sambayu et al., (2021) pada cabai keriting berpengaruh nyata terhadap daya berkecambah pada perlakuan ZPT kimia, yaitu giberelin 0,2 cc/liter sebesar 100% dan ZPT alami berupa air kelapa muda 500 cc/liter sebesar 96,33%. Akan tetapi, indeks vigor dan keserempakan tumbuh pada tanaman cabai keriting yang direndam dengan giberelin masih lebih rendah dibandingkan dengan perendaman dengan air kelapa muda. Perendaman benih tanaman lain, yaitu kawista (*Feronia limonia* (L.) Swingle) menggunakan giberelin dengan berbagai konsentrasi dan waktu perendaman dapat meningkatkan laju perkecambahan (Murrinie et al., 2021). Hal ini menunjukkan bahwa baik ZPT kimia maupun alami efektif dalam mempercepat perkecambahan dan meningkatkan viabilitas benih.

Teknik invigorasi benih lain yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas benih adalah perlakuan suhu. Penelitian dilakukan pada cemara laut (*Casuarina equisetifolia*) dengan melakukan perendaman biji di dalam air pada suhu normal selama 6 jam, suhu awal 60°C selama 6 jam dan 12 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perendaman biji di suhu panas selama 12 jam menghasilkan potensi perkecambahan dan pertumbuhan yang paling baik (Mutia et al., 2022). Pelapisan benih atau *seed coating* dilakukan pada beberapa tanaman pertanian, termasuk jagung, dengan berbagai jenis ZPT, yaitu 6-*benzylaminopurine* (6-BA), 1-*naphthalene acetic acid* (NAA), *brassinolide* (BR) dan *gibberellic acid* (GA<sub>3</sub>) sebagai bahan aktif. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan ini berhasil meningkatkan daya vigor dan perkecambahan benih jagung, khususnya perlakuan agen GA<sub>3</sub> (Suo, 2017). Akan tetapi, informasi yang tersedia mengenai pengaruh invigorasi benih sawi hijau dengan perlakuan ZPT alami dan lama perendaman masih sangat sedikit. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pengaruh perendaman benih menggunakan zat pengatur tumbuh (ZPT) serta konsentrasi yang efektif terhadap perkecambahan sawi hijau.

## Bahan dan Metode

### Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 21 perlakuan yang diulang sebanyak tiga kali pengulangan sehingga terdapat 63 satuan percobaan. Penelitian ini terdiri dari

3 faktor pengamatan yaitu penggunaan tiga ekstrak ZPT alami (ekstrak bawang merah, ekstrak taugé, dan ekstrak lidah buaya), konsentrasi ZPT (25%, 50%, dan 75%) dan lama waktu perendaman (invigorasi) dengan 2 interval waktu perendaman yaitu selama 1 jam dan 2 jam (Tabel 1).

Tabel 1. Kombinasi perlakuan invigorasi benih sawi hijau dengan berbagai zat pengatur tumbuh (ZPT)

Perlakuan Benih	Konsentrasi (%)	Lama Perendaman	
		1 jam	2 jam
Ekstrak bawang merah	25	BM1'' 25%	BM2'' 25%
	50	BM1'' 50%	BM2'' 50%
	75	BM1'' 75%	BM2'' 75%
Ekstrak lidah buaya	25	LB1'' 25%	LB2'' 25%
	50	LB1'' 50%	LB2'' 50%
	75	LB1'' 75%	LB2'' 75%
Ekstrak taugé	25	T1'' 25%	T2'' 25%
	50	T1'' 50%	T2'' 50%
	75	T1'' 75%	T2'' 75%
Kontrol (direndam air)		A1''	A2''
Kontrol (tanpa perendaman)		K(TP)	

### Pembuatan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) Alami

Kulit bawang merah dikupas lalu dicuci pada air mengalir, untuk lidah buaya dan taugé/kecambah kacang hijau dicuci pada air mengalir tanpa dikupas. Selanjutnya bawang merah, lidah buaya dan taugé ditimbang sesuai konsentrasi perlakuan yaitu 25 g untuk konsentrasi 25%, 75 g untuk konsentrasi 75% dan 50 g untuk konsentrasi 50%. Setelah ditimbang, ketiga bahan tersebut dihaluskan menggunakan blender untuk mendapatkan ekstrak dengan menambahkan air sebanyak 100 ml untuk masing-masing konsentrasi, lalu disaring ampasnya dan dimasukkan ekstrak ke dalam wadah plastik.

### Penyemaian Benih

Benih dimasukkan ke dalam air dan diambil biji yang tenggelam. Kemudian benih sawi direndam pada zat pengatur tumbuh (ZPT) alami yang telah disiapkan dan kontrol direndam menggunakan air dengan 2 perlakuan waktu yaitu selama 1 dan 2 jam. Kontrol tanpa perlakuan langsung disemai tanpa diberi perlakuan apapun. Benih sawi diletakkan ke dalam media tanam *rockwool* yang telah dilubangi sebagai tempat menaruh benih. Nampun penyemaian ditutup

selama 36 jam dan selanjutnya diletakkan langsung di bawah sinar matahari tanpa ditutup. Nampan penyemaian ditambahkan air tiap pagi dan sore hari agar *rockwool* tetap lembab hingga tumbuh kecambah dan menjadi bibit. Pada tahap penyemaian, pengukuran tinggi batang kecambah dan pengamatan munculnya daun sejati dilakukan setiap hari setelah biji berkecambah.

### Daya Viabilitas Benih

Daya viabilitas benih yang terdiri dari daya kecambah, laju perkecambahan, dan indeks kecepatan berkecambah.

1. Daya kecambah (DK) menunjukkan kemampuan benih untuk berkecambah, tumbuh, dan berproduksi normal pada kondisi lingkungan optimal (Nengsih, 2017).

$$DK (\%) = \frac{JK}{JC} \times 100\%$$

Keterangan:

JK: jumlah kecambah normal yang dihasilkan

JC: jumlah contoh benih yang diuji

2. Laju perkecambahan (LP)

$$LP (\text{hari}) = \frac{N1T1 + N2T2 + \dots + NxTx}{JB}$$

Keterangan:

N: jumlah benih yang berkecambah pada satuan waktu

T: jumlah waktu antara pengujian awal sampai pengujian akhir pada interval tertentu suatu pengamatan

JB: jumlah benih yang berkecambah

3. Indeks Kecepatan Perkecambahan (IKP) adalah indeks yang menyatakan kecepatan munculnya kecambah setelah waktu tertentu (Nengsih, 2017).

$$IKP = \frac{G1}{D1} + \frac{G2}{D2} + \dots + \frac{Gn}{Dn}$$

Keterangan:

G: jumlah benih yang berkecambah pada hari tertentu

D: waktu yang bersesuaian dengan jumlah tersebut

n: jumlah hari pada perhitungan akhir

### Indeks Vigor Benih

Indeks vigor benih terdiri dari keserempakan tumbuh dan kecepatan tumbuh benih.

1. Keserempakan tumbuh (KST) dapat menunjukkan biji yang berkecambah mampu tumbuh secara serempak dengan pertumbuhan yang seragam (Utami et al., 2020).

$$KST (\%) = \frac{KK}{TB} \times 100\%$$

Keterangan:

KK: jumlah kecambah kuat hitungan pertama

TB: jumlah benih yang dianalisis

2. Kecepatan tumbuh (KCT)

$$KCT (\%) = \sum_0^t d$$

Keterangan:

d: persentase kecambah setiap waktu pengamatan

t: waktu perkecambahan

### Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis untuk mengetahui perbedaan pengaruh perlakuan perendaman atau invigorasi benih menggunakan berbagai ekstrak ZPT alami dan melihat konsentrasi serta waktu perendaman yang efektif bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman sawi hijau berdasarkan parameter pengamatan, dengan dianalisis menggunakan uji parametrik *Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf 5% dan nonparametrik Kruskal Wallis pada taraf 5%.

### Hasil dan Pembahasan

#### Hasil

Persentase daya berkecambah benih pada semua perlakuan memiliki daya berkecambah yang sama yaitu 100% berkecambah. Laju perkecambahan rata-rata dimulai dari hari pertama setelah penyemaian. Laju perkecambahan terendah sebesar 1,7 hari pada benih yang diberi perlakuan invigorasi dengan ekstrak bawang merah konsentrasi 75% yang direndam selama 1 jam. Begitupun indeks kecepatan perkecambahan rata-rata memiliki nilai sebesar 3 IKP dengan nilai terendah 2 IKP pada perlakuan invigorasi benih dengan ekstrak bawang merah 75% yang direndam selama 1 jam (Tabel 2).

Daya vigor benih yang terdiri dari kecepatan tumbuh dan keserempakan tumbuh dari benih dapat dilihat dari semua perlakuan rata-rata memiliki persentase keserempakan tumbuh benih sebesar 100% dengan persentase terendah sebesar 70%. Begitupun kecepatan tumbuh benih rata-rata memiliki persentase kecepatan tumbuh sebesar 100% dengan persentase terendah 65% yang diberi perlakuan invigorasi benih dengan ekstrak bawang merah 75% yang direndam selama 1 jam (Tabel 2).

Perlakuan invigorasi benih dengan ekstrak bawang merah 75% yang direndam selama 1 jam mengalami hambatan dalam berkecambah, dilihat dari laju perkecambahan, indeks kecepatan perkecambahan dan persentase kecepatan tumbuh benih yang terendah. Hal ini menandakan konsentrasi 75% terlalu tinggi untuk invigorasi biji sawi hijau. Dari tabel nilai rata-rata parameter daya viabilitas dan daya vigor benih dapat dilihat bahwa antar perlakuan tidak terdapat perbedaan yang signifikan begitupun setelah dilakukan pengolahan data secara non parametrik

menggunakan Kruskal Wallis taraf 5% tidak terdapat perbedaan pengaruh antara perlakuan invigorasi benih

dengan kontrol terhadap daya viabilitas dan daya vigor benih.

Tabel 2. Nilai rata-rata parameter daya viabilitas dan indeks vigor benih sawi hijau

Perlakuan	Konsentrasi (%)	Lama perendaman (jam)	Daya viabilitas			Daya vigor	
			DK (%)	LP (hari)	IKP	KST (%)	KCT (%)
Ekstrak bawang merah	25	1	100	1	3	100	100
	50		100	1	3	100	100
	75		100	1,7	2	100	65
	25	2	100	1,3	2,5	70	85
	50		100	1	3	100	100
	75		100	1,3	2,5	70	85
Ekstrak lidah buaya	25	1	100	1,3	2,5	100	85
	50		100	1	3	100	100
	75		100	1	3	100	100
	25	2	100	1	3	100	100
	50		100	1,3	2,5	70	85
	75		100	1,3	2,5	70	85
Ekstrak tauge	25	1	100	1,3	2,5	100	85
	50		100	1	3	100	100
	75		100	1,3	2,5	100	85
	25	2	100	1	3	100	100
	50		100	1,3	2,5	70	85
	75		100	1	3	100	100
Air	0	1	100	1	3	100	100
	0	2	100	1	3	100	100
Kontrol (TP)	0	0	100	1	3	100	100

**Keterangan:**

DK: Daya berkecambah (%)

LP: Laju perkecambahan (hari)

IKP: Indeks Kecepatan Perkecambahan

KST : Keserempakan tumbuh benih

KCT: Kecepatan tumbuh benih

**Pembahasan**

Nilai rata-rata daya viabilitas dan vigor benih dari semua perlakuan invigorasi yang diberikan dan kontrol tidak memiliki perbedaan yang signifikan dan tergolong baik dari tingginya daya viabilitas dan vigor benih. Hal ini dapat disebabkan oleh biji sawi yang digunakan merupakan biji kualitas unggul yang belum mengalami deteorisasi dan penurunan mutu sehingga daya tumbuhnya tergolong tinggi dan tidak mengalami hambatan. Biji tanaman telah mengandung hormon-hormon pertumbuhan yang dapat mendukung proses perkecambahan dan perkembangan dari tumbuhan. Berdasarkan daya berkecambah benih yang mencapai 100% pada semua perlakuan, menandakan benih yang digunakan memiliki daya viabilitas tinggi. Hal ini berarti pada benih telah tersedia cukup cadangan makanan di dalam endosperma yang digunakan ketika berlangsungnya proses perkecambahan (Lesilolo et al., 2018). Seperti yang dilaporkan oleh Harsono et al., (2021), tanaman memiliki mekanisme kontrol terhadap pemberian hormon dari luar, sehingga ketika hormon yang disintesis cukup menunjang proses metabolisme maka

pemberian ZPT dari luar tidak akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Berbeda dengan hasil penelitian saat ini, invigorasi dengan ZPT alami yang diberikan pada benih tanaman sayur lain dari famili Brassicaceae yang sudah kadaluarsa dapat meningkatkan daya berkecambah, indeks vigor, dan keserempakan tumbuh jika dibandingkan dengan benih kadaluarsa yang tidak diberikan perlakuan ZPT (Prabawa et al., 2020; Wahyuningsih & 'Azizah, 2023).

Proses penyemaian benih juga dapat berperan dalam mempercepat proses perkecambahan sehingga antar perlakuan dan kontrol tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Penyemaian dilakukan sesuai prosedur penyemaian di rumah kaca kebun raya ITERA, yaitu dengan meletakkan semai pada kondisi gelap selama 36 jam setelah itu dibiarkan terbuka pada suhu ruang. Kondisi gelap dapat membantu mengaktifkan hormon auksin yang dapat menyebabkan semai memanjang lebih cepat dibandingkan diletakkan pada kondisi terang (Qodiriyah, 2019). Hormon auksin berperan penting dalam merangsang sel-sel untuk memanjang. Hormon auksin tidak dapat bekerja

secara maksimal jika terpapar sinar matahari secara langsung. Tanaman kacang hijau yang diletakkan pada tempat gelap mengalami pertumbuhan yang lebih cepat (Mahardika et al., 2023). Tanaman yang diletakkan di tempat terang mengalami pertumbuhan yang lebih lambat, tetapi batangnya lebih kokoh (Ningsih, 2019). Selain itu, penyemaian tanaman dilakukan pada kondisi gelap dan tertutup bertujuan untuk menjaga kelembaban media penyemaian dan melindungi dari hama serta penyakit (Harun et al., 2023).

Selain pengaruh biji yang digunakan, perlakuan perendaman atau invigorasi juga dapat membantu mengaktifkan hormon giberelin yang terdapat pada biji. Aktivasi hormon ini mengisyaratkan biji untuk memecahkan dormansi dan segera berkecambah dengan memanfaatkan cadangan makanan yang terdapat di dalam biji (Tetuka et al., 2015). Hal ini menyebabkan baik benih yang diberi perlakuan invigorasi dengan ekstrak zat pengatur tumbuh dan direndam air tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Di sisi lain, perendaman benih dengan konsentrasi ZPT yang terlalu tinggi dapat menghambat perkecambahan. Perendaman benih cabai menggunakan ekstrak kacang hijau 50% memiliki kandungan hormon giberelin yang tinggi sehingga menghambat pertumbuhan. Hormon giberelin dalam jumlah yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kerontokan daun pada tanaman dewasa (Azka, 2022). Metabolisme sel dan jaringan tanaman akan terganggu jika dilakukan pemberian giberelin eksogen dalam konsentrasi yang tinggi, bahkan lebih lanjut akan menyebabkan terhambatnya pembentukan bunga dan buah (Salisbury & Ross, 1992).

### Kesimpulan

Perlakuan invigorasi dengan ZPT alami dari berbagai ekstrak, konsentrasi, dan lama perendaman tidak menunjukkan perbedaan terhadap parameter daya viabilitas dan daya vigor pada benih sawi hijau jika dibandingkan dengan kontrol.

### Conflict of Interest

Karya tulis ini tidak memiliki conflict of interest.

### Daftar Pustaka

Azka, N. A. (2022). Aplikasi Ekstrak Bawang Merah Dan Kecambah Kacang Hijau Untuk Invigorasi Benih Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens* L.) Kadalua. *Agrotechnology Innovation (Agrinova)*, 4(1), Article 1. <https://doi.org/10.22146/a.74266>

- Bela, F. A. V., Putra, S. H. J., & S, M. (2021). Efektifitas Pemberian Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.). *Spizaetus: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, 2(1), 30. <https://doi.org/10.55241/spibio.v2i1.29>
- Farooq, M., Basra, S. M. A., Wahid, A., Khaliq, A., & Kobayashi, N. (2009). Rice Seed Invigoration: A Review. In E. Lichtfouse (Ed.), *Organic Farming, Pest Control and Remediation of Soil Pollutants* (Vol. 1, pp. 137–175). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9654-9\\_9](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9654-9_9)
- 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), Article 5. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5358370>
- Harun, M. U., Agustina, H., Bela, T. M., & Sopiana, R. (2023). Pengaruh Komposisi Media Semai Sistem Tertutup Terhadap Perkecambahan Padi (*Oryza Sativa* L.) Inpari 32. *Jurnal Agroekoteknologi*, 15(2), 121. <https://doi.org/10.33512/jur.agroekotetek.v15i2.21437>
- Hermansyah, D., Patiung, M., & Wisnujati, N. S. (2021). Analisis Trend dan Prediksi Produksi dan Konsumsi Komoditas Sayuran Sawi (*Brassica Juncea* L) di Indonesia Tahun 2020 s/d 2029. *Jurnal Ilmiah Sosio Agribis*, 21(2), Article 2. <https://doi.org/10.30742/jisa21220211383>
- Lesilolo, M. K., Riry, J., & Matatula, E. A. (2018). Pengujian Viabilitas Dan Vigor Benih Beberapa Jenis Tanaman Yang Beredar Di Pasaran Kota Ambon. *Agrologia*, 2(1). <https://doi.org/10.30598/a.v2i1.272>
- Mahardika, I. K., Baktiarso, S., Qowasmi, F. N., Agustin, A. W., & Adelia, Y. L. (2023). Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Proses Perkecambahan Kacang Hijau Pada Media Tanam Kapas. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(3), Article 3. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7627199>
- Murrinie, E. D., Sudjiyanto, U., & Ma'rufa, K. M. (2021). Pengaruh Giberelin Terhadap Perkecambahan Benih Dan Pertumbuhan Semai Kawista (*Feronia Limonia* (L.) Swingle). *Agritech : Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto*, 23(2), Article 2. <https://doi.org/10.30595/agritech.v23i2.12614>

- Mutia, Y. D., Hamdi, M. F. F. A., Diyanti, A. R., Haryoko, W., & Utama, M. Z. H. (2022). Breaking Dormancy Of *Casuarina Equisetifolia* Seed With Long Immersion In Hot Water. *Jurnal Sains Agro*, 7(1), Article 1. <https://doi.org/10.36355/jsa.v7i1.766>
- Nengsih, Y. (2017). Penggunaan Larutan Kimia Dalam Pematahan Dormansi Benih Kopi Liberika. *Jurnal Media Pertanian*, 2(2), 85. <https://doi.org/10.33087/jagro.v2i2.39>
- Ningsih, R. S. M. (2019). Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Pertumbuhan Dan Perkembangan Tanaman Kacang Merah. 7(1), 1–6. <https://doi.org/10.33603/agros wagati.v7i1.2844>
- Prabawa, P. S., Parmila, I. P., & Suarsana, M. (2020). Invigorasi Benih Sawi Pagoda (*Brassica Narinosa*) Kadaluarsa Dengan Berbagai Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh Alami. *Agro Bali : Agricultural Journal*, 3(1), Article 1.
- Qodiriyah, Q. (2019). Pengaruh Perendaman Air Panas dan Zat Pengatur Tumbuh Alami terhadap Pertumbuhan Bibit Tebu (*Saccharum officinarum*). *Khazanah: Jurnal Edukasi*, 1(1), Article 1.
- Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (1992). *Plant Physiology*. Wadsworth Publishing Company.
- Sambayu, D. S., Muharam, M., & Azizah, E. (2021). Invigorasi Benih dengan Berbagai Zat Pengatur Tumbuh (Zpt) Terhadap Cabai Keriting (*Capsicum annum* L). *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 7(2), Article 2. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4695326>
- Suo, H. C. (2017). Plant Growth Regulators In Seed Coating Agent Affect Seed Germination And Seedling Growth Of Sweet Corn. *Applied Ecology and Environmental Research*, 15(4), 829–839. [https://doi.org/10.15666/aeer/1504\\_829839](https://doi.org/10.15666/aeer/1504_829839)
- Tetuka, K. A., Parman, S., & Izzati, M. (2015). Pengaruh Kombinasi Hormon Tumbuh Giberelin dan Auksin terhadap Perkecambahan Biji dan Pertumbuhan Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Mull. Arg.). *Jurnal Akademika Biologi*, 4(1), Article 1.
- Utami, S., Panjaitan, S. B., & Musthofhah, Y. (2020). Pematahan Dormansi Biji Sirsak dengan Berbagai Konsentrasi Asam Sulfat dan Lama Perendaman Giberelin. *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 23(1), Article 1. <https://doi.org/10.30596/agrium.v23i1.5658>
- Wahyuni, W., & Kartika. (2022). Kajian Teknik Invigorasi Benih Kedelai (*Glycine Max*) Di Indonesia: Review Artikel. *Fruitset Sains : Jurnal Pertanian Agroteknologi*, 10(4), Article 4.
- Wahyuningsih, W., & 'Azizah, M. (2023). Invigorasi Benih Sawi Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Kedaluwarsa pada Beberapa Konsentrasi dan Lama Perendaman Ekstrak Bawang Merah. *Agropross : National Conference Proceedings of Agriculture*, 24–33. <https://doi.org/10.25047/agropross.2023.443>