



Studi Fase Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Lotus (*Nelumbo nucifera*) pada Ekosistem Buatan Kolam Sains Universitas Bengkulu

Study of Growth Phase and Development of Lotus Plants (*Nelumbo nucifera*) in Artificial Ecosystem of Science Pond, University of Bengkulu

Anton Panjaitan ^{*,1}, Deni Parlindungan ¹, M. Sutarno ¹, Bhakti Karyadi ², Septi Kurniasih ³

¹ Jurusan Pendidikan IPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Bengkulu, Bengkulu, Indonesia

² Pasca Sarjana Pendidikan IPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Bengkulu, Bengkulu, Indonesia

³ Jurusan Pendidikan IPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang, Indonesia

*Penulis Korespondensi

Email: antonpanjaitan89@gmail.com

Abstrak. *Lotus adalah tanaman air yang memiliki habitat alami di rawa atau tempat berlumpur. Pertumbuhan dan perkembangan lotus perlu dikaji lebih dalam untuk mempermudah proses budidaya. Budidaya lotus di Bengkulu masih terbilang minim, meskipun di beberapa daerah sudah ada hanya dijadikan sebagai tanaman hias. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan dan perkembangan lotus di kolam sains Universitas Bengkulu. Pengamatan dilakukan pada 4 stasiun penelitian dengan variasi ketinggian air dan lumpur yang berbeda. Parameter pertumbuhan lotus yang diamati adalah pertumbuhan biji (pertumbuhan tunas, jumlah tunas, jumlah daun, jumlah akar dan panjang akar), pertumbuhan bibit (jumlah daun, diameter daun, jumlah rimpang dan perbandingan pertumbuhan daun melayang dan daun koin), dan pemanenan (pertumbuhan bunga dan biji yang dihasilkan) dan dianalisis secara deskriptif kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan bibit lebih maksimal dari biji yang memiliki ciri dengan bentuk membulat sempurna, tidak kisut dan tidak berjamur. Lokasi terbaik untuk pertumbuhan dan perkembangan lotus yaitu pada plot 2 dilihat dari laju pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan plot 1, plot 3 dan plot 4 dengan Parameter pertumbuhan pada plot 2 memiliki rata-rata diameter daun 66,3 mm, jumlah daun 5 helai, diameter tangkai daun 2 mm, dan jumlah rimpang 5 ruas. Jumlah biji yang dihasilkan memiliki rata-rata 28 terdiri dari 19 biji fertil dan 9 biji infertil. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman lotus di kolam sains lebih maksimal dengan ciri lokasi yaitu kedalaman lumpur 62 cm dan kedalaman air 21 cm. Bunga lotus lebih banyak menghasilkan biji fertil dibandingkan dengan biji infertil yang menunjukkan tingkat keberhasilan penyerbukan tinggi.*

Kata kunci: *lotus, pertumbuhan, perkembangan, ekosistem buatan.*

Abstract. *Lotus is an aquatic plant that has a natural habitat in swamps or muddy places. The growth and development of lotus need to be studied further to facilitate the cultivation process. Lotus cultivation in Bengkulu is still relatively minimal, although in some areas it is only used as an ornamental plant. This study aims to determine the growth and development of lotus in the science pond of the University of Bengkulu. Observations were carried out at 4 research stations*

with different variations in water and mud height. The lotus growth parameters observed were seed growth (shoot growth, number of shoots, number of leaves, number of roots and root length), seedling growth (number of leaves, leaf diameter, number of rhizomes and comparison of floating leaf growth and coin leaves), and harvesting (flower growth and seeds produced) and analyzed descriptively qualitatively. The results showed that seedling growth was more optimal than seeds that had characteristics with a perfectly round shape, were not wrinkled and were not moldy. The best location for lotus growth and development is in plot 2 seen from the faster growth rate compared to plot 1, plot 3 and plot 4 with growth parameters in plot 2 having an average leaf diameter of 66.3 mm, number of leaves 5 strands, leaf stalk diameter 2 mm, and number of rhizomes 5 segments. The number of seeds produced has an average of 28 consisting of 19 fertile seeds and 9 infertile seeds. Lotus plants grew and developed optimally in the science pond, characterized by a mud depth of 62 cm and a water depth of 21 cm. Lotus flowers produced more fertile seeds than infertile seeds, indicating a high pollination success rate.

Keywords: lotus, growth, development, artificial ecosystem.

1. Pendahuluan

Lotus merupakan tanaman air yang habitat aslinya hidup di rawa atau tempat yang memiliki cukup banyak air dan berlumpur. Lotus memiliki nilai penting dalam bidang ekologi, khususnya sebagai tanaman bioindikator kualitas air. Keberadaannya dalam suatu ekosistem akuatik menandakan kestabilan ekosistem tersebut. Akar-akar lotus yang menjalar dalam lumpur membantu menstabilkan sedimen dasar, sementara daunnya yang mengapung berkontribusi dalam mengurangi pertumbuhan alga dengan membatasi penetrasi cahaya matahari ke dalam air. Selain manfaat dalam bidang ekologi lotus juga memiliki manfaat di bidang pengobatan dan pangan. Lotus memiliki senyawa gizi yang tinggi yang sangat bermanfaat jika dikonsumsi. Daun lotus yang memiliki nilai kesehatan sering digunakan untuk mengobati berbagai penyakit seperti disentri, mengatasi diare, anti stroke, menyehatkan organ pernapasan, obat panas dalam, menjaga daya tahan tubuh, obat obesitas, hemoptisis, hematuria, dan metroragia (Mondal *et al.*, 2024). Rimpang dan biji lotus memiliki kandungan nutrisi yang penting, kaya akan serat, vitamin dan mineral serta telah banyak digunakan dalam bidang kuliner (Bishayee *et al.*, 2022). Lotus dimanfaatkan sebagai tanaman multiguna yang dapat dikultivasi untuk menunjang ketahanan pangan. Rimpangnya yang kaya karbohidrat dan protein digunakan sebagai sumber makanan pokok di beberapa negara Asia.

Lotus tersebar di wilayah yang memiliki iklim tropis seperti di asia termasuk India, China, Jepang, Indonesia dan australia, tetapi persebaran lotus lebih besar ditemukan di negara Thailand dan Vietnam (Liu *et al.*, 2023). Di negara-negara seperti India dan Tiongkok, lotus tidak hanya tumbuh secara liar di danau, rawa, dan kolam, tetapi juga dibudidayakan secara intensif untuk tujuan ornamental, religius, dan konsumsi. Persebaran alami ini dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang mendukung, terutama perairan yang tenang dengan suhu hangat serta ketersediaan cahaya matahari yang tinggi. Melalui aktivitas manusia, lotus telah diperkenalkan

dan dibudidayakan di kawasan non-asal seperti Amerika Utara, Amerika Selatan, dan beberapa wilayah Afrika. Faktor iklim, tipe substrat perairan, dan toleransi terhadap fluktuasi ketinggian air berperan penting dalam keberhasilan adaptasi dan persebaran lotus di luar habitat aslinya (Yang *et al.*, 2024).

Persebaran lotus di Indonesia terutama di Bengkulu belum tercatat secara luas, baik dalam konteks pertumbuhan alami maupun budidaya. Penyebaran lotus di wilayah Bengkulu kemungkinan besar disebabkan oleh kurangnya perhatian terhadap pemanfaatan tanaman aquatik non-endemik. Secara ekologis, habitat perairan di Bengkulu seperti rawa dan danau kecil di daerah pedalaman atau perbukitan, sebenarnya berpotensi untuk mendukung pertumbuhan lotus. Suhu hangat dan kelembaban tinggi di Bengkulu menciptakan lingkungan yang ideal untuk budidaya lotus (Ridhowati *et al.*, 2023). Kondisi iklim yang tropis dan curah hujan yang tinggi sepanjang tahun menjadi parameter pendukung utama persebaran lotus. faktor lain seperti, perubahan tata guna lahan, serta kompetisi dengan vegetasi lokal (misalnya *Nymphaea spp.* dan eceng gondok) dapat menghambat keberhasilan aklimatisasi spesies ini jika diperkenalkan ke alam bebas.

Penelitian terdahulu tentang tanaman lotus (*Nelumbo nucifera*) telah banyak mengungkap potensi dan manfaatnya dari berbagai aspek, mulai dari kandungan kimia, manfaat kesehatan, hingga aplikasinya dalam teknologi dan lingkungan. Secara fitokimia, lotus diketahui mengandung senyawa bioaktif penting seperti alkaloid (nuciferine, neferine), flavonoid, polifenol, polisakarida, dan vitamin yang berperan sebagai antioksidan, antidiabetes, antiinflamasi, serta memiliki potensi antikanker (Li *et al.*, 2021). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ekstrak bijinya mampu menurunkan kadar gula darah, meningkatkan sensitivitas insulin, dan memberikan efek anxiolitik maupun antidepressan pada uji hewan, sementara ekstrak metanoliknya terbukti dapat menghambat proliferasi sel kanker ovarium melalui mekanisme apoptosis.

Universitas Bengkulu memiliki beberapa lokasi rawa yang dimanfaatkan sebagai tempat belajar atau melakukan kegiatan praktikum seperti contoh danau ilmu, danau inspirasi, kolam konservasi kura-kura dan kolam sains. Salah satu kawasan rawa yang terdapat di Universitas Bengkulu hanya digunakan sebagai tempat kegiatan praktikum mahasiswa yaitu kolam sains, jika dimaksimalkan pemanfaatannya juga bisa digunakan sebagai laboratorium alam yang mendukung eksperimen lapangan. Kolam sains memiliki ukuran $11 \times 40 \text{ m}^2$ dan kondisi lingkungan yang relatif stabil, kolam ini menjadi lokasi strategis untuk lotus tumbuh dan berkembang. Tipe lokasi menentukan cocok atau tidaknya lotus untuk bertumbuh dan berkembang, seperti tersedianya unsur hara dan nutrisi yang tercukupi. Kondisi abiotik memengaruhi pertumbuhan lotus dilihat dari segi pencahayaan, ketersediaan lumpur dan air yang cukup, suhu udara dan kelembapan dan DO (Libao *et al.*, 2020). Dengan berbagai keunggulan tersebut kolam sains Universitas Bengkulu

merupakan lokasi yang ideal dan strategis untuk melakukan penelitian pertumbuhan dan perkembangan lotus. Pemanfaatan kolam sains dengan lebih maksimal ini diharapkan dapat menjadi salah satu sumber belajar dan sebagai tempat melakukan praktikum atau penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan dan perkembangan lotus di kolam sains Universitas Bengkulu.

2. Bahan dan Metode

2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di kolam sains Universitas Bengkulu, penelitian dilaksanakan dari bulan Juli sampai Desember 2024.

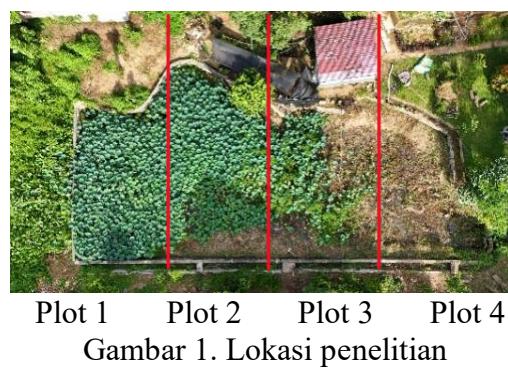
2.2 Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji lotus. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat ukur pertumbuhan (jangka sorong, timbangan digital, meteran pita dan penggaris), kamera dan *handphone* dan alat pengukuran abiotik (temperatur, lux meter, DO meter, TDS meter, PH meter, soil PH meter, soil meter, termometer).

2.3 Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan dengan 4 tahapan yaitu pembibitan, penanaman, perawatan dan pemanenan. **1) Pembibitan:** biji dipilih dengan kualitas yang memadai sebagai bibit dengan ciri berat rata rata 0,5-1 gram, panjang 12-14 mm, lebar 8-10 mm dan berbentuk bulat lonjong. Pembibitan dilakukan dengan merendam biji lotus dengan air selama 2 (dua) minggu sebelum penanaman, dilakukan penggantian air setiap hari. Variabel-variabel pengamatan pada kecambah yaitu pertumbuhan tunas, jumlah tunas, jumlah daun, jumlah akar dan panjang akar. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 15 hari. **2) Penanaman:** penanaman dilakukan dengan pembagian empat tipe lokasi tanam yaitu plot 1: kedalaman lumpur 78 cm dan kedalaman air 46 cm; plot 2: kedalaman lumpur 62 cm dan kedalaman air 21 cm; plot 3: kedalaman lumpur 116 cm dan kedalaman air 0 cm; plot 4: kedalaman lumpur 41 cm dan kedalaman air 0 cm, setiap lokasi terdapat 20 populasi tanaman dapat dilihat pada [Gambar 1](#). Jumlah keseluruhan tanaman yang digunakan yaitu 80 populasi tanaman. Kolam sains dengan berukuran 40 x 11 m dengan menggunakan jarak tanam 2 x 2 m. Penanaman dilakukan dengan menancapkan bibit lotus dilumpur sampai akar dan biji tertanam di dalam lumpur. Variabel pengamatan pada pertumbuhan bibit yang di tanam yaitu jumlah daun, diameter daun, jumlah rimpang dan perbandingan pertumbuhan daun melayang dan daun koin. Pengamatan pertumbuhan lotus dilakukan dengan rentang waktu 1 kali dalam 3 hari. **3) Perawatan:** perawatan yang dilakukan yaitu pembersihan gulma dan hama, pengendalian gulma dilakukan dengan cara penyiraman sedangkan hama dibersihkan dengan diambil secara langsung. **4) Pemanenan:** pemanenan dilakukan dengan

dengan menghitung jumlah produksi biji yang dihasilkan dari setiap pod bunga. Pengukuran pertumbuhan bunga dilakukan untuk melihat Kecepatan produksi biji.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Pengukuran dilakukan menggunakan jangka sorong seperti panjang tunas, panjang akar, diameter daun, diameter bunga dan diameter biji yang dihasilkan. Penghitungan jumlah dilakukan secara langsung dengan menghitung jumlah tunas, jumlah daun, jumlah akar, jumlah rimpang dan jumlah biji yang dihasilkan saat proses pertumbuhan dan perkembangan lotus.

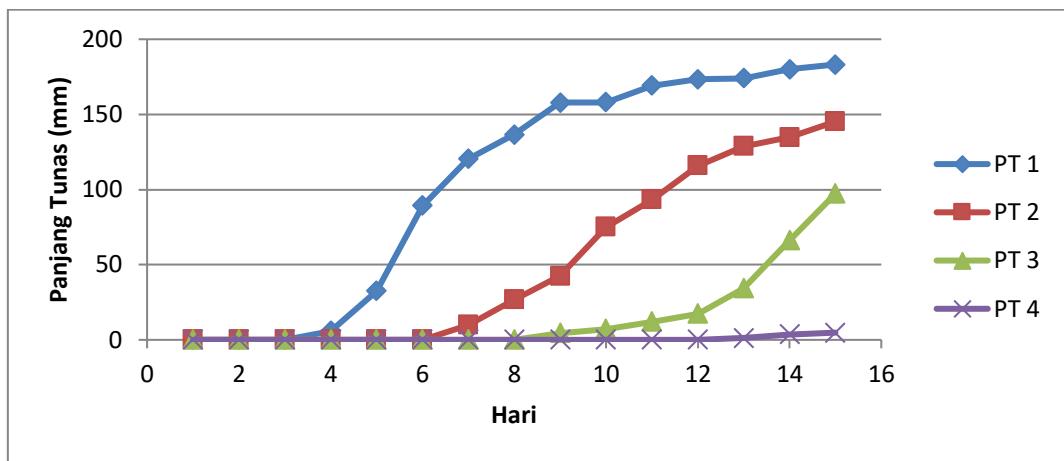
Data yang diperoleh dari hasil pengamatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman lotus dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai dinamika pertumbuhan tanaman selama masa penelitian. Analisis dilakukan dengan menyajikan data dalam bentuk tabel dan grafik yang menggambarkan perubahan parameter tren pertumbuhan dan perkembangan dari waktu ke waktu. Setiap data hasil pengamatan dicatat dan didokumentasikan secara sistematis, kemudian dihitung nilai rata-ratanya untuk masing-masing parameter.

3. Hasil dan Pembahasan

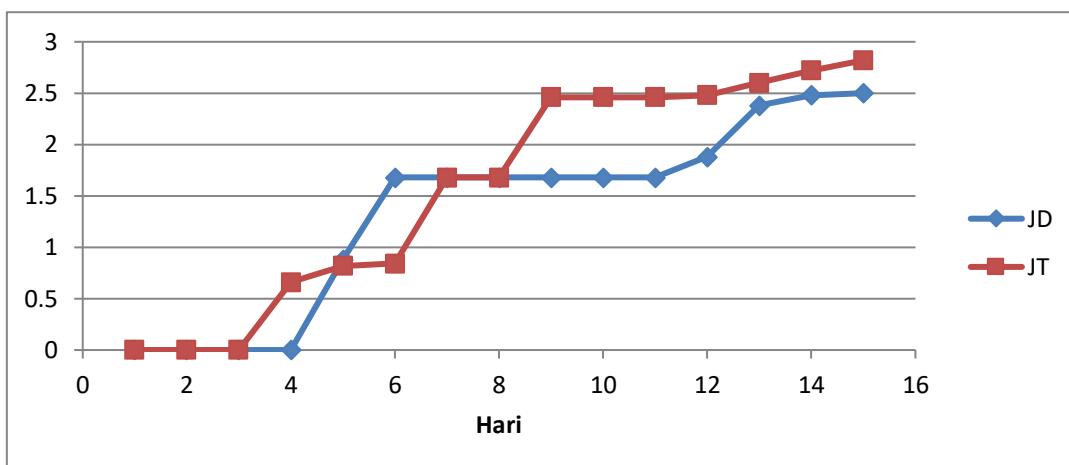
3.1 Perkecambahan Biji Lotus (*N. nucifera*)

Pengkecambahan biji lotus selama 15 hari menghasilkan 4 tunas dari setiap biji yaitu tunas 1 (PT 1), tunas 2 (PT 2), tunas 3 (PT 3) dan tunas 4 (PT4) (Gambar 2). Setiap tunas memiliki pertumbuhan panjang yang berbeda karena tunas yang pertama muncul akan dominan lebih panjang dibandingkan dengan tunas selanjutnya. Panjang tunas 1 lebih panjang dari panjang tunas 2, panjang tunas 3 dan panjang 4. Tunas 1 dari kecambah lotus muncul pada hari ke-4 setelah dilakukan perendaman. Setelah biji menyerap air hormon giberelin dan auksin aktif yang merangsang perpanjangan sel dan pertumbuhan tunas. Pertumbuhan panjang tunas berkurang seiring dengan lama pengamatan, semakin lama pengamatan maka laju pertumbuhan akan berkurang. Laju pertumbuhan tunas dilihat dari pertambahan panjang tunas dari setiap pengamatan. Pertumbuhan maksimal terjadi antara hari ke-5 dan hari ke-6. Pada hari ke-9 sampai hari ke-15 laju pertumbuhan mulai melambat karena sumber nutrisi dari biji sudah mulai habis. Laju pertumbuhan berkurang karena menipisnya nutrisi pada biji (Pandey *et al.*, 2022).

Pertumbuhan tunas 2, 3 dan 4 memiliki laju pertumbuhan yang kurang signifikan atau lambat, hal tersebut terjadi karena nutrisi pada biji lotus terbagi ke empat tunas dan tunas utama lebih banyak menyerap nutrisi karena lebih awal muncul dari tunas selanjutnya. Tunas pertama memiliki umur yang lebih banyak dibandingkan tunas ke dua, dilihat dari hari munculnya tunas tersebut. Pola pertumbuhan ini sejalan dengan sifat kompetitif penyerapan nutrisi di antara tunas, dengan tunas pertama menunjukkan umur dan pertumbuhan terpanjang (Black, 2000).



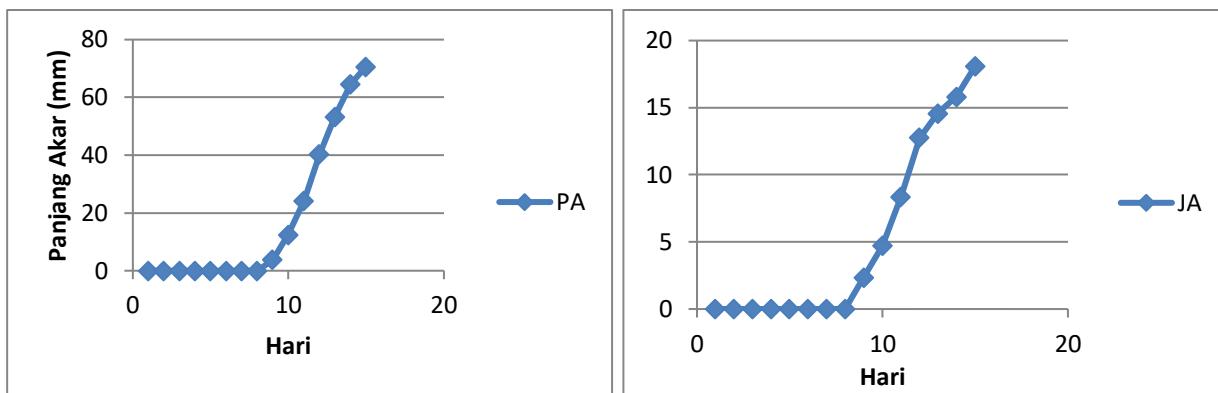
Gambar 2. Rata-rata pertumbuhan Panjang Tunas (PT) dari kecambahan lotus per hari



Gambar 3. Rata-rata Jumlah Daun (JD) dan Jumlah Tunas (JT) dari kecambahan lotus

Pertumbuhan jumlah daun dan jumlah tunas sangat berhubungan. Seiring dengan bertambahnya tunas maka daun akan bertambah karena satu tunas memiliki satu helai daun. Hubungan antara perkembangan daun dan tunas sangat penting dalam pertumbuhan tanaman, kemunculan daun terkait erat dengan jumlah tunas, setiap tunas biasanya menghasilkan satu daun, pola yang diamati pada tahap awal perkembangan tunas (Chen & Du, 2022). Tunas pertama yang memiliki panjang 10-12 mm akan muncul daun muda dengan bentuk menutup berdiameter 15-20 mm yaitu pada hari ke 5. Daun pertama lotus yang muncul berbentuk bulat kecil mengapung diatas permukaan air. Setelah tunas tumbuh lebih panjang, daun baru akan terus berkembang dengan ukuran yang lebih besar. Pada hari ke 7 rata rata tunas yang muncul yaitu 2 tunas diikuti dengan

munculnya daun. Jumlah akhir tunas dan daun memiliki rata rata 3 tunas dan 3 daun pada hari ke 15 sampai siap tanam. Kecambah biji yang menghasilkan 3 tunas akan memperlambat pertumbuhan daun karena nutrisi dalam biji akan terbagi dapat dilihat pada [Gambar 3](#).



Gambar 4. Rata-rata Panjang akar (PA) dan Jumlah Akar (JA) dari kecambah lotus

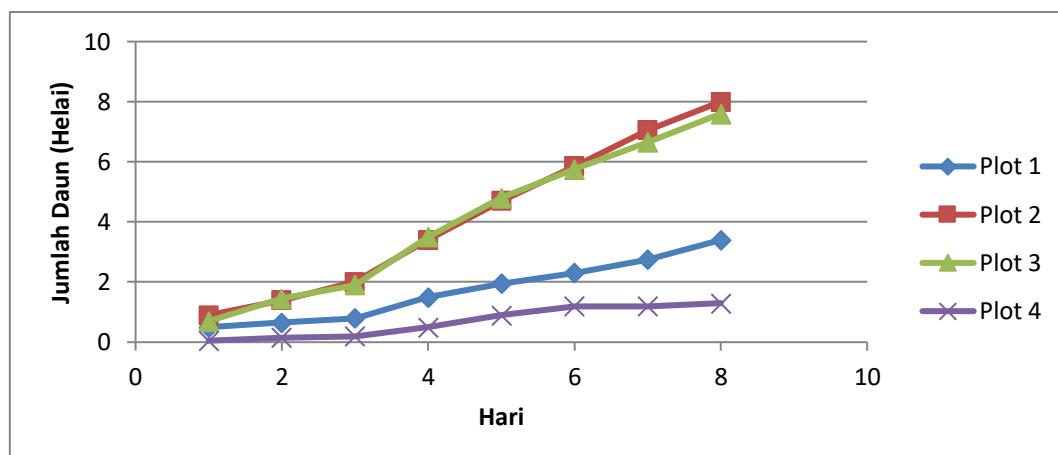
Akar kecambah lotus berperan dalam penyerapan nutrisi dan oksigen dari air. Pertumbuhan panjang akar dan jumlah akar kecambah lotus dipengaruhi ketersediaan nutrisi pada biji lotus. Panjang akar dan jumlah akar responsif terhadap pasokan nutrisi, dengan variasi kadar fosfor memengaruhi morfologi akar dan dinamika pertumbuhannya ([Zhao et al., 2023](#)). Kecambah lotus menumbuhkan akar pada hari ke-8 setelah dilakukan perendaman dengan rata rata jumlah akar adalah 4 helai akar. Panjang akar meningkat cepat pada hari ke-12 yang memiliki panjang akar dengan rata rata 40 mm. Panjang akar dipengaruhi oleh air yang digunakan saat pengkecambahan, semakin dalam air maka akar kecambah akan semakin panjang dan sebaliknya dapat dilihat pada [Gambar 4](#). Sejalan dengan pendapat [Lynch \(2019\)](#) yang mengatakan bahwa pertumbuhan akar dipengaruhi kedalaman air, akar akan menyesuaikan untuk penyerapan nutrisi lebih optimal. Penghitungan jumlah akar mulai dilakukan setelah akar tumbuh yaitu pada hari ke-8.

3.2 Pertumbuhan Bibit Lotus (*N. nucifera*)

Parameter pertumbuhan lotus seperti jumlah daun, diameter daun dan jumlah rimpang di pengaruhi oleh jenis lokasi penanaman ([Jiang et al., 2023](#)). Bibit lotus yang sudah siap tanam dilakukan pengurangan daun yang paling tua guna mengurangi penguapan dan stres. Bibit lotus pada setiap plot memiliki pertumbuhan yang berbeda, dapat dilihat pada [Gambar 5](#), [Gambar 6](#), [Gambar 7](#) dan [Tabel 1](#).

Jumlah daun pada pengamatan ke-1 belum mengalami peningkatan karena bibit masih dalam tahap penyesuaian untuk tumbuh. Bibit menunjukkan pertumbuhan daun minimal saat tanaman menjalani fase penyesuaian, yang sangat penting untuk menetapkan lintasan pertumbuhannya ([Kerwin & Dubois, 2022](#)). Pada pengamatan ke-2 rata rata jumlah daun mengalami peningkatan karena bibit lotus sudah mulai menyesuaikan untuk tumbuh. Terdapat perbedaan pertumbuhan jumlah daun pada setiap plot, dilihat dari pertumbuhan jumlah daun yang signifikan setelah proses

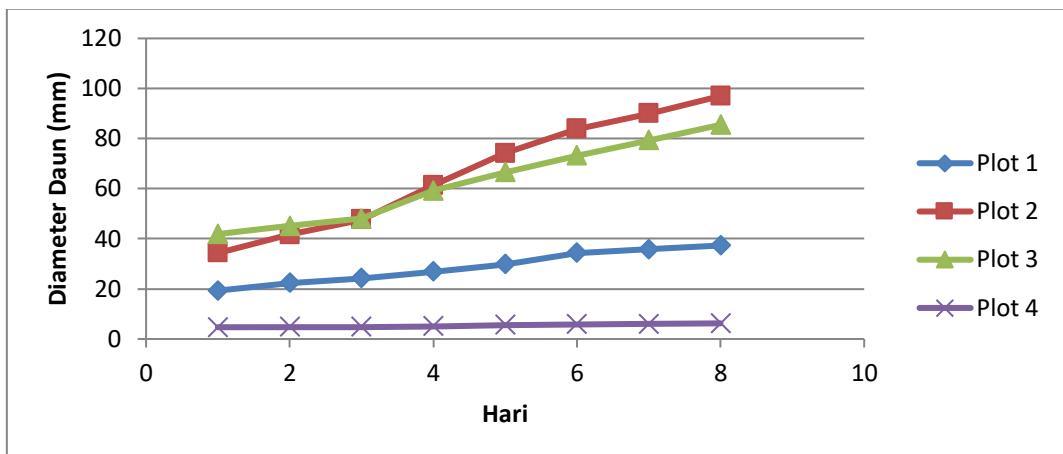
penyesuaian bibit untuk tumbuh. Peningkatan produksi daun yang signifikan menunjukkan bahwa bibit telah bertransisi keluar dari fase penyesuaian, memungkinkan pertumbuhan yang lebih kuat (Méndez-Vigo *et al.*, 2010). Pertumbuhan jumlah daun paling signifikan adalah pada plot 2 karena tipe lokasi pada plot 2 memiliki kesesuaian dengan tempat tumbuh lotus. Tipe lokasi pada plot 3 memiliki ciri yang hampir sama dengan plot 2 sehingga pertumbuhan jumlah daun pada plot 3 signifikan tetapi tidak lebih tinggi dari tingkat pertumbuhan pada plot ke 2. Pada plot 1 memiliki tipe lokasi yang kurang susuai dengan tempat tumbuh bibit lotus tetapi masih bisa melakukan penyesuaian dengan pertumbuhan yang lambat. Tipe lokasi pada plot 4 sangat tidak sesuai dengan tempat tumbuh untuk bibit lotus dilihat dari pertumbuhan jumlah daun yang sangat rendah dengan rata rata 1 daun. Pertumbuhan lotus dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, kondisi optimal untuk budidaya lotus didukung oleh kemampuan beradaptasi lotus terhadap lingkungan yang beragam (Kumar *et al.*, 2024). Pertumbuhan jumlah daun pada bibit lotus dipengaruhi oleh hama pemakan daun seperti keong mas. Menurut Firahmi (2016) keong mas adalah hewan vegetarian yang memiliki makanan utama adalah tanaman air berupa daun dan batang tumbuhan yang masih muda. Pada plot 4 memiliki banyak air sehingga sesuai dengan tempat keong mas untuk mencari makan. Selain kurang sesuai untuk tempat bibit lotus tumbuh masih terdapat serangan dari keong mas yang mengakibatkan pertumbuhan daun pada plot 4 sangat minim.



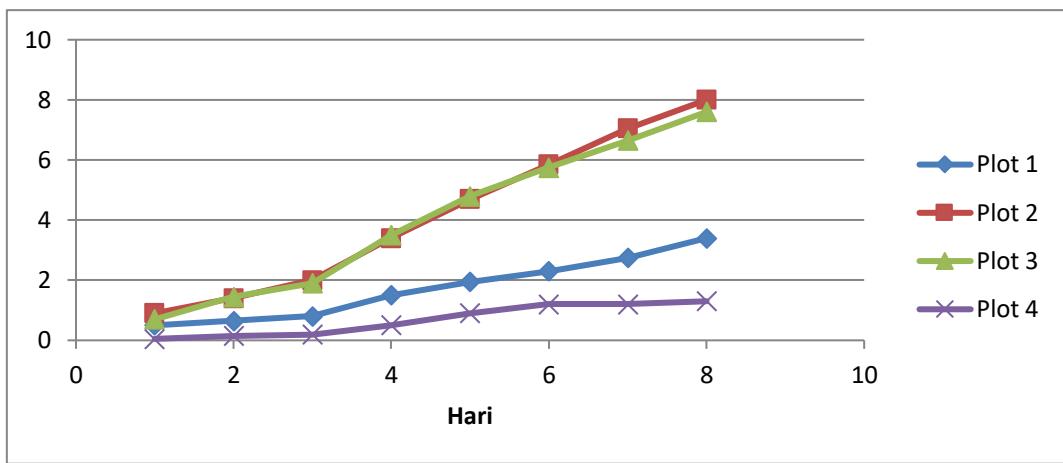
Gambar 5. Rata-rata Jumlah Daun (JD) dari pertumbuhan bibit lotus

Salah satu parameter pertumbuhan yang diamati adalah pertumbuhan ukuran dari diameter daun (DD). Diameter Daun pada pengamatan ke-1 menunjukkan pertambahan ukuran yang signifikan pada plot 3. Pada pengamatan ke-4 ukuran diameter daun pada plot 2 melebihi pertumbuhan pada plot 3 karena pada plot 2 memiliki ciri lokasi yang sesuai dengan tempat tumbuhnya lotus. Diameter daun pada plot 4 tidak mengalami perubahan karena tipe lokasi pada plot ke 4 tidak sesuai dengan tempat tumbuh lotus. Tanah yang memiliki tekstur keras dan sangat minim air mengakibatkan bibit lotus pada plot 4 sulit untuk tumbuh dan berkembang. Menurut Lin *et al.* (2017) tanaman yang dilingkungan kering sering memiliki daun lebih kecil untuk

mengurangi penguapan. Pada pengamatan terakhir Diameter daun memiliki ukuran yang berbeda beda di setiap plot.



Gambar 6. Rata-rata Diameter Daun (DD) pada bibit lotus



Gambar 7. Rata-rata Jumlah Rimpang (JR) pada pertumbuhan bibit lotus

Jumlah rimpang pada lotus dihitung pada setiap satu ruasnya. Lotus menumbuhkan rimpang baru sesuai dengan nutrisi yang diserap oleh akar, maka semakin banyak jumlah nutrisi yang diserap oleh akar maka semakin banyak jumlah rimpang yang tumbuh. Faktor genetik pada lotus juga memengaruhi pertambahan jumlah rimpang, sejalan dengan pendapat [Lin et al. \(2017\)](#) yang mengatakan bahwa studi genetik telah mengidentifikasi lokus sifat kuantitatif yang terkait dengan pembesaran rimpang, menunjukkan interaksi kompleks faktor genetik dan lingkungan dalam perkembangan rimpang. Jumlah nutrisi pada plot 2 lebih banyak dibanding jumlah rimpang pada plot 2 meningkat lebih signifikan dibandingkan dengan plot yang lainnya

Tabel 1. Perbandingan pertumbuhan daun melayang (DM) dan daun koin (DK)

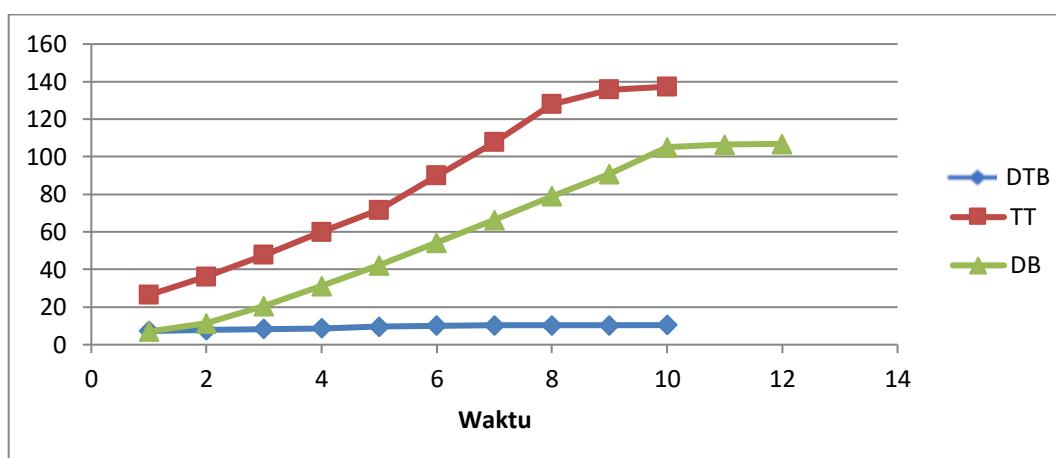
| Jenis Daun | Diameter Tangkai (mm) | Diameter Daun (mm) | Tinggi Tangkai (cm) |
|------------|-----------------------|--------------------|---------------------|
| DM | 10,9 | 329,7 | 143,8 |
| DK | 6,1 | 236,5 | 51,1 |

Secara morfologis diameter daun melayang akan cenderung lebih besar dari diameter daun koin pada lotus karena daun melayang berfungsi untuk mengoptimalkan penyerapan cahaya

matahari untuk fotosintesis sejalan dengan pendapat Roth-Nebelsick *and* Krause (2023) yang mengatakan bahwa daun yang lebih besar dan lebih tinggi dirancang untuk meningkatkan penangkapan cahaya dan difusi CO₂ melalui struktur stomatanya. Daun koin memiliki ukuran lebih kecil dari daun melayang dikarenakan daun koin digunakan dalam pengoptimisasian oksigenisasi dan mengurangi paparan terhadap angin dan gelombang (Onoda *et al.*, 2017). Diameter tangkai pada daun melayang akan lebih besar dari diameter tangkai pada daun koin dan kaku tegak lurus ke atas sehingga memungkinkan menopang daun yang besar saat terjadi gangguan. Diameter tangkai pada daun koin umumnya bersifat lebih kecil dan tidak kaku karena daun koin berada tepat pada permukaan air, yang memungkinkan tangkai bisa menyesuaikan saat air mengalir atau bergelombang. Tinggi tangkai pada kedua jenis daun pada lotus memiliki perbedaan yang jelas, hal ini dipengaruhi oleh fungsinya masing-masing yaitu daun melayang akan menjulang ke atas untuk mendapat cahaya matahari lebih banyak dan daun koin menyesuaikan kedalaman air. Variasi struktural ini mencerminkan strategi ekologi yang lebih luas, di mana sifat-sifat daun saling terkait dengan fungsi fisiologis seperti transpirasi dan asimilasi karbon (Kröber *et al.*, 2015).

3.3 Perkembangan lotus (*N. nucifera*)

Perkembangan tanaman lotus dapat dilihat dari proses pembentukan bunga dan biji yang dihasilkan pada setiap bunga. Proses pembentukan bunga dimulai dengan perkembangan tunas bunga yang muncul dari rimpang dan tumbuh menjulang keatas permukaan air. Penyerbukan pada bunga lotus dibantu oleh serangga seperti kumbang dan lebah. Bunga yang tumbuh dengan sempurna dengan proses penyerbukan yang baik akan menghasilkan biji yang lebih banyak dan bagus. Biji yang dihasilkan akan jatuh diatas air atau permukaan lumpur, banyaknya biji yang dihasilkan akan menentukan tingkat perkembangbiakkannya. Proses perkembangan tanaman lotus dapat dilihat pada Gambar 8, Tabel 2 dan Gambar 9.



Gambar 8. Diameter Tangkai Bunga (DTB) (mm), Tinggi Tangkai (TT) (cm) dan Diameter Bunga (DB) (mm) pada bunga lotus

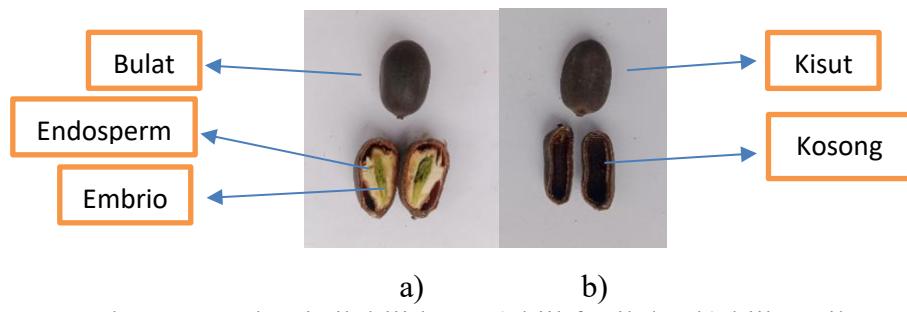
Perkembangan lotus lotus menunjukkan pola pertumbuhan yang dapat diamati melalui 3 parameter utama: Diameter Tangkai Bunga (DTB), Tinggi Tangkai (TT), dan Diameter Bunga (DB). DTB mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan tanaman, mencerminkan akumulasi biomassa yang semakin besar untuk menopang struktur bunga . TT menunjukkan tren yang semakin tinggi, menandakan bahwa tanaman secara vertikal beradaptasi dengan lingkungan untuk menerima cahaya yang lebih optimal ([Maroso & Scheffer-Basso, 2007](#)). DB sebagai indikator perkembangan generatif memberikan pola peningkatan sesudah vase vegetatif mencapai termin optimal, menandakan kesiapan tanaman untuk proses reproduksi. Peningkatan DTB serta TT yang terjadi terlebih dahulu menunjukkan bahwa pertumbuhan awal tumbuhan lebih pada pembentukan struktur penopang sebelum mengalokasikan ke perkembangan bunga. Peningkatan DB setelah TT dan DTB mencapai titik optimal, karena untuk menunjang keberhasilan fase generatif yaitu memastikan energi dan nutrisi yang cukup untuk pembentukan bunga ([Lin et al., 2019](#)). Faktor yang dapat memengaruhi laju pertumbuhan DTB, TT dan DB seperti ketersediaan cahaya yang cukup, suhu, dan nutrisi pada perairan tempat tumbuhnya. Lingkungan dengan intensitas yang tinggi bisa mendorong peningkatan TT buat memperoleh cahaya matahari dengan optimal. Suhu memainkan peran penting dalam meningkatkan pertumbuhan karena dapat meningkatkan kapasitas reproduksi dan biomassa, serta dapat juga memengaruhi waktu berbunga dan kandungan klorofil ([Carter et al., 1997](#)).

Tabel 2. Hasil rata-rata biji yang dihasilkan pada setiap bunga lotus

| Plot ke- | n pod | n Biji | Biji Fertil | | | Biji Steril | | |
|----------|-------|--------|-------------|---------------|------------|-------------|---------------|------------|
| | | | Jumlah | Diameter (mm) | Berat (gr) | Jumlah | Diameter (mm) | Berat (gr) |
| 1 | 6 | 28 | 19 | 0,5 | 1,2 | 9 | 0,2 | 0,3 |
| 2 | 3 | 25 | 17 | 0,4 | 1 | 8 | 0,2 | 0,3 |
| 3 | 1 | 18 | 10 | 0,4 | 1,3 | 8 | 0,2 | 0,4 |
| 4 | - | - | - | - | - | - | - | - |

Berdasarkan hasil pengamatan pada empat plot, hanya tiga yang menunjukkan produksi biji dengan jumlah pod yang berbeda. Hasil rata-rata jumlah biji yang dihasilkan pada setiap bunga lotus menunjukkan variasi yang mencerminkan tingkat keberhasilan reproduksi. Biji lotus yang terbentuk dipengaruhi oleh viabilitas serbuk sari serta mekanisme penyerbukan yang dilakukan oleh lebah dan kumbang. Semakin tinggi jumlah biji yang dihasilkan, semakin efektif proses reproduksi generatif yang berlangsung. Diameter dan berat biji fertil relatif lebih besar dibandingkan biji steril, yang mengindikasikan perbedaan signifikan dalam kualitas fisiologis antar tipe biji. Jumlah biji yang terbentuk lebih rendah pada beberapa bunga karena kegagalan penyerbukan baik karena keterbatasan agen penyerbuk atau ketidakseimbangan dalam produksi gamet. Penurunan populasi penyerbuk dapat secara drastis mengurangi produksi benih, dengan

beberapa spesies mengalami penurunan kesuburan tanpa penyerbuk (Ryniewicz *et al.*, 2022). Perbedaan jumlah dan kualitas biji antar plot dapat disebabkan oleh beberapa faktor lingkungan mikro seperti kelembaban tanah, intensitas cahaya, dan keberadaan. Sejalan dengan pendapat Gillet and Gregorius (2020) yang mengatakan bahwa faktor lingkungan dan alokasi sumberdaya memengaruhi produktifitas biji. Plot ke-4 yang tidak menghasilkan biji sama sekali dikarenakan ketidaksesuaian substrat untuk lotus tumbuh dan berkembang.



Gambar 9. Karakteristik biji lotus a) biji fertil dan b) biji steril

Karakteristik morfologi biji lotus menunjukkan perbedaan signifikan antara biji fertil dan biji steril. Biji fertil tampak memiliki bentuk yang lebih utuh, permukaan yang halus, dan ukuran yang relatif lebih besar dibandingkan dengan biji steril. Biji fertil memperlihatkan struktur embrio yang lebih jelas, menandakan potensi untuk berkembang menjadi tanaman baru. Biji steril menunjukkan kelainan bentuk, permukaan yang tidak rata serta ukuran yang lebih kecil, menandakan tidak ada potensi untuk berkembang menjadi tanaman baru. Hal ini mencerminkan adanya gangguan dalam proses pembentukan biji selama perkembangan reproduksi tanaman. Biji fertil menunjukkan keberhasilan dalam proses pembuahan ovul, sedangkan biji steril mengindikasikan kegagalan dalam tahapan tersebut, yang bisa disebabkan oleh gangguan lingkungan atau kekurangan nutrisi pada saat pembentukan gamet (Teng *et al.*, 2012). Lokasi tumbuh tanaman lotus yang tidak sesuai memperburuk produksi biji spesies ini. Biji steril biasanya tidak memiliki endosperm yang berkembang baik, yang penting dalam menyediakan cadangan makanan bagi embrio. Ketidakhadiran endosperm ini menjadi indikator tambahan terhadap ketidakmampuan biji untuk berkembang secara normal atau bahkan tidak bisa berkembang.

4. Kesimpulan

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman lotus di kolam sains lebih maksimal di plot 2 dengan ciri lokasi yaitu kedalaman lumpur 62 cm dan kedalaman air 21 cm. Pertumbuhan pada plot 2 lebih optimal dibandingkan dengan plot 1, plot 3 dan plot 4 dilihat dari tingkat pertumbuhannya yang lebih tinggi yang diukur berdasarkan parameter tumbuhnya. Bunga lotus lebih banyak menghasilkan biji fertil dibandingkan dengan biji infertil yang menunjukkan tingkat

keberhasilan penyerbukan tinggi.

Singkatan yang Digunakan

| | |
|-----|------------------------|
| PT | Pertumbuhan Tunas |
| JD | Jumlah Daun |
| JT | Jumlah Tunas |
| PA | Panjang Akar |
| JA | Jumlah Akar |
| DD | Diameter Daun |
| JR | Jumlah Rimpang |
| DM | Daun Melayang |
| DK | Daun Koin |
| DTB | Diameter Tangkai Bunga |
| TT | Tinggi Tangkai |
| DB | Diameter Bunga |

Pernyataan Ketersediaan Data

Data akan tersedia berdasarkan permintaan.

Kontribusi Para Penulis

Anton Panjaitan: konseptualisasi, metodologi, kurasi data, analisis data, penulisan naskah, penyuntingan pernyataan, persiapan, investigasi, perangkat lunak dan penulisan draf awal. **Bhakti Kharyadi:** pengawasan pengambilan data dan validasi data. **Deni Parlingdungan:** sumber dana dan pengawasan pengambilan data dan validasi data. **Septi Kurniasih:** pengawasan pengambilan data dan validasi data. **M. Sutarno:** pengawasan pengambilan data dan validasi data.

Konflik Kepentingan

Para penulis menyatakan tidak memiliki konflik kepentingan atau kepentingan yang bersaing.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada LPPM UNIB melalui DIPA FKIP Universitas Bengkulu dengan Nomor. 2935/UN30.15/PT/2024 yang telah membantu pedanaan penelitian melalui payung riset strategi konservasi tanaman lokal potensi di area konservasi kampus UNIB sebagai sumber belajar.

Daftar Pustaka

- Bishayee, A., Patel, P. A., Sharma, P., Thoutireddy, S., & Das, N. (2022). Correction: Lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) and Its Bioactive Phytocompounds: A Tribute to Cancer Prevention and Intervention. *Cancers*, 14(9), 1–48. <https://doi.org/10.3390/cancers14092116>
- Black, M. (2000). Obroucheva NV. 1999. Seed germination: a guide to the early stages. 158 pp. Leiden: Backhuys Publishers. \$40.00 (softback). *Annals of Botany*, 86(1), 206. <https://doi.org/10.1006/anbo.2000.1060>

- Carter, E. B., Theodorou, M. K., & Morris, P. (1997). Responses of *Lotus corniculatus* to environmental change. *New Phytologist*, 136(2), 245–253. <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.1997.00733.x>
- Chen, C., & Du, X. (2022). LEAFY COTYLEDONs: Connecting different stages of plant development. *Frontiers in Plant Science*, 13(August), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.916831>
- Firahmi, S. D. N. (2016). *The Level of Edacious Fresh Water Snail "Kalambuai" to Have Given Water Plants And Attractant Plant*. 39–43. <https://ppj.uniska-bjm.ac.id/wp-content/uploads/2019/04/Siti-Dharmawati-TINGKAT-KEMANGKUSAN-KEONG-RAWA-“KALAMBUAI”-YANG-DIBERI-PAKAN-TANAMAN-AIR-DAN-TANAMAN-ATRAKTAN.pdf>
- Gillet, E. M., & Gregorius, H. R. (2020). Effects of reproductive resource allocation and pollen density on fertilization success in plants. *BMC Ecology*, 20(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s12898-020-00290-x>
- Jiang, H., Chen, J., Liu, G., Zhou, P., Jin, Q., Wang, Y., ..., & Xu, Y. (2023). Screening of Early Flowering Lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) Cultivars and Effects of Different Cultivars on Flowering Period. *Plants*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/plants12081683>
- Kerwin, R. E., & Dubois, M. (2022). A common language: Cross-species network analysis reveals growth regulators. *Plant Physiology*, 190(4), 2069–2071. <https://doi.org/10.1093/plphys/kiac417>
- Kröber, W., Plath, I., Heklau, H., & Bruelheide, H. (2015). Relating stomatal conductance to leaf functional traits. *Journal of Visualized Experiments*, 2015(104), 3–9. <https://doi.org/10.3791/52738>
- Kumar, G. A., Sundar, S. T. B., Jasmine, A. J., & Vasanth, S. (2024). *Multivariate genetic analysis and diversity assessment in lotus (Nelumbo nucifera) accessions*. 94(October), 1081–1086. <https://agris.fao.org/search/en/providers/122648/records/671267d37f591113e2a6481b>
- Li, C., He, Y., Yang, Y., Gou, Y., Li, S., Wang, R., S..., & Zhao, X. (2021). Antioxidant and Inflammatory Effects of *Nelumbo nucifera* Gaertn. Leaves. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2021(1) <https://doi.org/10.1155/2021/8375961>
- Libao, C., Minrong, Z., Zhubing, H., Huiying, L., & Shuyan, L. (2020). Comparative transcriptome analysis revealed the cooperative regulation of sucrose and IAA on adventitious root formation in lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn). *BMC Genomics*, 21(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s12864-020-07046-3>
- Lin, H., Chen, Y., Zhang, H., Fu, P., & Fan, Z. (2017). Stronger cooling effects of transpiration and leaf physical traits of plants from a hot dry habitat than from a hot wet habitat. *Functional Ecology*, 31(12), 2202–2211. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12923>
- Lin, Z., Zhang, C., Cao, D., Damaris, R. N., & Yang, P. (2019). The latest studies on lotus (*Nelumbo nucifera*)-an emerging horticultural model plant. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(15). <https://doi.org/10.3390/ijms20153680>
- Liu, F. L., Dai, Y. L., Hoang, T. N., Puripunyavanich, V., Chukiatman, P. W., Qin, M., ..., & Tian, D. K. (2023). Genetic diversity and inferred ancestry of Asian lotus (*Nelumbo nucifera*) germplasms in Thailand and Vietnam. *Plant Diversity*, 45(1), 69–79. <https://doi.org/10.1016/j.pld.2022.05.004>
- Lynch, J. P. (2019). Root phenotypes for improved nutrient capture: an underexploited opportunity for global agriculture. *New Phytologist*, 223(2), 548–564. <https://doi.org/10.1111/nph.15738>
- Maroso, R. P., & Scheffer-Basso, S. M. (2007). Morphological development of *Lotus* spp. with different growth habit. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(6 SUPPL), 1961–1968. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982007000900003>
- Méndez-Vigo, B., De Andrés, M. T., Ramiro, M., Martínez-Zapater, J. M., & Alonso-Blanco, C. (2010). Temporal analysis of natural variation for the rate of leaf production and its relationship with flowering initiation in *Arabidopsis thaliana*. *Journal of Experimental*

- Botany*, 61(6), 1611–1623. <https://doi.org/10.1093/jxb/erq032>
- Mondal, S., Singh, D., & Tiwari, A. (2024). Evaluation of the Different Varieties of Lotus (*Nelumbo nucifera*) in Prayagraj Agro Climatic Conditions, Uttar Pradesh. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 27(7), 287–295. <https://doi.org/10.9734/jabb/2024/v27i7989>
- Onoda, Y., Wright, I. J., Evans, J. R., Hikosaka, K., Kitajima, K., Niinemets, Ü., ..., & Westoby, M. (2017). Physiological and structural tradeoffs underlying the leaf economics spectrum. *New Phytologist*, 214(4), 1447–1463. <https://doi.org/10.1111/nph.14496>
- Pandey, S., Oza, K., & Maitreya, B. (2022). Effect of Different Solutions on Seed Germination and Growth of Different Species of Seeds - Review. *International Association of Biologicals and Computational Digest*, 1(2), 168–172. <https://doi.org/10.56588/iabcd.v1i2.65>
- Ridhowati, S., Nugroho, G. D., & Damayanthi, D. (2023). Sosialisasi Pemanfaatan Sumberdaya Perairan Lokal Biji Lotus (*Nelumbo nucifera*) Sebagai Potensi Produk UMKM di Kelurahan Indralaya Raya, Ogan Ilir. *Sricommerce: Journal of Sriwijaya Community Services*, 4(2), 131–138. <https://doi.org/10.29259/jscs.v4i2.141>
- Roth-Nebelsick, A., & Krause, M. (2023). The Plant Leaf: A Biomimetic Resource for Multifunctional and Economic Design. *Biomimetics*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/biomimetics8020145>
- Ryniewicz, J., Roguz, K., Mirski, P., Brzozko, E., Skłodowski, M., Wróblewska, A., ..., & Zych, M. (2022). Spatiotemporal Variations in Seed Set and Pollen Limitation in Populations of the Rare Generalist Species *Polemonium caeruleum* in Poland. *Frontiers in Plant Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.755830>
- Teng, N. J., Wang, Y. L., Sun, C. Q., Fang, W. M., & Chen, F. D. (2012). Factors influencing fecundity in experimental crosses of water lotus (*Nelumbo nucifera Gaertn*) cultivars. *BMC Plant Biol*, 12(82). <https://doi.org/10.1186/1471-2229-12-82>
- Yang, H., He, S., Feng, Q., Liu, Z., Xia, S., Zhou, Q., Wu, Z., & Zhang, Y. (2024). Lotus (*Nelumbo nucifera*): a multidisciplinary review of its cultural, ecological, and nutraceutical significance. *Bioresources and Bioprocessing*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s40643-024-00734-y>
- Zhao, X., Chen, K. K., Wang, L. T., Zhao, L. L., & Wang, P. C. (2023). Transcriptome analysis provides insights into the response of *Lotus corniculatus* roots to low-phosphorus stress. *Frontiers in Plant Science*, 14(March), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1089380>