

PENGARUH PERLAKUAN MIKROGRAVITASI PADA BIJI CABAI RAWIT TERHADAP LAJU PERTUMBUHAN TANAMAN CABAI RAWIT (*CAPSICUM FRUTESCENS L.*)

Ni Luh Yuni Pramita Utami¹, Ni Nyoman Rupiasih¹, I Wayan Supardi¹

¹Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali Indonesia 80361.
Email : rupiasih@unud.ac.id

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh perlakuan mikrogravitasi pada biji cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*) terhadap laju pertumbuhan dan persentase hidup tanaman cabai rawit. Keadaan mikrogravitasi disimulasikan menggunakan klinostat 2-D dengan kecepatan rotasi 2,7 rpm ($1,22 \times 10^{-4}$ g). Variasi perlakuan mikrogravitasi, yaitu 12 jam (S1), 24 jam (S2), dan 48 jam (S3). Biji yang telah diberikan perlakuan mikrogravitasi ditanam pada lingkungan gravitasi normal, 1 g. Pengukuran tinggi tanaman dan persentase hidupnya dilakukan setiap hari yaitu mulai dari penanaman biji (umur 0 hari) sampai tanaman berumur 40 hari (fase vegetatif tanaman). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan mikrogravitasi pada biji cabai rawit memberikan pengaruh positif terhadap laju pertumbuhan tanaman.

Kata kunci: biji cabai rawit, mikrogravitasi, laju pertumbuhan

Abstract

*The study has been done on the effect of microgravity on cayenne pepper seed (*Capsicum frutescens L.*) on the growth rate and percentage of live of cayenne pepper plant. Microgravity is simulated by 2-D clinostat with the rotation speed of 2.7 rpm (1.22×10^{-4} g). The microgravity treatments were varied with time, known for 12 h (S1), 24 h (S2), and 48 h (S3). The seeds that have been clinorotated were planted in normal gravity environment, 1 g. Plant height and percentage of life measurements were carried out every day during the vegetative phase of plant of 0-40 days. The results showed that microgravity treatment on seeds gives positive effect on the growth rate of the cayenne pepper plant.*

Keywords: cayenne pepper seed, microgravity, growth rate.

I. PENDAHULUAN

Gaya gravitasi merupakan stimulus bagi pertumbuhan tanaman. Akar tanaman, yang berfungsi sebagai penahan tanaman untuk tumbuh di tanah selalu tumbuh mengarah ke pusat bumi, yang disebut dengan geotropisme positif. Sedangkan, bagian tunas tumbuh melawan arah gaya gravitasi, yang disebut dengan geotropisme negatif. Kondisi di mana nilai percepatan gravitasi sangat kecil, yaitu dalam orde

mikro (10^{-6}) dari nilai percepatan gravitasi di permukaan bumi, yaitu 1 g ($9,8 \text{ m/s}^2$) disebut dengan mikrogravitasi.

Beberapa penelitian berkaitan dengan efek mikrogravitasi pada pertumbuhan tanaman telah dilakukan dengan menggunakan pesawat ruang angkasa. Moleshko, dkk. (1991) melaporkan bahwa pengaruh lingkungan mikrogravitasi pada *Chlorella* di luar angkasa menunjukkan terjadinya penurunan tumpukan membran

tilakoid dan kadar klorofil (sebanyak 50%)^[1]. Rumyantseva, dkk. (1990) melaporkan terjadinya penurunan kadar klorofil dan karotenoid akibat pengaruh lingkungan mikrogravitasi pada tanaman jagung berumur 19 hari yang tumbuh di lingkungan mikrogravitasi^[2].

Penelitian-penelitian tentang pengaruh mikrogravitasi terhadap pertumbuhan tanaman dengan menggunakan pesawat luar angkasa tentunya memerlukan biaya yang sangat besar. Berkenaan dengan hal tersebut, akhir-akhir ini telah banyak dikembangkan penelitian tentang mikrogravitasi yang dapat secara langsung dilakukan di bumi, yaitu dengan menggunakan klinostat. Klinostat adalah alat yang berfungsi untuk mensimulasikan kondisi mikrogravitasi melalui gerakan klinorotasi. Klinostat telah digunakan untuk mengamati pengaruh lingkungan mikrogravitasi dalam jangka waktu panjang di bidang fisiologi tanaman. Salah satu penelitian tentang mikrogravitasi dengan rotasi klinostat berkecepatan rendah telah dilakukan oleh Sagar Shankar Jagtap, dkk. (2011) pada biji padi yang diberi perlakuan mikrogravitasi dengan kecepatan rotasi 2 rpm selama satu minggu dan ditumbuhkan di lingkungan dengan gravitasi 1 g^[3]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panjang akar dan batang rata-rata pada sampel yang diberi perlakuan mikrogravitasi lebih tinggi dibandingkan sampel kontrol yang tumbuh pada lingkungan 1 g setelah 3, 5 dan 7 hari diklinorotasi. Selain itu, kandungan klorofil sampel yang diberi perlakuan mikrogravitasi juga lebih tinggi dibandingkan sampel kontrol^[3]. Hal ini dapat disebabkan tersedianya energi lebih untuk pertumbuhan tanaman karena tidak dibutuhkan untuk melawan gaya gravitasi^[4].

Penelitian-penelitian tersebut telah menunjukkan bahwa sistem kehidupan, dalam hal ini tanaman merespon dan beradaptasi terhadap lingkungan gravitasi baik pada tingkat seluler maupun molekuler. Respon yang ditunjukkan oleh tanaman terhadap lingkungan mikrogravitasi adalah bervariasi sesuai dengan jenis atau spesies

tanaman. Rentang waktu perlakuan mikrogravitasi juga dapat mempengaruhi pertumbuhan dan kandungan klorofil pada tanaman^[3].

Berdasarkan uraian di atas, pada penelitian ini telah diamati pengaruh mikrogravitasi pada biji cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) terhadap laju pertumbuhan tanaman cabai rawit. Kondisi mikrogravitasi dibuat menggunakan klinostat 2 dimensi (2-D) dengan kecepatan rotasi 2,7 rpm yang menghasilkan lingkungan mikrogravitasi bernilai $1,22 \times 10^{-4}$ g.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Simulasi Lingkungan Mikrogravitasi dengan Klinostat 2-D

Klinostat merupakan suatu alat eksperimen yang dapat mensimulasikan lingkungan mikrogravitasi di permukaan bumi. Klinostat diciptakan untuk memungkinkan rotasi konstan suatu objek di sekitar sumbu tegak lurus terhadap gaya gravitasi. Klinostat berdasarkan jumlah sumbu rotasinya dibedakan menjadi tiga, yaitu klinostat 1 dimensi (1-D), 2 dimensi (2-D) dan klinostat 3 dimensi (3-D). Klinostat 1-D dan 2-D memiliki sumbu rotasi tunggal, yang berputar tegak lurus dengan arah gravitasi. Klinostat 3-D memiliki dua sumbu rotasi yang saling tegak lurus satu sama lain dan berotasi dengan kecepatan dan arah yang konstan. Jika kedua sumbu berotasi pada arah dan kecepatan yang berbeda, maka disebut *random positioning machine*^[5]. Besar gaya sentrifugal relatif (*relative centrifugal force/RCF*) pada sistem adalah perbandingan gaya sentrifugal (F_c) dengan gaya gravitasi (F_g), seperti persamaan 2.2^[3].

$$RCF = \frac{F_c}{F_g} = \frac{\omega^2 r}{980} \quad (2.1)$$

Dimana ω adalah kecepatan rotasi kerangka koordinat (kecepatan sudut) dalam satuan radian/detik, r adalah jari-jari dalam satuan cm, dan RCF dalam satuan g (percepatan gravitasi bumi). Konversi satuan ω dari

radian/detik menjadi putaran per menit (rpm) adalah:

$$w = \frac{P}{30} w'$$

Dimana ω' adalah kecepatan sudut dalam satuan rpm (putaran per menit).

Substitusi persamaan 2.2 ke dalam persamaan 2.1 diperoleh:

$$RCF = 1.118 \times 10^{-5} (w')^2 r \quad (2.3)$$

2.2. Pengaruh Mikrogravitasi pada Fisiologi Tanaman

Chen, dkk., (1999) menyatakan bahwa gravitasi memberikan pengaruh mendasar pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman^[6]. Respon tanaman pada nilai gravitasi 1 g, diantaranya akar tanaman tumbuh memanjang ke bawah (searah dengan percepatan gravitasi bumi) yang disebut dengan gerak geotropisme positif dan tunas tumbuh ke atas (berlawanan dengan arah percepatan gravitasi) yang disebut dengan gerak geotropisme negatif.

Hasil penelitian mengenai efek mikrogravitasi pada tanaman yang dilakukan oleh Saunders pada tahun 1971 adalah perkecambahan tanaman cabai (*Capsicum annum*) dan gandum tumbuh secara normal di dalam pesawat Biosatellite II^[7]. Merkys dan Laurinavicius (1990) juga menemukan bahwa perkecambahan awal dari kacang polong (*Pisum sativum*) berlangsung secara normal pada lingkungan mikrogravitasi^[8]. Krikorian dan O'Connor pada tahun 1984 telah melaporkan hasil pengamatan perkecambahan bunga matahari (*Helianthus annuus*) yang ditumbuhkan di dalam pesawat luar angkasa STS-2 bahwa sebagian besar akar tanaman tumbuh di atas media tanam dan hanya sedikit yang menembusnya^[9].

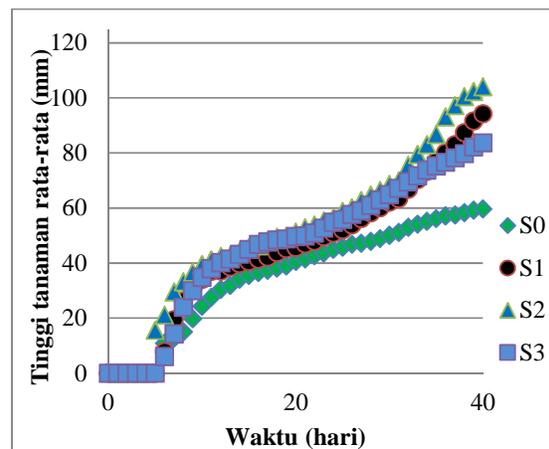
III. METODE PENELITIAN

Biji cabai yang digunakan pada penelitian ini adalah biji cabai rawit (*Capsicum Frutescens L.*) cap Bintang Asia. Perlakuan mikrogravitasi disimulasikan menggunakan klinostat 2-D, yang menghasilkan lingkungan mikrogravitasi

bernilai $1,22 \times 10^{-4}$ g. Variasi waktu perlakuan adalah 12, 24, dan 48 jam, yang selanjutnya disebut S1, S2, dan S3 dan sebagai kontrol digunakan biji cabai (20) tanpa perlakuan disebut S0. Untuk media tanam digunakan kompos yang ditempatkan dalam *polybag* berdiameter 10 cm. Pengamatan pertumbuhan dan persentase hidup tanaman dilakukan setiap hari yaitu mulai dari penanaman biji (umur 0 hari) sampai tanaman berumur 40 hari (fase vegetatif tanaman). Pengairan dan pemupukan dilakukan pada kedua kelompok sampel secara sama.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengamatan diperoleh tinggi tanaman rata-rata sebagai fungsi waktu seperti tampak pada Gambar 1. Gambar tersebut memperlihatkan bahwa semua grafik mempunyai dua kecenderungan laju pertumbuhan tinggi tanaman rata-rata yaitu cepat, pada umur tanaman 0 - 12 hari dan sedang, pada umur tanaman 12 - 40 hari, yang masing-masing disebut laju pertumbuhan tanaman rata-rata pada fase vegetatif I dan fase vegetatif II.



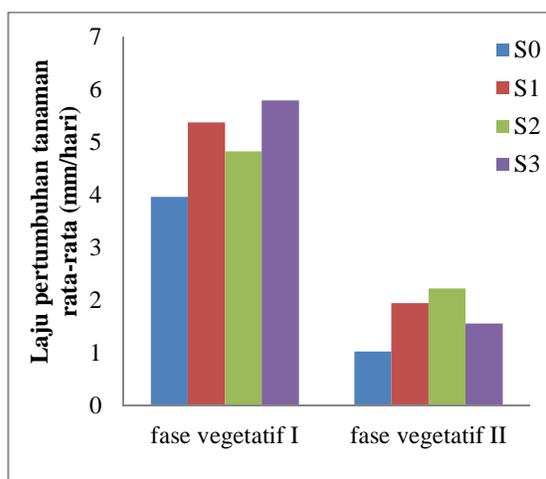
Gambar 1. Grafik tinggi tanaman rata-rata terhadap waktu pada sampel S0, S1, S2, dan S3

Laju pertumbuhan tanaman rata-rata dapat ditentukan dengan melakukan kurva fitting pada masing-masing fase yang memberikan persamaan garis $y = ax + b$, dimana y adalah tinggi tanaman rata-rata, a adalah gradien yang merupakan nilai laju pertumbuhan tanaman rata-rata dan b adalah

titik potong grafik pada sumbu y. Dari hasil analisa tersebut diperoleh laju pertumbuhan pada masing-masing fase untuk setiap sampel seperti tampak pada Tabel 1. Untuk menggambarkan perbedaan laju pertumbuhan tanaman sampel kontrol (S0) dengan kelompok sampel perlakuan (S1, S2, dan S3), maka dari data pada Tabel 1 diplot grafik seperti tampak pada Gambar 2.

Tabel 1. Laju pertumbuhan tinggi tanaman masing-masing sampel

Sampel	Laju Pertumbuhan Tanaman Rata-rata (mm/hari)	
	Fase Vegetatif I	Fase Vegetatif II
S0	4,0	1,0
S1	5,3	1,9
S2	4,8	2,3
S3	5,8	1,6



Gambar 2. Grafik laju pertumbuhan tanaman rata-rata pada fase vegetatif I dan fase vegetatif II masing-masing sampel S0, S1, S2, dan S3

Pada Gambar 2 tampak bahwa laju pertumbuhan tanaman rata-rata seluruh sampel pada fase vegetatif I lebih tinggi dibandingkan laju pertumbuhan tanaman rata-rata pada fase vegetatif II. Pada fase vegetatif I maupun fase vegetatif II, seluruh sampel yang diberikan perlakuan mikrogravitasi, yaitu S1, S2, dan S3 memiliki laju pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel kontrol, S0. Pada fase vegetatif I tampak S3 memiliki

laju pertumbuhan paling tinggi sedangkan pada fase vegetatif II laju pertumbuhan paling tinggi dimiliki oleh S2. Tingginya laju pertumbuhan tanaman rata-rata sampel yang diberikan perlakuan mikrogravitasi jika dibandingkan dengan kontrol (S0) adalah merupakan respon adaptasi fisiologis dari tanaman akibat perubahan lingkungan, dari lingkungan mikrogravitasi ke lingkungan gravitasi normal (1 g). Pada lingkungan mikrogravitasi dimana nilai gravitasi sangat kecil sehingga memicu hormon auksin lebih banyak pada masa perkecambahan (fase vegetatif I) dibandingkan dengan tanaman kontrol.

Hasil pengamatan pada jumlah tanaman cabai rawit yang hidup menunjukkan tidak adanya perbedaan antara sampel kontrol dan sampel yang diberi perlakuan mikrogravitasi. Persentase hidup tanaman pada semua sampel adalah 100% seperti tampak pada Tabel 2. Hal ini berarti perubahan lingkungan dari lingkungan mikrogravitasi ke lingkungan gravitasi normal tidak memberikan pengaruh pada kemampuan hidup tanaman.

Tabel 2. Persentase hidup tanaman pada masing-masing sampel

Sampel	% Tanaman hidup
S0	100
S1	100
S2	100
S3	100

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pemberian perlakuan mikrogravitasi pada biji cabai rawit memberikan pengaruh positif terhadap laju pertumbuhan tanaman cabai rawit pada fase vegetatif.

5.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menemukan korelasi waktu perlakuan terhadap laju pertumbuhan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

1. Moleshko, G. I., Anton'yan, A.A., Sycheyev, V.N., Solontsova, I.P., Shetlik, I., Doukha, Y., 1991, *The effects of space flight factors on the pigment system of one-celled algae. USSR, Space Life Sci. Digest* **31**, 43-45.
2. Rumyantseva, M.N., Merzlyak, M.N., Mashinskiy, A.L., Nechitaylo, G.S., 1990, *Effect of space flight factors on the pigment and lipid composition of wheat plants. Kosm. Biol. Aviakosm. Med.* **24**, 53-56.
3. Sagar Shankar Jagtap, Rupali B. Awhad, B. Santosh, Pandit B. Vidyasagar, 2011, *Effects of Clinorotation on Growth and Chlorophyll Content of Rice Seeds, Microgravity Science and Technology* **23**, Issue 1, 41-48.
4. Hoson, T., 1998, *Apoplast as the site of response to environmental signals. J. Plant Res.* **111**, 167-177.
5. Mellisa J., dkk., 1997, *The Mathematics of Microgravity*, NASA Educator Resource Center (ERC) network.
6. Chen, R., Rosen, E., Masson P.H., 1999, *Gravitropism in higher plants Plant Physiol.* **120**, 343-350.
7. Saunders, J.F., ed., 1971, *The Experiments of Biosatellite II. NASA SP-204, NASA, Scientific and Technical Information Office, Washington D.C.*
8. Merkys, A.J. and Laurinavicius, R.S., 1990, *Plant growth in space. Fundamental of Space Biology* (Asashima, M. Dan Malacinski, G.M., eds.). Tokyo. Japan Scientific Societies Press.
9. Krikorian, A.D., O'Connor, S.A., 1984, *Annals of Bot.* **54** (Suppl. 3), 49-63.