

Kandungan Klorofil, Pertumbuhan dan Hasil Vertikultur padi (*Oryza sativa* L.) varietas Situ Bagendit

Chlorophyll content, growth, and yield of verticulture rice plants (Oryza sativa L.) variety of Situ Bagendit

Nugraheni Widyawati, Maria Marina Herawati, Theresa Dwi Kurnia, Djoko Murdono,
Bistok Hasiholan Simanjuntak, Andree Wijaya Setiawan.

Fakultas Pertanian dan Bisnis Universitas Kristen Satya Wacana
Jl. Diponegoro 66 Salatiga 50711

^{*)} Penulis untuk korespondensi E-mail: heniwidya@gmail.com

Diajukan: 16 Maret 2023 /Diterima: 21 Juli 2023 /Dipublikasi: 29 Agustus 2023

ABSTRACT

To get land-efficient rice production is includes applying verticulture using multilevel shelves. This study aims to determine the effect of plant position on the vertical shelves to the chlorophyll content, growth, and yield of rice (Oryza sativa L.) Situ Bagendit variety, and to determined the position gives the highest yield. The research was conducted at the SWCU Agriculture and Business Faculty Experimental Garden in the city of Salatiga, located at an altitude of 455 meters above sea level. The treatment of plant positions on vertical shelves consisted of 3 positions, namely the basic (1st floor), middle (2nd floor), and top (3rd floor) positions placed in an open field, each repeated nine times. The rice plants are cultivated in plastic buckets using media from paddy soil. Parameters observed included solar radiation intensity, leaf chlorophyll content, plant height, number of leaves, number of tillers, number of panicles, length of panicles, number of seeds, seed weight per panicle, and hard seed weight. Experimental data were analyzed using ANOVA, standard deviation, correlation, and Least significant difference test at 5%. The experimental results showed that there were differences in the reception of solar radiation intensity, chlorophyll content, growth characteristics, and yield of rice plants in verticulture, except for the panicle length parameter. The best rice yields were found in the 3rd floor of the vertical shelves.

Keywords: *chlorophyll; growth; rice; verticulture; yield*

INTISARI

Salah satu cara menyasiasi produksi padi efisien lahan adalah menerapkan vertikultur menggunakan rak bertingkat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan posisi tanaman pada rak vertikal terhadap kandungan klorofil dan beberapa komponen pertumbuhan maupun hasil tanaman padi varietas Situ Bagendit dan menentukan posisi tanaman pada rak vertikal yang memberikan hasil tertinggi. Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian dan Bisnis UKSW di kota Salatiga, terletak pada ketinggian 455 meter dpl. Perlakuan posisi tanaman pada rak vertikal terdiri atas 3 posisi yaitu posisi dasar (lantai 1), tengah (lantai 2) dan teratas (lantai 3) diletakkan di ruang terbuka (*open field*), masing-masing diulang sembilan kali. Tanaman padi dibudidayakan dalam ember plastik menggunakan media dari tanah sawah. Parameter pengamatan meliputi intensitas radiasi matahari, kandungan klorofil daun, tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan, jumlah malai, panjang malai, jumlah biji, berat biji per malai dan berat gabah bernas. Data hasil percobaan

dianalisis menggunakan ANOVA, standar deviasi, korelasi dan BNT 5%. Hasil percobaan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan dalam penerimaan intensitas radiasi matahari, kandungan klorofil, karakter pertumbuhan dan hasil tanaman padi pada vertikultur, kecuali parameter panjang malai. Hasil tanaman padi terbaik terdapat pada tanaman di posisi teratas yaitu lantai 3 dari rak vertikal.

Kata Kunci : hasil; klorofil; padi; pertumbuhan; vertikultur.

PENDAHULUAN

Sebagai salah satu jenis tanaman penghasil bahan makanan pokok bagi masyarakat Indonesia, kajian upaya meningkatkan produksi padi (*Oryza sativa* L.) dilakukan secara berkelanjutan. Salah satu diantaranya adalah melakukan penanaman padi dengan memanfaatkan lahan seefisien mungkin dengan hasil berlipat. Produksi padi secara konvensional memerlukan lahan sawah yang subur. Menciptakan sawah baru sudah sering dilakukan melalui berbagai proyek pemerintah, namun sejauh ini dapat dikatakan belum berhasil memuaskan. Menurut Fauzi *et al.* (2018), bila di masa datang hanya mengandalkan padi sawah irigasi, maka akan menghadapi banyak kendala. Hal tersebut disebabkan banyaknya lahan sawah irigasi subur yang beralih fungsi ke penggunaan lahan non pertanian, tingginya biaya pencetakan lahan sawah baru, dan berkurangnya debit air.

Penanaman padi dalam wadah-wadah seperti ember sering dilakukan baik dalam skala penelitian maupun produksi varietas eksotik. Selain mudah dalam mengendalikan kondisi media tanam, perawatan tanaman dan aplikasi teknologi, ternyata penggunaan wadah tersebut memungkinkan untuk dimobilisasi menyesuaikan situasi

lingkungan. Bahkan penggunaan wadah seperti ember, memungkinkan penanaman padi dilakukan secara bertingkat dalam suatu rak vertikal. Rak bertingkat vertikal dapat digunakan untuk membudidayakan tanaman padi hemat lahan, karena populasinya dapat dilipatgandakan. Hal ini dimungkinkan mengingat radiasi matahari sebagai sumber energi untuk fotosintesis dan CO₂ sebagai salah satu bahan dasar fotosintesis sangat berlimpah di wilayah tropis. Cara ini fleksibel dilakukan dimanapun yang secara klimatis sesuai untuk budidaya padi, terutama kesesuaian suhu udaranya. Namun cara ini memerlukan tambahan investasi berupa rak bertingkat, wadah tanam, media tanam, instalasi penyiraman dan pemberian unsur hara. Bagaimanapun cara ini patut diperhitungkan mengingat harga tanah semakin mahal dan pembuatan lahan sawah tidaklah mudah.

Masalah yang muncul dalam penanaman padi pada rak bertingkat vertikal adalah adanya ketidak seragaman penerimaan cahaya matahari antar tanaman pada posisi lantai berbeda dalam rak vertikal. Tanaman yang berada di atas berpotensi menghambat penerimaan radiasi matahari tanaman yang berada di

bawahnya. Diantara berbagai faktor lingkungan, cahaya merupakan salah satu variabel terpenting yang mempengaruhi fotosintesis serta pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Yavari *et al.*, 2021). Hasil penelitian Sayekti *et al.* (2017), terbukti bahwa pemberian intensitas cahaya yang berbeda berpengaruh terhadap kandungan klorofil-a dari isolat karang lunak *Zoanthus sp.* Latifa *et al.* (2019) menyebutkan bahwa kandungan klorofil daun penting karena perannya dalam proses biokimia tanaman terutama fotosintesis dan produksi energi dan merupakan pigmen penting dalam membran tilakoid dalam kloroplas untuk menyerap sinar matahari

Tanaman tumbuh dan berkembang karena adanya pembelahan, pembesaran dan diferensiasi sel-sel pada jaringan meristemnya. Proses tersebut membutuhkan energi dan senyawa organik antara lain yang dihasilkan melalui fotosintesis. Fotosintesis membutuhkan klorofil dan energi matahari. Adanya variasi penerimaan energi matahari pada rak vertikal berpotensi mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman padi. Badshah *et al.* (2014) menyebutkan bahwa pembentukan anakan padi adalah sifat agronomi yang sangat penting terhadap jumlah malai dan hasil gabah per satuan luas. Hasil tanaman padi dipengaruhi secara tidak langsung oleh sifat seperti tinggi tanaman, periode pertumbuhan, kemampuan menghasilkan anakan, panjang malai, panjang gabah, laju pengisian gabah,

jumlah gabah per malai serta sifat yang berpengaruh langsung seperti jumlah malai per satuan luas dan atau per tanaman, jumlah bulir bernas per malai dan berat 1000 biji (Li *et al.*, 2019).

Pertanyaannya adalah dalam budidaya padi secara vertikal yang menyebabkan adanya variasi dalam penerimaan cahaya matahari, apakah berpengaruh terhadap kandungan klorofilnya dan sejauh mana efeknya terhadap keragaman pertumbuhan dan hasil dari tanaman padi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan posisi tanaman pada rak vertikal terhadap kandungan klorofil dan beberapa komponen pertumbuhan maupun hasil tanaman padi varietas Situ Bagendit dan menentukan posisi tanaman pada rak vertikal yang memberikan hasil tertinggi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Kebun Praktek Fakultas Pertanian dan Bisnis, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga. Lokasi kebun berada pada ketinggian sekitar 455 meter di atas permukaan laut. Penelitian dilaksanakan sejak bulan Maret hingga Oktober 2020, selain menggunakan laboratorium kebun, juga menggunakan laboratorium Fisiologi Tanaman dan laboratorium Ilmu Benih FPB-UKSW.

Dalam penelitian ini menggunakan benih padi (*Oryza sativa* L.) varietas Situ Bagendit yang telah diuji daya kecambahnya di laboratorium Ilmu Benih. Metode yang digunakan adalah UKDD (Uji Kertas

Digulung Didirikan) pada Seed Germinator dengan hasil daya berkecambah 89%. Benih ditanam dalam wadah ember plastik ukuran diameter 40 cm. Media tanam berasal dari tanah sawah di sekitar kota Salatiga ditambah dengan pupuk kandang ayam 1,0 kg/ember dan SP36 2 gram/ember. Setiap ember ditanam sebanyak 5 benih dan dipelihara 2-3 bibit yang baik untuk pertumbuhan lanjut hingga akhir penelitian. Penelitian terdiri atas tiga perlakuan letak tanaman pada rak vertikal, yaitu: P1, letak tanaman di lantai dasar; P2, Letak tanaman di lantai ke 2 (lantai tengah) dan P3, letak tanaman di lantai ke 3 (lantai teratas). Setiap perlakuan diulang 9 kali dengan sampel masing-masing 4 ember. Rak bertingkat diletakkan di lokasi terbuka dengan sumber pencahayaan adalah dari sinar matahari dengan durasi alami. Rangka rak bertingkat (vertikal) dibuat dari besi siku, alas setiap tingkat berbahan bambu dengan jarak ke atas antar tingkat 150 cm.

Selama berlangsungnya penelitian tindakan penyiraman dan pemupukan dilakukan dengan cara sama untuk semua unit percobaan. Tidak ada perlakuan pindah tanam, sehingga benih padi langsung ditanam pada media tanam yang lembab. Setelah bibit muncul dipermukaan tanah (*field emergence*) sekitar 5 cm tingginya, media tanam diberi air dan dipertahankan tergenang 0,5 cm di atas permukaan tanah. Pada umur 7 hst, tanaman dipupuk dengan Urea 1 gram/ember dan KCl 1 gram/ember. Pemupukan berikutnya pada umur 4 minggu hst dengan Urea sebanyak 2,0 gram/ember

dan pemupukan terakhir dengan Urea 1 gram/ember pada umur 6 minggu hst. Pengendalian hama dilakukan terutama terhadap serangan burung dengan cara menutupi rak vertikal menggunakan jaring rapat ketika malai masih hijau dan mulai melengkung. Panen dilakukan bersamaan ketika malai dan daun bendera telah menguning yaitu umur 120 hst.

Dalam penelitian ini, parameter pertumbuhan yang dikaji adalah tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan/rumpun, berat kering tajuk, berat kering akar, berat kering total. Parameter hasil yang diamati adalah jumlah malai, panjang malai, jumlah biji/malai, berat biji/malai, biji bernas/malai. Bahan yang digunakan selain benih padi varietas Situ Bagendit juga diperlukan bahan lain yaitu pupuk kandang ayam, pupuk anorganik (Urea, SP36 dan KCl), bahan kimia pelarut yaitu Dimetil Sulfoksida (DMSO) untuk analisis kadar klorofil. Pengukuran intensitas radiasi matahari dilakukan pada jam 08.00-08.30 pagi menggunakan alat smart digital luxmeter sensor AS803 pada umur tanaman 4 minggu hst. Analisis kandungan klorofil daun menggunakan UV-Vis spectrophotometer Shimadzu, pengukuran berat kering menggunakan neraca Analitik digital Ohaus CP 214 dan Oven Memmert UN 30.

Data hasil percobaan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA), standar deviasi dan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan digunakan Uji BNT tingkat kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

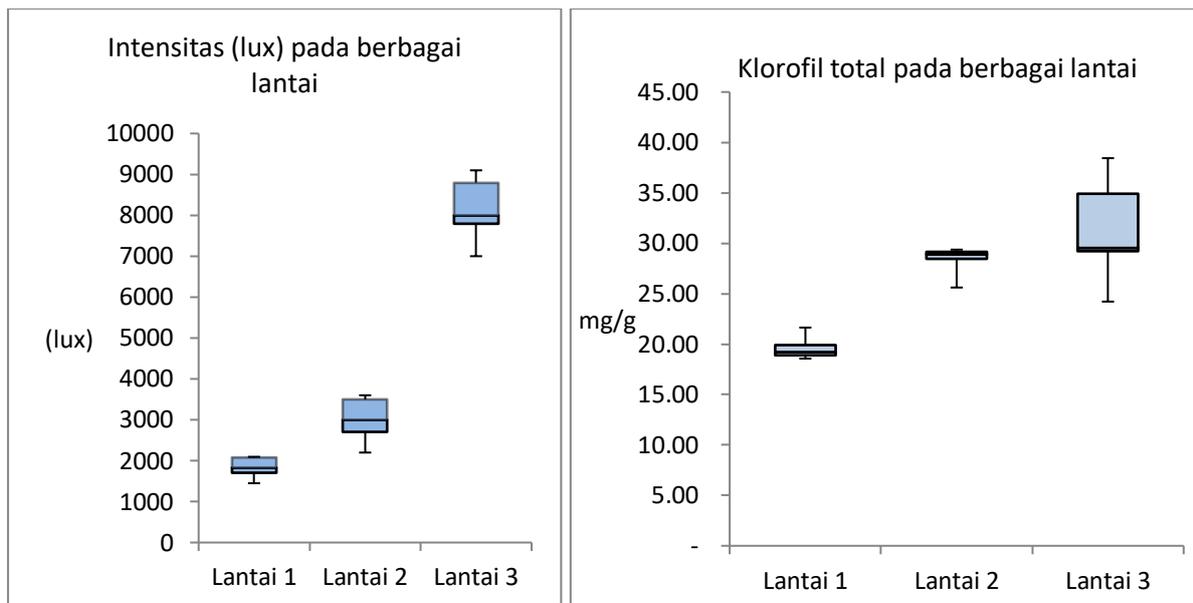
Pada Tabel 1 dan Gambar 1 terlihat bahwa posisi tanaman padi pada rak vertikal menyebabkan intensitas radiasi matahari (lux) yang diterima oleh tanaman berbeda. Lantai teratas menerima intensitas tertinggi sedangkan lantai dasar menerima intensitas terendah. Tanaman padi yang terletak di lantai teratas rak vertikal akan menerima radiasi matahari secara langsung tanpa banyak hambatan, kecuali hambatan dari cuaca seperti keawanan. Hal ini menyebabkan tanaman pada posisi tersebut mendapatkan energi secara berkecukupan, baik dalam hal panjang gelombang yang efektif untuk fotosintesis, maupun panjang gelombang yang bermanfaat meningkatkan suhu lingkungan mikro tanaman untuk mengaktifkan kinerja enzim. Tanaman yang berada di posisi lantai tengah dari rak vertikal akan mengalami hambatan dalam menerima sinar matahari langsung, karena adanya populasi tanaman di atasnya.

Tanaman ini hanya menerima sebagian dari sinar matahari yang berhasil mencapai tanaman melalui sela-sela daun dan wadah tanaman, maupun bahan konstruksi rak vertikal dan sinar matahari difus yang dipantulkan oleh berbagai benda disekitarnya. Jika intensitas radiasi matahari yang diterima di lantai teratas rak vertikal dianggap 100%, maka yang diterima pada lantai tengah di bawahnya adalah 45,65% sedangkan di lantai dasar hanya menerima 19,56%. Tanaman padi yang berada di lantai dasar akan menerima radiasi matahari paling rendah karena semakin banyak benda-benda di atasnya yang menghambat tanaman terpapar oleh radiasi matahari langsung dan sebagian besar yang diterimanya adalah radiasi pantulan. Hal ini terlihat juga dari nilai korelasi antara posisi tanaman pada rak vertikal dengan intensitas radiasi matahari yang diterimanya sangat erat yaitu 0,950 (Tabel 2)

Tabel 1. Pengaruh perbedaan posisi pada rak vertikal terhadap intensitas radiasi matahari dan kandungan klorofil daun (4 minggu hst)

Posisi tanaman pada rak vertikal	Light Intensity	SD	Klorofil a	SD	Klorofil b	SD
	(Lux)	±	(mg/g)	±	(mg/g)	±
L1.: Lantai dasar	1.800	106,2	14,740	0,530	4,485	0,405
L2 : Lantai 2 (tengah)	4.200	247,2	20,717	0,553	8,186	0,106
L3 : Lantai 3 (teratas)	9.200	836,7	22,273	0,081	16,815	1,546

Keterangan: SD = Standard Deviasi. Hst = hari setelah tanam benih



Gambar 1: Boxplot intensitas (lux) dan klorofil total pada berbagai posisi lantai

Tabel 2. Korelasi antara posisi rak, intensitas radiasi matahari dan kandungan klorofil daun padi

	Nilai Korelasi antar parameter	
	Intensitas radiasi matahari (Lux)	Klorofil total (mg/g)
Posisi tanaman pada rak vertikal	0,950	0,892
Intensitas radiasi matahari (lux)		0,709

Perbedaan dalam penerimaan intensitas radiasi matahari ternyata berdampak pada kandungan klorofil daun. Dalam Tabel 2, terlihat bahwa nilai korelasi antara intensitas radiasi matahari pada posisi rak vertikal dengan kandungan klorofilnya ternyata erat dan positif yaitu 0,709. Hal ini menunjukkan bahwa semakin meningkat intensitas radiasi matahari pada rak vertikal maka kandungan klorofil daunnya akan meningkat.

Klorofil disintesis dalam daun, dan dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti sinar matahari, gula atau kandungan karbohidrat, air, suhu, faktor genetik, dan unsur hara tanah, seperti N, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, S, and O (Hendriyani dan Setiari, 2009). Pratama dan Laily (2015) menyebutkan bahwa sintesis klorofil terjadi melalui

fotoreduksi protoklorofilid menjadi klorofilid-a dan diikuti dengan esterifikasi fitol untuk membentuk klorofil-a yang dikatalisis enzim klorofilase. Perubahan protoklorofilid menjadi klorofilid-a pada tumbuhan angiospermae mutlak membutuhkan cahaya. Klorofil adalah pigmen utama yang ditemukan dalam kloroplas dan berlokasi di dalam membran thylakoid (Amelia dan Kurniawan, 2019). Hasil penelitian Sayekti *et al.* (2017) menyimpulkan bahwa pemberian intensitas cahaya yang berbeda berpengaruh terhadap kandungan klorofil-a dari isolat karang lunak *Zoanthus sp.*

Nio dan Banyo (2011) menyebutkan bahwa klorofil disebut sebagai pigmen pusat reaksi fotosintesis karena dapat menyerap sinar matahari dan menggunakannya untuk proses fotosintesis. Fotosintesis

menghasilkan senyawa sebagai sumber energi yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman (Li *et al.*, 2018). Oleh karena itu kandungan klorofil dalam daun sangat menentukan pertumbuhan tanaman. Perbedaan kandungan klorofil dalam daun menunjukkan adanya perbedaan dalam laju sintesis klorofil. Peran karbohidrat hasil fotosintesis ternyata penting dalam metabolisme sintesis klorofil, karena melalui metabolisme karbohidrat dapat dihasilkan glutamat yang merupakan prekursor dalam sintesis klorofil. Dapat dikatakan bahwa klorofil sangat berperan dalam menghasilkan fotosintat, namun fotosintat tersebut akan berperan pula dalam sintesis klorofil. Daun yang terpapar atau menerima lebih banyak cahaya matahari akan mengandung klorofil lebih banyak dibandingkan daun yang menerima cahaya matahari lebih sedikit (Lawendatu *et al.*, 2019). Itulah sebabnya mengapa kandungan klorofil tanaman pada posisi berbeda dalam rak vertikal kandungan klorofilnya tidak sama, disebabkan oleh perbedaan penerimaan cahaya matahari.

Pada Tabel 3, terlihat bahwa posisi tanaman pada rak vertikal berpengaruh terhadap keragaan tanaman dalam hal ukuran tinggi, jumlah daun dan jumlah anakan. Ukuran tanaman paling tinggi terjadi pada tanaman padi yang terletak di lantai teratas rak vertikal dan terendah terletak di lantai dasar. Demikian juga jumlah daun dan jumlah anakan pada tanaman padi yang terletak di lantai teratas rak vertikal ternyata

paling banyak. Perbedaan sumberdaya lingkungan yang sangat penting pada posisi yang berbeda dalam rak vertikal tersebut terutama adalah penerimaan radiasi matahari (Tabel 1) yang berakibat pada sintesis klorofil.

Pertumbuhan tanaman ditandai dengan bertambahnya jumlah dan ukuran, serta perubahan permanen dalam penampilan tanaman (Syarifah *et al.*, 2021). Tanaman padi bertambah tinggi ukurannya melalui proses pembelahan dan pembesaran sel baik pada jaringan meristematis titik tumbuh apikal maupun meristem pada buku batang. Pertambahan jumlah daun berlangsung melalui diferensiasi sel-sel meristematis pada titik tumbuh tanaman. Jumlah anakan dalam setiap induk tanaman bertambah melalui diferensiasi sel meristematis yang berada di pangkal batang. Proses pertumbuhan tersebut membutuhkan energi maupun bahan sel. Energi dihasilkan melalui proses respirasi atau perombakan senyawa organik hasil fotosintesis. Pertumbuhan sel-sel baru juga membutuhkan asimilat yang berasal dari fotosintesis dan metabolisme lainnya untuk menyusun isi sel. Secara tidak langsung tanaman yang mendapatkan kecukupan cahaya akan memiliki klorofil yang cukup untuk mendukung fotosintesis sehingga fotosintat yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan sintesis berbagai senyawa yang dibutuhkan untuk membangun energi maupun mengisi sel-sel baru pada jaringan meristematis.

Tabel 3. Pengaruh posisi tanaman pada rak vertikal di lokasi *open field* terhadap keragaan pertumbuhan tanaman padi varietas Situ Bagendit

Posisi tanaman pada rak vertikal	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun/ ember	Jumlah Anakan/ ember
P1 : lantai 1 (dasar)	50,29 c	23,78 c	6,44 c
P2 : lantai 2 (tengah)	74,47 b	69,11 b	18,78 b
P3 : lantai 3 (teratas)	83,00 a	220,44 a	44,20 a

Keterangan: angka-angka diikuti huruf sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata dan yang diikuti huruf tidak sama berarti berbeda nyata menurut Uji BNT 5%.

Tabel 4. Pengaruh posisi tanaman pada rak vertikal terhadap berat kering tajuk, akar dan berat kering tanaman padi varietas Situ Bagendit

Posisi tanaman pada rak vertikal	Berat Kering Tajuk	Berat Kering Akar	Berat Kering Total
	(gram)	(gram)	(gram)
P1 : lantai 1 (dasar)	6,83 c	1,78 c	8,61 c
P2 : lantai 2 (tengah)	17,58 b	7,17 b	24,75 b
P3 : lantai 3 (teratas)	47,75 a	25,58 a	73,33 a

Keterangan: angka-angka diikuti huruf sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata dan yang diikuti huruf tidak sama berarti berbeda nyata menurut Uji BNT 5%.

Kualitas cahaya mempengaruhi fotosintesis karena cahaya dengan panjang gelombang 400-700 nm merupakan cahaya yang paling efektif untuk fotosintesis, sedangkan cahaya merah jauh (700-800 nm) memiliki peran mendukung proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman terutama di lingkungan teraung (Tan *et al.*, 2022). Sinar merah mempengaruhi perluasan daun dan pemanjangan hipokotil, kombinasi sinar merah dengan sinar biru, hijau juga secara positif mempengaruhi pertumbuhan tanaman termasuk pertumbuhan daun dan pemanjangan batang (Kwon *et al.*, 2015). Yavari *et al.* (2021) menyebutkan bahwa penelitian sebelumnya menunjukkan panjang gelombang 430-500 nm sangat efektif menstimulasi pigmentasi, metabolisme

sekunder, fungsi fotosintesis dan perkembangan kloroplas.

Anakan tanaman padi muncul dari tunas aksial (*axillary*) pada buku batang utama, setelah muncul anakan primer berlanjut muncul anakan sekunder dari anakan primer, kemudian muncul anakan tersier dari anakan sekunder, dan seterusnya (Eixarch *et al.*, 2015). Anakan merupakan sifat agronomi yang sangat penting dalam produksi gabah (Badshah *et al.*, 2014). Seiring dengan bertambahnya anakan, tanaman membentuk rumpun dengan jumlah anakan semakin banyak, jumlah daun meningkat dan tanaman bertambah tinggi. Semua proses tersebut membutuhkan energi dan senyawa organik yang dihasilkan oleh tanaman itu sendiri dengan berbasis energi matahari. Tanaman yang memperoleh energi matahari semakin rendah berakibat pada rendahnya kapasitas

menyediakan energi maupun senyawa organik sehingga semakin rendah pertumbuhan tinggi tanaman dan semakin sedikit jumlah daun maupun anakannya. Hal ini terjadi pada tanaman padi yang berada di posisi terbawah dari rak vertikal.

Pada Tabel 4 terlihat bahwa berat kering tajuk tanaman padi yang berada pada posisi paling atas dari rak vertikal lebih tinggi dibandingkan yang berada pada posisi di bawahnya. Berat kering tajuk merupakan akumulasi senyawa organik hasil pertumbuhan tanaman di atas permukaan tanah, meliputi pertumbuhan batang, pertumbuhan daun dan jumlah anakan. Jika dilihat dari pertumbuhannya, tanaman padi pada posisi teratas rak vertikal memiliki tinggi tanaman dan jumlah daun melebihi tanaman pada posisi di bawahnya dan terendah adalah pada posisi lantai dasar (Tabel 3). Dua komponen tersebut sangat mendukung bobot kering tajuk tanaman. Penyebab munculnya variasi pertumbuhan dan berat kering tajuk tersebut disebabkan oleh adanya perbedaan dalam penerimaan radiasi matahari dalam setiap posisi pada rak vertikal.

Berat kering akar menunjukkan keragaan pertumbuhan bagian perakaran. Ternyata tanaman yang berada pada posisi teratas rak vertikal memiliki berat kering akar lebih tinggi dibandingkan tanaman di bawahnya dan terendah terjadi pada posisi rak terbawah. Pertumbuhan akar berlangsung melalui pembelahan sel dan pemanjangan sel pada jaringan meristem di

ujung akar. Proses pembelahan dan pemanjangan akar memerlukan energi serta materi untuk bahan penyusun sel-sel baru antara lain berbentuk senyawa organik yang dihasilkan melalui metabolisme tanaman. Organ utama yang menghasilkan metabolit adalah daun, sehingga tanaman yang memiliki daun banyak berpotensi memproduksi metabolit dalam jumlah yang banyak. Jika metabolit tersebut ditranslokasikan ke bagian perakaran maka akan sangat berguna untuk pertumbuhan sel-sel akar. Tanaman padi yang berada di posisi teratas, memiliki jumlah daun lebih banyak, sehingga hasil metabolismenya berpotensi sangat mendukung pertumbuhan perakaran jika ditranslokasikan ke bagian akar yang sedang tumbuh. Abidin dan Indradewa (2021) menyebutkan bahwa partisi asimilat yang lebih banyak ke arah akar merupakan respon tanaman terhadap cekaman kekurangan air. Asimilat tersebut digunakan untuk memperluas sistem perakaran dalam memenuhi kebutuhan transpirasi di bagian atas tanaman.

Akar tidak hanya memberikan dukungan struktural pada organ tanaman, memfasilitasi tanaman memperoleh air dan nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhannya, tetapi juga dapat menanggapi kondisi lingkungan di dalam tanah, seperti kandungan air, unsur hara, dan adanya unsur toksik (Meng *et al.*, 2019). Akar mendukung berdirinya tanaman pada media tanam, menyerap air dan nutrisi dari tanah, oleh karena itu perkembangan akar sangat mempengaruhi pertumbuhan dan

produktivitas tanaman (Seo *et al.*, 2020). Tanaman padi pada posisi teratas memiliki jumlah anakan terbanyak, setiap anakan memiliki perakaran sehingga dalam satu rumpun tanaman tersebut berat kering akarnya melebihi tanaman padi pada posisi di bawahnya yang memiliki jumlah anakan lebih sedikit.

Berat kering total merupakan gabungan antara berat kering tajuk dan berat kering perakaran. Tanaman pada posisi teratas dari rak vertikal memiliki berat kering total tertinggi dan terendah pada posisi dasar dari rak vertikal. Hal ini disebabkan oleh berat kering tajuk dan akar dari tanaman pada posisi teratas dari rak vertikal lebih tinggi dibandingkan dengan posisi dasar (terbawah). Secara tidak langsung, semua itu terjadi karena penerimaan radiasi matahari pada posisi terbawah rak vertikal jauh lebih sedikit dibandingkan posisi di atasnya. Hal ini berakibat pada jumlah klorofil lebih sedikit, kapasitas pertumbuhan tajuk, jumlah anakan, pertumbuhan akar menjadi lebih rendah sehingga berat kering totalnya paling rendah.

Pada Tabel 5, terlihat bahwa jumlah malai tanaman yang berada di posisi teratas dari rak vertikal lebih banyak dibandingkan posisi di bawahnya. Jumlah malai menggambarkan potensi produksi setiap tanaman, karena pada organ inilah biji padi tumbuh hingga dipanen. Jumlah malai ditentukan oleh jumlah anakan per rumpun, terutama jumlah anakan produktif. Tanaman

yang berada di posisi teratas rak vertikal memiliki jumlah anakan paling banyak, sehingga berpeluang jumlah malai juga lebih banyak dibandingkan pada posisi di bawahnya, walaupun tidak semua anakan menghasilkan malai. Malai adalah bunga atau bagian organ generatif dari tanaman padi, muncul dari anakan tanaman yang produktif.

Memahami perkembangan malai pada padi (*Oryza sativa* L.) sangat penting untuk manajemen budidaya tanaman tetapi identifikasi yang akurat dari fenomena ini sulit karena malai terbentuk di dalam batang semu (Fushimi *et al.*, 2021). Malai padi termasuk jenis perbungaan dengan pertumbuhan terbatas, terdiri dari cabang primer, cabang sekunder, dan spikelet ada di cabang tersebut (Li *et al.*, 2021). Proses pengembangan malai padi terjadi secara kompleks. Pada masa pertumbuhan reproduktif, meristem apikal pucuk berubah menjadi meristem bunga kemudian berdiferensiasi menjadi meristem cabang primer. Meristem cabang sekunder diproduksi berturut-turut dari cabang utama, selanjutnya berdiferensiasi menjadi cabang meristem spikelet dan meristem spikelet lateral, pada saat yg sama, bagian atas meristem cabang primer berdiferensiasi menjadi meristem spikelet terminal. Panjang malai tergantung pada pertumbuhan cabang primer pada malai. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tanaman padi yang berada di posisi dasar, tengah dan teratas dari rak vertikal memiliki panjang malai tidak berbeda nyata.

Tabel 5. Pengaruh posisi tanaman pada rak vertikal terhadap pertumbuhan malai tanaman padi varietas Situ bagendit

Posisi tanaman pada rak vertikal	Jumlah malai/ember	Panjang malai (cm)
P1 : lantai 1 (dasar)	6,78 c	23,67 a
P2 : lantai 2 (tengah)	18,89 b	23,70 a
P3 : lantai 3 (teratas)	32,78 a	23,81 a

Keterangan: angka-angka diikuti huruf sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata dan yang diikuti huruf tidak sama berarti berbeda nyata menurut Uji BNT 5%.

Tabel 6. Pengaruh posisi tanaman pada rak vertikal terhadap komponen hasil tanaman padi varietas Situ Bagendit

Posisi tanaman pada rak vertikal	Jumlah gabah/malai	Jumlah gabah bernas/malai	Berat gabah/malai
	butir	butir	gram
P1 : lantai 1 (dasar)	52,51 b	52,22 b	1,09 b
P2 : lantai 2 (tengah)	53,64 b	53,27 b	1,15 b
P3 : lantai 3 (teratas)	86,22 a	82,69 a	1,41 a

Keterangan: angka-angka diikuti huruf sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata dan yang diikuti huruf tidak sama berarti berbeda nyata menurut Uji BNT 5%.

Hasil padi merupakan sifat yang kompleks, secara perkalian ditentukan oleh tiga faktor utama yaitu berat gabah, jumlah malai per tanaman, dan jumlah gabah per malai (Li *et al.*, 2021). Bobot gabah, jumlah gabah, dan jumlah malai dianggap komponen hasil utama pada padi (Song *et al.*, 2007), sedangkan Mehra *et al.* (2022) menyebutkan bahwa ukuran gabah adalah salah satu penentu utama berat gabah dan pada akhirnya, akan menentukan hasil panen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman padi pada posisi lantai teratas rak vertikal memiliki jumlah gabah per malai terbanyak dibandingkan yang berada di posisi di bawahnya. Jumlah gabah per malai sangat ditentukan oleh morfologi malai, terutama oleh percabangan malai. Cabang primer dan sekunder serta banyaknya meristem yang berdiferensiasi menjadi spikelet pada akhirnya akan membentuk struktur dasar malai padi dan menentukan

jumlah gabah per malai (Li *et al.*, 2021). Yang dan Zhang (2010) menyebutkan bahwa untuk meningkatkan hasil padi pada masa depan dan mematahkan “*yield ceiling*” program pemuliaan padi diarahkan pada peningkatan kapasitas *sink* (lubuk) yaitu meningkatkan jumlah spikelet per malai.

Pada tanaman padi, gabah merupakan *sink* (lubuk) yang bernilai ekonomis, yaitu bagian organ tanaman yang menjadi tempat akumulasi metabolit tanaman yang memiliki nilai ekonomis, dalam hal ini karena mengandung gizi yang diperlukan oleh manusia, terutama karbohidrat. Metabolit tersebut antara lain dihasilkan melalui fotosintesis oleh daun-daun kemudian ditranslokasikan ke malai menuju bagian spikelet sebagai “*sink*”. Hasil gabah merupakan hasil dari kapasitas *sink* dan efisiensi pengisiannya (Yang dan Zhang, 2010).

Apabila dilihat dari panjang malai (Tabel 5), tidak terdapat perbedaan nyata antara malai yang dihasilkan dari tanaman padi yang berada di posisi dasar, tengah maupun teratas dalam rak vertikal, namun hasil jumlah gabah per malai, berat gabah dan jumlah gabah bernasnya paling tinggi yang berada di lantai teratas. Tanaman padi pada posisi teratas rak vertikal memiliki pertumbuhan tajuk yang sangat baik (Tabel 2), sehingga kapasitas fotosintesisnya tinggi, berakibat potensi asimilat yang ditranslokasikan ke bagian spikelet lebih banyak, sehingga dapat mengisi setiap floret pada spikelet. Hal ini menyebabkan jumlah gabah per malai, berat gabah dan jumlah gabah bernas per malai pada tanaman tersebut menjadi lebih tinggi dibandingkan yang berada pada posisi dibawahnya. Tanaman padi yang memiliki ukuran malai dan jumlah spikelet ideal, namun jika biomassa dan pengisian gabahnya jelek akan rentan terhadap serangan hama dan penyakit (Parida *et al.*, 2022).

Jika jumlah bulir per malai ditentukan secara genetik maka untuk meningkatkan hasil padi, dapat melalui upaya langkah budidaya yang dapat meningkatkan jumlah malai per satuan luas (Wu *et al.*, 2022). Tanaman padi yang terletak di posisi teratas dari rak vertikal ternyata memiliki jumlah malai lebih dari tanaman padi yang berada di posisi di bawahnya dan mengakibatkan hasil gabahnya juga lebih tinggi. Jumlah malai ditentukan oleh jumlah anakan. Fase pembentukan anakan adalah fase fenologi penting pada tanaman padi karena sangat

mempengaruhi hasil gabah (Eixarch *et al.*, 2015). Pada fase ini tanaman sebaiknya mendapatkan sumberdaya lingkungan seoptimal mungkin. Keterbatasan perolehan sumber daya lingkungan menyebabkan jumlah anakan di bawah optimal yang berakibat pada rendahnya jumlah malai dan hasil gabah.

Kehampaan (gabah kosong) merupakan salah satu faktor utama penyebab rendahnya produktivitas padi. Penyebab kehampaan dapat dikarenakan tidak sempurnanya penyerbukan akibat kerusakan gamet jantan dan betina, serta tidak seimbanginya *sink* (lubuk) yang besar dan *source* (sumber) yang sedikit (Widyaningtiyas *et al.*, 2020). Dalam Tabel 6 terlihat bahwa jumlah gabah bernas per malai paling banyak diperoleh dari tanaman padi pada posisi teratas dalam rak vertikal. Hal ini antara lain disebabkan oleh *source* pada tanaman ini lebih banyak menghasilkan asimilat yang ditranslokasikan ke bagian floret pada spikelet sebagai *sink* (lubuk) sehingga lebih banyak gabah yang berisi. Hasil dari tanaman padi dalam penelitian ini dilihat dari berat gabah per malai, karena sangat menentukan berat gabah per rumpun jika dikalikan dengan jumlah malai per rumpun. Pada Tabel 6, terlihat bahwa berat gabah per malai paling tinggi diperoleh pada tanaman padi yang berada di posisi teratas dalam rak vertikal. Hal ini disebabkan oleh jumlah gabah bernas per malai dari tanaman ini lebih banyak dibandingkan tanaman pada posisi di bawahnya.

Tabel 7. Deskripsi tanaman padi varietas Situ Bagendit

Tahun dilepas	: 2003 (SK Menteri Pertanian 384/Kpts/SR.120/7/2003)
Nomor pedigree	: S4325d-1-2-3-1
Asal	: Persilangan Batur/S2823-7d-8-1-A//S283-7d-8-1-A
Umur tanaman	: 110-120 hari
Bentuk tanaman	: Tegak
Tinggi Tanaman	: 99-105 cm
Anakan produktif	: 12-13 malai/rumpun
Berat 1000 Butir	: 27-28 gram
Rata Rata Hasil	: 3-5 ton/ha GKG
Ketahanan OPT	: Agak tahan terhadap Blast, bakteri hawar daun strain III dan IV.
Anjuran	: cocok ditanam di lahan kering, mampu juga ditanam di lahan sawah.
Pemulia	: Z.A. Simanullang; Aan A. Daradjat; Ismail BP; Nani Yunani.

Sumber: Anonim (2003)

Apabila dibandingkan dengan deskripsi tanaman padi Situ Bagendit (Tabel 7) ternyata pertumbuhan tinggi tanaman padi pada lantai dasar, tengah maupun teratas dari rak vertikal belum optimal karena hanya berkisar antara 50,29 cm – 83,00 cm (Tabel 2), demikian juga jumlah anakan tanaman padi pada lantai dasar hanya 6,44. Rerata berat 1000 butir gabah dari tanaman padi di lantai dasar adalah 20,87 gram, lantai tengah 21,58 gram dan lantai teratas adalah 17,05 gram. Berat 1000 butir gabah dari ketiga lantai tersebut ternyata masih dibawah berat optimalnya yaitu 27-28 gram. Dari konversi hasil gabah per hektar, diperoleh hasil padi pada rak lantai dasar adalah 0,95 ton/ha, rak lantai tengah 2,78 ton/ha dan rak lantai teratas adalah 5,92 ton/ha dengan asumsi jarak tanam model tegel 25 cm x 25 cm dan populasi rumpun/ha dihitung 80%. Rerata kadar air gabah hasil panen adalah 21%, jika dikonversi dalam gabah kering giling (GKG), maka hasil gabah pada lantai dasar adalah 0,63 ton/ha, rak lantai tengah 1,85

ton/ha dan rak lantai atas 3,94 ton/ha. Berdasarkan deskripsi, potensi hasil padi varietas Situ Bagendit rerata hasilnya adalah 3-5 ton/ha GKG (Tabel 7). Hasil padi yang mendekati potensi deskripsinya adalah yang ditanam pada lantai teratas (lantai 3). Namun jika diperhitungkan berdasarkan penggunaan lahan secara vertikal tiga lantai maka diperoleh total hasil dari ketiga lantai tersebut adalah 6,43 ton/ha. Dari perhitungan tersebut terlihat bahwa budidaya padi Situ Bagendit secara vertikal dengan tiga lantai lebih efisien dalam penggunaan lahan karena bisa menghasilkan lebih dari 5 ton/ha GKG.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini disimpulkan bahwa posisi tanaman padi pada rak vertikal mempengaruhi penerimaan intensitas radiasi matahari, kandungan klorofil, pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan dan komponen hasil tanaman padi kecuali panjang malai. Posisi tanaman padi pada lantai teratas rak vertikal menerima intensitas radiasi matahari tertinggi, kandungan klorofil lebih tinggi, pertumbuhan tajuk lebih baik dan hasil tanaman lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman padi pada posisi di bawahnya. Posisi tanaman padi pada lantai teratas dari rak vertikal memberikan hasil tertinggi. Penggunaan rak vertikal tiga lantai dapat menghasilkan padi per hektar melebihi potensi dalam deskripsinya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada PT Suryajaya Abadi Perkasa yang telah mendanai penelitian ini melalui kerjasama dengan Fakultas Pertanian dan Bisnis, Universitas Kristen Satya Wacana- Salatiga.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, A.Z. dan Indradewa, D. 2021. Hubungan nisbah perakaran dalam dengan ketahanan kekeringan dan hasil enam kultivar padi (*Oryza Sativa* L.). *Vegetalika* Vol. 10 (1):18–30. DOI: <https://doi.org/10.22146/veg.57787>
- Amelia, D.E., Kurniawan, F.Y. 2021. Chlorophyll and carotenoid level comparisons of pigeon orchid (*Dendrobium crumenatum*) in water and light stress treatment. *Indonesian Journal of Science and Education*. Vol 5 (1): 44-48. DOI : 10.31002/ijose.v5i1.2868
- Anonim. 2003. Pelepasan galur padi Situ Bagendit. E Katalog LKPP. file:///C:/Users/E31/Downloads/SK.%20Mentan%20Pelepasan%20Padi%20V arietas%20SITU%20BAGENDIT-8.pdf
- Badshah, M.A., Tu, M., Zou, Y., Ibrahim, M., Wang, K. 2014. Yield and tillering response of super hybrid rice Liangyoupeijiu to tillage and establishment methods. *The Crop Journal* 2: 79-86. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cj.2013.11.004>
- Eixarch, M.M., Catala, M.M., Tomas, N., Pla, E., Zhu, D. 2015. Tillering and yield formation of a temperate Japonica rice cultivar in a Mediterranean rice agrosystem. *Spanish Journal of Agricultural Research* 13(4), e0905. <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2015134-7085>
- Fauzi, F.R., Abdullah, S.H., Priyati, A. 2018. Evaluasi kesesuaian lahan untuk komoditas padi dengan memanfaatkan aplikasi sistem informasi geografis (SIG) di Kabupaten Lombok tengah. *JRPB*, Vol. 6 (2):131-140. DOI: <https://doi.org/10.29303/jrpb.v6i2.87>

- Fushimi, E., Yoshida, H., Yabe, S., Ikawa, H., Nakagawa, H. 2021. A quantitative staging system for describing rice panicle development and its application for a crop phenological model. *Agronomy Journal*. 113:5040–5053. DOI: 10.1002/agj2.20845
- Hendriyani, I.S., & Setiari, N. 2009. Kandungan chlorophyll dan pertumbuhan kacang panjang (*Vigna sinensis*) pada tingkat penyediaan air yang berbeda. *J. Sains & Mat.* Vol.17(3):145-150.
- Kwon, A.R., Cui, H.Y., Lee, H., Shin, H., Kang, K.S., Park, S.Y. (2015). Light quality affects shoot regeneration, cell division, and wood formation in elite clones of *Populus euramericana*. *Acta Physiol Plant* 37:65. DOI 10.1007/s11738-015-1812-0
- Latifa, R., Hadi, S., Nurrohman, E. 2019. The Exploration of chlorophyll content of various plants in city forest of Malabar Malang. *Bioedukasi* Vol.17 (2): 50-62. <https://dx.doi.org/10.19184/bioedu.v17i2.14091>
- Lawendatu, O.P.G., Pontoh, J., Kamu, V.S. (2019). Analisis kandungan klorofil pada berbagai posisi daun dan anak daun Aren (*Arenga pinnata*). *Chem.Prog.* Vol 12 (2) : 67-72. DOI: <https://doi.org/10.35799/cp.12.2.2019.27427>
- Li, G., Zhang, H., Li, J., Zhang, Z., Li, Z. 2021. Genetic control of panicle architecture in rice. *The Crop Journal* 9 (2021) 590–597. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2021.02.004>
- Li, J., Nianpeng, H., Jihua, H., Li, X., Congcong, L., Jiahui, Z., Qiufeng, W., Ximin, Z., Xiuqin, Wu. (2018). Factors influencing leaf chlorophyll content in natural forests at the biome scale. *Frontiers in Ecology and Evolution*. Vol 6 (article 64):1-10. doi: 10.3389/fevo.2018.00064
- Li, R., Li, M., Ashraf, U., Liu, S., Zhang, J. 2019. Exploring the relationships between yield and yield-related traits for rice varieties released in China from 1978 to 2017. *Frontiers in Plant Science* Vol 10, article 543. doi: 10.3389/fpls.2019.00543
- Mehra, P., Pandey, B.K., Verma, L., Prusty, A., Singh, A.P., Sharma, S., Malik, N., Bennett, M.J., Parida, S.K., Giri J., Tyagi, A.K. 2022. OsJAZ11 regulates spikelet and seed development in rice. *Plant Direct*. 2022;6:e401. <https://doi.org/10.1002/pld3.401>
- Meng, F., Xiang, D., Zhu, J., Li, Y., Mao, C. 2019. Molecular mechanisms of root development in rice. *Springer Open* (2019) 12:1. <https://doi.org/10.1186/s12284-018-0262-x>
- Nio, S.A dan Banyo, Y. 2011. Konsentrasi klorofil daun sebagai indikator kekurangan air pada tanaman. *Jurnal Ilmiah Sains* Vol. 11 (2): 166-173.
- Parida, A.K., Sekhar, S., Panda, B.B., Sahu, G., Shaw, B.P. 2022. Effect of panicle morphology on grain filling and rice yield: Genetic control and molecular regulation. *Frontiers in Genetics* Volume 13 article 876198. <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.876198>
- Pratama, A.J., Laily, A.N. 2015. Analisis kandungan klorofil Gandasuli (*Hedychium gardnerianum* Shephard ex Ker-Gawl) pada tiga daerah perkembangan daun yang berbeda. Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam 2015. Pendidikan Biologi, Pendidikan Geografi, Pendidikan Sains, PKLH-FKIP UNS. 216-219.
- Sayekti, S., Harpeni E., Muhaemin, M. 2017. Pengaruh intensitas cahaya terhadap kandungan klorofil-a dan -c Zooxanthellae dari isolat karang lunak *Zoanthus* sp. *Maspari Journal* 9 (1): 61-68.

- Seo, D.H., Seomun, S., Choi, Y.D., Jang, G. 2020. Root development and stress tolerance in rice: The key to improving stress tolerance without yield penalties. *Int. J. Mol. Sci. Volume 21, 1807*; doi:10.3390/ijms21051807
- Song, X. J., Huang, W., Shi, M., Zhu, M. Z., & Lin, H. X. (2007). A QTL for rice grain width and weight encodes a previously unknown RING-type E3 ubiquitin ligase. *Nature Genetics, 39(5), 623–630*. <https://doi.org/10.1038/ng2014>
- Syarifah, R.N.K., Suroto, A., Istiqomah, D., Widiyawati, I. 2021. Ragam karakter pertumbuhan padi sawah pada berbagai wilayah di kabupaten Banyumas. *NST Proceedings Open Access Sains dan teknologi Pertanian Modern Volume 2021*. <http://dx.doi.org/10.11594/nstp.2021.1502>
- Tan, T., Li, S., Fan, Y., Wang, Z., Raza, M.A., Shafiq, I., Wang, B., Wu, X., Yong, T., Wang, X., Wu, Y., Yang, F., Yang, W. 2022. Far-red light: A regulator of plant morphology and photosynthetic capacity. *The Crop Journal 10* :300–309. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2021.06.007>
- Widyaningtias, L.A.M., Yudono, P., Supriyanta. 2020. Identifikasi karakter morfologi dan agronomi penentu kehampaan malai padi (*Oryza sativa* L.). *Vegetalika Vol. 9(2): 399-413*. DOI:10.22146/veg.50721
- Wu, H., Zeng, C., Zhang, Z., Wu, D., Dai, W., Liu, H., Dai, H. 2022. Characteristics of grain filling and starch accumulation of brewing functional indica rice in Southern Sichuan Eco-Region. *Open Access Library Journal Volume 9, e8707*. <https://doi.org/10.4236/oalib.1108707>
- Yang, J and Zhang, J. 2010. Grain-filling problem in 'super' rice. *Journal of Experimental Botany, Vol. 61 (1):1–5*. doi:10.1093/jxb/erp348
- Yavari, N., Tripathi, R., Sen Wu, B., MacPherson, S., Singh, J., Lefsrud, M. 2021. The effect of light quality on plant physiology, photosynthetic, and stress response in *Arabidopsis thaliana* leaves. *PLoS ONE ·16(3): e0247380*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247380>