

# Pengaruh Sinar Plasma Terhadap Peningkatan laju Perkecambahan Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Asal Biji TSS Varietas Sanren F1

## *Effect of Plasma Light on Increasing the Germination Rate of Shallot (*Allium ascalonicum* L.) Seed Origin TSS Sanren F1 Variety*

Mukhammad Akmal Surur<sup>1</sup>, Erma Prihastanti<sup>2\*</sup>, Sri Widodo Agung Suedy<sup>3</sup>, Endah Dwi Hastuti<sup>4</sup>, dan Sri Darmanti<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Progam Studi Magister Biologi Universitas Diponegoro

<sup>2,3,4,5</sup>Progam Studi Biologi Universitas Diponegoro

\*E-mail: [eprihast@yahoo.co.id](mailto:eprihast@yahoo.co.id)

### ABSTRACT

*Sanren F1 shallots are a True Shallot Seed (TSS) variety that is widely cultivated by Indonesian onion farmers. Shallot TSS seeds have low levels of seed viability and vigor. The use of plasma radiation has been proven to be able to increase seed viability and vigor by increasing permeability and water imbibition in seeds. This study aims to analyze the effect of the plasma radiation period on the germination and growth of TSS Sanren F1 shallots. The research design used was a single factor Completely Randomized Design (CRD). The factors used are the radiation period with 6 levels, namely: No radiation (control), 5 minutes radiation, 10 minutes radiation, 15 minutes radiation, 20 minutes radiation, and 25 minutes radiation. The research parameters observed included germination capacity, germination rate, vigor index, simultaneous seed growth, seed mortality, sprout length, plant height, and number of leaves. The data obtained were analyzed using Analysis of Variance (Anova), followed by the Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at a confidence level of 95%. The research results showed that 15-25 minutes of plasma radiation was able to increase germination capacity by 96%, germination rate by 0.358 %/day, simultaneous seed growth by 94%, vigor index by 88%, sprout length by 39.94 mm, reduce seed mortality by 0.20 seeds. The plasma radiation period of 15-25 minutes was proven to increase seed germination parameters.*

**Keywords:** *Shallot, Germination, Plasma radiation, TSS*

**Disubmit :** 23 November 2023, **Diterima:** 23 Januari 2024, **Disetujui :** 09 September 2024;

## PENDAHULUAN

Bawang merah merupakan salah satu tanaman hortikultura unggulan di Indonesia yang banyak dibudidayakan (Widiarti dkk. 2017). Selain dimanfaatkan sebagai bumbu masak dapur, bawang merah juga banyak digunakan sebagai sumber biofarmaka karena mengandung senyawa aktif seperti saponin, flavonoid, quersetin, minyak esensial, alliin dan alicin, serta bahan industri makanan seperti tepung bawang merah, bawang goreng, dan oleoresin (Karunanidhi *et al.* 2019; Thesima *et al.* 2013). Budidaya bawang merah di Indonesia secara umum masih menggunakan umbi sebagai bibit, dikarenakan penanaman dengan umbi dianggap lebih praktis dan mudah (Hasanah dkk. 2022). Penggunaan umbi bibit memiliki kelemahan umur simpan pendek dan resiko terinfeksi virus sehingga memiliki kualitas mutu benih yang rendah (Rahayu dkk.,



**Lisensi**

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional.

2019). Penggunaan biji botani bawang merah atau TSS (*True Shallot Seed*) merupakan alternatif teknologi potensial yang dikembangkan untuk memperoleh benih bawang merah yang berkualitas (Firmansyah *et al.* 2021). Keunggulan TSS yaitu produktivitas umbi tinggi (bisa mencapai 26 ton/ha), volume kebutuhan benih sedikit ( $\pm 7.5$  kg/ha), lebih murah dalam transportasi dan biaya penyimpanan serta umur simpan lebih tahan lama (1- 2 tahun) (Sulistyaningsih *et al.* 2020).

Bawang merah Sanren F1 merupakan salah satu jenis varietas TSS yang banyak dibudidayakan petani bawang Indonesia. Sanren F1 memiliki keunggulan yaitu mampu berproduksi dengan baik di musim penghujan dan musim kemarau dan dapat beradaptasi dengan baik didataran rendah dengan ketinggian 50-100 mdpl (Ewindo, 2023). Budidaya bawang merah Sanren F1 sebagaimana biji TSS umumnya dihadapkan pada kendala perkecambahan tidak serempak dan viabilitas benih yang rendah (Rajiman & Megawati, 2022). sehingga mempengaruhi kualitas benih dan hasil panen bawang merah TSS. Radiasi sinar plasma merupakan salah satu metode pemuliaan tanaman yang cepat, ekonomis dan bebas polusi untuk meningkatkan kinerja benih dan hasil panen (Tong *et al.* 2014). Sinar plasma adalah gas yang terionisasi terdiri dari ion +, ion -, elektron serta radikal bebas yang merespon sebaran kuat medan magnetik (Zhou *et al.* 2016). Penelitian Koga *et al.* (2016) menunjukkan perlakuan radiasi plasma pada benih Arabidopsis dapat mempercepat panen, meningkatkan 56% berat total biji yang dipanen, meningkatkan 12% berat rata-rata biji, dan meningkatkan 39% jumlah biji. Măgureanu *et al.* (2018) melaporkan perlakuan plasma pada biji tomat mampu mempercepat perkecambahan benih dan meningkatkan 20-40% berat hasil panen. Perlakuan plasma mengubah kadar hormon ABA dan IAA, serta meningkatkan hormon GA yang mengatur aktivitas enzim untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman yang disebabkan oleh induksi ROS (*Reactive Oxygen Species*) dan RNS (*Reactive Nitrogen Species*) (Cecilia *et al.* 2018).

Periode penyinaran plasma memainkan peran krusial dalam menentukan hasil penelitian. Periode penyinaran yang optimal terbukti meningkatkan kinerja benih dan hasil produksi (Măgureanu *et al.* 2018 & Henselová *et al.* 2012). Penelitian Ariyanti dkk. (2019) membuktikan bahwa penggunaan plasma pijar korona selama 15 menit meningkatkan pertumbuhan dan kandungan nitrogen bawang merah var. bima brebes dari umbi, sedangkan penyinaran 30 menit mengakibatkan penurunan parameter pertumbuhan. Wang *et al.* (2017) menggunakan metode DBD durasi penyinaran 3, 9, dan 27 menit berhasil meningkatkan laju perkecambahan dan parameter pertumbuhan pada benih kapas. kualitas benih menurun pada penyinaran 27 menit. Penelitian Bafoil *et al.* (2018) menggunakan tanaman Arabidosis dengan metode DBD dan plasma jet dengan durasi penyinaran 15 menit berhasil meningkatkan laju perkecambahan dan parameter pertumbuhan seperti panjang akar dan tunas

Penelitian pengaruh plasma terhadap peningkatan laju perkecambahan bawang merah asal biji TSS varietas Sanren F1 belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui respon laju perkecambahan bawang merah asal biji TSS varietas Sanren F1 terhadap radiasi sinar plasma dengan variasi lama penyinaran yang berbeda.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian dilakukan di laboratorium Plasma Gedung D Departemen Fisika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro dan laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo, pada bulan September sampai Oktober 2023, dengan metode percobaan faktor tunggal yang disusun ke dalam Rancangan Acak Lengkap. Perlakuan yang dicobakan adalah periode penyinaran plasma yang terdiri dari 6 taraf yaitu yaitu: P0 (kontrol), P1 (radiasi 5 menit), P2 (radiasi 10 menit), P3 (radiasi 15 menit), P4 (radiasi 20 menit), dan P5 (radiasi 25 menit) dengan 5 ulangan.

Penelitian dilakukan dengan tahap persiapan benih Biji TSS, penyinaran benih dengan sinar plasma, pengujian kualitas benih bawang merah dan pengamatan pengujian. Bahan yang digunakan yaitu biji TSS varietas Sanren F1 yang didapatkan dari PT East West Seed Indonesia. Penyinaran biji menggunakan sinar

plasma dilakukan di laboratorium Plasma Gedung D Departemen Fisika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro menggunakan plasma pijar korona atau *corona discharge* (CD). Biji TSS yang sudah ditimbang sebanyak 5 gram kemudian di sebar merata di wadah sampel dan dilakukan penyinaran dengan jarak biji dan jarum plat elektroda yaitu 3 cm menggunakan sumber tegangan 11 V DC arus 50 mA. Penelitian ini menggunakan 6 perlakuan radiasi yaitu: (P0) TSS bawang merah kontrol tanpa radiasi, (P1) TSS bawang merah dengan radiasi selama 5 menit, (P2) TSS bawang merah dengan radiasi selama 10 menit, (P3) TSS bawang merah dengan radiasi selama 15 menit, (P4) TSS bawang merah dengan radiasi selama 20 menit, dan (P5) TSS bawang merah dengan radiasi selama 25 menit.

Perkecambahan TSS bawang merah dilakukan pada thinwall berukuran 600 ml. Setiap thinwall berisi 5 benih TSS. Media yang digunakan dalam thinwall yaitu tissue yang telah di semprot menggunakan spray untuk melembabkan media. Benih di letakan pada media dengan jarak masing-masing benih yaitu  $\pm 3$  cm. Perkecambahan dilakukan di Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo. Parameter Pengukuran Perkecambahan meliputi daya perkecambahan, laju perkecambahan, vigor benih, dan tinggi kecambah. Daya berkecambah ditentukan dengan menghitung jumlah benih yang berkecambah normal selama jangka waktu 7 hari dengan menggunakan rumus ISTA (Prabhandaru and Saputro, 2017). Pengujian laju perkecambahan dihitung menggunakan rumus menurut Lo et al. (2019) yaitu hasil kali antara jumlah benih yang berkecambah pada satuan waktu (T) dengan waktu dinyatakan dalam hari, yang digunakan oleh sejumlah benih untuk berkecambah kemudian dibagi dengan jumlah benih yang berkecambah pada satuan waktu (T). Pengujian vigor benih dilakukan dengan mengukur parameter vigoritas yaitu keserempakan tumbuh benih (%). Keserempakan tumbuh benih dihitung dengan menggunakan presentase kecambah normal kuat pada hari ke 4 (Prabhandaru & Saputro, 2017). Homogenitas benih diamati dari jumlah benih yang berkecambah normal kuat, dimana kecambah normal kuat memiliki penampakan struktur kecambah yang lebih baik dan lebih sempurna dari rata-rata kecambah normal lainnya. Kematian benih dihitung pada hari saat tanaman berumur 7 hari setelah semai (HSS). Benih yang mati adalah benih yang tidak mampu berkecambah dan mati pada saat pengamatan. Panjang kecambah dihitung pada saat tanaman berumur 7 hari setelah semai (HSS) dan diukur menggunakan jangka sorong. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) taraf kepercayaan 95% untuk pembentukan hasil berpengaruh nyata atau tidak. Jika berpengaruh maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

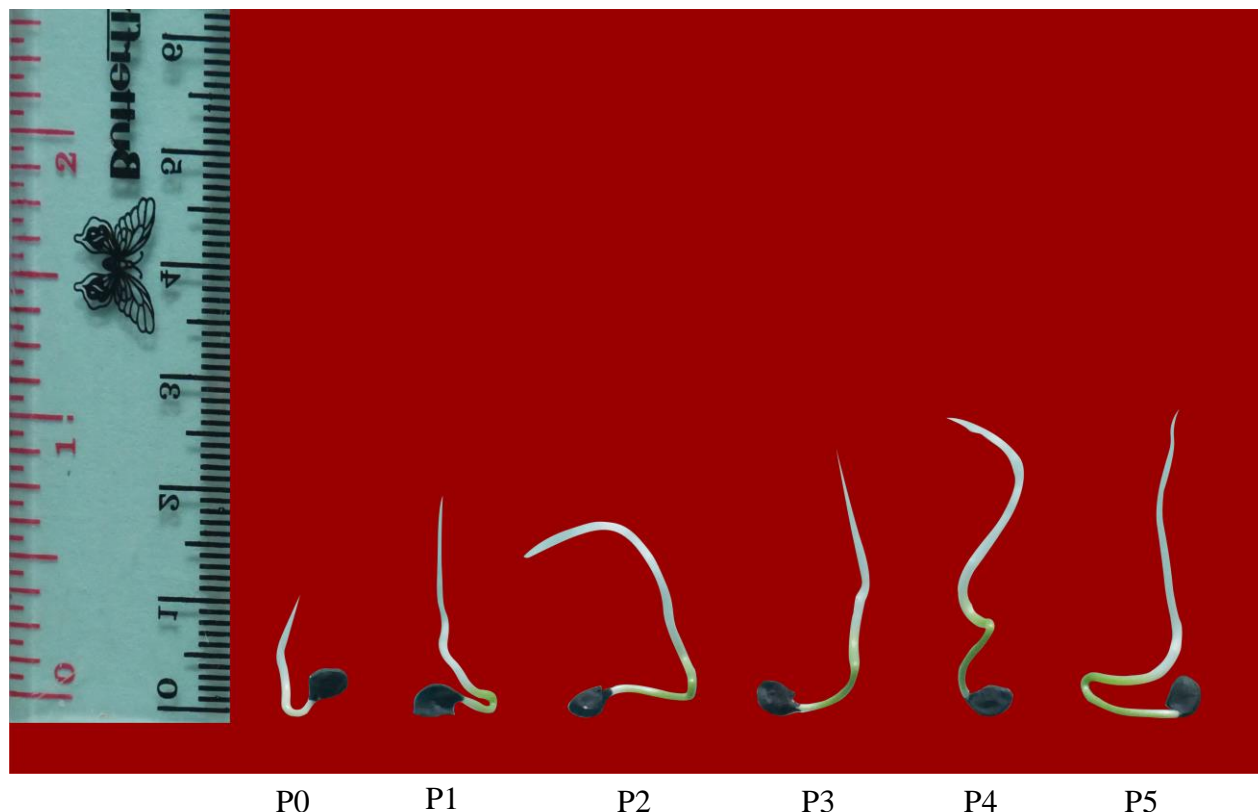
Hasil penelitian menunjukkan bahwa radiasi sinar plasma berpengaruh nyata terhadap parameter perkecambahan. Berdasarkan table 1 hasil pengukuran menunjukkan perlakuan radiasi plasma 5, 10, 15, dan 25 menit terbukti meningkatkan parameter perkecambahan meliputi daya kecambah, laju perkecambahan, homogenitas benih, indeks vigor, dan Panjang kecambah serta mampu menurunkan kematian benih dibandingkan tanpa perlakuan (kontrol) (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil parameter perkecambahan TSS Bawang merah Sanren F1 setelah perlakuan radiasi plasma yang berbeda

Variabel	Perlakuan Radiasi Plasma					
	0 Menit	5 Menit	10 Menit	15 Menit	20 Menit	25 Menit
Daya Kecambah (%)	56,00 <sup>c</sup>	76,00 <sup>b</sup>	78,00 <sup>b</sup>	96,00 <sup>a</sup>	96,00 <sup>a</sup>	96,00 <sup>a</sup>
Laju Perkecambahan (%/hari)	0.074 <sup>c</sup>	0.200 <sup>b</sup>	0.254 <sup>b</sup>	0.358 <sup>a</sup>	0.414 <sup>a</sup>	0.428 <sup>a</sup>
Homogenitas Benih (%)	54,00 <sup>c</sup>	76,00 <sup>b</sup>	78,00 <sup>b</sup>	94,00 <sup>a</sup>	94,00 <sup>a</sup>	96,00 <sup>a</sup>

Indeks Vigor (%)	48.00 <sup>c</sup>	64.00 <sup>b</sup>	68.00 <sup>b</sup>	88.00 <sup>a</sup>	88.00 <sup>a</sup>	96.00 <sup>a</sup>
Kematian Benih (biji)	1.60 <sup>a</sup>	0.80 <sup>b</sup>	0.60 <sup>b</sup>	0.20 <sup>b</sup>	0.20 <sup>b</sup>	0.20 <sup>b</sup>
Panjang kecambah (mm)	17.56 <sup>d</sup>	31.56 <sup>b</sup>	33.60 <sup>bc</sup>	34.82 <sup>c</sup>	34.94 <sup>c</sup>	39.90 <sup>a</sup>

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda pada satu baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata antara perlakuan pada uji DMRT dengan signifikasi 95%.



Gambar 10. Perbandingan panjang kecambah bawang merah TSS Sanren F1 dengan periode radiasi plasma berbeda. P0 (0 menit), P1 (5 menit), P2 (10 menit), P3 (15 menit), P4 (20 menit), dan P5 (25 menit) (Bar : 1 cm)

Pemberian perlakuan radiasi plasma pada semua periode meningkatkan daya kecambah benih TSS bawang merah Sanren F1. Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan's Multiple Range Test (DMRT) menunjukkan radiasi plasma 15 menit, 20 menit, dan 25 menit memiliki daya kecambah dan homogenitas benih tertinggi yaitu 96%. Hasil berbeda signifikan dibandingkan perlakuan kontrol (0 menit) hanya memiliki nilai rata-rata daya kecambah yaitu 56%. Dengan demikian, perlakuan plasma berhasil meningkatkan 71% daya kecambah benih TSS bawang merah dibandingkan benih yang tidak diberi perlakuan plasma. Hasil laju perkecambahan radiasi plasma selama 15 menit, radiasi plasma 20 menit dan radiasi plasma 25 menit memiliki rata-rata laju perkecambahan terbaik sebesar 0.358 %/hari, 0.414 %/hari, dan 0.428 %/hari. Hasil analisis indeks vigor paling tinggi terdapat pada radiasi 25 menit, yaitu sebesar 96%, radiasi plasma 20 menit yaitu 88%, disusul perlakuan plasma 15 menit nilai indeks vigor 88%. Indeks vigor paling rendah yaitu perlakuan kontrol (tidak disinari plasma) yaitu 48%, perlakuan radiasi 5 menit (P1) dengan nilai indeks vigor 64%, dan perlakuan 10 menit radiasi plasma (P2) nilai indeks vigor yaitu 68%. Hasil analisis kematian benih menunjukkan perlakuan plasma mampu menurunkan angka kematian benih yaitu secara berturut-turut P1 (0.80), P2 (0.60), P3 (0.30), P4 (0.20), dan P5 (0.20). Panjang kecambah TSS bawang merah Sanren F1 yang diberikan perlakuan radiasi plasma berhasil meningkatkan panjang kecambah benih. Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan perlakuan

radiasi plasma 5, 10, 15, 20, dan 25 menit berhasil meningkatkan panjang kecambah benih secara signifikan yaitu 31.56 mm, 33.60 mm, 34.82 mm, 34.94 mm, dan 39.90 mm. Hal ini berbeda dengan perlakuan kontrol yang hanya memiliki panjang kecambah yaitu 17.58 mm.

Hasil penelitian radiasi sinar plasma pada beberapa jenis benih telah dilaporkan. Măgureanu et al. (2018) melaporkan perlakuan plasma pada biji tomat mampu mempercepat perkecambahan benih dan meningkatkan 20-40% berat hasil panen. Penelitian Koga et al. (2016) menunjukkan perlakuan radiasi plasma pada benih *Arabidopsis* dapat mempercepat panen, meningkatkan 56% berat total biji yang dipanen, meningkatkan 12% berat rata-rata biji, dan meningkatkan 39% jumlah biji. Perlakuan plasma juga dapat meningkatkan metabolisme fisiologis tanaman, seperti aktivitas efisiensi fotosintesis dan pigmen fotosintesis (Tamošiūnė et al. 2020). Perlakuan plasma pada benih tanaman mengubah kadar hormon ABA dan IAA, serta meningkatkan hormon GA yang mengatur aktivitas enzim untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman yang disebabkan oleh induksi ROS (Reactive Oxygen Species) dan RNS (Reactive Nitrogen Species) (Cecilia et al. 2018). Penelitian Adhikari et al. (2020) pada biji tomat juga menunjukkan bahwa penyinaran plasma pada benih memiliki dampak positif pada karakteristik fisiologis dan biokimia benih pada tahap perkecambahan, termasuk antioksidan, gula, dan protein. Hidrogen peroksida memicu sintesis asam salisilat dan asam jasmonat pada tanaman. Bibit yang dipreparasi dengan sinar plasma mengakumulasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dalam bentuk asam salisilat dan asam jasmonat, oleh karena itu kadar asam salisilat dan asam jasmonat meningkat.

Radiasi plasma yang ditembakkan ke permukaan benih bawang merah Sanren F1 menyebabkan kerusakan pada lapisan kutikula yang dilapisi oleh lilin, suatu polimer yang berperan untuk mencegah kehilangan air akibat tekanan panas, hilangnya lapisan lilin pada kutikula benih mengakibatkan terbentuk mikro pori-pori pada permukaan kulit benih, sehingga membantu penyerapan air kedalam benih (Starek et al. 2020). Mikro pori-pori yang terbentuk dalam permukaan benih diduga mampu meningkatkan hidrofilitas dan permeabilitas benih lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol. Tingkat penyerapan air yang meningkat menyebabkan terjadinya reaksi berantai untuk proses perkecambahan dan pertumbuhan tanaman (Shelar et al., 2022). ROS dan RNS yang dihasilkan seperti Ion nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) masuk kedalam benih melalui transpor aktif dengan bantuan energi dari NADPH untuk memulai pertunasan (Mukaromah dkk. 2013). Nitrogen yang disisipkan dalam biji melalui radiasi plasma berikatan langsung dalam bentuk ion N<sub>2</sub><sup>+</sup> atau N<sup>+</sup> dari proses disosiasi diikuti dengan proses ionisasi molekul (Nur dkk. 2007). Ion nitrogen yang terdifusi kedalam biji mampu meningkatkan kadar nitrogen dalam biji sehingga dapat mendukung perkecambahan dan pertumbuhan (Dhayal et al. 2006).

Menurut Subandi dkk. (2015) nitrogen yang ditembakkan ke dalam biji TSS melalui rongga antar sel, lalu masuk ke dalam biji yang selanjutnya direspon oleh embrio dengan mengeluarkan hormon giberelin. Giberelin keluar menyebar ke seluruh bagian biji dan masuk ke butir-butir bagian bawah kulit biji yang disebut aleuron sehingga membentuk enzim amilase. Enzim amilase akan menguraikan amilum/pati dalam endosperm kemudian menjadi molekul-molekul gula, lipid dan asam amino menjadi senyawa yang lebih sederhana, yang akan digunakan oleh tanaman untuk memulai perkecambahan dan pertumbuhan (Firmansyah et al. 2024). Pengaruh nyata radiasi plasma terhadap parameter tinggi kecambah disebabkan oleh Spesies oksigen reaktif (ROS) dan nitrogen reaktif (RNS) yang terbentuk dalam plasma. RNS dan ROS dapat mempengaruhi metabolisme benih tanaman dan perubahan hormon endogen (auksin dan sitokinin) benih yang terpapar plasma. peningkatan kadar auksin yang bersinergi dengan sitokinin dapat merangsang pembelahan sel dan proliferasi serta pemanjangan sel. Biosintesis auksin dan sitokinin, serta katabolit dan konjugatnya dapat meningkatkan sinergi dan efek fisiologisnya, yang dapat mengarah pada peningkatan perkecambahan biji, pertumbuhan dan hasil tanaman pertanian (Stolárik et al. 2015). ROS dan RNS lebih lanjut dapat memodifikasi diameter akar dan batang serta diferensiasi jaringan seperti xylem dan floem, sehingga meningkatkan pertukaran nutrisi dan hasil produksi tanaman dan fisiologi tanaman (Sadat et al. 2020; Jiang et al. 2018).

Penelitian yang dilakukan pada berbagai jenis benih telah membuktikan, bahwa perlakuan sinar plasma dapat memicu mekanisme molekuler pada benih. Penelitian Adhikari et al. (2020) menunjukkan aplikasi plasma pada benih tomat meningkatkan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, dan O<sub>2</sub>- dibandingkan perlakuan kontrol. Penelitian ini mengungkapkan bahwa radikal oksigen seperti O<sub>2</sub>- menyebabkan pengikisan kulit biji dan merangsang perkecambahan. Dengan memodifikasi kulit benih dan menginduksi pertukaran air dan gas di dalam benih, perlakuan sinar plasma menghasilkan spesies oksigen reaktif. Spesies oksigen reaktif (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>-) dan penyerapan air memodulasi rasio fitohormon, mengaktifkan enzim amilase, dan menstimulasi sinyal perkecambahan. Selama perkembangan bibit, spesies oksigen reaktif juga menyebabkan ekspresi gen modifikasi histon yang bertanggung jawab untuk modifikasi epigenetik. Berbagai gen yang berhubungan dengan antioksidan, fitohormon, dan ketahanan terhadap stres dimodulasi oleh perubahan epigenetik ini dan menghasilkan peningkatan sifat morfologi dan biokimia (Shelar et al. 2022).

Kematian benih disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya lingkungan tumbuh benih yang tidak sesuai, kemampuan imbibisi air yang rendah, bakteri penghambat pertumbuhan benih dan kelembaban benih (Waskow et al. 2021). Pada perlakuan kontrol, terdapat benih TSS Sanren F1 yang tidak berkecambah. Gagalnya proses perkecambahan pada perlakuan control diduga karena struktur kulit biji masih memiliki karakter yang keras. TSS Sanren F1 Bawang merah Sanren F1 termasuk dalam keluarga Liliaceae yang memiliki karakter kekerasan kulit benih. Kekerasan benih merupakan suatu bentuk dormansi yang sangat umum pada banyak spesies yang termasuk dalam keluarga Liliaceae yang disebabkan oleh faktor genetik dan lingkungan (Lo et al. 2019). Selain itu, waktu dormansi yang panjang sangat terkait dengan status nutrisi tanaman pada benih dan kondisi lingkungan benih berkecambah (Savage & Metzger, 2006). Kontaminasi bakteri pada permukaan kulit benih juga diduga menjadi salah satu faktor penyebab gagalnya perkecambahan benih. Benih yang terkontaminasi bakteri cenderung akan mengalami pembusukan dan kerusakan fungsi fisiologis. Proses radiasi plasma terbukti dapat menjadi media untuk sterilisasi benih dan inaktivasi mikroba. Energi panas, radiasi UV, ozon, ionisasi, dan medan elektromagnetik yang dihasilkan oleh perangkat plasma berperan dalam sterilisasi permukaan benih dari bakteri dan organisme penghambat pertumbuhan benih lainnya (Priatama et al. 2022). Mekanisme aktivitas antimikroba dalam proses radiasi plasma disebabkan oleh paparan ROS secara langsung memicu kerusakan molekuler dalam sel bakteri, termasuk kerusakan DNA, peroksidasi lipid, dan karbonilasi protein mikroba (Li et al. 2021). Selain itu, aksi gabungan RNS dan ROS penting untuk aktivitas antibakteri (Shaw et al. 2018). Paparan sinar UV juga berperan penting, terutama dalam inaktivasi bakteri menggunakan pengobatan plasma. Diketahui bahwa mekanisme kerja paparan sinar UV terkait dengan beberapa mekanisme spesifik, termasuk penghancuran langsung materi genetik, pemutusan ikatan kimia dalam senyawa organik (Lackmann et al. 2013).

## **KESIMPULAN**

Radiasi plasma selama 15 - 25 menit merupakan perlakuan yang optimal terhadap peningkatan parameter perkecambahan bawang merah TSS Sanren F1 meliputi daya perkecambahan, laju perkecambahan, indeks vigor, homogenitas benih, panjang kecambah, menurunkan kematian benih.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih artikel ini ditujukan kepada Universitas Diponegoro melalui dana hibah penelitian “Sumber Dana Selain APBN Fakultas Sains dan Matematika UNDIP Tahun Anggaran 2024 Nomor : 25.IV.I/UN7.F8/PP/II/2024”.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Adhikari, B. et al. (2020) ‘Free Radical Biology and Medicine Cold plasma seed priming modulates growth , redox homeostasis and stress response by inducing reactive species in tomato ( *Solanum lycopersicum* )’, *Free Radical Biology and Medicine*, 156(May), pp. 57–69. doi:10.1016/j.freeradbiomed.2020.06.003.

- Ariyanti, A., Prihastanti, E. and Azam, M. (2019) 'Radiasi Plasma Pijar Korona Terhadap Pertumbuhan Dan Kandungan Nitrogen Total Bawang Merah Dan Bawang Bombay', *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*, 6(2), pp. 126–137. doi:10.31289/biolink.v6i2.2693.
- Bafoil, M. et al. (2018) 'Effects of low temperature plasmas and plasma activated waters on *Arabidopsis thaliana* germination and growth', pp. 1–16.
- Bormashenko, E. et al. (2015) 'Interaction of cold radiofrequency plasma with seeds of beans (*Phaseolus vulgaris*)', *Journal of Experimental Botany*, 66(13), pp. 4013–4021. doi:10.1093/jxb/erv206.
- Cecilia, M. et al. (2018) 'Effects of non – thermal plasmas on seed-borne *Diaporthe / Phomopsis* complex and germination parameters of soybean seeds', *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 49(April), pp. 82–91. doi:10.1016/j.ifset.2018.07.009.
- Dhayal, M., Lee, S. and Park, S. (2006) 'Using low-pressure plasma for *Carthamus tinctorium* L . seed surface modification', *Biological Research Center of Industrial Accelerators*, 80, pp. 499–506. doi:10.1016/j.vacuum.2005.06.008.
- Ewindo (2023) PT East West Seed Indonesia. Available at: <https://www.panahmerah.id/id/product-detail/sanren>.
- Firmansyah et al. (2021) 'The Effect Of Organic Fertilizer, Biochar, And Hormones On Bulb Splitting In The Cultivation Of True Seed Shallot IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 653'. doi:10.1088/1755-1315/653/1/012069.
- Gao, X. et al. (2019) 'Effect of Dielectric Barrier Discharge Cold Plasma on Pea Seed Growth', *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(39), pp. 10813–10822. doi:10.1021/acs.jafc.9b03099.
- Hasanah, Y., Sipayung, R. and Tarigan, B. (2022) 'Produksi Bawang Merah asal TSS Varietas Sanren F1 dengan Pemberian Pupuk ZA dan Paklobutrazol', *Digitalisasi Pertanian Menuju Kebangkitan Ekonomi Kreatif*, 6(1), pp. 305–311.
- Henselová, M. et al. (2012) 'Growth, anatomy and enzyme activity changes in maize roots induced by treatment of seeds with low-temperature plasma', *Biologia*, 67, pp. 490–497. Available at: <https://doi.org/10.2478/s11756-012-0046-5>.
- Iranbakhsh, A. et al. (2020) 'Cold Plasma Up-Regulated Expressions of WRKY1 Transcription Factor and Genes Involved in Biosynthesis of Cannabinoids in Hemp (*Cannabis sativa* L.)', *Plasma Chemistry and Plasma Processing*, 40, pp. 527–37.
- Jiang, J., Li, J. and Dong, Y. (2018) 'Effect of cold plasma treatment on seedling growth and nutrient absorption of tomato', pp. 3–7.
- Karunanidhi, A. et al. (2019) 'Bioactive 2-(methylthio)pyridine-3-carbonitrile from Persian shallot (*Allium stipitatum* Regel.) exerts broad-spectrum antimicrobial activity', *Molecules*, 24(6). doi:10.3390/molecules24061003.
- Koga, K. et al. (2016) 'Simple method of improving harvest by nonthermal air plasma irradiation of seeds of *Arabidopsis thaliana* (L.)', *Applied Physics Express*, 9(1). doi:10.7567/APEX.9.016201.
- Lo, C. et al. (2019) 'Scientia Horticulturae Cold plasma pretreatment improves the germination of wild asparagus (*Asparagus acutifolius* L .) seeds', *Scientia Horticulturae*, 256(May), p. 108554. doi:10.1016/j.scienta.2019.108554.

- Măgureanu, M., Daniela, R.S. and Mihai, D. (2018) 'Stimulation of the Germination and Early Growth of Tomato Seeds by Non - thermal Plasma', *Plasma Chemistry and Plasma Processing*, 38(5), pp. 989–1001. doi:10.1007/s11090-018-9916-0.
- Mukaromah, L., Nurhidayati, T. and Nurfadilah, S. (2013) 'Pengaruh Sumber dan Konsentrasi Nitrogen terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Biji Dendrobium laxiflorum J.J Smith secara In Vitro', *Sains dan Seni Pomits*, 2(1), pp. 1–4.
- Nugroho Setiawan, A., Vistiadi, K. and Sarjiyah, S. (2021) 'Perbaikan Perkecambahan Dan Pertumbuhan Bawang Merah Dengan Perendaman Benih Dalam Giberelin', *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 21(1), pp. 40–50. doi:10.25181/jppt.v21i1.1965.
- Nur, M. et al. (2007) 'Kajian Fisis Radiasi Plasma Terhadap Organ Daun Pada Pertumbuhan Awal Tanaman Anggrek Phalaenopsis Amabilis', *Jurnal Berkala Fisika*, 10(1), pp. 53–59.
- Prabhandaru, I. and Saputro, B. (2017) 'Prabhandaru & Saputro 2017\_ Respon perkecambahan benih padi varietas lokal sigadis hasil iradiasi sinar gamma', *Sains dan seni*, 6(2).
- Priatama, R.A. et al. (2022) 'Current Advancements in the Molecular Mechanism of Plasma Treatment for Seed Germination and Plant Growth', *International Journal of Molecular Sciences*, 23(9). doi:10.3390/ijms23094609.
- Rahayu, heni S., Muchtar, M. and Saidah, S. (2019) 'The feasibility and farmer perception of true shallot seed technology in Sigi District, Central Sulawesi, Indonesia', *Asian Journal of Agriculture*, 3(01), pp. 16–21. doi:10.13057/asianjagric/g03103.
- Rajiman and Megawati, S. (2022) 'Viabilitas Dan Vigor Berbagai Varietas True Shallot Seed Dengan Perendaman Jenis Zat Pengatur Tumbuh (Zpt) Alami', *AGRITECH*, XXIV(2).
- Sadat, F. et al. (2020) 'Seed Priming with Cold Plasma and Multi - walled Carbon Nanotubes Modified Growth , Tissue Differentiation , Anatomy , and Yield in Bitter Melon ( Momordica charantia )', *Journal of Plant Growth Regulation*, 39(1), pp. 87–98. doi:10.1007/s00344-019-09965-2.
- Shelar, A. et al. (2022) 'RSC Advances Emerging cold plasma treatment and machine learning prospects for seed priming : a step towards sustainable food production', *RSC Advances*, 12, pp. 10467–10488. doi:10.1039/D2RA00809B.
- Stolárik, T. et al. (2015) 'Effect of Low-Temperature Plasma on the Structure of Seeds, Growth and Metabolism of Endogenous Phytohormones in Pea (Pisum sativum L.)', *Plasma Chemistry and Plasma Processing*, 35(4), pp. 659–676. doi:10.1007/s11090-015-9627-8.
- Sulistyaningsih, E., Pangestuti, R. and Rosliani, R. (2020) 'Ilmu Pertanian ( Agricultural Science ) Growth and yield of five prospective shallot selected accessions', *Ilmu Pertanian*, 5(2), pp. 92–97.
- Tamošiūnė, I. et al. (2020) 'Cold Plasma Treatment of Sunflower Seeds Modulates Plant-Associated Microbiome and Stimulates Root and Lateral Organ Growth', *Frontiers in Plant Science*, 11, pp. 1–13. doi:10.3389/fpls.2020.568924.
- Thesima, Y. et al. (2013) 'Identification and Biological Activity of Antifungal Saponins from Shallot (Allium cepa L. Aggregatum Group)', *Agricultural and Food Chemistry*, 61(31), pp. 7440–7445.
- Tong, J. et al. (2014) 'Effects of atmospheric pressure air plasma pretreatment on the seed germination and early growth of andrographis paniculata', *Plasma Science and Technology*, 16(3), pp. 260–266. doi:10.1088/1009-0630/16/3/16.



- Wang, X. et al. (2017) 'Spectral characteristics of cotton seeds treated by a dielectric barrier discharge plasma', (May), pp. 1–9. doi:10.1038/s41598-017-04963-4.
- Widiarti, W., Wijaya, I. and Umarie, I. (2017) 'Optimalisasi teknologi Produksi True Shallot Seed (Biji Biologi) Bawang Merah (*Allium ascolonicum* L)', *Agritrop*, 15(2), pp. 203–216.
- Zhou, R. et al. (2016) 'Effects of Atmospheric-Pressure N<sub>2</sub>, He, Air, and O<sub>2</sub> Microplasmas on Mung Bean Seed Germination and Seedling Growth', *Scientific Reports*, pp. 1–11. Available at: <https://doi.org/10.1038/srep32603>.