

## Efektivitas Berbagai Perlakuan Pematahan Dormansi terhadap Perkecambahan Benih *Indigofera zollingeriana*

### *Effectiveness of Dormancy-Breaking Treatments on the Germination of Indigofera zollingeriana*

Burhan Efendi<sup>1)\*</sup>, Zaki Ismail Fahmi<sup>2)</sup>, Muhammad Nidhomun Ni'am<sup>1)</sup>, Zainudin Al Wahid<sup>1)</sup>, Mawakia Anwar<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Peternakan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Karanganyar, Jawa Tengah, Indonesia

<sup>2)</sup> Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih Propinsi Jawa Tengah, Alan Raya, Bojongsari I, Bojongsari, Kembaran, Banyumas, Jawa Tengah, Indonesia

\*Penulis korespondensi: efendiburhan@umuka.ac.id

Received June 2025, Accepted June 2025, Published December 2025

#### ABSTRAK

Ketersediaan hijauan pakan berkualitas tinggi merupakan tantangan utama dalam sistem peternakan ruminansia, khususnya pada musim kemarau. *Indigofera zollingeriana* merupakan leguminosa berpotensi tinggi sebagai sumber protein, namun produksinya masih terkendala oleh tingkat dormansi benih yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas berbagai metode pematahan dormansi terhadap daya berkecambah benih *I. zollingeriana*, baik secara umum (antar kelompok perlakuan) maupun spesifik (perlakuan terbaik). Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan 17 perlakuan dan 3 ulangan, menggunakan dua metode uji perkecambahan: Uji Di Atas Kertas (UDK) dan Uji Antar Kertas (UAK). Data dianalisis dengan ANOVA dan uji kontras ortogonal pada taraf signifikansi 5% dan 1%. Hasil menunjukkan bahwa semua perlakuan (K1–K16) secara signifikan meningkatkan daya berkecambah dibandingkan kontrol, dengan rerata 49,88% vs 36,00% (UDK) dan 53,69% vs 41,00% (UAK). Perlakuan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 95% selama 10 menit menghasilkan daya berkecambah tertinggi (88%) dan intensitas dormansi terendah (0%), secara signifikan lebih efektif dibanding perlakuan fisik, biologis, maupun hormonal. Hasil ini menunjukkan bahwa skarifikasi kimia berdurasi pendek dapat menjadi standar perlakuan dalam produksi benih *I. zollingeriana* skala besar. Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengkaji keamanan fisiologis benih serta respons pertumbuhan awal di lapangan.

**Kata kunci:** *Indigofera zollingeriana*; pematahan dormansi; daya berkecambah, skarifikasi

#### ABSTRACT

The availability of high-quality forage remains a major challenge in ruminant livestock systems, particularly during the dry season. *Indigofera zollingeriana* is a promising leguminous species with high protein content, yet its cultivation is constrained by high seed dormancy. This study aimed to evaluate the effectiveness of various dormancy-breaking treatments on the germination of *I. zollingeriana* seeds, both in general (across treatment groups) and specifically (to determine the most effective treatment). The experiment was arranged in a completely randomized design (CRD) with 17 non-factorial treatments and three replications, using two germination test methods: Top of Paper (TOP) and Between Paper (BP). Data were analyzed using ANOVA and orthogonal contrast tests at 5% and 1% significance levels. Results showed that all treatments (K1–K16) significantly increased germination percentage compared to the control, with averages of 49.88% vs. 36.00% (TOP) and 53.69% vs. 41.00% (BP). The most effective treatment was immersion in 95% sulfuric acid (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) for 10 minutes, which achieved the highest germination rate (88%) and the lowest dormancy intensity (0%), significantly outperforming physical, biological, and hormonal treatments. These findings indicate that short-duration chemical scarification can serve as a standard treatment for large-scale *I. zollingeriana* seed production. Further studies are needed to evaluate the physiological safety of the treatment and its impact on early seedling growth in field conditions.

**Keywords:** *Indigofera zollingeriana*; dormancy breaking; seed germination; scarification

#### PENDAHULUAN

Peningkatan populasi ternak ruminansia di Indonesia menuntut tersedianya hijauan pakan berkualitas tinggi secara berkelanjutan. Salah satu tantangan utama dalam usaha peternakan adalah ketersediaan hijauan pada musim kemarau, yang sering menyebabkan penurunan produktivitas ternak akibat kekurangan pakan (Rasyid *et al.*, 2020). Untuk mengatasi hal ini, diperlukan pengembangan tanaman hijauan alternatif yang adaptif terhadap lahan marginal

dan memiliki kandungan nutrisi tinggi. *Indigofera zollingeriana* merupakan salah satu leguminosa potensial karena mengandung protein kasar tinggi (sekitar 25–29%) dan palatabilitas yang baik pada ruminansia (Wina *et al.*, 2019). Namun, keberhasilan adopsi tanaman ini di tingkat tapak sangat dipengaruhi oleh ketersediaan benih unggul dan seragam. Dormansi benih menjadi kendala krusial dalam perbanyakan *I. zollingeriana*, ditandai oleh kulit benih yang keras dan impermeabel sehingga menghambat

imbibisi air, memperlambat atau bahkan menggagalkan proses perkecambahan (Fahmi *et al.*, 2020; Marsetyo *et al.*, 2023). Berbagai metode pematangan dormansi telah dikaji, mulai dari skarifikasi kimia menggunakan asam sulfat hingga perendaman air panas, yang terbukti mampu meningkatkan daya berkecambah secara signifikan (Somrug *et al.*, 2021; Musa *et al.*, 2023). Optimalisasi benih terbukti berkontribusi signifikan terhadap efisiensi dan kelayakan budidaya tanaman secara keseluruhan (Sutarman *et al.*, 2024). Namun, produksi bibit *I. zollingeriana* masih menghadapi kendala utama, yaitu tingginya dormansi benih yang menyebabkan rendahnya daya berkecambah dan keseragaman pertumbuhan awal tanaman di lapangan.-

Berbagai studi telah dilakukan untuk mengatasi dormansi benih pada *leguminosa*, termasuk penggunaan perlakuan kimia, fisik, dan biologis (Koobonye *et al.*, 2018; Nasri *et al.*, 2013). Pada benih *Indigofera zollingeriana*, perlakuan skarifikasi kimia menggunakan asam sulfat pekat terbukti efektif dalam meningkatkan daya berkecambah. Perendaman dalam  $H_2SO_4$  95% selama 10 menit, misalnya, dapat meningkatkan persentase kecambah hingga 84% dan indeks vigor sebesar 69% (Fahmi *et al.*, 2020), sementara larutan  $H_2SO_4$  96% menghasilkan kecepatan dan persentase tumbuh tertinggi serta peningkatan panjang tunas (Marsetyo *et al.*, 2023). Selain itu, perlakuan fisik seperti perendaman air panas dan biologis seperti penyimpanan suhu ruang juga memberikan pengaruh positif (Somrug *et al.*, 2021; Zeng *et al.*, 2009). Penggunaan zat pengatur tumbuh seperti  $GA_3$ , auksin, dan sitokinin juga dilaporkan dapat menstimulasi aktivitas embrio (Ghahfarokhi and Afshari, 2007), namun efektivitasnya pada *I. zollingeriana* belum teruji secara konsisten. Meskipun temuan-temuan ini menjanjikan, studi yang membandingkan secara langsung berbagai metode pematangan dormansi dalam satu platform eksperimental terhadap benih *I. zollingeriana* masih terbatas (Kunz *et al.*, 2020; Pound *et al.*, 2014). Akibatnya, belum tersedia standar perlakuan yang baku dan optimal untuk produksi benih pada skala agribisnis hijauan pakan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas berbagai metode pematangan dormansi terhadap daya berkecambah benih *Indigofera zollingeriana*. Perlakuan yang diuji meliputi perendaman benih dalam larutan kimia ( $H_2SO_4$ ,  $KNO_3$ , etanol), air panas, probiotik, dan hormon pertumbuhan ( $GA_3$ , auksin, sitokinin). Evaluasi dilakukan dengan dua metode pengujian perkecambahan, yaitu uji di atas kertas (UDK) dan uji antar kertas (UAK). Fokus utama penelitian ini adalah menemukan perlakuan yang paling efektif dalam meningkatkan daya berkecambah dan menurunkan intensitas dormansi benih.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga April 2024 di Laboratorium Agronomi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Karanganyar. Kegiatan pengujian daya berkecambah dan pematangan dormansi benih dilakukan di ruang kultur benih dengan kondisi terkontrol.

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih *Indigofera zollingeriana*, larutan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) 95%, etanol 96%, larutan  $KNO_3$  (0,5% dan 2%), air panas (80°C dan 100°C), larutan probiotik (1% dan 2%), serta hormon pertumbuhan berupa  $GA_3$  (50 dan 100 ppm), auksin (10 dan 50 ppm), dan sitokinin (100 dan 250 ppm). Alat yang digunakan meliputi timbangan analitik, oven benih, gelas ukur, cawan petri, kertas merang, termometer, pipet tetes, dan kamera digital untuk dokumentasi visual.

### Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) non faktorial dengan 17 perlakuan dan 3 ulangan. Masing-masing ulangan terdiri dari 25 benih, sehingga total benih yang digunakan dalam percobaan adalah 1.275 butir. Perlakuan terdiri atas kontrol (K0) dan 16 kombinasi perlakuan lainnya yaitu K1–K16 (perendaman dalam berbagai jenis larutan dan durasi).

### Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh benih *Indigofera zollingeriana* dari satu sumber indukan yang homogen, diperoleh dari Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih Provinsi Jawa Tengah. Sampel diambil secara acak menggunakan teknik *purposive random sampling*, dengan mempertimbangkan kondisi fisik benih yang seragam (tidak cacat, ukuran seragam).

Benih *Indigofera zollingeriana* dalam penelitian ini diberikan perlakuan perendaman sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan. Perlakuan terdiri atas 17 kombinasi, yaitu kontrol (K0) tanpa perlakuan, serta 16 perlakuan lainnya (K1–K16) yang merupakan variasi bahan dan durasi perendaman. Perlakuan K1 dan K2 berupa perendaman dalam etanol 96% selama masing-masing 40 dan 50 menit. Perlakuan K3 dan K4 menggunakan larutan  $KNO_3$  dengan konsentrasi 0,5% dan 2% selama 12 jam. Perlakuan K5 dan K6 berupa perendaman dalam air panas bersuhu 80°C dan 100°C selama 24 jam, kemudian didinginkan secara pasif. Perlakuan K7 dan K8 menggunakan larutan probiotik masing-masing dengan konsentrasi 1% dan 2% selama 24 jam. Perlakuan K9 dan K10 menggunakan larutan  $H_2SO_4$  95% selama 10 dan 20 menit. Selanjutnya, perlakuan K11 dan K12 menggunakan hormon  $GA_3$  dengan konsentrasi 50 ppm dan 100 ppm selama 90 menit; K13 dan K14 menggunakan hormon auksin dengan

konsentrasi 10 ppm dan 50 ppm selama 90 menit; serta K15 dan K16 menggunakan sitokinin dengan konsentrasi 100 ppm dan 250 ppm selama 90 menit. Setelah proses perendaman selesai, seluruh benih dikeringanginkan selama 30 menit pada suhu ruang sebelum dilakukan pengujian daya berkecambah.

### Pengujian Perkecambahan

Pengujian daya berkecambah dilakukan menggunakan dua metode, yaitu Uji Di Atas Kertas (UDK) dan Uji Antar Kertas (UAK). Media menggunakan kertas merang steril yang dibasahi sesuai standar ISTA (*International Seed Testing Association*). Benih diletakkan pada kertas dalam cawan petri, kemudian diinkubasi pada suhu ruang ( $\pm 27^{\circ}\text{C}$ ) selama 15 hari. Observasi dilakukan setiap hari untuk menghitung benih yang berkecambah (dengan munculnya radikula minimal 2 mm). Parameter yang diamati dalam penelitian ini terdiri atas dua aspek utama. Pertama, daya berkecambah (%), yaitu persentase benih yang berhasil berkecambah selama periode 15 hari setelah tanam (HST), ditandai dengan munculnya radikula minimal 2 mm. Kedua, intensitas dormansi (%), yang dihitung sebagai persentase benih yang tidak berkecambah hingga akhir pengamatan, meskipun masih dalam kondisi hidup, berdasarkan selisih antara total benih per ulangan dan jumlah benih yang berhasil berkecambah.

### Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara kuantitatif menggunakan analisis ragam (ANOVA). Jika terdapat perbedaan nyata antar perlakuan, dilanjutkan dengan uji lanjut kontras ortogonal untuk membandingkan kelompok perlakuan yang telah ditentukan sebelumnya. Tingkat signifikansi ditetapkan pada taraf 5% dan 1%. Semua analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel dan SPSS versi 26. Interpretasi hasil disesuaikan dengan pendekatan fisiologis dormansi dan imbibisi benih berdasarkan teori dari Haroni *et al.* (2015), Rajak *et al.* (2019), dan Koobonye *et al.* (2018).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh dianalisis berdasarkan dua pendekatan uji perkecambahan, yaitu Uji Di Atas Kertas (UDK) dan Uji Antar Kertas (UAK), untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai pengaruh masing-masing perlakuan. Hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antarperlakuan, baik dalam hal persentase daya berkecambah maupun intensitas dormansi.

Tabel 1 menyajikan hasil analisis kontras ortogonal terhadap daya berkecambah benih *Indigofera zollingeriana* berdasarkan dua metode pengujian, yaitu Uji Di Atas Kertas (UDK) dan Uji Antar Kertas (UAK). Hasil uji kontras ortogonal menunjukkan bahwa semua perlakuan (K1–K16) secara signifikan meningkatkan daya berkecambah dibandingkan kontrol (K0). Rata-rata persentase daya

berkecambah pada metode Uji Di Atas Kertas (UDK) adalah 49,88% untuk kelompok perlakuan aktif dan 36,00% untuk kontrol, sedangkan pada metode Uji Antar Kertas (UAK) masing-masing sebesar 53,69% dan 41,00%. Perbedaan ini menunjukkan signifikansi statistik yang sangat nyata ( $p < 0,01$ ). Hal ini memperkuat temuan bahwa perlakuan tertentu mampu mengatasi hambatan dormansi fisik benih leguminosa (Koobonye *et al.*, 2018; Fahmi *et al.*, 2020). Perbandingan antar jenis perlakuan menunjukkan bahwa kelompok perlakuan asam sulfat (K9, K10) menghasilkan daya berkecambah paling tinggi dibandingkan perlakuan kimia ringan (K1–K4), yaitu 81,00% vs 44,75% pada UDK dan 84,00% vs 47,25% pada UAK (\*\*). Hasil ini konsisten dengan penelitian Marsetyo *et al.* (2023), yang menyatakan bahwa skarifikasi kimia menggunakan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  efektif meningkatkan penetrasi air dan aktivasi fisiologis benih.

Lebih lanjut, perendaman  $\text{H}_2\text{SO}_4$  95% selama 10 menit (K9) menghasilkan daya berkecambah lebih tinggi dibandingkan durasi 20 menit (K10) dalam UDK (86,00% vs 76,00%; signifikan \*) dan UAK (88,00% vs 80,00%; tidak signifikan). Hal ini mengindikasikan bahwa durasi optimal pemaparan asam diperlukan untuk menghindari kerusakan jaringan embrionik akibat perlakuan berlebihan (Nasri *et al.*, 2013). Perlakuan air panas (K5–K6) menunjukkan daya berkecambah sebesar 63,00% dan 64,00%, sedangkan kelompok probiotik (K7–K8) hanya mencapai 48,00% dan 51,50%. Perbedaan yang signifikan ( $p < 0,01$ ) ini menunjukkan keunggulan metode fisik dibandingkan biologis dalam mematahkan dormansi benih. Demikian pula, perlakuan hormon pertumbuhan (K11–K16) memiliki daya berkecambah terendah, yaitu rata-rata 40,00% (UDK) dan 45,50% (UAK), menunjukkan bahwa hormon tidak cukup efektif dalam mematahkan dormansi kulit benih yang keras tanpa bantuan skarifikasi (Ghaifarokhi and Afshari, 2007).

Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  95% selama 10 menit adalah yang paling efektif dalam meningkatkan daya berkecambah *I. zollingeriana*. Efektivitas ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan metode fisik maupun biologis lainnya, sehingga dapat direkomendasikan sebagai standar perlakuan pematihan dormansi untuk produksi benih dalam skala besar.

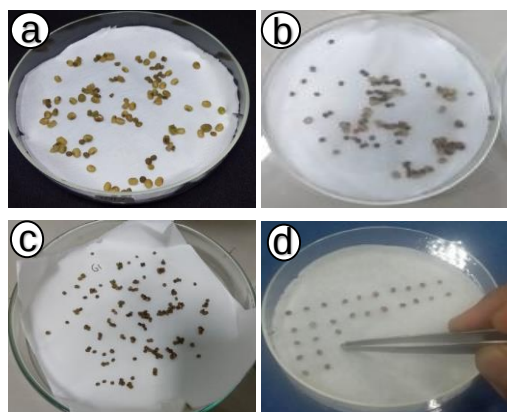
Tabel 1. Rerata persentase daya berkecambah hasil uji lanjut kontras ortogonal pada berbagai perlakuan pematihan dormansi benih *I. Zollingeriana*

| Perlakuan Yang Dibandingkan | Daya Berkecambah (%)        |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                             | UDK                         | UAK                         |
| K1-K16 vs K0                | 49,88: 36,00 **             | 53,69 : 41,00 **            |
| K1, K2 vs K3,K4             | 45,00 : 44,50 <sup>tn</sup> | 48,50 : 46,00 <sup>tn</sup> |
| K1-K4 vs K9, K10            | 44,75 : 81,00 **            | 47,25 : 84,00 **            |
| K1 vs K2                    | 46,00 : 44,00 <sup>tn</sup> | 48,00 : 49,00 <sup>tn</sup> |
| K3 vs K4                    | 51,00 : 38,00 **            | 50,00 : 42,00 <sup>tn</sup> |
| K9 vs K10                   | 86,00 : 76,00 *             | 88,00 : 80,00 <sup>tn</sup> |
| K5 vs K6                    | 63,00 : 58,00 <sup>tn</sup> | 64,00 : 62,00 <sup>tn</sup> |
| K5,K6 vs K7,K8              | 60,50 : 48,00 **            | 63,00 : 51,50 **            |
| K7 vs K8                    | 47,00 : 49,00 <sup>tn</sup> | 55,00 : 48,00 <sup>tn</sup> |

|                          |                  |                             |
|--------------------------|------------------|-----------------------------|
| K1-K4, K9,K10 vs K7,K8   | 62,88 : 48,00 ** | 65,63 : 51,50 **            |
| K1-K4, K9,K10 vs K11-K16 | 62,88 : 40,00 ** | 65,63 : 45,50 **            |
| K9,K10 vs K11-K16        | 81,00 : 40,00 ** | 84,00 : 45,50 **            |
| K11,K12 vs K13-K16       | 35,00 : 42,50 ** | 44,00 : 46,25 <sup>tn</sup> |
| K13,K14 vs K15,K16       | 45,00 : 39,50 *  | 47,00 : 45,50 <sup>tn</sup> |
| K5,K6 vs K11-K16         | 60,50 : 40,00 ** | 63,00 : 45,50 **            |
| K7,K8 vs K11-K16         | 48,00 : 40,00 *  | 51,50 : 45,50 *             |

Keterangan: \* Signifikan pada taraf 5% ( $p < 0,05$ ), \*\*Sangat signifikan pada taraf 1% ( $p < 0,01$ ), <sup>tn</sup> Tidak signifikan ( $p > 0,05$ ).

Perendaman benih *Indigofera zollingeriana* dalam larutan KNO<sub>3</sub> 0,5% selama 12 jam terbukti mempercepat proses perkecambahan dibandingkan kontrol. Hal ini disebabkan oleh efek invigorasi dari larutan KNO<sub>3</sub>, di mana senyawa tersebut bersama air mampu mempercepat proses imbibisi benih. Berdasarkan hasil pengamatan, benih yang direndam dalam larutan KNO<sub>3</sub> menunjukkan tingkat imbibisi awal sebesar 30%, sementara perendaman dalam air panas mencapai 50%, menunjukkan efektivitas kedua perlakuan dalam memecah dormansi fisik benih (Gambar 1a dan 1b). Menurut Haroni *et al.*, (2015), priming osmotik menggunakan KNO<sub>3</sub> dapat meningkatkan serapan air dengan menurunkan potensial osmotik benih melalui akumulasi ion di dalam jaringan embrio. Ion K<sup>+</sup> dan NO<sub>3</sub><sup>-</sup> berperan penting dalam siklus biokimia, termasuk aktivasi hidrolisis dan sintesis enzim, sehingga meningkatkan elastisitas dinding sel dan mempermudah pemanjangan radikula. Rajak *et al.*, (2019) juga menyatakan bahwa perlakuan KNO<sub>3</sub> mampu meningkatkan aktivitas embrio melalui stimulasi respirasi, yang menjadi pemicu utama percepatan perkecambahan.



Gambar 1. Kondisi benih setelah perlakuan pematihan dormansi. a) benih direndam dalam air panas suhu 100°C selama 24 jam, b) benih direndam dalam KNO<sub>3</sub> 0,5% selama 12 jam, c) benih direndam dalam ethanol 96% dan d) benih direndam dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 95% selama 10 menit.

Gambar 1a dan 1b menunjukkan bahwa benih *Indigofera zollingeriana* yang direndam dalam air panas dan larutan KNO<sub>3</sub> 0,5% mengalami imbibisi awal lebih cepat dibandingkan perlakuan lain. Berdasarkan pengamatan, tingkat imbibisi awal mencapai 50% untuk air panas dan 30% untuk KNO<sub>3</sub>.

Hal ini sejalan dengan Haroni *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa priming osmotik dengan KNO<sub>3</sub> meningkatkan serapan air dengan menurunkan potensial osmotik benih, serta mendukung aktivasi enzim dan pelunakan dinding sel. Rajak *et al.* (2019) juga melaporkan bahwa perlakuan KNO<sub>3</sub> mampu merangsang aktivitas respirasi embrio, sehingga mempercepat proses perkecambahan.

Tabel 2. Rerata intensitas dormansi hasil uji lanjut kontras ortogonal pada berbagai perlakuan pematihan dormansi benih *I. zollingeriana*

| Perlakuan Yang Dibandingkan | Daya Berkecambah (%)        |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                             | UDK                         | UAK                         |
| K1-K16 vs K0                | 38,00 : 47,00 **            | 35,88 : 49,00 **            |
| K1, K2 vs K3,K4             | 46,00 : 46,00 <sup>tn</sup> | 44,00 : 41,00 <sup>tn</sup> |
| K1-K4 vs K9, K10            | 46,00 : 2,50 **             | 42,50 : 0,00 **             |
| K1 vs K2                    | 44,00 : 48,00 <sup>tn</sup> | 45,00 : 43,00 <sup>tn</sup> |
| K3 vs K4                    | 45,00 : 47,00 **            | 43,00 : 39,00 <sup>tn</sup> |
| K9 vs K10                   | 4,00 : 1,00 *               | 0,00 : 0,00 <sup>tn</sup>   |
| K5 vs K6                    | 24,00 : 29,00 <sup>tn</sup> | 30,00 : 29,00 <sup>tn</sup> |
| K5,K6 vs K7,K8              | 26,50 : 41,50 **            | 29,50 : 41,50 **            |
| K7 vs K8                    | 45,00 : 38,00 <sup>tn</sup> | 40,00 : 43,00 <sup>tn</sup> |
| K1-K4, K9,K10 vs K7,K8      | 24,25 : 41,50 **            | 21,25 : 41,50 **            |
| K1-K4, K9,K10 vs K11-K16    | 24,25 : 47,17 **            | 21,25 : 43,67 **            |
| K9,K10 vs K11-K16           | 2,50 : 47,17 **             | 0,00 : 43,67 <sup>tn</sup>  |
| K11,K12 vs K13-K16          | 55,00 : 43,25 **            | 45,00 : 43,00 <sup>tn</sup> |
| K13,K14 vs K15,K16          | 44,00 : 42,50 *             | 37,00 : 49,00 <sup>tn</sup> |
| K5,K6 vs K11-K16            | 26,50 : 47,17 **            | 29,50 : 43,67 **            |
| K7,K8 vs K11-K16            | 41,50 : 47,17 *             | 41,50 : 43,67 *             |

Keterangan: \* Signifikan pada taraf 5% ( $p < 0,05$ ), \*\*Sangat signifikan pada taraf 1% ( $p < 0,01$ ), <sup>tn</sup> Tidak signifikan ( $p > 0,05$ ).

Intensitas dormansi merupakan persentase benih segar tidak tumbuh diakhir pengamatan dan benih tersebut masih dalam keadaan hidup. Pada metode Uji Di Atas Kertas (UDK), perendaman benih *Indigofera zollingeriana* dalam larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 95% selama 10 dan 20 menit menunjukkan efektivitas tertinggi dalam menurunkan intensitas dormansi, masing-masing sebesar 4% dan 1%. Perlakuan ini menunjukkan bahwa asam sulfat dapat mengikis lapisan luar benih secara efektif sehingga mempercepat proses imbibisi dan inisiasi pertumbuhan embrio. Asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) mematahkan dormansi benih *Indigofera zollingeriana* dengan mengikis lapisan luar benih yang keras dan impermeabel, sehingga mempercepat imbibisi air (Koobonye *et al.*, 2018). Reaksi kimia dari H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> menyebabkan degradasi lignin dan selulosa pada dinding sel, membentuk pori-pori yang mempermudah masuknya air (Nasri *et al.*, 2013). Imbibisi yang terjadi

mengaktifkan kembali metabolisme benih, termasuk aktivitas enzim dan pertumbuhan radikula (Haroni *et al.*, 2015). Efektivitas perlakuan ini sangat ditentukan oleh durasi perendaman; perlakuan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 95% selama 10 menit terbukti paling optimal tanpa merusak embrio benih (Marsetyo *et al.*, 2023).

Perlakuan air panas juga mampu menurunkan intensitas dormansi secara moderat dengan rata-rata sebesar 26,50%, menunjukkan bahwa perlakuan fisik ini juga dapat melunakkan kulit benih, meskipun tidak seefisien perlakuan kimia kuat. Sebaliknya, perlakuan perendaman dalam etanol, larutan KNO<sub>3</sub>, probiotik, dan hormon pertumbuhan menunjukkan tingkat intensitas dormansi yang masih tinggi, berkisar antara 38,00–47,00%.

Pada metode Uji Antar Kertas (UAK), pola hasil serupa teramati. Perendaman dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 95% selama 10 dan 20 menit menurunkan intensitas dormansi hingga 0%, mengindikasikan bahwa seluruh benih telah mengalami imbibisi dan memulai proses perkecambahan. Perlakuan air panas menurunkan intensitas dormansi rata-rata menjadi 29,50%, sementara etanol, KNO<sub>3</sub>, probiotik, dan hormon pertumbuhan menunjukkan tingkat dormansi yang masih tinggi, berkisar antara 38,00–55,00%.

Menariknya, perlakuan menggunakan hormon pertumbuhan seperti GA<sub>3</sub>, auksin, dan sitokinin tidak menunjukkan efektivitas dalam mematahkan dormansi benih *I. zollingeriana*, yang ditandai dengan tingginya persentase intensitas dormansi. Hal ini menunjukkan bahwa hormon pertumbuhan tidak mampu secara langsung melunakkan lapisan kulit benih yang keras. Temuan ini berbeda dengan hasil penelitian Ghahfarokhi dan Afshari (2007), yang melaporkan bahwa perendaman benih *Ferula gumosa* dalam larutan GA<sub>3</sub> 1000 ppm yang diikuti dengan penyimpanan dingin selama 40 hari mampu meningkatkan daya berkecambah dari 41% menjadi 69%. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh karakteristik fisiologis dan anatomi benih yang berbeda antar spesies, serta perbedaan protokol priming yang digunakan.

Hasil penelitian ini memiliki implikasi langsung terhadap pengembangan benih hijauan berkualitas bagi peternakan ruminansia di lahan marginal. Perlakuan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 95% selama 10 menit dapat dijadikan sebagai protokol standar dalam produksi bibit *Indigofera zollingeriana* secara massal, baik oleh petani benih, penyuluh, maupun lembaga sertifikasi. Dengan meningkatnya daya berkecambah hingga 88%, proses pembibitan dapat dilakukan lebih efisien, mengurangi kehilangan benih, serta mempercepat ketersediaan hijauan pakan pada musim kering. Selain itu, metode ini dapat diadopsi dalam program pemberdayaan petani ternak skala kecil, sebagai solusi praktis dan murah untuk penyediaan pakan berprotein tinggi.

## KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan perendaman benih *Indigofera zollingeriana* dalam larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 95% selama 10 menit merupakan metode paling efektif dalam mematahkan dormansi dan meningkatkan daya berkecambah. Perlakuan ini menghasilkan daya berkecambah tertinggi sebesar 88% (metode UAK) dan intensitas dormansi terendah sebesar 0%, secara signifikan lebih baik dibandingkan perlakuan lain seperti etanol, KNO<sub>3</sub>, air panas, probiotik, maupun hormon pertumbuhan. Sebagai perbandingan, kelompok kontrol hanya menunjukkan daya berkecambah sebesar 36% (UDK) dan 41% (UAK), serta intensitas dormansi masih tinggi, yaitu 47%. Temuan ini menegaskan bahwa pematihan dormansi dengan larutan asam kuat berdurasi pendek mampu mempercepat proses imbibisi dan inisiasi pertumbuhan embrio secara efisien. Implikasi praktis dari hasil ini adalah perlakuan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 95% selama 10 menit dapat diadopsi sebagai protokol standar produksi benih hijauan unggul, khususnya untuk mendukung penyediaan pakan berkualitas di wilayah tropis kering. Namun demikian, penelitian lanjutan diperlukan untuk mengkaji keamanan fisiologis perlakuan terhadap viabilitas benih jangka panjang dan pertumbuhan awal tanaman di lapangan.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Muhammadiyah Karanganyar. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih Provinsi Jawa Tengah atas bantuan teknis dan penyediaan benih *Indigofera zollingeriana*. Penulis juga mengapresiasi bantuan laboratorium dan tenaga teknis dari Fakultas Sains dan Teknologi UMY yang telah membantu kelancaran pelaksanaan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Fahmi, Z.I., Purwanto, E., and Purnomo, D. 2020. "Hot water and sulfuric acid solution for increasing the viability and vigor of *Indigofera zollingeriana*". IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Vol. 485 No. 1, 012099. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/485/1/012099>
- Ghahfarokhi, M.G., and Afshari, R.T. 2007. "Effects of different treatments on breaking seed dormancy and germination of *Ferula gummosa*". Research Journal of Biological Sciences, Vol. 2 No. 4 pp. 498-502.
- Ghahfarokhi, M.S., and Afshari, R.T. 2007. "Improving seed germination of *Ferula gumosa* using GA<sub>3</sub> and stratification". Seed Science and Technology, Vol. 35 No. 1 pp. 76-80.
- Haroni, A.R., Naim, M., dan Aini, N. 2015. "Pengaruh perlakuan KNO<sub>3</sub> terhadap perkecambahan benih *Brassica juncea* L". Jurnal Agroteknosains, Vol. 3 No. 1 hal. 24-30.

- Koobonye, B.K., Kwerepe, B.C., and Legwaila, G.M. 2018. "Effects of hot water and sulphuric acid scarification on seed germination of *Leucaena leucocephala*". International Journal of Agronomy and Agricultural Research, Vol. 1 No. 4 pp. 1-9.
- Koobonye, B.M., Batisani, N., and Malope, P. 2018. "Breaking dormancy in *Leucaena leucocephala* seeds using hot water treatment: Implications for rangeland rehabilitation". African Journal of Range dan Forage Science, Vol. 35 No. 3-4 pp. 221-226.  
<https://doi.org/10.2989/10220119.2018.1523694>
- Kunz, M., Wall, W.A., and Hohmann, M.G. 2020. "The role of fruits and fires in the germination of a rare subshrub, *Amorpha georgiana* (Fabaceae)". Journal of the Torrey Botanical Society, Vol. 147 No. 1 pp. 1-9.  
<https://doi.org/10.3159/TORREY-D-19-00016.1>
- Marsetyo, M., Wahyuni, N., Tarsono, T. and Pamulu, M. 2023. "The effect of scarification with different levels of sulfuric acid on seed germination and seedling growth of *Indigofera zollingeriana* Miq". AIP Conference Proceedings, Vol. 2759 No. 1, 040007.  
<https://doi.org/10.1063/5.0147785>
- Ministry of Forestry and Statistic Center Agencies. 2005. "Profil sosial ekonomi budaya masyarakat di kawasan hutan 2004". Jakarta: Forestry Planning and Statistic Center, Ministry of Forestry and Directorate of Agriculture Statistic, Statistic Center Agencies.
- Musa, Y., Sjahril, R., Nadir, M., and Syahril, W. 2023. "Germination growth of mutant (M2) *Indigofera zollingeriana* induced by gamma ray irradiation". AIP Conference Proceedings, Vol. 2762 No.1, 030013.  
<https://doi.org/10.1063/5.0150324>
- Nasri, N., Khaldi, A., Khouja, M. L., Touati, M. and Triki, S. 2013. "Effect of sulfuric acid pretreatment on dormancy breaking and germination of *Prosopis juliflora* and *Dodonaea viscosa* seeds". African Journal of Biotechnology, Vol. 12 No. 14 pp. 1670-1675.  
<https://doi.org/10.5897/AJB12.2911>
- Nasri, N., Khaldi, A., Triki, S. and Smaoui, A. 2013. "Breaking seed dormancy of *Prosopis juliflora* and *Dodonaea viscosa*: Implications for seedling production". International Journal of Agriculture and Biology, Vol. 15 No. 4 pp. 696-700.
- Pound, L.M., Ainsley, P.J. and Facelli, J.M. 2014. "Dormancy-breaking and germination requirements for seeds of *Acacia papyrocarpa*, *Acacia oswaldii* and *Senna artemisioides* ssp.  $\times$  *coriacea*". Australian Journal of Botany, Vol. 62 No.1 pp. 44-55.  
<https://doi.org/10.1071/BT13155>
- Rajak, D.R., Bhardwaj, S.D. and Kumar, A. 2019. "Influence of potassium nitrate ( $\text{KNO}_3$ ) on seed germination and seedling growth in *Tectona grandis* (L.) in nursery". Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, Vol. 8 No. 1 pp. 312-315.
- Rasyid, B., Hendra, J. dan Aziz, T. 2020. "Strategi penyediaan pakan hijauan pada musim kemarau di lahan kering". Jurnal Peternakan Terpadu, Vol. 8 No. 2 hal. 100-107.
- Somrug, K., Hemwong, S. and Jorjong, S. 2021. "Effect of seed dormancy breaking treatment and storability on seed quality of indigo (*Indigofera tinctoria* L.)". Asian Journal of Plant Sciences, Vol. 20 No. 1 pp. 150-156.  
<https://doi.org/10.3923/ajps.2021.150.156>
- Sutarman, S., Ginting, N.M., dan Widyantari, I.N. 2024. "Komparasi kelayakan usahatani padi sistem tanam pindah dan sistem tanam benih langsung di Kampung Yaba Maru Distrik Tanah Miring Kabupaten Merauke, Provinsi Papua Selatan". Journal of Global Sustainable Agriculture, Vol. 4 No. 2 hal. 131-136.  
<https://doi.org/10.32502/jgsa.v4i2.8178>
- Wina, E., Tangendjaja, B. and Atmomarsono, U. 2019. "Nutritional values and utilization of *Indigofera zollingeriana* as feed for livestock". Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner, Vol. 24 No. 1 hal. 22-30.
- Zeng, F., Leng, L., Bao, W.-K. and dan Zhou, Z.-Q. 2009. "Seed dormancy and germination of xeric shrub *Indigofera lenticellata*". Chinese Journal of Ecology, Vol. 28 2 pp. 297-303.