



**Journal of Human And Education**

Volume 5, No. 2, Tahun 2025, pp 117-122

E-ISSN 2776-5857, P-ISSN 2776-7876

Website: <https://jahe.or.id/index.php/jahe/index>

## **Monitoring Variasi Genetik Warna Bunga pada Tanaman Hibrida Anggrek *Dendrobium* untuk Pemuliaan Tanaman di Batu Malang**

**Siti Rukmana<sup>1\*</sup>, Enni Mutiati<sup>2</sup>**

Universitas Annuqayah

Email: [srukmana20@gmail.com](mailto:srukmana20@gmail.com)<sup>1\*</sup>

### **Abstrak**

Indonesia dikenal sebagai negara dengan sumber daya genetik anggrek yang beragam. Warna bunga merupakan sifat penting dari hibrida *Dendrobium*. *Dendrobium* merupakan salah satu varietas unggul yang dibudidayakan oleh perkebunan anggrek di Batu, Malang. Varietas unggul yang dimiliki diantaranya *Dendrobium unila*, *D. naga hitam*, *D. naga api*, *D. black viper*, *D. black mamba*. Peningkatan kualitas anggrek dengan menghasilkan varietas baru dan unggul merupakan salah satu upaya untuk menghasilkan karakteristik baru yang diinginkan oleh konsumen. Pemuliaan tanaman yang lebih modern dengan rekayasa genetika, membutuhkan waktu yang relatif lebih cepat dan warna bunga yang dihasilkan tidak hanya terbatas pada warna parent. Oleh karena itu diperlukan studi literatur tentang gen pengkode warna bunga *Dendrobium* sehingga dapat dijadikan referensi selanjutnya untuk *gen editing*. Antosianin dan karotenoid adalah dua pigmen utama yang tersebar luas di bunga. Rekayasa genetik pada DNA yang bertanggung jawab terhadap sintesis kedua pigmen tersebut dapat menjadi solusi nyata untuk menemukan karakter warna bunga anggrek *Dendrobium* yang lebih bervariasi kedepannya. Ekspresi gen struktural mempengaruhi pembentukan warna bunga dengan menginisiasi biosintesis antosianin yang dipengaruhi oleh R2R3-MYB dan biosintesis karotenoid yang dipengaruhi oleh gen RCP2.

**Kata Kunci:** *Dendrobium*, Antosianin, Karotenoid, Pemuliaan Tanaman

### **Abstract**

Indonesia is known as a country with diverse orchid genetic resources. Flower colour is an important trait of the *Dendrobium* hybrid. *Dendrobium* is one of the superior varieties cultivated by orchid plantations in Batu, Malang. Superior varieties include *Dendrobium unila*, *D. naga hitam*, *D. naga api*, *D. black viper*, *D. black mamba*. Improving the quality of orchids by producing new and superior varieties is one of the efforts to produce new characteristics desired by consumers. More modern plant breeding with genetic engineering takes a relatively faster time and the resulting flower colour is not only limited to the colour of the parent. Therefore, a literature study is needed on the colour-coding gene of *Dendrobium* flowers so that it can be used as a further reference for gene editing. Anthocyanins and carotenoids are the two main pigments that are widespread in flowers. Genetic engineering in the DNA responsible for the synthesis of the two pigments could be a viable solution to discover more varied colour characteristics of *Dendrobium* orchids in the future. Structural gene expression affects the formation of flower colour by initiating anthocyanin biosynthesis influenced by R2R3-MYB and carotenoid biosynthesis influenced by the RCP2 gene.

Keywords: *Dendrobium*, Anthocyanin, Carotenoid, Plant Breeding

### **PENDAHULUAN**

Indonesia dikenal sebagai negara dengan sumber daya genetik anggrek yang sangat beragam. Tanaman anggrek dapat ditemukan di berbagai daerah di Indonesia, diantaranya pulau sumatera, kalimantan, sulawesi, Nusa tenggara, Bali, Maluku dan Papua dengan jenis dan karakteristik tanaman yang berbeda. Pemanfaatan anggrek tanpa tanggung jawab dapat berakibat terhadap kepunahan tanaman anggrek, oleh karena itu perlu adanya

tindakan secara berkelanjutan terhadap budidaya anggrek (Kementerian pertanian, 2021)

Anggrek merupakan tanaman dari famili Orchidaceae. Orchidaceae adalah keluarga besar tanaman berbunga dengan 730 jenis dan 25.000 spesies. Anggrek dianggap sebagai bunga yang paling menarik di dunia dengan berbagai bentuk, ukuran, tipe, warna, dan tekstur yang indah sehingga menjadikan mereka sangat berharga dibandingkan tanaman hias lainnya. Salah satu jenis anggrek yang cukup diminati adalah anggrek *Dendrobium* yang merupakan jenis anggrek epifit dan litofit dengan lebih dari 1800 spesies yang telah ditemukan di sebagian besar wilayah Asia selatan, timur, dan tenggara termasuk Indonesia (Husain, M.F., *et al*, 2023).

*Dendrobium* merupakan salah satu tanaman anggrek yang paling banyak dibudidayakan. Namun karakteristik yang diinginkan konsumen sangatlah beragam, sehingga pemanfaatan sumber daya genetik dari *dendrobium* itu sendiri belum maksimal (Hartati, S., *et al*, 2022). peningkatan kualitas anggrek diperlukan sehingga menghasilkan variasi baru dan unggul yaitu dengan teknik persilangan. *Dendrobium* memiliki variasi warna, dan bentuk yang khas. Teknik persilangan untuk budidaya dilakukan secara *continue* di Indonesia termasuk Batu, Malang. Dalam penelitian ini, dilakukan monitoring terhadap hasil hibridisasi antara beberapa spesies anggrek *Dendrobium* varietas unggul sebagai *seed parent* dan *pollen parent* untuk mengetahui variasi dan mengevaluasi karakter dari warna bunga hasil persilangan anggrek *Dendrobium*.

Pemuliaan tanaman secara konvensional dapat menjadi pilihan jika dalam proses pembelajaran dan tidak dibatasi oleh waktu. Namun teknik persilangan tidak dapat dipastikan hasilnya dan variasi terbatas pada parent anggrek. Pemuliaan tanaman dengan bioteknologi yaitu dengan rekayasa genetika dapat menjadi pilihan yang lebih tepat dalam menentukan variasi yang diinginkan (Amalia, F.N., 2023). Salah satunya adalah dengan gen editing molekul DNA yang bertanggung jawab dalam mensintesis warna baru pada bunga atau berbagai keunggulan lain yang diharapkan. Menurut Agarwal, A.K., *et al*, (2024) teknologi konvensional relatif murah dan tidak terikat oleh regulasi seperti tanaman yang mengalami modifikasi genetik. Namun, teknik pemuliaan konvensional mungkin memerlukan beberapa generasi untuk mengembangkan karakteristik yang diinginkan dan seringkali memakan waktu. Oleh karena itu, diperlukan adanya studi gen-gen yang bertanggung jawab dalam pembentukan warna bunga pada Anggrek. Studi gen varietas jenis unggul anggrek *Dendrobium* dapat menjadi literatur untuk pemuliaan tanaman berbasis rekayasa genetika di masa yang akan datang sehingga dapat memprediksi fenotip bunga *Dendrobium*.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini adalah pengamatan terhadap warna bunga anggrek *Dendrobium* hasil persilangan selama satu bulan. Monitoring dilakukan mulai tanggal 15 Januari hingga 15 Februari 2024 di Batu, Malang. Dilanjutkan dengan analisis karakter warna *Dendrobium* pada November 2024. Informasi dan visualisasi pigmen antosianin dan karotenoid didapatkan dari PDB (*Protein Data Bank*). Sedangkan ketersediaan informasi FASTA gen pengkode pigmen pada bunga anggrek *Dendrobium*, dianalisis dengan bantuan NCBI (*National Center for Biotechnology Information*).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Orchidaceae adalah salah satu keluarga monokotil terbesar dan memberikan kontribusi yang signifikan terhadap keanekaragaman hayati di seluruh dunia, baik peran keindahannya di bidang lanskap, serta pemanfaatannya di bidang kedokteran, dan ekologi. Fenotipe yang beragam dan warna-warna pada bunga anggrek menjadikan anggrek sebagai objek penelitian yang sangat baik untuk melihat perkembangan bunga dan pigmen yang terkandung di dalam bunga anggrek (Zhao, X., *et al.*, 2023).

Bunga telah memainkan peran penting dalam bidang biologi perkembangan tumbuhan sejak penemuan hukum Mendel, dan penelitian telah berfokus pada berbagai aspek termasuk proses berbunga, morfologi dan perkembangan bunga, serta warna dan aromanya. Anggrek menunjukkan keragaman struktur bunga yang kaya, ciri morfologi yang sangat khusus, serta berbagai warna dan corak. Dengan adanya sifat-sifat yang dimiliki oleh anggrek ini, memberikan gambaran tentang keragaman genetik dan

mekanisme rumit yang mengatur perkembangan bunga. Memahami pembentukan organ bunga dan prinsip evolusionernya sangat penting untuk melihat keragaman bunga pada tumbuhan karena jumlah, jenis, ukuran, warna, pola, dan aroma organ bunga berbeda berdasarkan taksa (Zhao, X., *et al.*, 2023).

Hibridisasi *Dendrobium* dilakukan di kebun anggrek yang telah berjalan cukup lama dengan varietas unggulan yang telah menjadi hak paten mereka. Salah satu varietas tanaman anggrek unggulan mereka adalah jenis *Dendrobium* yang identik dengan keindahan dan keragaman hayati yang tinggi. *Dendrobium* di kebun anggrek Batu, Malang ini memiliki setidaknya 3000 spesies yang telah dibudidayakan. Spesies-spesies tersebut adalah anggrek hybrid yang dihasilkan dari tetua-tetua *Dendrobium* bulat dan keriting. Hasil persilangan yang paling diminati adalah *Dendrobium unila*, *D. naga hitam*, *D. naga api*, *D. black viper*, *D. black mamba*.

Tabel 1. Hasil Persilangan Seed Parent dan Pollen Parent

No.	Seed Parent	Pollen Parent	Hasil Persilangan
1.	<i>D. dyah katarina</i>	<i>D. Violaceoflavens</i>	<i>Dendrobium unila</i>
2.	<i>D. black mamba</i>	<i>D. danish</i>	<i>Dendrobium naga hitam</i>
3.	<i>D. dewanti beauty</i>	<i>D. danish</i>	<i>Dendrobium naga api</i>
4.	<i>D. black mamba</i>	<i>D. oryen</i>	<i>Dendrobium black viper</i>
5.	<i>D. Jaguar</i>	<i>D. ly</i>	<i>Dendrobium black mamba</i>

*Dendrobium unila* memiliki warna bunga perpaduan dari *D. dyah Katarina* sebagai seed parent dan *D. violaceoflavens* sebagai pollen parent yaitu petal dan sepal kuning menyala, dengan warna labellum ungu terang. Sedangkan warna Bunga *Dendrobium naga hitam* diturunkan dari tetua anggrek *D. black mamba* dan *D. danish* yaitu hitam dan variasi kuning di tengah, Sedangkan warna labellum berwarna hitam keunguan.

*Dendrobium naga api* memiliki bunga ungu kecoklatan diturunkan dari *D. dewanti beauty* dan *D. danish*. Sedangkan *Dendrobium black viper* memiliki warna bunga hitam pekat dengan garis kuning. Labellum didominasi warna hitam dan menjadi lebih pekat turunan tetua anggrek *Dendrobium black mamba*. *Dendrobium black mamba* memiliki warna bunga hitam kemerahan. Warna yang di dapat merupakan dominasi dari tetua anggrek *Dendrobium Jaguar* dan *Dendrobium ly*. Anggrek ini *D. black mamba* merupakan salah satu jenis anggrek terfavorit dan menjadi incaran kolektor (Fikien, A., *et.al.* 2023).

Berdasarkan hasil monitoring, warna bunga *Dendrobium* hybrid di perkebunan anggrek Batu, Malang cenderung berwarna kuning, ungu hingga hitam. Meski kelima varietas tersebut masih memiliki banyak peminat, namun inovasi untuk melahirkan varietas yang lebih unggul dibutuhkan. Warna bunga anggrek yang indah dan bervariasi adalah faktor utama selain bentuknya mengapa anggrek menjadi tanaman hias dengan nilai ekonomis yang tinggi. Oleh karena itu, diperlukan adanya budidaya dan pemuliaan tanaman anggrek dari berbagai varietas unggul sehingga dapat menghasilkan variasi warna bunga anggrek yang indah dan baru beserta keunggulan lainnya, baik dari bentuk dan pemeliharaannya.

Dalam beberapa tahun terakhir, sejumlah genom anggrek telah dipublikasikan, sebagai informasi dasar molekuler perkembangan bunga dan presentasi warna. Gen struktural bertanggung jawab atas jalur sintesis pigmen bunga, mekanisme molekuler morfogenesis bunga, dan potensi hubungan antara jenis bunga dan warna bunga. Perubahan dalam jumlah gen dan ekspresi gen dapat secara langsung atau tidak langsung mempengaruhi morfogenesis bunga, sehingga memungkinkan untuk mengembangkan berbagai karakter genetik baru (Zhao, X., *et al.*, 2023). Menurut Anuar, M.A.K., *et al* (2022), pigmen bunga dan bentuknya ditentukan oleh ekspresi terkoordinasi dari sekumpulan gen struktural selama perkembangan bunga. Umumnya pada tanaman berbunga, warna ungu dan merah pada bunga dihasilkan dari keberadaan antosianin, sekelompok pigmen vakuolar yang larut dalam air.

Zhao, X., *et al.*, (2023) juga menyebutkan bahwa gen struktural terlibat dalam jalur sintesis pigmen dan faktor transkripsi yang mengatur pembentukan warna bunga anggrek. Selain itu, potensi adanya korelasi antara morfogenesis bunga dan presentasi warna pada anggrek dapat dieksplorasi, sehingga dapat memberikan referensi teoritis untuk perbaikan genetik dan penciptaan varietas baru.

Pigmen bunga pada umumnya, yaitu antosianin, telah dipelajari selama bertahun-

tahun dan sekarang merupakan kelompok metabolit sekunder tanaman yang paling dipahami di bidang biokimia dan genetika. Antosianin umumnya ditemukan pada bunga dan buah dari banyak tanaman. Sebagian besar bunga yang berwarna merah, ungu, dan biru mengandung antosianin. Diantaranya bunga merah termasuk hibiscus merah, mawar merah, nanas merah, semanggi merah, dan bunga sakura. Selanjutnya bunga yang berwarna biru (bunga jagung, chicory biru, dan rosemary biru) serta bunga yang berwarna ungu (tanaman mint ungu, bunga *Passiflora incarnata*, salvia ungu, bunga violet, dan lavender) (Khoo, H.E., *et al.*, 2017).

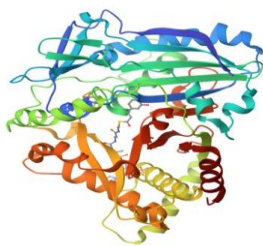
Beberapa bunga ini telah digunakan secara tradisional sebagai obat herbal, sebagai pewarna, dan sebagai makanan. Selain penggunaan tradisional, buah-buahan berwarna merah, ungu, dan biru umumnya dikonsumsi karena mengandung komposisi yang bermanfaat. Pigmen berwarna antosianin dari beri, blackcurrant, dan jenis buah berwarna merah hingga biru lainnya adalah antioksidan yang kuat. Selain itu, wortel hitam juga kaya antosianin, kubis merah, dan kentang ungu adalah makanan fungsional dan potensial yang dikonsumsi untuk pencegahan penyakit (Khoo, H.E., *et al.*, 2017).

Antosianin yang ditemukan pada tanaman memiliki berbagai macam manfaat. Pigmen berwarna biru, merah, dan ungu yang diekstrak dari bunga, buah, dan sayuran secara tradisional digunakan sebagai pewarna dan pewarna makanan. Selain digunakan sebagai pewarna alami, beberapa bunga dan buah yang kaya antosianin secara tradisional telah digunakan sebagai obat untuk mengobati berbagai penyakit. Di sisi lain, antosianin tanaman telah banyak diteliti untuk nilai-nilai medisnya. Antosianin memiliki efek antidiabetes, antikanker, anti-inflamasi, antimikroba, dan anti-obesitas, serta pencegahan penyakit kardiovaskular. Oleh karena itu, antosianin yang diekstrak dari tanaman yang dapat dimakan adalah bahan farmasi yang potensial (Khoo, H.E., *et al.*, 2017).

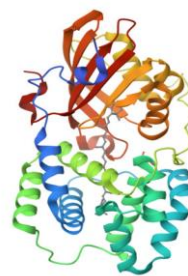
Sebagian besar bunga mengandung warna ungu, sementara warna bunga biru murni, oranye, dan merah sangat jarang ditemui. Dengan meningkatnya total antosianidin dan pigmen sianidin (bentuk lain dari antosianin), warna bunga menjadi lebih dalam dan berubah menjadi ungu. Flavon atau flavonol sebagai co-pigmen berkontribusi pada warna yang lebih cerah dan lebih kuning. Biosintesis antosianin menjadi salah satu strategi untuk budidaya bunga dengan warna merah, biru dan ungu ( Yin, H. *et al.*, 2024).

Pola warna bunga umumnya dibentuk oleh diferensiasi warna pada kelopak sehingga dapat membantu tanaman menarik penyerbuk, selain menjadi sifat hias atau faktor keindahan yang penting. Oleh karena itu, eksplorasi mekanisme diferensiasi warna sangat penting dalam memahami evolusi tanaman dan melahirkan varietas baru. Untuk sebagian besar spesies selain anggrek, sepal biasanya hanya berwarna hijau seragam dan tidak berfungsi untuk menarik perhatian. Anggrek adalah pengecualian karena sepal dan petal biasanya berwarna-warni seperti kelopak, yang mengakibatkan distribusi pigmen yang tidak seimbang di antara perianth (selubung bunga) dan petal untuk menunjukkan berbagai pola warna bunga (Bai-jun, L., *et al.*, 2020).

Menurut Bai-jun, L., *et al.*, (2020) selain antosianin, karotenoid juga menentukan warna bunga anggrek yaitu warna merah dan kuning. Leverenz, R.L., *et al.*, (2015) juga menambahkan bahwa interaksi antara pigmen-protein dan pigmen-pigmen sangat penting yang berfungsi sebagai penangkapan cahaya dan perlindungan fotosintesis yang esensial untuk fotosintesis oksigenik. Protein karotenoid oranye (OCP) berfungsi sebagai sensor cahaya pada sianobakteri.



Gambar 1. Antosianin



Gambar 2. Karotenoid

Source : Protein Data Bank (PDB)

Antosianin dan karotenoid adalah pigmen yang tersebar luas di bunga. Jalur biosintesis antosianin (ABP) sangat stabil dan telah menjadi referensi yang telah dipelajari pada studi tanaman. Sebagai regulator ABP yang penting, telah ditemukan faktor transkripsi gen R2R3-MYB yang dapat mengatur ekspresi gen struktural untuk mempengaruhi pembentukan warna bunga. Di Orchidaceae, beberapa R2R3-MYB telah diverifikasi untuk mengaktifkan gen struktural ABP untuk meningkatkan akumulasi antosianin di bunga *Dendrobium*, *Phalaenopsis*, dan *Oncidium*. Karotenoid adalah jenis pigmen penting lainnya yang berkontribusi pada pewarnaan kuning hingga merah pada jaringan tanaman. Namun, R2R3-MYB yang terlibat dalam regulasi jalur biosintesis karotenoid bunga (CBP) tidak diketahui dengan baik. Baru-baru ini, RCP 1 (R2R3-MYB) menjadi salah satu cara untuk mengaktifkan gen struktural CBP dan meningkatkan akumulasi karotenoid di bunga *Mimulus lewisii* (Bai-jun, L., *et al.*, 2020).

Karotenoid adalah pigmen kuning, oranye, atau merah yang memberikan banyak bunga dan buah warna yang cerah. Untuk membuat dan mengakumulasi karotenoid di organ-organ ini, tanaman harus mengaktifkan gen untuk enzim penghasil karotenoid dan membangun organel penyimpanan khusus yang disebut kromoplas. Namun, sangat sedikit gen pengatur yang mengendalikan kedua proses ini (Stanley, L.E., *et al.*, 2020)

Stanley, L.E. *et al.*, (2020) menemukan Reduced Carotenoid Pigmentation2 (RCP2), yang mengalami gangguan gen dan menyebabkan bunga *Mimulus* kehilangan sebagian besar karotenoidnya. Tumbuhan mutan yaitu hasil rekayasa genetik memiliki RCP2 tidak dapat mengaktifkan gen enzim karotenoid pada tingkat yang sama dengan tumbuhan lain dan tidak memiliki organel penyimpanan kromoplas normal. Ketika tanaman direkayasa untuk membuat protein RCP2 ekstra, organ reproduksi bunga yang biasanya keputihan berubah menjadi kuning. Hasil ini menunjukkan bahwa RCP2 diperlukan dan cukup untuk pigmentasi karotenoid pada bunga *Mimulus*. Menariknya, meskipun RCP2 tidak berpengaruh pada akumulasi karotenoid pada daun, namun penurunan ekspresi RCP2 dan dua gen yang terkait erat (gen mirip RCP2) menghasilkan daun pucat yang kekurangan pigmen karotenoid dan klorofil. Hal ini menunjukkan bahwa fungsi asli dari gen mirip RCP2 mengatur pigmen klorofil dan karotenoid yang penting dalam jaringan vegetatif dan RCP2 telah berkembang menjadi fungsi khusus dalam pengaturan akumulasi karotenoid di organ reproduksi untuk menarik penyerbuk.

Modifikasi warna bunga dapat dilakukan dengan pemuliaan tanaman secara klasik atau konvensional dan rekayasa genetika tanaman termasuk dengan pendekatan biologi molekuler modern seperti teknik DNA rekombinan dan metode transformasi tanaman. Hal tersebut karena tidak ada spesies tanaman yang memiliki kapasitas genetik untuk menghasilkan varietas dalam spektrum warna yang lengkap, para peneliti telah mencari metode untuk mengubah sifat genetik tanaman. Dalam beberapa tahun terakhir, pemuliaan bunga dilengkapi dengan teknik rekayasa genetika. Teknologi ini menawarkan kemungkinan untuk memasukkan gen spesifik ke dalam genom sel dan mentransfer gen antar berbagai organisme dengan cara yang paling efisien (Khoo, H.E., *et al.*, 2017). Studi ini memberikan referensi teoritis untuk penelitian tentang mekanisme molekuler yang terkait dengan morfogenesis bunga dan presentasi warna, perbaikan genetik, dan penciptaan varietas baru pada anggrek.

Pencarian informasi gen pengkode pigmen bunga *Dendrobium* hybrid asal batu, Malang belum banyak dilakukan. Hal tersebut terbukti dengan sedikitnya informasi FASTA (nukleotida) gen maupun genome *Dendrobium unila*, *D. naga hitam*, *D. naga api*, *D. black viper*, *D. black mamba* yang tersedia di NCBI. Selanjutnya, perlu diadakan isolasi gen pengkode pigmen warna bunga pada kelima *Dendrobium* hasil persilangan.

## SIMPULAN

Berdasarkan monitoring terhadap warna bunga anggrek khususnya *Dendrobium* varietas unggul di perkebunan anggrek Batu, Malang dapat dipastikan bahwa variasi warna yang dimiliki masih kurang beragam. Hal tersebut karena budidaya yang diterapkan hanya secara konvensional sehingga hanya terbatas pada warna bunga parent. Oleh karena itu, diperlukan teknik yang lebih modern yaitu rekayasa genetika dengan gen editing gen pengkode sintesis antosianin dan karotenoid untuk menghasilkan varietas yang baru dengan warna yang lebih bervariasi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada kebun anggrek Batu, Malang telah bersedia membantu proses monitoring.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal, A. K., Himanshu, A., T., Sumit, K, M,. (2024). Biotechnology in Plant Breeding. India: Department of Genetics & Plant Breeding, Ranchi Agriculture college
- Amalia, F.N., Sinta, N. H., Ibrahim, B. S. (2023). Pengaruh Rekayasa Genetika pada Tanaman Jagung (*Zea mays*) Transgenik. *Jurnal Pertanian Petulai*, 1(1), 37-44
- Anuar, M., A.K, Purabi. M., Rofing, Y., O, Jennifer A. (2022). DhMYB22 and DhMYB60 regulate pigment intensity and floral organ shape in *Dendrobium* hybrid. *J. Ann Bot*, 130(40)
- Apriliyana, R., Baiq, F. W.(2021). Perbanyakkan anggrek *Dendrobium* sp. secara in vitro: Faktor-faktor keberhasilannya. *Jurnal Mahasiswa Biologi*, 1 (2)
- Fikien, A., & Agustim, W. (2023). Product Life Cycle (Siklus Hidup Produk) pada Tanaman Anggrek di DD Orchid Nursery. *Journal of Indonesian Economic Research*, 1(1), 28–40.
- Hartati, S., Nandariyah, Endang, S.,M., Sukaya, Endang, Y., Parjanto, Ida, R. M. (2022). Karakterisasi Morfologi Tetua dan Hybrid Anggrek *Dendrobium bigibbum* dan *Dendrobium lineale*. *Jurnal Penelitian Agronomi*. 24(2): 124-129
- Husain, M. F. & Suhel, E. (2023). Orchids: A Wonderful Ornamental Plant. *Asian Journal of Research in Crop Science*, 8(4), 167-172
- Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Holtikultura, Direktorat Buah dan Florikultura. (2021). Katalog Anggrek (anggrek spesies indonesia yang telah dibudidayakan). Jakarta: kementerian pertanian direktorat jenderal holtikultura, direktorat buah dan florikultura
- Khoo, H.E., Azrina, A., Sou, T., T., See., M.L. (2017). Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *J. Food Nutr Res*, 13;61(1):1361779
- Leverenz, R.L., Sutter, M., Wilson, A., Gupta, S., Thurotte, A., Celine, B.D.C., Petzold, C.J., Ralston, C., Perreau, F., Kirilovsky, D., Kerfeld, C.A. (2015). Photosintesis A 12 angstrom carotenoid translocation in a photoswitch associated with cyanobacterial photoprotection. *J. Science*, 348, 1463-1466
- Stanley, L. E., Baoqing, D., Wei S., Fengjuan, M., Connor H., Shilin Chen, Yao-Wu Y. (2020). A Tetratricopeptide Repeat Protein Regulates Carotenoid Biosynthesis and Chromoplast Development in Monkeyflower (*Mimulus*). *J. The Plant Cell*, 32(5), 1536–1555
- Yin, H.,Yachen, W., Yamei, L.,Meiqing, W., Xiting. Y., Shunjiao, L.,Yi, L., Junmei, Y., Chonghui, L., (2024). Characterization of the varied output from the anthocyanin pathway in *Phalaenopsis*-type *Dendrobium* hybrids and its relationship with flower coloration. *Scientia Horticultura*, 325
- Zhao, X.,Yuanyuan Li, Meng-Meng, Z., Xin-He, Sagheer, A. , Siren-Lan, Jian Liu Z., J. (2023), Research advances on the gene regulation of floral development and color in orchids. *J. Gene*, 888