

EVALUASI PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI FODDER HIDROPONIK MILLET (*Panicum milliaceum*) DENGAN INTENSITAS CAHAYA DAN UMUR PANEN YANG BERBEDA

*Growth Evaluation and Production of Millet Hydroponic Fodder (*Panicum milliaceum*) with Different Light Intensity and Harvesting Ages*

Anisa Ayu Rini*, Nur Hidayat, dan Harwanto

Fakultas Peternakan Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto

*email korespondensi: harwanto.fapet@unsoed.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.20884/1.angon.2023.5.3.p265-277>

ABSTRAK

Latar Belakang. Hidroponik fodder merupakan budidaya hijauan tanaman dengan menggunakan media cair yang mengandung nutrisi untuk pertumbuhan. Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal meliputi genetik, hormon pertumbuhan dan umur. Faktor eksternal antara lain intensitas cahaya dan media tanam. **Materi dan Metode.** Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh intensitas cahaya dan umur panen terhadap pertumbuhan dan produksi fodder millet (*Panicum milliaceum*). Penelitian menggunakan biji millet putih dengan varietas proso millet, dan media hidroponik. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap pola faktorial (2x3). Faktor pertama intensitas cahaya (I) 50% dan I 100%. Faktor kedua yaitu umur panen (U) 6, 9, dan 12 hari setiap kombinasi perlakuan direplikasi sebanyak 4 kali. Kepadatan benih millet dalam media adalah 0,15 gram/cm² dan ditanam selama 12 hari menggunakan sistem hidroponik Deep Water Culture (DWC). Nilai signifikansi diuji Duncan Multiple Range Test (DMRT). Variabel yang diukur adalah panjang daun, jumlah daun, lebar daun, panjang akar, tinggi tanaman, produksi segar dan produksi kering. **Hasil.** Hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas cahaya dan umur panen berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap pertumbuhan fodder. Hasil menunjukkan Intensitas cahaya dapat meningkatkan ($P < 0,05$) tinggi fodder dari 4,51 cm (U6), 5,35 cm (U9) dan 8,43 cm (U12) sedangkan pada intensitas dari 5,51 cm (I1) menjadi 12 6,13 cm (I2) serta produksi segar dari 9,48 kg/m² (U6), 10,04 kg/m² (U9) dan 10,12 kg/m² (U12) sedangkan pada intensitas dari 10,07 kg/m² (I1) menjadi 9,69 kg/m² (I2). **Simpulan.** Penelitian disimpulkan bahwa intensitas cahaya 100% (13.933 lux) dan umur panen 12 hari dapat meningkatkan pertumbuhan fodder millet.

Kata Kunci: fodder millet, intensitas cahaya, umur panen, pertumbuhan

ABSTRACT

Background. Hydroponic fodder is forage cultivation by using liquid medium which contain nutrients for growth. Plant growth is influenced by two factor, internal and external factors. Internal factors include genetic, growth hormon and age. External factors include light intensity and plant growth medium. The aim of the study was to determine the effect of light intensity and harvest age on the growth and production of fodder millet (*Panicum milliaceum*). **Materials and Methods.** The study used white millet seeds with proso millet varieties, and hydroponic media. The study used a completely randomized design with a factorial pattern (2x3). The first factor is light intensity (I) 50% and I 100%. The second factor is harvest age (U) 6, 9, and 12 days. Each treatment combination was replicated 4 times. The density of millet seeds in the media was 0.15 gram/cm² and planted for 12 days using the Deep Water Culture (DWC)

hydroponic system. The significance value was tested by Duncan Multiple Range Test (DMRT). The variables measured were leaf length, leaf amount, leaf width, root length, plant height, fresh production and dry matter production. The results showed that light intensity and harvest age had a significant effect ($P < 0.05$) on fodder growth. **Results.** The results show that light intensity can increase ($P < 0.05$) fodder height from 4.51 cm (U6), 5.35 cm (U9) and 8.43 cm (U12) while at an intensity of 5.51 cm (I1) to I2 6.13 cm (I2) and fresh production from 9,48 kg/m² (U6), 10,04 kg/m² (U9) and 10,12 kg/m² (U12) while the intensity of 10,07 kg/m² (I1) becomes 9,69 kg/m² (I2). **Conclusion.** The study concluded that light intensity 100% (13.933 lux) and harvest age 12 day could increase fodder millet growth.

Keywords: millet fodder, corn varieties, harvest age, growth, production

PENDAHULUAN

Hidroponik fodder merupakan budidaya hijauan tanaman dengan menggunakan media cair yang mengandung nutrisi untuk pertumbuhan. Hidroponik adalah teknologi mengatur ketersediaan air dan nutrisi bagi tanaman agar tumbuh optimal. Pertumbuhan hidroponik fodder tidak tergantung dengan musim sehingga dapat diaplikasikan sepanjang tahun dan cocok untuk peternak yang tidak memiliki lahan luas dalam menghasilkan hijauan pakan ternak.

Millet (*Panicum milliaceum*) merupakan salah satu jenis serelia yang dapat digunakan sebagai pakan ternak. Mahendra dkk. (2019), menyatakan bahwa kandungan nutrisi biji millet adalah air 8,67%; protein 12,30%; serat 0,90%; lemak 1,70%; karbohidrat 84,40% dan abu 3,25%. Jerami millet mengandung bahan kering 4,8%; serat kasar 35,5%; dan protein kasar 6% (Rizki dkk. 2016). Tanaman millet dapat tumbuh pada cuaca panas dengan air yang terbatas, termasuk kedalam tanaman musim pendek dan merupakan salah satu tanaman yang tahan terhadap penyakit. Pengembangan millet sebagai pakan ternak melalui hidroponik perlu dilakukan budidaya lebih lanjut karena belum banyak penelitian sebelumnya.

Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal meliputi genetik, hormon pertumbuhan dan umur. Faktor eksternal antara lain intensitas cahaya dan media tanam (Ramadhan dkk. 2016). Pertumbuhan tanaman merupakan peristiwa bertambahnya ukuran tanaman meliputi besar dan tinggi organ tanaman. Tanaman memerlukan intensitas cahaya yang berbeda dalam proses fotosintesis. Meningkatnya umur panen maka jumlah daun akan semakin banyak dan kandungan bahan kering juga semakin meningkat. Berkaitan dengan hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian tentang evaluasi pertumbuhan dan produksi fodder millet (*Panicum milliaceum*) dengan intensitas cahaya dan umur panen yang berbeda.

MATERI DAN METODE

Materi tanaman yang digunakan adalah biji millet (*Panicum miliaceum*) varietas proso millet dan media hidroponik. Lokasi penelitian dilakukan di Green House, Laboratorium Agrostologi dan Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan design rancangan acak lengkap pola faktorial yang direplikasi sebanyak 4 kali sehingga terdapat 24 unit percobaan. Setiap unit percobaan berisi 54 gram biji millet dengan kerapatan tanam 0,15 gram/cm² berdasarkan modifikasi Harwanto et al. (2021). Faktor pertama intensitas cahaya (I 50% dan I 100%) dan faktor kedua yaitu umur panen (U) (6, 9, dan 12 hari). Adapun peubah yang diukur adalah panjang daun, jumlah daun, lebar daun, panjang akar, tinggi tanaman, produksi segar dan produksi kering.

Persiapan Media

Melarutkan 100 gram nutrisi A dan 100 gram nutrisi B masing-masing kedalam 1 liter air. Kemudian diambil 5 ml nutrisi A dan 5 ml nutrisi B untuk dimasukkan kedalam botol yang berisi 1 liter air.

Penanaman Green Fodder Millet

Penanaman fodder millet diawali dengan merendam biji millet selama 24 jam kemudian disebar ke dalam wadah plastik ukuran panjang 23 cm dan lebar 15,7 cm yang diberi kode sesuai perlakuan dengan kerapatan tanam 0,15 gram/cm² (Harwanto et al. 2021). Hari ke-1 hingga hari ke-12 dilakukan penyemprotan dan pengukuran intensitas cahaya menggunakan lux meter pada setiap perlakuan sebanyak tiga kali dalam sehari (pagi pukul 08.00-09.00, siang pukul 11.00-12.00, dan sore pukul 16.00-17.00).

Pemanenan dan Analisis Pertumbuhan

Fodder millet dipanen setelah hari ke-6, 9, dan 12 sesuai perlakuan. Pengukuran dilakukan dengan mengambil 9 bagian tanaman pada setiap unit percobaan (Harwanto et al. 2021). Pengukuran pertumbuhan tanaman meliputi jumlah daun yaitu menghitung jumlah daun pada setiap buku tanaman (Oktaviani et al., 2020). Panjang daun yaitu mengukur daun dari pangkal daun sampai ujung daun (Lada dan Pombos, 2019). Lebar daun yaitu mengukur bagian daun yang paling lebar (Lada dan Pombos, 2019). Panjang akar yaitu mengukur dari pangkal hingga ujung akar terpanjang (Sigmarawan et al., 2020). Tinggi tanaman yaitu mengukur tanaman dari ujung batang bawah hingga ujung pucuk tanaman tertinggi (Oktaviani et al., 2020).

Produksi Bahan Segar

Menghitung produksi bahan segar fodder millet yaitu dengan cara meniriskan sisa air dari wadah kemudian ditimbang berat segarnya.

Produksi Bahan Kering

Menghitung produksi bahan kering menggunakan metode AOAC (2005) Sampel yang telah ditimbang, dimasukkan kedalam oven dengan suhu 60 °C selama 48 jam kemudian ditimbang untuk mengetahui berat kering (berat setelah dioven).

Produksi bahan kering = %Bahan Kering x Produksi Segar

% Bahan Kering = 100% - Kadar Air

Kadar Air (%) = $\frac{\text{berat sebelum dioven gram} - \text{berat setelah dioven (gram)}}{\text{berat sebelum dioven (gram)}} \times 100\%$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum Lingkungan

Penanaman fodder millet dilaksanakan di Green House Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman. Green House tersebut terletak di Kelurahan Karangwangkal, Kecamatan Purwokerto Utara, Kabupaten Banyumas. Desa Karangwangkal berada di ketinggian ± 110 m diatas permukaan. Fodder jagung yang dibudidayakan memiliki kondisi umum seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kondisi lingkungan area penanaman *fodder* millet

No	Aspek Eksternal	Nilai
1.	Suhu	26,8-34,6°C
2.	Kerapatan tanam	0,15 g/cm ²
3.	Media Tanam	AB Mix dengan kandungan N= 0,18%
4.	Intensitas Cahaya	50% = 7.372 lux, 100% = 13.933 lux

Hasil pengukuran intensitas cahaya pada kondisi lingkungan green house sebesar 1.225 – 24.700 lux. Tiwari (2006) intensitas cahaya yang tidak ideal untuk pertumbuhan tanaman yaitu dibawah 3.200 lux dan diatas 129.000 lux. Hidayat dkk. (2021) menggunakan fodder jagung yang ditanam pada umur 6,8 dan 10 menghasilkan intensitas cahaya sebesar 1.125-18.599. Menurut Brown et al., (2002) intensitas cahaya optimum untuk pertumbuhan yaitu 10.000 – 15.000 lux. Intensitas cahaya minimum 500 lux dan maksimum 30.000 lux. Kerapatan tanam yang digunakan pada fodder millet adalah 0,15 g/cm². Harwanto et al. (2022) dalam penelitiannya berupa fodder sorghum menggunakan kerapatan tanam 0,25 g/cm². Pithaloka dkk. (2015) semakin tinggi kerapatan tanam maka kompetisi semakin meningkat dan mengakibatkan pertumbuhan terhambat sehingga akan menurunkan laju fotosintesis dan hasil produksi. Media tanam yang digunakan saat penanaman yaitu AB mix dengan kandungan N sebesar 0,18%. Harwanto et al. (2022) menambahkan pada penanaman fodder sorghum dengan kadar nitrogen 1,07% mampu menghasilkan berat segar sebesar 15,11 kg/m².

Pertumbuhan Fodder Millet

Tabel 2. Rerata Pertumbuhan dan Produksi Hidroponik Fodder Millet pada Perlakuan Intensitas Cahaya dengan Umur Panen yang Berbeda

Perlakuan	Panjang Daun (cm)	Jumlah Daun (helai)	Lebar Daun (cm)	Panjang Akar (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Produksi segar Kg/m ²	Produksi kering Kg/m ²
I1U6	1,64± 0,11 ^a	1,44± 0,24 ^a	0,23± 0,029	3,71± 0,075	4,50± 0,12 ^a	9,90± 0,48	2,88± 0,18
I1U9	2,78± 0,45 ^b	1,75± 0,10 ^b	0,37± 0,024	4,25± 0,14	5,27± 0,27 ^b	10,07± 0,16	3,01± 0,06
I1U12	3,17± 0,26 ^{bc}	1,97± 0,13 ^c	0,32± 0,049	4,41± 0,16	6,75± 0,50 ^c	10,23± 0,60	3,11± 0,20
I2U6	3,75± 0,49 ^{cd}	1,86± 0,00 ^{bc}	0,22± 0,029	3,7± 0,028	4,52± 0,07 ^a	9,06± 0,41	2,59± 0,27
I2U9	3,67± 0,29 ^{cd}	2,00± 0,55 ^c	0,36± 0,032	3,81± 0,36	5,43± 0,08 ^b	10,00± 0,41	2,96± 0,15
I2U12	4,06± 0,74 ^d	2,00± 0,00 ^c	0,32± 0,037	4,26± 0,27	8,43± 0,47 ^d	10,01± 0,36	2,97± 0,17

Keterangan: ^{a,b,c} superskrip yang berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05); ^{x,y} pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05); ^{p,q,r} pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05) U6: Umur panen 6 hari; U9: Umur panen 9 hari; U12: Umur panen 12 hari; I1: Intensitas cahaya 50%; I2: Intensitas cahaya 100% I1 : 7.372 lux ; I2 : 13.933 lux.

Panjang Daun

Hasil penelitian menunjukkan terdapat interkasi antara intensitas cahaya dan umur panen terhadap panjang daun fodder millet. Total rata-rata panjang daun pada perlakuan I1 dan I2 yaitu 2,53 dan 3,83 cm. Rataan panjang daun pada perlakuan umur panen 6 hari, 9 hari dan 12 hari berturut-turut sebesar 2,70 cm, 3,23 dan 3,62 cm. Hasil penelitian menunjukkan seiring dengan peningkatan intensitas cahaya dan umur panen maka I2U12 menghasilkan panjang daun terbaik dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Hasil penelitian tersebut sesuai dengan Harwanto et al. (2022) dalam penelitiannya menggunakan fodder sorghum yang dipanen pada umur 5 dan 10 hari menghasilkan panjang daun berturut-turut yaitu 4,17 cm dan 8,91 cm. Menurut Wati dkk. (2018) menyebutkan bahwa semakin lama umur tanaman maka akan mengalami fase pertumbuhan vegetatif sehingga daun semakin panjang. Widiastuti dkk. (2021) menambahkan bahwa sorghum memiliki tiga fase pertumbuhan yaitu fase vegetatif, generatif dan pembentukan biji namun dalam pertumbuhan hidroponik fodder sorghum hanya melewati satu fase yaitu fase vegetatif yang terjadi pada 3-10 hari.

Pertambahan panjang daun pada umur panen tertinggi menunjukkan bahwa terdapat pengaruh serapan unsur hara terutama unsur hara nitrogen (N) pada larutan nutrisi yang diberikan. Hal ini sebanding dengan Astuti dan Yana (2019) menyatakan bahwa pemberian larutan nutrisi yang diberikan pada tanaman mengandung unsur nitrogen memacu pertumbuhan pada daun dan batang. Faktor lain yaitu terdapat hormon yang berperan dalam mengatur dan mengontrol pertumbuhan. Menurut Sakina dkk. (2019) menyatakan pemanjangan sel terjadi karena kinerja hormon auksin yang menyebabkan dinding sel merenggang. Hal tersebut diperjelas dengan Widiastoety (2014), hormon auksin dapat menaikkan tekanan osmotik, permeabilitas sel terhadap air meningkat sehingga menyebabkan adanya pengurangan tekanan pada dinding sel dan meningkatkan plastisitas sehingga terjadi pengembangan dinding sel.

Perlakuan intensitas cahaya menunjukkan bahwa semakin meningkatnya intensitas cahaya maka semakin meningkatnya pertumbuhannya. Perbedaan pertumbuhan dikarenakan tanaman millet memiliki daya adaptasi yang baik pada cuaca panas. Hal tersebut sebanding dengan Harmini (2021), tanaman sereal termasuk kedalam tanaman C4 yaitu dapat memanfaatkan cahaya matahari untuk proses fotosintesis. Menurut Wiraatmaja (2017) hormon auksin dihasilkan di bagian koleoptil (titik tumbuh) pada pucuk tanaman. Auksin yang penyebarannya tidak merata antara bagian tanaman yang terkena cahaya matahari dan tidak terkena cahaya akan menimbulkan proses fototropisme.

Jumlah Daun

Hasil penelitian menunjukkan terdapat interkasi antara intensitas cahaya dan umur panen terhadap jumlah daun fodder millet. Hasil rata-rata pada perlakuan intensitas cahaya 50% dan 100% yaitu 1,72 dan 1,95 helai. Rata-rata jumlah daun fodder pada umur 6, 9, dan 12 hari secara berturut-turut yaitu 1,65, 1,88, dan 1,99 helai. Seiring dengan peningkatan intensitas cahaya dan umur panen maka I2U12 menghasilkan panjang daun terbaik dibandingkan dengan perlakuan lain. Khairiyah et al., (2017) menambahkan dalam penelitiannya menggunakan tanaman jagung dengan umur

panen 14, 21, dan 28 hari mengalami peningkatan hasil rata-rata jumlah daun pada hari ke 28 sebesar 6,86 dan hari ke 14 sebesar 3,58. Hasil data diatas dapat dilihat daun membutuhkan waktu yang lebih lama untuk memaksimalkan pertumbuhan. Menurut Irawati dan Widodo (2017) menyatakan bahwa umur panen mempengaruhi sistem perakaran yang disebabkan karena penyerapan air dan unsur hara yang disebarkan ke seluruh bagian tanaman untuk pembentukan dan penambahan jumlah helai daun. Menurut Handoko dan Mahda (2020) menyebutkan bahwa pembentukan jumlah helai daun dihasilkan dari pertumbuhan meristem yang berdiferensiasi membentuk sel-sel khusus yaitu primordia daun. Ujung daun dan batang mempunyai sel yang dipertahankan sebagai sel-sel meristem dan berkembang menjadi cabang. Cahyana dkk. (2021) menambahkan bahwa pertumbuhan daun dimulai ketika koleoptil terlihat diatas permukaan dan daun mulai terbuka. Rata-rata munculnya daun yaitu 3-4 hari.

Perlakuan intensitas cahaya berpengaruh terhadap pertumbuhan jumlah daun. Hal tersebut disebabkan karena tanaman mampu beradaptasi dengan kondisi cahaya pada lingkungan. Menurut Yuliantika dan Sudarti (2021), daun akan memaksimalkan cahaya yang akan masuk kedalam untuk meningkatkan penyerapan cahaya dengan bantuan kloroplas dan melakukan fotosintesis. Penelitian Noviyanti dkk, (2014) menggunakan tanaman stroberi menunjukkan tidak adanya pengaruh pada jumlah daun. Hal tersebut karena tanaman yang memiliki naungan memiliki laju respirasi yang rendah sehingga penggunaan CO₂ rendah. Naungan menyebabkan terhalangnya cahaya yang digunakan untuk proses fotosintesis.

Lebar Daun

Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan intensitas cahaya dan umur panen terhadap lebar daun fodder. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terjadi peningkatan lebar daun dari umur panen hari ke 6 sampai hari ke 9 dengan rata-rata sebesar 0,23cm menjadi 0,37cm. Lebar daun pada hari ke 12 mendapatkan hasil yang menurun dari hari 9 sebesar 0,32 cm. Hasil rata-rata pada perlakuan intensitas cahaya diperoleh pada I1 sebesar 0,31 cm dan I2 0,30 cm. Lebar daun fodder millet yang terbaik diperoleh pada perlakuan I1U9. Wardhana dkk. (2016) menambahkan dalam penelitiannya menggunakan tanaman selada umur panen 7, 14 dan 21 hari diperoleh hasil berpengaruh nyata terhadap umur panen 7 dan 14 hari dengan lebar daun tertinggi diperoleh pada hari ke 21. Hal tersebut diduga pada umur 6 dan 9 hari, fodder millet memiliki kebutuhan unsur hara yang cukup untuk pertumbuhan. Pada hari ke 12 memiliki lebar daun yang cenderung menurun dari hari ke 9 diduga fodder hanya mengalami pertumbuhan pada panjang daun. Chalisty dan Kamelia (2021) menambahkan bahwa pembentukan daun fodder padi ditanam secara hidroponik dimulai dari umur 5-6 hari. Fodder setelah umur panen 6 hari hanya terjadi penambahan panjang daun.

Menurut Sarido dan Junia (2017) kandungan nitrogen yang tersedia dalam jumlah banyak akan mendukung proses fotosintesis, pembentukan karbohidrat, lemak dan protein untuk meningkatkan laju pertumbuhan. Gultom dkk. (2015) meneliti pertumbuhan magrove dengan intensitas cahaya 25%, 50% dan 75% menghasilkan lebar daun terbaik pada intensitas 50%. Hal tersebut diduga pada intensitas cahaya 50% mempunyai jumlah stomata lebih besar untuk menghasilkan daun yang lebar.

Suci dan Heddy (2018), tanaman tumbuh dengan intensitas cahaya yang rendah mempunyai ukuran daun lebih besar. Hal tersebut disebabkan karena penambahan ukuran daun merupakan bentuk toleransi terhadap naungan untuk mendapatkan cahaya yang lebih banyak agar cahaya dapat diterima oleh tanaman. Pelebaran daun dengan intensitas cahaya rendah merupakan bentuk adaptasi lingkungan untuk mendapatkan cahaya lebih banyak.

Panjang Akar

Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat interkasi antara intensitas cahaya dan umur panen terhadap panjang akar fodder millet. Total rata-rata panjang akar pada perlakuan intensitas cahaya 50% (I1) sebesar 4,12 cm dan intensitas cahaya 100% (I2) sebesar 3,92 cm. Rataan panjang akar pada perlakuan umur panen 6 hari, 9 hari dan 12 hari berturut-turut sebesar 3,71 cm, 4,03 dan 4,34 cm. Seiring dengan peningkatan intensitas cahaya dan umur panen maka I1U12 menghasilkan panjang akar terbaik dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Peningkatan pertumbuhan disebabkan karena umur panen berpengaruh terhadap proses fotosintesis. Hal tersebut sependapat dengan Prayoga et al., (2018) menyatakan bahwa semakin lama umur panen akan menyebabkan peningkatan intensitas metabolisme yang akan berpengaruh dengan proses fotosintesis, respirasi dan transportasi nutrisi menjadi meningkat. Menurut Sahilatua et al., (2019), semakin lama umur panen maka pembentukan karbohidrat yang berasal dari proses fotosintesis semakin banyak dihasilkan. Menurut Wahyono dkk. (2019) menyatakan bahwa pembentukan akar sorgum terbentuk pada hari ke 3-7 setelah perkecambahan.

Hasil pengamatan menunjukkan terdapat perbedaan nyata terhadap perlakuan intensitas cahaya terhadap panjang akar fodder millet. Intensitas cahaya 50% memiliki perakaran yang lebih panjang dibandingkan dengan intensitas cahaya 100%. Hal tersebut berkaitan dengan intensitas cahaya 50% dapat mempertahankan keseimbangan fisiologis untuk tumbuh dengan baik. Menurut Susilawati (2016) menyatakan bahwa tanaman mengalami adaptasi dengan naungan melalui toleransi. Kekurangan cahaya yang ditunjukkan akan meningkatkan efisiensi penangkapan cahaya. Hasil penelitian Gultom dkk. (2015) menggunakan tanaman mangrove menghasilkan bahwa intensitas cahaya 50% memiliki sistem perakaran yang panjang dan tumbuh baik dibandingkan dengan intensitas cahaya 25%, 75% dan 100%. Menurut Yuliantika dan Sudarti (2021), tanaman yang ditempatkan pada naungan dengan intensitas rendah akan menyebabkan akar cenderung mencari air ke arah yang lebih dalam sehingga terjadi pemanjangan akar.

Tinggi Tanaman

Hasil penelitian menunjukkan terdapat interkasi antara intensitas cahaya dan umur panen terhadap tinggi tanaman fodder millet. Hasil rata-rata pada perlakuan I1 dan I2 secara berturut-turut sebesar 5,51 cm dan 6,13 cm. Rataan I2 lebih tinggi dari I1 yang terjadi peningkatan sebesar 0,62 cm. Rata-rata tinggi fodder pada umur 6, 9, dan 12 hari secara berturut-turut yaitu 4,5 cm, 5,35 cm dan 7,59 cm. Peningkatan intensitas cahaya dan umur panen menghasilkan perlakuan I2U12 menjadi tinggi tanaman terbaik dibandingkan dengan perlakuan lain. Berdasarkan penelitian Gurawal dkk. (2022) menggunakan fodder jagung dengan umur panen 8, 10, 12 dan 14 hari

menghasilkan perbedaan signifikan terhadap tinggi tanaman yaitu peningkatan umur panen berpengaruh terhadap tinggi tanaman. Umur panen 8 hari menghasilkan rata-rata sebesar 11,4 cm, umur panen 10 hari sebesar 15,96 cm, umur panen 12 hari sebesar 19,12 cm dan tanaman yang tertinggi dihasilkan pada umur panen hari ke 14 sebesar 26,92 cm. Harwanto et al., (2022) menambahkan bahwa fodder sorghum yang dipanen pada hari ke 5 dan 10 menghasilkan tinggi sebesar 5,2 dan 11,24 cm. Performa tinggi tanaman fodder yang optimal diperoleh pada hari ke 10.

Peningkatan umur panen terhadap tinggi fodder disebabkan karena lamanya umur panen berpengaruh terhadap kesempatan fodder untuk tumbuh dengan cara menyerap nutrisi dalam biji. Hal tersebut disebabkan karena fodder menggunakan nutrisi yang terdapat dalam biji sebagai cadangan makanan untuk tumbuh. Faktor lain yang menyebabkan perbedaan tinggi tanaman yaitu faktor internal dan eksternal. Faktor internal yaitu gen dan hormon sedangkan faktor eksternal yaitu unsur hara, suhu, cahaya, air dan kelembaban. Menurut Dwifitri dkk. (2020) menambahkan bahwa semakin lama umur panen tanaman akan mengalami fase vegetatif. Fase vegetatif akan memproduksi hormon sehingga dapat mempercepat dominasi apikal pada tanaman sehingga akan meningkatkan tinggi tanaman. Menurut Rayani dkk. (2021) menyatakan bahwa fodder yang dipanen pada umur 6-7 hari menghasilkan tinggi tanaman sebesar 4-8 cm.

Intensitas 50% dan 100% pada umur panen hari ke 6 terdapat perbedaan tinggi tanaman yang kecil yaitu 4,50 cm dan 4,52 cm. Hal tersebut dikarenakan pada umur 6 hari fodder masih dalam tahap pertumbuhan. Hasil penelitian Lathifah dan Jazilah (2018) menggunakan tanaman sawi putih dengan perlakuan intensitas cahaya 25%, 50%, 75% dan 100% menghasilkan rata-rata tanaman yang tertinggi pada intensitas cahaya 100% sebesar 22,01 cm dan rata-rata tinggi tanaman terendah pada intensitas cahaya 25% sebesar 16,07 cm. Menurut Alghaniya et al., (2021) penambahan tinggi tanaman berkaitan dengan intensitas cahaya membantu laju fotosintesis untuk menghasilkan fotosintat yang digunakan sebagai energi untuk proses metabolisme, perkembangan tumbuhan pada fase vegetatif yaitu akar, batang dan daun. Intensitas cahaya berpengaruh terhadap proses fotosintesis, laju transpirasi, dan pertumbuhan memanjang. Semakin banyak energi cahaya yang diubah menjadi energi maka semakin besar reduksi CO₂ untuk menjadi gula sehingga fotosintat yang dihasilkan semakin tinggi.

Produksi Segar

Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat interaksi antara intensitas cahaya dan umur panen pada fodder millet. Hasil rata-rata pada perlakuan intensitas cahaya 50% (I1) sebanyak 10,07 kg/m² dan intensitas cahaya 100% (I2) sebanyak 9,69 kg/m². Rata-rata produksi segar fodder pada umur 6, 9, dan 12 hari secara berturut-turut yaitu 9,48 kg/m², 10,04 kg/m², dan 10,12 kg/m². Total produksi segar pada U6, U9 dan U12 yaitu 75,82, 80,25 dan 80,94 kg/m². Seiring dengan peningkatan intensitas cahaya dan umur panen maka I1U12 menghasilkan produksi segar terbaik dibandingkan dengan perlakuan lain. Hal tersebut sependapat dengan Harwanto et al., (2022) dalam penelitiannya menggunakan fodder sorghum menghasilkan rata-rata berat segar yang meningkat dengan umur panen 5 dan 10 hari yaitu 10,66 dan 12,36 kg/m². Umur panen hari ke 9 sampai hari ke 12 mengalami peningkatan produksi

segar sebesar $0,08 \text{ kg/m}^2$. Peningkatan dengan selisih $0,08 \text{ kg/m}^2$ diduga karena pemberian nutrisi yang berlebihan sehingga mengalami pembusukan dan hasil tersebut menunjukkan bahwa kecenderungan produksi segar optimal fodder millet dicapai pada umur panen hari ke 9. Menurut Arthawijaya dkk. (2022) menyatakan bahwa hal yang mempengaruhi berat segar yaitu biji yang mampu menyerap air dengan baik sehingga mampu untuk melakukan perkecambahan. Perkecambahan yang kurang optimal disebabkan karena faktor pemberian air yang berlebih sehingga media mengalami pembusukan. Menurut Ali dkk. (2021) menggunakan hijauan salah satunya yaitu jagung didapatkan nilai produksi segar pada umur panen 7, 14 dan 21 secara berurutan yaitu 652,5 gram, 1044 gram dan 1139,33 gram. Semakin lama umur panen akan meningkatkan produksi segar dan produksi bahan kering. Menurut Ali dkk. (2021) menambahkan bahwa peningkatan produksi segar dengan bertambahnya umur panen disebabkan karena tanaman telah memasuki fase vegetatif yaitu meningkatnya jumlah daun yang mempengaruhi berat biomassa hijauan karena mengalami pemanjangan dan pembelahan sel. Menurut Ridwan dkk. (2018) menyebutkan bahwa hal yang mempengaruhi pertumbuhan dan produksi yaitu naungan. Naungan berdampak pada terhalangnya cahaya matahari yang mengenai daun sehingga cahaya yang diterima oleh klorofil daun kurang dan menyebabkan fotosintesis menurun. Proses fotosintesis terbagi menjadi dua yaitu reaksi terang dan gelap. Reaksi terang menggunakan cahaya matahari sebagai energi untuk memecah molekul air dan menghasilkan ATP dan NADPH yang nantinya digunakan dalam reaksi gelap untuk membentuk gula. Kurangnya cahaya matahari yang ditangkap klorofil daun akan menyebabkan sintesis gula pada reaksi gelap menurun dan pertumbuhan serta produksi akan cenderung menurun.

Produksi Bahan Kering

Hasil menunjukkan tidak terdapat interaksi antara perlakuan intensitas cahaya dan umur panen. Rataan intensitas cahaya mengalami penurunan produksi kering dari I1 $3,00 \text{ kg/m}^2$ menjadi $2,84 \text{ kg/m}^2$ pada I2. Umur panen hari ke 6, 9 dan 12 mengalami peningkatan produksi bahan kering yaitu dari $2,74 \text{ kg/m}^2$ menjadi $2,99 \text{ kg/m}^2$ menjadi $3,04 \text{ kg/m}^2$. Seiring dengan peningkatan intensitas cahaya dan umur panen maka I1U12 menghasilkan produksi kering yang terbaik dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Perlakuan I1U12 diperoleh pada intensitas 50% dan umur panen 12 hari. Menurut Dwifitri et al., (2020) menyatakan bahwa meningkatnya umur panen kandungan air rendah dan mempengaruhi penambahan dinding sel tanaman menjadi tebal dan menyebabkan produksi bahan kering meningkat. Berbeda dengan Widiastuti dkk. (2021) menggunakan green fodder hidroponik sorghum dengan umur panen 7, 10, dan 13 hari mempunyai performa produksi kering yang menurun yaitu 61,80, 58,16 dan 52,4 g. Seseray, dkk. (2012) umur panen berpengaruh terhadap peningkatan produksi bahan kering dengan rumput gajah dengan umur panen hari ke 20 dan 40 menghasilkan 1,20 dan 1,94 ton/ha. Harwanto et al., (2021) menambahkan bahwa faktor lain yang mempengaruhi produksi bahan kering yaitu ketersediaan unsur yang terkandung pada media tanam seperti nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) yang berfungsi untuk melaksanakan fotosintesis dan meningkatkan bahan kering tanaman. Peningkatan produksi pada hari ke 6 sampai hari ke 9 sebesar $0,25 \text{ kg/m}^2$ dan hari 9 sampai hari 12 mendapatkan selisih sebesar

0,05 kg/m². Peningkatan umur 9 sampai 12 hari tidak menghasilkan selisih yang banyak dibandingkan dengan peningkatan umur 6 sampai 9 hari. Hal tersebut diduga karena menurunnya kemampuan dalam berfotosintesis, mengalami perontokan pada akar dan daun sehingga menyebabkan daun menjadi kuning dan layu. Widiastuti dkk, (2021) menambahkan laju produksi bahan kering yang menurun disebabkan karena kemampuan berfotosintesis rendah sehingga karbohidrat cadangan pada akar dan batang rendah karena sebagian karbohidrat dipakai untuk perkembangan biji. Kekurangan air akan mengakibatkan stomata tertutup sehingga CO₂ yang diserap berkurang, laju fotosintesis dan jumlah fotosintat yang dihasilkan menurun serta O₂ yang dikeluarkan berkurang menyebabkan berat kering rendah.

Nilai produksi bahan kering fodder millet tertinggi diperoleh pada intensitas cahaya 50%. Berbeda dengan Lathifah dan Jazilah (2018) berat kering yang dihasilkan pada tanaman sawi putih dengan intensitas cahaya 25%, 50%, 75% dan 100% menghasilkan peningkatan berat kering seiring dengan peningkatan intensitas cahaya. Perolehan hasil berat kering pada intensitas cahaya 25%, 50%, 75% dan 100% secara berturut-turut sebesar 2,00 , 3,14, 12,64 dan 18,51. Menurut Alghaniya dkk. (2021) menyatakan bahwa keadaan jenuh diakibatkan karena intensitas cahaya yang tinggi yang mempengaruhi fotosintesis tidak efisien sehingga tidak mengalami pembentukan fotosintat yang akan berpengaruh terhadap jumlah produksi bahan kering.

KESIMPULAN

Perlakuan intensitas 100% dan umur panen 12 hari mampu meningkatkan pertumbuhan panjang daun, jumlah daun, dan tinggi tanaman. Perlakuan intensitas 50% dan umur panen 12 hari mampu meningkatkan pertumbuhan lebar daun, panjang akar serta produksi segar dan produksi bahan kering. Interaksi antara intensitas cahaya 100% dan umur panen 12 hari meningkatkan panjang daun, jumlah daun dan tinggi tanaman dan tidak meningkatkan lebar daun, panjang akar, produksi segar dan produksi bahan kering.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, A., M. Poniran dan R. Misrianti. 2021. Pertumbuhan Indigofera (*Indigofera zollingeriana*) Setelah Pemangkasan di Lahan Gambut. *Pastura*. 11(1): 39-44.
- Alghaniya, G. S., L. Khairani dan I. Susilawati. 2021. Pengaruh Lama Penyinaran Menggunakan Lampu LED terhadap Produktivitas Fodder hanjeli (*Coix lacrym-jobi* L.) Hidroponik. *Zira'ah*. 46(1): 38-43.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2005. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Gaithersburg.
- Astuti, R. R. S., dan Y. M. Yana. 2019. Pengaruh Media Tanam dan Nutrisi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada Kepala Renyah (*Lactuca sativa* var. *capitata*) Secara Hidroponik. *Jurnal Konservasi Hayati*. 10(2): 49-55.
- Arthawijaya, R. A. P., H. E. Sulistyono, S. N. Kamaliyah dan H. Sudarwati. 2022. Pematangan proses Dormansi Benih Tanaman Centro (*Centrosema pubescens*) dengan Penggunaan PEG (Polyethylene glycol) 6000. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*. 5(1): 7-22.

- Brown, L. V. 2002. *Applied Principle of Horticultural Science Second Edition*. Routledge. Oxford.
- Cahyana, A., M. Syafi'i, dan M. Y. Samaullah. 2021. Pengaruh Kombinasi Jarak Tanam dan Pupuk Fosfat (SP-36) terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) Hibrida P21 pada Tanah Ultisol. *Jurnal Agrotek Indonesia*. 6(2): 70-77.
- Chalistry, V. D dan S. Kamelia. 2021. Pengaruh Dosis Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Produksi Fodder Padi (*Oryza sativa*) Hidroponik. *Jurnal Sains Peternakan Nusantara*. 1(2): 53-61.
- Dwifitri, N., D. Suherman dan E. Apriyanto. 2020. Pengaruh Pupuk Organik dan Umur Potong terhadap Produksi Hujauan Pakan Ternak sorghum di Daerah Pesisir. *Jurnal penelitian Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 9(1): 21-29.
- Gultom, E. N., M. Basyuni dan B. Utomo. 2015. Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Pertumbuhan dan Konten Rantai Panjang Poliyioprenoid pada Mangrove Sejati Mayor Berjenis Sekresi *Sonneratia caseolaris (L.)*. *Peronema Forestry Science Journal*. 4(3): 173-179.
- Gurawal, I., R. Rawendra, A. warnaen dan A. K. Jaliyah. 2022. Pertumbuhan dan Kandungan Nutrien Fodder Jagung (*Zea mays*) dengan Penyiraman Biourine Sapi. *Jurnal Peternakan Indonesia*. 24(1): 21-27.
- Harmini. 2021. Pemanfaatan Tanaman Sorgum sebagai Pakan Ternak Ruminansia di Lahan Kering. *Livestock and Animal Research*. 19(2): 159-170.
- Harwanto H., E. Hendarto, B. Bahrin, J. J. Putra dan N. Hidayat. 2021. Pengaruh Perbedaan Level Pupuk Urin Terfermentasi pada Media Tanam Hidroponik terhadap Komposisi dan Kecernaan Nutrien Fodder Sorgum. *Livestock Animal Research*. 19(3): 274-281.
- Harwanto, E. Hendarto, B. Bahrin, N. Hidayat, D. Istiqomah dan D. P. Candrasari. 2022. Productivity and Nutrient Digestibility od Sorghum Fodder Different Urine Fertilizers Levels and Harvest Times. *Animal Production*. 24(1): 23-30.
- Handoko, A dan A. M. Rizki. 2020. *Buku Ajar Fisiologi Tumbuhan*. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Raden Intan Lampung. Lampung.
- Irawati, T dan S. Widodo. 2017. Pengaruh Umur Bibit dan Umur Panen terhadap Pertumbuhan dan Produksi Hidroponik NFT Tanaman Selada (*Lactuca sativa L.*) Varietas Grand Rapids. *Jurnal Hijau Cendekia*. 2(2): 21-26.
- Khairiyah, S. Khadijah, M. Iqbal, S. Erwan, dan N. Mahdianoor. 2017. Pertumbuhan dan Hasil Tiga Varietas Jagung Manis (*Zea mays saccharata Sturt*) terhadap Berbagai Dosis Pupuk Organik Hayati pada Lahan Rawa Lebak. *Ziraa'ah*. 42(3): 230-240.
- Lada, Y. G dan N. S. Pombos. 2019. Studi Pemanfaatan Pupuk Abu Broiler pada Pertumbuhan Bibit Tanaman Kakao (*Theobroma cacao L.*). *Jurnal Agercolere*. 1(1): 25-29.
- Lathifah, A dan S. Jazilah. 2018. Pengaruh Intensitas Cahaya dan Macam Pupuk Kandang terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Putih (*Brassica pekinesia L.*). *Biofarm Jurnal Ilmiah Peternakan*. 14(1): 1-8.
- Mahendra, P. E. D., N. L. A. Yusasrini dan I. D. P. K. Pratiwi. 2019. Pengaruh Metode Pengolahan terhadap Kandungan Tanin dan Sifat Fungsional Tepung Proso Millet (*Panicum miliaceum*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 8(4): 354-367.

- Noviyanti, R., Yuliani, E. Ratnasari dan H. Ashari. 2014. Pengaruh pemberian Naungan terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Stroberi Varietas Dorit dan Varietas Lokal Berastagi. *LenteraBio*. 3(3): 242-247.
- Hidayat, N., E. Hendarto, Bahrin, Harwanto, E. A. Rimbawanto dan Munasik. 2021. Kajian Produktivitas Dua Varietas Fodder Jagung sebagai Potensi Hijauan Pakan Ternak. in: *Prosiding Seminar Nasional. Fakultas Peternakan. Universitas Jenderal Soedirman*. p 183-189.
- Oktaviani, W., L. Khairani dan N. P. Indriani. 2020. Pengaruh Berbagai Varietas Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt) terhadap Tingkat Tanaman, Jumlah Daun dan Kandungan Lignin Tanaman Jagung. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*. 2(2): 60-70.
- Pithaloka, S. A., Sunyoto, M. Kamal dan K. F. Hidayat. 2015. Pengaruh Kerapatan Tanaman terhadap Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Varietas Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Moench). *J. Agrotek Tropika*. 3(1): 56-63.
- Prayoga, I. K., F. Fathul dan Liman. 2018. Pengaruh Perbedaan Umur Panen terhadap Produktivitas (Produksi Segar, Produksi Bahan Kering, serta Proporsi Daun dan Batang) hijauan *Indigofera zollingeriana*. *Jurnal riset dan Inovasi Peternakan*. 2(1): 1-7.
- Ramadhan, V. R., N. Kendarini, dan S. Ashari. 2016. Kajian Pemberian Zat Pengatur Tumbuh terhadap Pertumbuhan Stek Tanaman Buah Naga (*Hylocereus costaricensis*). *Jurnal Produksi Tanaman*. 4(3): 180-186.
- Rayani, T. F., Y. Resti dan R. K. Dewi. 2021. Kuantitas dan Kualitas Fodder Jagung, Padi dan Kacang Hijau dengan Waktu Panen yang Berbeda Menggunakan Smart Hydroponic Fodder. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*. 19(2): 36-41.
- Ridwan, T. Handayani dan Witjaksono. 2018. Respon Tanaman Jewawut (*Setaria italica* L.) P. Beauv terhadap Kondisi Cahaya Rendah. *Jurnal Biologi Indonesia*. 14(1): 23-32.
- Rizki, A., E. Pangestu, dan E. Purbajanti. 2016. Produksi dan Kualitas Jerami Tanaman Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.) dengan Pemberian Berbagai Aras Urea dan Pupuk Kandang Sebagai Sumber Pakan Ternak. *Jurnal Pengembangan Penyuluhan Pertanian*. 13(24): 64-70.
- Sakina, S., S. Anwar, dan F. Kusmiyati. 2019. Pertumbuhan Planet Anggrek *Dendrobium* (*Dendrobium* sp.) secara In Vitro pada Konsentrasi BAP dan NAA Berbeda. *Jurnal Pertanian Tropik*. 6(3): 430-437.
- Sahilatua, F. O., I. K. Suter dan A. A. I. S. Wiadnyani. 2019. Pengaruh Umur Panen terhadap Karakteristik Tepung Jagung Pulut Putih (*Zea mays* var. *ceratina*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi pangan*. 8(4): 430-439.
- Susilawati, Wardah dan Irmasari. 2016. Pengaruh Berbagai Intensitas Cahaya terhadap Pertumbuhan Semai Cempaka (*Michelia champaca* L.) di Persemaian. *J. ForestSains*. 14(1): 59-66.
- Sarido, L dan Junia. 2017. Uji Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) dengan Pemberian Pupuk Organik Cair pada System Hidroponik. *Jurnal Agrifor*. 16(1): 65-74.
- Seseray, D. Y., E. W. Saragih dan Y. Katiop. 2012. Pertumbuhan dan Produksi Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) pada Interval Defoliasi yang Berbeda. *Jurnal Ilmu*

-
- Perternakan. 7(1): 31-36.
- Suci, C. W dan S. Haddy. 2018. Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Kergaan Tanaman Puring (*Codiaeum variegatum*). *Jurnal Produksi Tanaman*. 6(1): 161-169.
- Sigmarawan, G. T., I. M. A. S. Wijaya dan I. P. G. Budisanjaya. 2020. Musik Gamelan Gong Kebyar dan Cahaya LED (Light Emitting Diode) Merah-Biru Meningkatkan Pertumbuhan dan Produktivitas Sawi Pakcoy (*Brassica rapa L.*). *Jurnal BETA*. 8(1): 1-11.
- Tiwari, G. N. 2006. *Solar Energy Technology Advances*. Nova Publisher. New York.
- Wahyono, T., H. Khotimah, W. Kurniawan, D. Ansori, dan A. Muawanah. 2019. Karakteristik Tanaman Sorghum Green Fodder (SGF) Hasil Penanaman secara Hidroponik yang dipanen pada Umur yang Berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*. 6(2): 166-174.
- Wardhana, I., H. Hasbi dan I. Wijata. 2016. Respon Pertumbuhan dan Produksi Selada (*Lactuca sativa L.*) pada Pemberian Pupuk Kandang kambing dan Interval Waktu Aplikasi Pupuk Cair Super Bionik. *Agritop Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian*. 14(2): 165-185.
- Wati, L. E. V., T. D. Sulistyono, dan Mujiyo. 2018. Dosis Pupuk Kandang dan Umur Panen pada Produksi Baby Kangkung (*Ipomoea reptans*). *Journal Of Sustainable Agriculture*. 32(2): 68-74.
- Widiastuti, S., T. P. Rahayu, dan M. H. Septian. 2021. Pengaruh Umur Panen yang Berbeda terhadap Produksi dan Kandungan Bahan Kering serta Protein Kasar Sorghum Green Fodder Hidroponik. *JTIP*. 9(2): 64-68.
- Widiastoety, D. 2014. Pengaruh Auksin dan Sitokonin terhadap Pertumbuhan Planlet Anggrek Mokara. *J. Hort*. 24(3): 230-238.
- Wiraatmaja, I. W. 2017. *Gerak pada Tumbuhan*. Fakultas Pertanian, Universitas Udayana. Denpasar.
- Yuliantika dan Sudarti. 2021. Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Pertumbuhan Tanaman Kunyit. *Jurnal Penelitian Fisika dan Terapannya*. 2(2): 52-57.