

Pengaruh radiasi plasma pijar korona terhadap viabilitas, laju perkecambahan, dan morfologi kecambah biji bayam cabut (*Amaranthus tricolor* L.)

Effect of corona incandescent plasma radiation on viability, germination rate, and morphology of spinach seed sprouts (*Amaranthus tricolor* L.)

Ulfi Nadzifah¹, Erma Prihastanti^{1*}

¹Departemen Biologi, FSM, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto, SH., Tembalang Semarang 50275 Indonesia

ABSTRAK

Plasma lucutan pijar korona merupakan sumber ion, elektron, dan radikal bebas. Udara bebas mengandung banyak gas yang tidak dapat terserap langsung oleh tanaman. Radiasi plasma mampu mengionisasi gas dari udara menjadi bentuk ion yang ditembakkan dalam suatu bahan termasuk biji. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu radiasi plasma terhadap viabilitas, laju perkecambahan dan morfologi kecambah biji bayam cabut (*Amaranthus tricolor* L.). Penelitian dilakukan di Laboratorium CPR (*Center Plasma Research*), Universitas Diponegoro menggunakan desain percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Parameter yang diamati meliputi viabilitas, laju perkecambahan, serta morfologi kecambah tanaman bayam cabut setelah dilakukan radiasi plasma pada biji dengan perlakuan kontrol, radiasi 10 menit dan 20 menit. Hasil yang diperoleh dianalisis menggunakan uji ANOVA dan uji DMRT dengan taraf signifikansi 0.05. Perlakuan radiasi selama 20 menit, 10 menit dan kontrol diperoleh hasil rata-rata viabilitas 100%; 96,6%; dan 53,3 %, laju perkecambahan 3,46 n/hari; 3,33 n/hari; dan 3 n/hari, rata-rata panjang epikotil 0,4 cm; 1,46 cm; dan 1,43 cm, rata-rata panjang radikula 0,46 cm; 0,36 cm; dan 0,14 cm, serta rata-rata panjang plumula 0,2 cm; 0,16 cm; dan 0,13 cm. Radiasi plasma selama 20 menit memberikan hasil yang optimal dibandingkan perlakuan lainnya, hasil uji DMRT menunjukkan pengaruh berbeda nyata antar variasi penyinaran.

Kata kunci: plasma, lucutan pijar korona, *Amaranthus tricolor*

ABSTRACT

Corona glow discharge plasma is a source of ions, electrons and free radicals. Free air contains a lot of gas that cannot be absorbed directly by plants. Plasma radiation is able to ionize gas from the air into an ionic form that is fired in a material including seeds. This study aims to determine the effect of time variation of plasma radiation on viability, germination rate and morphology of spinach seeds (*Amaranthus tricolor* L.). The study was conducted at the CPR Laboratory (Center Plasma Research), Diponegoro University through the RAL method. The observations carried out included viability, germination rate, and morphology of spinach plant sprouts unplugged after plasma radiation was carried out on seeds by control treatment, radiation 10 minutes and 20 minutes. The results obtained were analyzed using the ANOVA test and the follow-up test with a significance level of 0.05. Radiation treatment for 20 minutes, 10 minutes and controls gave 100% average viability results; 96.6%; and 53.3%, germination rate of 3.46 n / day; 3.33 n / day; and 3 n / day, the average epicotile length is 0.4 cm; 1.46 cm; and 1.43 cm, the average radicular length is 0.46 cm; 0.36 cm; and 0.14 cm, and the average length of the plumula 0.2 cm; 0.16 cm; and 0.13 cm. Plasma radiation for 20 minutes gives optimal results compared to other treatments, based on the DMRT test showing significant differences between variations in irradiation.

Keywords: plasma, corona glow discharge, *Amaranthus tricolor*

* Penulis korespondensi:
E-mail: nadzifahulfi@gmail.com

1. Pendahuluan

Pengkayaan nitrogen melalui teknologi plasma dilakukan mengingat unsur nitrogen merupakan elemen yang paling lazim ditemukan dan terdapat pada senyawa esensial tanaman seperti protein, asam nukleat, penyusun DNA dan banyak kandungan vitamin. Disamping itu, nitrogen juga berperan dalam kebanyakan reaksi biokimia yang menyusun kehidupan tanaman. Unsur nitrogen diperlukan semua organisme dalam hidupnya. Sebagian besar organisme hanya dapat menggunakan nitrogen dalam bentuk senyawa NH_4^+ atau NO_3^- . Konsentrasi terbesar dari nitrogen diperoleh di atmosfer bumi yang berupa gas dinitrogen (N_2). Gas tersebut stabil dan hampir 80 % terdapat di atmosfer bumi. Hal tersebut merupakan suplai yang besar bagi makhluk hidup di bumi. Pada tanaman, nitrogen merupakan elemen yang paling lazim ditemukan dan terdapat pada senyawa esensial tanaman seperti protein, asam nukleat, penyusun *Deoxyribo Nucleo Acid* (DNA) dan banyak kandungan vitamin. Disamping itu, nitrogen juga berperan dalam kebanyakan reaksi biokimia yang menyusun kehidupan tanaman. Pada tanaman, nitrogen dapat diperoleh melalui lucutan listrik seperti petir dalam bentuk oksida nitrogen (Nur, dkk. 2013). Suplai kebutuhan nitrogen dapat dilakukan secara langsung dari udara lewat penyusupan ion N^+ melalui teknologi plasma. Teknologi plasma dipakai sebagai pembangkit ion N^+ dari udara bebas. Besarnya komposisi nitrogen dalam udara bebas, hingga mencapai 80%, menyebabkan peradiasian plasma terhadapnya berpotensi besar menghasilkan ion N^+ . Selanjutnya penyusupan berkas ion nitrogen ke dalam suatu bahan akan mengubah struktur mikro bahan, sehingga sifat-sifat fisik dan kimia bahan tersebut pun ikut berubah (Komariyah, 2003).

Pemanfaatan teknologi plasma untuk mempercepat pembenihan telah dilakukan untuk mempercepat perkecambahan biji jagung BISI-2 dengan hasil sangat signifikan. Daya perkecambahan kelompok sampel biji jagung yang sebelumnya diradiasi dengan plasma mencapai 100%, sementara kelompok normal atau tanpa radiasi plasma mencapai 90%. Sedang prosentase efektifitas perkecambahan untuk kelompok biji dengan radiasi plasma mencapai 178,9% dibandingkan kelompok normal (Muhlisin, 2005). Penelitian lainnya menggunakan *Plasma Technology for Growth Stimulation* (PTGS) untuk mempercepat tumbuh tanaman mangrove pada skala lapangan telah berhasil diterapkan dengan kemampuan percepatan tumbuh sebesar 43%. Dengan melakukan pemercepatan benih hingga 43%, berarti waktu pembenihan sudah terpankas sampai 2,4 bulan (Nur, dkk, 2013). Upaya peningkatan kualitas dan produktivitas tanaman sayur dapat dilakukan dengan pengkayaan unsur nitrogen yang disisipkan dalam benih. Dalam hal ini, teknologi plasma mensuplai kebutuhan nitrogen tanaman secara langsung dari udara lewat penyusupan ion N^+ . Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pengkayaan ion N terhadap viabilitas, laju perkecambahan, serta morfologi kecambah biji tanaman bayam cabut (*Amaranthus tricolor* L). Penelitian diharapkan dapat meningkatkan presentase perkecambahan tanaman bayam serta mempercepat waktu perkecambahan biji tanaman bayam yang digunakan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan difusi ion nitrogen pada benih bayam melalui radiasi plasma dengan variasi waktu penyinaran yang berbeda serta pengamatan daya kecambah dan morfologi tanaman bayam, kegiatan ini selanjutnya dapat dikembangkan untuk penelitian lanjutan.

2. Metodologi

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium CPR (*Center for Plasma Research*), Departemen Fisika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro untuk melakukan penyinaran plasma pada bulan Juni-Juli 2017. Sedangkan, untuk penyemaian benih tanaman bayam cabut dilakukan di kebun percobaan. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kamera, cawan petri, alat tulis, penggaris, polibag, plot semai, label, gelas plastik serta seperangkat sistem reactor plasma lucutan pijar korona yang terdiri dari Oscilloscope, sumber tegangan DC, Elektroda bidang dan elektroda titik. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu media tanam, serta air yang bersumber dari PAM untuk penyiraman. Penelitian dilakukan dengan tiga ulangan dengan variabel penelitian terdiri dari variabel kontrol, variabel bebas, dan variabel terikat. Variabel kontrol dalam penelitian ini yaitu intensitas cahaya, suhu, media semai, serta intensitas pemberian air. Variabel bebas dari penelitian ini yaitu variasi rentang waktu penyinaran plasma yang dilakukan, meliputi 0 menit, 10 menit dan 20 menit. Variabel terikat dari penelitian ini adalah viabilitas benih, laju perkecambahan serta morfologi kecambah tanaman bayam cabut. Prosedur Penelitian yang dilakukan antara lain sebagai berikut :

a. Seleksi dan sortasi biji

Seleksi dan sortasi benih dilakukan mengacu pada metode Suita (2013) yaitu biji tanaman bayam direndam dalam air bersih selama 5 menit, lalu diseleksi antara biji tenggelam dan mengambang. Biji yang tenggelam diambil untuk digunakan pada penelitian lanjutan.

b. Radiasi plasma

Proses radiasi plasma dilakukan dengan mengambil biji yang telah diseleksi lalu diletakkan dalam cawan petri secara merata. Sumber listrik DC dinyalakan dan dihubungkan dengan perangkat *oscilloscope* untuk mengatur gelombang. Cawan petri diletakkan dalam elektroda bidang selama 10 menit dan 20 menit.

c. Penyemaian dan pengumpulan data

Biji yang telah diradiasi diambil masing-masing sebanyak 10 biji. Begitu juga dengan biji yang tidak diradiasi (kontrol). Pengamatan dilakukan setelah biji disemaikan dalam media tanam hingga terdapat biji yang berkecambah 100%. Pengamatan meliputi jumlah biji yang berkecambah tiap harinya serta morfologi kecambah. Data hasil pengamatan dicatat dan didokumentasikan.

d. Perhitungan dan analisis data

Perhitungan meliputi viabilitas atau persentase perkecambahan dan laju perkecambahan masing-masing tanaman dengan perlakuan kontrol, , penyinaran 10 menit, dan penyinaran 20 menit. Viabilitas dan laju perkecambahan benih diukur menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Viabilitas} = \frac{\text{Jumlah kecambah normal yang dihasilkan}}{\text{Jumlah contoh benih yang diuji}} \times 100\%$$

$$\text{Laju Perkecambahan} = \frac{N1.T1+N2.T2+N3.t3.....+Nx.Tx}{\Sigma \text{ total benih yang berkecambah}}$$

Nilai N merupakan jumlah benih yang berkecambah setiap hari dan T merupakan jumlah waktu antara awal pengujian sampai dengan akhir dari interval tertentu suatu pengamatan. Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan *Microsoft Excel 2007* dan *SPSS 16.0 for Windows*. Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif berdasarkan rata-rata dari masing-masing taraf perlakuan. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan dan terhadap viabilitas, laju perkecambahan dan morfologi benih digunakan uji ragam (ANOVA) dan uji lanjut DMRT apabila terdapat pengaruh yang signifikan. Data uji morfologi kecambah dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui pengaruh radiasi terhadap mutu fisiologis kecambah.

3. Hasil dan Pembahasan

Rancangan alat radiasi plasma yang digunakan terdiri dari sumber listrik DC, *Oscilloscope* untuk mengatur gelombang radiasi, elektroda bidang sebagai tempat benih, dan elektroda titik untuk mengalirkan radiasi. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa waktu radiasi plasma berpengaruh terhadap viabilitas benih, laju perkecambahan, serta morfologi kecambah biji bayam cabut. Pengamatan jumlah benih yang berkecambah dilakukan hingga didapatkan benih yang memiliki viabilitas 100 %. Penelitian dilakukan dengan tiga ulangan dengan masing-masing biji yang dikecambahkan berjumlah 10. Kemudian jumlah benih yang berkecambah dari masing-masing perlakuan dihitung rata-rata presentase perkecambahannya. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa biji tanaman bayam yang disinari plasma selama 20 menit memiliki rata-rata viabilitas hingga 100% pada hari ketiga, kelompok kontrol memiliki rata-rata viabilitas 53,3 % dan kelompok biji yang diradiasi selama 10 menit memiliki rata-rata viabilitas sebesar 96,6%. Hasil pengamatan laju perkecambahan dapat diketahui bahwa bahwa biji tanaman bayam yang diradiasi plasma selama 20 menit memiliki rata-rata laju perkecambahan sebesar 3,46 n/hari, kelompok kontrol memiliki rata-rata laju perkecambahan 3 n/hari, serta kelompok biji yang diradiasi plasma selama 10 menit laju perkecambahannya sebesar 3,33 n/hari. Perlakuan kontrol, penyinaran 20 menit dan 10 menit juga memberikan pengaruh terhadap panjang epikotil, radikula, dan plumula pada hari ketiga setelah perkecambahan. Masing-masing perlakuan tersebut memberikan rata-rata panjang epikotil 0,4 cm; 1,46 cm; dan 1,43 cm, rata-rata panjang radikula 0,14 cm; 0,46 cm; dan 0,36 cm, serta rata-rata panjang plumula 0,13 cm; 0,2 cm; dan 0,16 cm (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil analisis rata-rata viabilitas (%), laju perkecambahan (n/hari), panjang epikotil, radikula, dan plumula (cm) kecambah biji bayam cabut (*Amaranthus tricolor* L.) setelah perlakuan radiasi plasma pijar korona pada hari ke-3 setelah perkecambahan

Variabel	P0	P1	P2
Viabilitas	53.3333 ^a	96.6667 ^b	100.0000 ^b
Laju perkecambahan	3.0000 ^a	3.3333 ^b	3.4666 ^b
Panjang epikotil	0.4	1.43	1.46
Panjang radikula	0.14	0.36	0.46
Panjang plumula	0.13	0.16	0.2

Keterangan : Angka dengan superskrip huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan pada uji DMRT dengan signifikansi 95%. P0 = kontrol, benih tanpa radiasi plasma, P1= benih dengan radisai plasma selama 10 menit, P2 = benih dengan radisai plasma selama 20 menit

Korona merupakan proses pembangkitan arus di dalam fluida netral diantara dua elektroda bertegangan tinggi dengan mengionisasi fluida tersebut sehingga membentuk plasma di sekitar salah satu elektroda dan menggunakan ion yang dihasilkan dalam proses tersebut sebagai pembawa muatan menuju elektroda lainnya (Chen and Davidson, 2002). Proses terjadinya lucutan pijar korona dalam medan listrik diawali dengan lucutan *townsend* kemudian diikuti oleh lucutan pijar (*glow discharge*) atau korona (*corona discharge*) dan berakhir dengan lucutan *arc*. Lucutan korona dibangkitkan menggunakan pasangan elektroda tak simetris yang akan membangkitkan lucutan di dalam daerah dengan medan listrik tinggi di sekitar elektroda yang memiliki bentuk geometri lebih runcing dibanding elektroda lainnya. Elektroda dimana disekitarnya terjadi proses ionisasi disebut elektroda aktif.

Pengaruh radiasi plasma terhadap morfologi kecambah menunjukkan hasil yang berbeda antar masing-masing perlakuan radiasi. Morfologi yang paling baik yaitu biji yang diberi perlakuan radiasi plasma selama 20 menit dengan hasil epikotil tegak berwarna putih, plumula berwarna hijau segar, serta radikula serabut membengkok dan ada yang tampak tegak. Sementara, perlakuan kontrol epikotil tampak melengkung berwarna putih pucat, plumula tampak hijau pucat, dan radikula berupa perakaran utama serabut membengkok (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil pengamatan morfologi epikotil, plumula, dan radikula kecambah biji bayam cabut (*Amaranthus tricolor* L) setelah perlakuan radiasi plasma pijar korona pada hari ke-3 setelah perkecambahan

Variabel	Ulangan	P0	P1	P2
Epikotil	1	Melengkung, putih pucat	Melengkung, putih pucat	Melengkung, putih pucat
	2	Melengkung, putih pucat	Melengkung, putih pucat	Tegak, putih
	3	Melengkung, putih pucat	Tegak, putih	Tegak, putih
Plumula	1	Hijau pucat	Hijau	Hijau
	2	Hijau pucat	Hijau	Hijau
	3	Hijau	Hijau pucat	Hijau
Radikula	1	Serabut membengkok	Serabut membengkok	Serabut membengkok
	2	Serabut membengkok	Serabut membengkok	Serabut tegak
	3	Serabut membengkok	Serabut membengkok	Serabut membengkok

Keterangan : P0 = kontrol, P1= benih dengan radisai plasma selama 10 menit, P2 = benih dengan radisai plasma selama 20 menit

Desain sistem reaktor plasma lucutan pijar korona yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas sumber tegangan DC sebagai sumber daya pembangkit plasma dan sistem elektroda titik-bidang (*point to plane geometry*) tempat fase plasma terjadi. Plasma dibangkitkan pada ruang antar elektroda berkonfigurasi elektroda titik-bidang menggunakan sumber tegangan tinggi DC sehingga menimbulkan medan listrik tak seragam pada ruang antar elektroda dan memicu terjadinya proses pembangkitan plasma. Proses peradiasian biji bayam dilakukan pada tegangan pembangkitan plasma 4.0 V DC. Pada tegangan ini pada ujung elektroda titik telah timbul daerah plasma ditandai oleh adanya bunyi desis dan pijaran warna ungu di ujung elektroda. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan viabilitas dan laju perkecambahan seiring waktu peradiasian plasma memberikan hipotesa bahwa udara bebas yang terionisasi di ruang antar elektroda pada sistem reaktor plasma bereaksi menjadi ion dan radikal energetik yang mampu menyusup ke dalam biji bayam dan menyebabkan perubahan sifat perkecambahan biji bayam. Dengan mempertimbangkan bahwa nitrogen merupakan unsur dominan di udara (mencapai hampir 80% dari komposisi udara bebas) maka ion nitrogen yang terbentuk dalam kondisi plasma menjadi ion yang memiliki

kebolehdijadian paling besar untuk terdifusi ke dalam biji bayam dan mempengaruhi proses perkecambahan biji bayam dibandingkan ion dan radikal lain. Adanya nitrogen yang tersusup ke dalam biji bayam didukung oleh sifat nitrogen sebagai komponen struktur sel yang sangat penting. Fungsinya sebagai penyusun protein, asam nukleat, klorofil (zat hijau daun), dan sebagai regulator pertumbuhan (Veldhuizen and Rutgers, 2002), sehingga meningkatnya kadar nitrogen dalam tanaman akan ditunjukkan oleh adanya peningkatan perkecambahan tanaman yang signifikan.

Radiasi plasma yang diberikan pada biji tanaman bayam dibangkitkan oleh suatu sistem pembangkit plasma yang berkonfigurasi geometri titik-bidang. Plasma yang dihasilkan merupakan lucutan pijar korona dari sistem pembangkit plasma. Peradiasian dilakukan dalam ruang bebas yang terdiri dari partikel-partikel gas pembentuk udara seperti N_2 , O_2 , H_2 , Ar, dan lain-lain. Tegangan dan arus yang diberikan untuk membangkitkan plasma sebesar 4.0 V DC Pada saat beda potensial diberikan antara dua elektroda maka terdapat medan listrik yang tinggi di ruang antar elektroda dan menghasilkan elektron. Elektron yang dihasilkan akan menumbuk atom atau molekul yang ada didepannya sehingga terjadilah ionisasi yang akan menghasilkan ion positif dan elektron baru. Proses ini berlangsung terus sehingga terjadi pelipatgandaan elektron. Pelipatgandaan tersebut menyebabkan partikel-partikel gas udara bebas menjadi terionisasi secara berantai. Ionisasi berantai ini menyebabkan terdisosiasinya gas-gas dari udara bebas yang salah satunya adalah gas nitrogen (80% dari udara bebas).

Proses tumbukan elektron dengan molekul-molekul pembentuk udara dan tumbukan dengan partikel lain memungkinkan di dalam plasma terbentuk N^{2+} dan N^+ . Plasma tersebut diberikan dengan menggunakan tegangan tinggi pada organ biji tanaman bayam. Proses ini akan menambah kandungan unsur nitrogen pada tanaman dan akan membantu proses metabolisme pada saat pertumbuhan. Setiap tanaman memerlukan suplai nutrisi makanan yang cukup. Suplai tersebut selain dari unsur hara pada media tanamnya juga berasal dari pupuk. Pada masa awal pertumbuhan unsur yang lebih banyak diperlukan oleh tanaman pada umumnya adalah unsur nitrogen. Nitrogen merupakan bahan pembentuk senyawa protein yang diperlukan oleh tanaman untuk pertumbuhan oleh karena itu ion dan radikal bebas nitrogen dari plasma lucutan pijar korona memberi manfaat lebih bagi tanaman yang pada saat pertumbuhan awal sangat memerlukan unsur nitrogen dalam jumlah yang cukup banyak (Nur, dkk. 2008).

4. Kesimpulan

Variasi waktu radiasi plasma berpengaruh terhadap viabilitas, laju perkecambahan, serta morfologi kecambah biji bayam cabut (*Amaranthus tricolor* L). Radiasi plasma selama 20 menit meningkatkan viabilitas benih sebanyak 46,7%, serta peningkatan laju perkecambahan sebesar 48,4 % dibandingkan dengan kelompok kontrol.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Muhammad Nur, DEA atas kesediannya dalam mendukung penelitian ini serta seluruh staff laboratorium *Center for Plasma Research* Universitas Diponegoro atas dukungan dan keikutsertaan dalam kegiatan ilmiah ini. Penulis juga berterima kasih kepada Kuwati dan Enita Simbolon selaku rekan penelitian atas dikusinya yang bermanfaat.

Daftar Pustaka

- Nur, M., Nasruddin, Hidayat, J. W., dan Sumariyah. 2013. Penerapan teknologi plasma untuk mempercepat persemaian mangrove sebagai upaya rehabilitasi green belt untuk mengatasi abrasi. *Jurnal Riptek*. J. 7:15-26.
- Komariyah. 2003. Dekontaminasi bakteri *Escherichia coli* dengan plasma lucutan pijar korona pada tekanan atmosfer. *Skripsi*. Jurusan Fisika Universitas Diponegoro.
- Muhlisin, Z. 2005. Peningkatan kualitas dan kuantitas produksi jagung (*Zea mays*) melalui penyusupan N^+ menggunakan sistem pembangkit plasma lucutan pijar korona, *Laporan Program Dikrutin*. Universitas Diponegoro
- Suita, E. 2013. Pengaruh sortasi benih terhadap viabilitas dan pertumbuhan bibit akor (*Acacia auriculiformis*). *Jurnal Pembenihan Tanaman Hutan*. Vol. 1(2) :83-91
- Chen, J., and Davidson, J.H., 2002. Electron Density and Energy Distributions in the Positive DC Corona: Interpretation for Corona- Enhanced Chemical Reactions. *Plasma Chemistry and Plasma Processing*. Vol. 22 107 -114.
- Veldhuizen and Rutgers. 2002. Effect of seed osmopriming on seed germination behavior and vigor of soybean (*Glycine max* L.). *Journal of Agricultural and Biological Science*. 6(1):39-43.

Nur, M., Nintya, S., Azam, M., dan Selawanti, I. I. 2008. Physics Observation of Plasma Radiation for Leaves to Initial Growth of *Phalaenopsis amabilis*. *Berkala Fisika*. Vol 10 (1) : 53-59