

PENGARUH LINGKUNGAN RUMAH KACA DENGAN KONDISI KOLEKSI ANGGREK DI KEBUN RAYA PURWODADI

Mahrani^{1*}, Ade Idaheryana¹, Ifadah Laili Rahmah¹, Nina Dwi Yulia², Rony Irawanto³

¹Program Studi Biologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta, Indonesia

²Direktorat Pengelolaan Koleksi Ilmiah, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Pasuruan, Indonesia

³Pusat Riset Lingkungan dan Teknologi Bersih, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Cibinong, Indonesia

*Penulis korespondensi: mahrani@piliang@gmail.com

ABSTRAK

Kebun Raya Purwodadi merupakan salah satu pusat konservasi tumbuhan tropis di Indonesia, termasuk koleksi anggrek yang beragam. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji hubungan antara parameter lingkungan rumah kaca dengan kondisi koleksi anggrek di Kebun Raya Purwodadi melalui pendekatan inventarisasi dan pengukuran fisik lingkungan. Pengukuran parameter lingkungan dilakukan secara berkala, mencakup suhu, kelembaban dan intensitas cahaya dalam rumah kaca. Selain itu, inventarisasi habitus anggrek dilakukan untuk memahami karakteristik pertumbuhan spesies yang dikoleksi. Hasil analisis menunjukkan bahwa beberapa parameter lingkungan dalam rumah kaca berperan baik dalam menentukan kesesuaian habitat bagi pertumbuhan anggrek. Beberapa spesies menunjukkan adaptasi optimal terhadap kondisi rumah kaca, sedangkan beberapa lainnya mengalami kesulitan dalam berkembang secara optimal. Penelitian ini memberikan wawasan mengenai pentingnya pengelolaan lingkungan mikro dalam rumah kaca guna memastikan keberlanjutan konservasi koleksi anggrek di Kebun Raya Purwodadi.

Kata kunci: anggrek, kebun raya Purwodadi, konservasi tumbuhan, parameter lingkungan, rumah kaca

1 PENDAHULUAN

Anggrek (Orchidaceae) merupakan salah satu famili tumbuhan berbunga yang paling beragam dan tersebar luas di seluruh dunia. Sebagian besar anggrek merupakan epifit yang tumbuh di kanopi hutan, meskipun terdapat juga jenis-jenis terestrial dan litofit. Di Indonesia, lebih dari 5.000 spesies anggrek tercatat hidup alami dari Sumatera hingga Papua. Keanekaragaman ini tidak hanya menjadi kekayaan hayati, tetapi juga potensi ekonomi yang besar sebagai tanaman hias, bahan baku kosmetik, hingga tanaman obat (Nasution dkk., 2019).

Kebun Raya Purwodadi yang berada di bawah Direktorat Pengelolaan Koleksi Ilmiah, adalah salah satu unit kerja dari Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang memiliki peran strategis dalam konservasi eks-situ anggrek tropis. Rumah kaca menjadi fasilitas utama untuk menunjang konservasi anggrek ini, di mana iklim mikro di dalamnya harus diatur sedemikian rupa agar sesuai dengan habitat alami anggrek. Parameter lingkungan seperti suhu, kelembaban relatif, dan intensitas cahaya merupakan faktor-faktor kunci yang menentukan keberhasilan pertumbuhan dan adaptasi anggrek (Gunawan & Wicaksono, 2021).

Permasalahan yang muncul adalah belum adanya optimalisasi pengaturan parameter lingkungan yang berbasis pada kebutuhan ekologis masing-masing marga atau jenis anggrek. Seringkali beberapa jenis anggrek tidak dapat tumbuh optimal bahkan mengalami kematian akibat lingkungan mikro yang tidak sesuai. Intensitas cahaya yang tidak tepat dapat menghambat

pertumbuhan vegetatif dan generatif anggrek seperti yang terjadi pada *Vanda* dan *Arachnis* (Hidayat dkk., 2023). Selain itu, kelembaban dan suhu yang fluktuatif dalam rumah kaca dapat memengaruhi kesehatan tanaman serta meningkatkan risiko infeksi jamur (Frinking & Scholte, 2011). Untuk mengatasi permasalahan tersebut, teknologi rumah kaca cerdas berbasis Internet of Things (IoT) telah dikembangkan untuk memungkinkan pemantauan dan pengendalian lingkungan secara otomatis (Mas dkk., 2022).

Sistem rumah kaca berbasis IoT memungkinkan pengaturan suhu dan kelembaban secara real-time melalui sensor dan sistem kontrol digital (Murtianta dkk., 2022; Rahman, Malik, & Mansyur, 2022). Penggunaan sistem monitoring berbasis IoT juga telah terbukti meningkatkan presisi pengelolaan lingkungan tumbuh anggrek seperti pada genus *Phalaenopsis* (Liao dkk., 2017). Sistem ini dapat memperpanjang kelangsungan hidup tanaman dalam kondisi ekstrem seperti musim dingin atau fluktuasi suhu harian (Jahan dkk., 2021). Penerapan teknologi ini bahkan telah diuji dalam berbagai skala rumah kaca, mulai dari prototipe hingga sistem terintegrasi dengan platform mobile dan web (Suryaningsih & Ronaldo, 2022). Di sisi lain, pengelolaan intensitas cahaya dalam rumah kaca juga dapat dioptimalkan menggunakan pencahayaan buatan seperti LED untuk efisiensi energi dan stimulasi pertumbuhan (Singh dkk., 2014).

Proses aklimatisasi anggrek hasil kultur jaringan juga sangat bergantung pada kestabilan parameter lingkungan rumah kaca (Coopman, 2017). Jika tidak dikendalikan dengan tepat, aklimatisasi dapat gagal dan menyebabkan kematian tanaman. Oleh karena itu, pendekatan berbasis teknologi dan ekologis diperlukan untuk menunjang konservasi anggrek secara berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji hubungan antara parameter lingkungan rumah kaca dengan kondisi koleksi anggrek di Kebun Raya Purwodadi melalui pendekatan inventarisasi dan pengukuran fisik lingkungan. Kajian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi untuk peningkatan efektivitas konservasi anggrek di rumah kaca.

2 METODE

2.1 Jenis Penelitian dan Lokasi

Penelitian ini termasuk dalam kategori deskriptif-observatif dengan pendekatan studi kasus yang dilaksanakan di Kebun Raya Purwodadi, Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur. Kebun Raya Purwodadi terletak pada ketinggian ± 300 meter di atas permukaan laut, memiliki iklim tropis basah dengan intensitas cahaya dan kelembaban yang bervariasi, menjadikannya lokasi yang representatif untuk studi konservasi anggrek tropis dalam lingkungan buatan seperti rumah kaca. Ruang lingkup penelitian dengan mengamati dan mengukur kondisi lingkungan (suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya) di dalam rumah kaca serta mengkaitkannya dengan keberadaan dan distribusi genus anggrek yang dikoleksi setempat.

2.2 Waktu dan Sumber Data

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei tahun 2025 dengan menggunakan data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung terhadap koleksi anggrek dan pengukuran parameter lingkungan di masing-masing rumah kaca. Sementara itu, data sekunder dikumpulkan dari database dan dokumentasi koleksi Kebun Raya Purwodadi (Yulia, 2009).

2.3 Variabel dan Prosedur Pengumpulan Data

Variabel dalam penelitian ini meliputi suhu udara ($^{\circ}\text{C}$), kelembaban relatif (%), dan intensitas cahaya (lux), serta jumlah marga, jenis, dan individu anggrek. Pengumpulan data lingkungan dilakukan menggunakan alat ukur Thermo-Hygrometer dan Luxmeter yang diletakkan pada titik strategis di rumah kaca. Inventarisasi tanaman dilakukan dengan mencatat dan mendata kembali nama genus, jumlah jenis, jumlah individu, dan rumah kaca tempat koleksi disimpan.

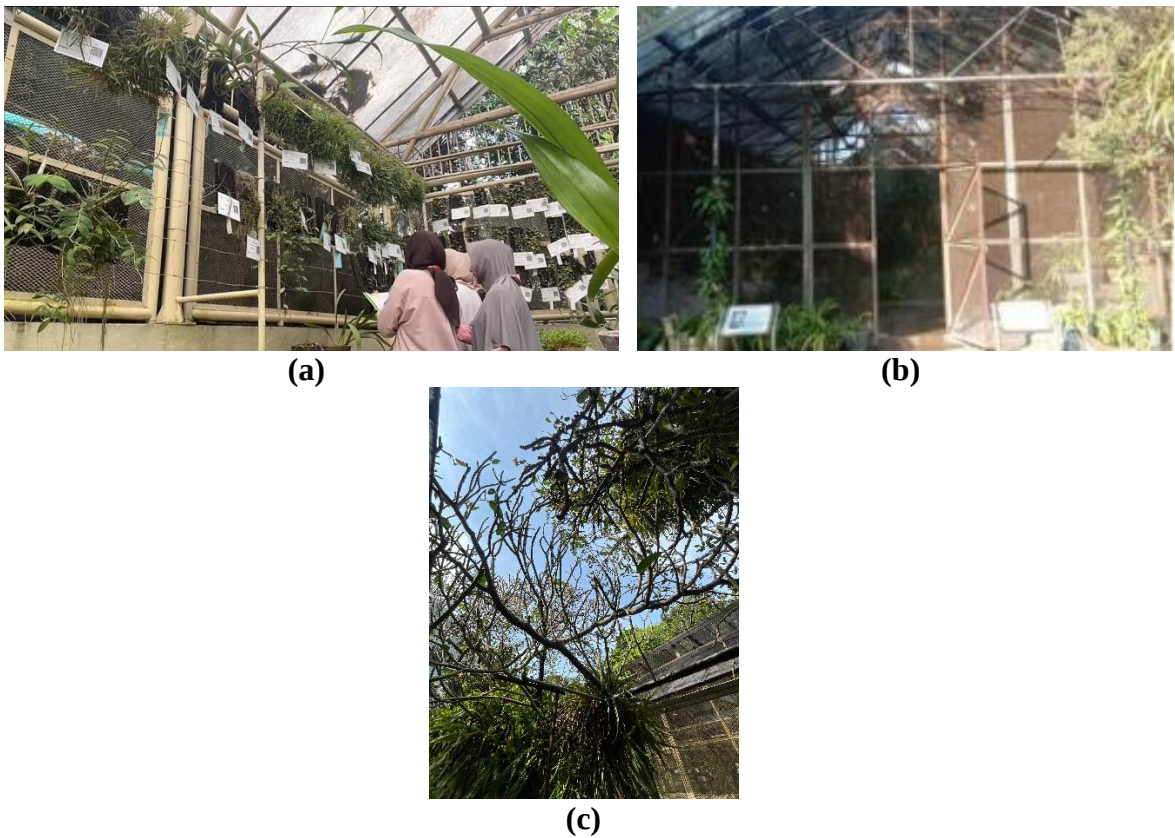
2.4 Teknik Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif pada nilai parameter lingkungan di setiap rumah kaca. Selanjutnya, hasil pengukuran dibandingkan dengan preferensi ekologi dari masing-masing genus anggrek berdasarkan literatur relevan. Korelasi antara kondisi mikroklimat dan kecocokan habitat dikaji untuk menentukan rumah kaca yang paling sesuai bagi jenis-jenis anggrek tertentu. Interpretasi dilakukan secara kualitatif berdasarkan prinsip ekofisiologi tanaman tropis dan kebutuhan tumbuh spesifik dari setiap kelompok anggrek.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Genus Koleksi Anggrek Rumah Kaca Kebun Raya Purwodadi

Penelitian dilakukan di tiga rumah kaca Kebun Raya Purwodadi yang terlihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Lokasi pengamatan (a) Rumah kaca I; (b) Rumah kaca II; (c) Rumah kaca III

Tabel 1 menunjukkan keragaman marga anggrek yang dikoleksi di tiga rumah kaca. Terdapat total 38 genus dengan jumlah jenis sebanyak 150 jenis dan jumlah individu sebanyak 331.

Tabel 1. Genus koleksi anggrek			
Nama Genus	Jumlah Jenis	Jumlah Individu	Keterangan Rumah Kaca
Aerides	1	2	Rumah Kaca III
Agrostophyllum	1	2	Rumah Kaca II
Anggraecium	1	1	Rumah Kaca I

Nama Genus	Jumlah Jenis	Jumlah Individu	Keterangan Rumah Kaca
Angraecum	1	1	Rumah Kaca I
Appendicula	2	4	Rumah Kaca I, II
Ascocentrum	1	1	Rumah Kaca II
Bryobium	1	4	Rumah Kaca I
Bulbophyllum	3	5	Rumah Kaca I, II, III
Cadetia	1	2	Rumah Kaca I
Calanthe	1	3	Rumah Kaca I
Cattleya	1	2	Rumah Kaca I
Ceratostylis	1	3	Rumah Kaca I
Coelogyne	2	54	Rumah Kaca I, II
Cymbidium	2	53	Rumah Kaca I, II
Dendrobium	3	82	Rumah Kaca I, II, III
Eria	3	14	Rumah Kaca I, II, III
Flickingeria	2	6	Rumah Kaca I, II
Guarianthe	1	3	Rumah Kaca I
Maxillariella	2	6	Rumah Kaca I, II
Mycaranthes	1	6	Rumah Kaca I
Myrmecophila	1	3	Rumah Kaca I
Nepenthes	1	1	Rumah Kaca I
Nervilia	1	11	Rumah Kaca II
Orchidaceae	1	1	Rumah Kaca II
Paphiopedilum	1	8	Rumah Kaca I
Phalaenopsis	1	2	Rumah Kaca II
Phragmipedium	1	2	Rumah Kaca I
Pinalia	1	13	Rumah Kaca I
Podochilus	1	1	Rumah Kaca I
Pomatocalpa	1	1	Rumah Kaca II
Porphyroglottis	1	2	Rumah Kaca II
Rhinerrhizopsis	1	1	Rumah Kaca I
Spathoglottis	2	7	Rumah Kaca I, II
Thelasis	1	7	Rumah Kaca I
Thrixspermum	2	4	Rumah Kaca II, III
Vanilla	2	2	Rumah Kaca I, II
Vanda	3	10	Rumah Kaca I, II, III
Vandopsis	1	1	Rumah Kaca I

Marga-marga *Dendrobium*, *Coelogyne*, dan *Cymbidium* menunjukkan dominasi dalam jumlah jenis dan individu, menandakan keberhasilan konservasi serta ketersediaan lingkungan mikro yang sesuai untuk genus tersebut. Rumah Kaca I terlihat menampung jumlah genus

terbanyak, yang mengindikasikan fleksibilitas kondisi iklimnya yang mampu mendukung pertumbuhan berbagai jenis anggrek.

3.2 Keanekaragaman Jenis Koleksi Anggrek Rumah Kaca Kebun Raya Purwodadi

Gambar 2 di bawah ini menampilkan dokumentasi hasil kegiatan inventarisasi anggrek yang dilakukan di Rumah Kaca Kebun Raya Purwodadi.



Gambar 2. Inventarisasi anggrek di rumah kaca Kebun Raya Purwodadi

Dokumentasi menunjukkan berbagai individu tanaman anggrek dari berbagai genus seperti genus *Cymbidium*, *Coelogyne*, *Aerides*, *Trichostema* dan masih banyak lagi yang telah diberi label identifikasi dari Kebun Raya. Sebagian besar spesimen dipasang pada papan sabut kelapa atau pot

dan dilengkapi dengan QR code untuk sistem dokumentasi digital. Beberapa tanaman memperlihatkan morfologi bunga yang khas, seperti bentuk bibir bunga dan warna mencolok, serta struktur daun dan akar yang menunjukkan ciri khas masing-masing genus. Beberapa individu sedang berbunga, yang sangat membantu dalam proses identifikasi taksonomi. Inventarisasi ini merupakan bagian penting dalam mendukung konservasi eks-situ. Adapun daftar koleksi anggrek sebagai berikut.

Tabel 2. Jenis koleksi anggrek

<i>Acriopsis gracilis</i>	<i>Coelogyne foerstermannii</i>	<i>Dendrobium plicatile</i>	<i>Phragmipedium caudatum</i>
<i>Acriopsis indica</i>	<i>Coelogyne mayeriana</i>	<i>Dendrobium rugosum</i>	<i>Phragmipedium longifolium</i>
<i>Aerides odorata</i>	<i>Coelogyne rochussenii</i>	<i>Dendrobium sagittatum</i>	<i>Pinalia bicristata</i>
<i>Agrostophyllum elongatum</i>	<i>Coelogyne swaniana</i>	<i>Dendrobium salaccense</i>	<i>Pinalia flave</i>
<i>Agrostophyllum laxum</i>	<i>Coelogyne tomentosa</i>	<i>Dendrobium spurium</i>	<i>Pinalia kingii</i>
<i>Agrostophyllum stipulatum</i>	<i>Coelogyne zurowetzii</i>	<i>Dendrobium subulatum</i>	<i>Pinalia multiflora</i>
<i>Angraecum eburneum</i>	<i>Cymbidium aloifolium</i>	<i>Dendrobium xantholeucum</i>	<i>Podochilus serpyllifolius</i>
<i>Appendicula alba</i>	<i>Cymbidium bicolor</i>	<i>Eria aporoides</i>	<i>Porphyroglottis maxwelliae</i>
<i>Appendicula imbricata</i>	<i>Cymbidium borneense</i>	<i>Eria bogoriensis</i>	<i>Rhinerrhizopsis moorei</i>
<i>Ascocentrum miniatum</i>	<i>Cymbidium finlaysonianum</i>	<i>Eria djaratensis</i>	<i>Schoenorchis juncifolia</i>
<i>Ascochilus emarginatus</i>	<i>Cymbidium simulans</i>	<i>Eria erecta</i>	<i>Spathoglottis affinis</i>
<i>Bryobium hyacinthoides</i>	<i>Dendrobium acinaciforme</i>	<i>Eria javanica</i>	<i>Spathoglottis plicata</i>
<i>Bryobium retusum</i>	<i>Dendrobium acuminatissimum</i>	<i>Flickingeria aurieloba</i>	<i>Taeniophyllum hasseltii</i>
<i>Bulbophyllum flabellum-veneris</i>	<i>Dendrobium aloifolium</i>	<i>Grosourdia appendiculata</i>	<i>Telasis obtusa</i>
<i>Bulbophyllum macranthum</i>	<i>Dendrobium anosmum</i>	<i>Grosourdia zollingeri</i>	<i>Thecostele alata</i>
<i>Bulbophyllum makoyanum</i>	<i>Dendrobium atavus</i>	<i>Guarianthe bowringiana</i>	<i>Thelasis capitata</i>
<i>Bulbophyllum medusae</i>	<i>Dendrobium aurieloba</i>	<i>Maxillariella tenuifolia</i>	<i>Thelasis carinata</i>
<i>Bulbophyllum membranaceum</i>	<i>Dendrobium barbatum</i>	<i>Mycaranthes latifolia</i>	<i>Thelasis micrantha</i>
<i>Bulbophyllum odoratum</i>	<i>Dendrobium bracteosum</i>	<i>Mycaranthes monostachya</i>	<i>Thelasis obtusa</i>
<i>Cadetia taylorii</i>	<i>Dendrobium concavum</i>	<i>Myrmecophila tibicinis</i>	<i>Thrixspermum centipeda</i>
<i>Calanthe sylvatica</i>	<i>Dendrobium conspicuum</i>	<i>Nervilia campestris</i>	<i>Thrixspermum subulatum</i>
<i>Calanthe triplicata</i>	<i>Dendrobium crumenatum</i>	<i>Nervilia concolor</i>	<i>Trichoglottis celebica</i>
<i>Calanthe zollingeri</i>	<i>Dendrobium glabrum</i>	<i>Nervilia plicata</i>	<i>Trichotosia annulata</i>
<i>Ceratostylis anceps</i>	<i>Dendrobium halmaheirens</i>	<i>Nervilia punctata</i>	<i>Vanda furva</i>
<i>Ceratostylis lancifolia</i>	<i>Dendrobium juncifolium</i>	<i>Paphiopedilum glanduliferum</i>	<i>Vanda limbata</i>
<i>Cleisostoma subulatum</i>	<i>Dendrobium koordersii</i>	<i>Paphiopedilum glaucophyllum</i>	<i>Vanda tricolor</i>
<i>Coelogyne pandulata</i>	<i>Dendrobium longicollae</i>	<i>Paphiopedilum mastersianum</i>	<i>Vandopsis lissochiloides</i>
<i>Coelogyne pulverula</i>	<i>Dendrobium luxurians</i>	<i>Paphiopedilum victoria-regina</i>	<i>Vanilla aphylla</i>
<i>Coelogyne rochussenii</i>	<i>Dendrobium macrophyllum</i>	<i>Phalaenopsis amabilis</i>	
<i>Coelogyne asperata</i>	<i>Dendrobium macrostachyum</i>	<i>Phalaenopsis amboinensis</i>	
<i>Coelogyne celebensis</i>	<i>Dendrobium nitidicollae</i>	<i>Pholidota imbricata</i>	

Tabel 2 menyajikan daftar sebanyak 150 jenis anggrek yang dikoleksi di rumah kaca Kebun Raya Purwodadi, mencerminkan kekayaan hayati tropis Indonesia dan keberhasilan konservasi eks-situ yang dijalankan. Jenis-jenis anggrek tersebut mencakup berbagai habitus epifit, litofit, dan terrestrial yang berasal dari 38 genus. Keanekaragaman ini menunjukkan bahwa strategi penempatan jenis anggrek berdasarkan kebutuhan ekologisnya sudah berjalan dengan cukup baik.

Sebagian besar jenis yang tercantum merupakan spesies asli Indonesia dan Asia Tenggara, seperti *Dendrobium crumenatum*, *Bulbophyllum medusae*, dan *Coelogyne speciosa*, yang memiliki habitat alami pada hutan dataran rendah hingga pegunungan. Hal ini memperlihatkan bahwa Kebun Raya Purwodadi tidak hanya berfungsi sebagai tempat konservasi, tetapi juga sebagai pusat representatif untuk perlindungan anggrek lokal dan endemik.

Keragaman jenis ini juga memperlihatkan adanya spesialisasi habitat yang memerlukan perlakuan lingkungan yang berbeda. Misalnya, *Phalaenopsis amabilis* memerlukan kelembaban tinggi dan cahaya rendah, sedangkan *Vanda tricolor* memerlukan cahaya penuh. Menurut Liao dkk. (2017), setiap spesies anggrek memiliki toleransi spesifik terhadap parameter mikroklimat seperti suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya, yang sangat memengaruhi keberhasilan fotosintesis dan pembentukan bunga. Ini menunjukkan bahwa keberadaan jenis anggrek yang begitu beragam tidak dapat dipertahankan dengan pendekatan mikroklimat tunggal, melainkan

dengan pengelolaan rumah kaca yang disesuaikan secara spesifik terhadap preferensi fisiologis tiap jenis (Shamshiri dkk., 2018).

Keberadaan 150 jenis koleksi ini juga memiliki implikasi edukatif dan ilmiah. Selain untuk tujuan konservasi, keberagaman jenis anggrek tersebut berfungsi sebagai bahan penelitian taksonomi, fisiologi, hingga teknologi perbanyakan. Beberapa jenis langka seperti *Paphiopedilum rothschildianum* dan *Phragmipedium caudatum* memiliki nilai konservasi tinggi dan memerlukan perhatian khusus dalam pengelolaannya. Koleksi jenis anggrek di Kebun Raya Purwodadi tidak hanya kaya secara kuantitas, tetapi juga penting secara ekologis dan ilmiah. Oleh karena itu, diperlukan strategi konservasi berkelanjutan yang didasarkan pada pemantauan jangka panjang, integrasi teknologi *smart greenhouse*, dan pemahaman mendalam tentang kebutuhan ekologis masing-masing jenis.

3.3 Faktor Lingkungan Rumah Kaca

Tabel 3 menggambarkan hasil pengukuran parameter lingkungan fisik dari tiga rumah kaca yang meliputi suhu, kelembaban, dan cahaya.

Tabel 3. Hasil pengukuran parameter lingkungan rumah kaca

Parameter	Rumah Kaca I	Rumah Kaca II	Rumah Kaca III
Suhu (°C)	32.1	29.7	29.7
Kelembaban (%)	46	53	53
Cahaya (<i>lux</i>)	3850	1740	5100

Rumah Kaca I memiliki suhu tertinggi (32,1 °C), kelembaban paling rendah (46%), dan pencahayaan sedang (3850 *lux*). Kondisi ini cocok untuk genus-genus anggrek yang lebih toleran terhadap kekeringan dan memiliki adaptasi fisiologis terhadap fluktuasi suhu tinggi, seperti *Dendrobium*, *Pinalia*, dan *Eria*. Kondisi ini cocok untuk genus anggrek yang adaptif terhadap fluktuasi suhu dan toleran terhadap kekeringan seperti *Dendrobium*, *Pinalia*, dan *Eria*. Ketiga genus ini diketahui memiliki penyebaran geografis yang luas dan adaptasi fisiologis yang baik terhadap lingkungan ekstrem (Renjana & Hendrawati, 2019).

Rumah Kaca II memiliki suhu yang lebih rendah (29,7 °C), kelembaban tertinggi (53%), dan pencahayaan paling rendah (1740 *lux*). Kondisi ini sangat ideal bagi genus anggrek yang secara ekologis tumbuh pada hutan tropis lembap yang teduh. Contoh genus yang cocok adalah *Bulbophyllum*, *Coelogyne*, dan *Calanthe*. Genus *Bulbophyllum* memiliki banyak spesies epifit dan litofit yang menyukai lingkungan dengan kelembaban tinggi dan pencahayaan rendah (Frinking & Scholte, 2011). Penelitian oleh Coopman (2017) juga menekankan pentingnya kelembaban tinggi selama tahap aklimatisasi anggrek hasil kultur jaringan. *Coelogyne* umumnya berasal dari kawasan tropis lembap dengan preferensi kelembaban tinggi dan suhu sedang. Rumah Kaca II juga sesuai untuk *Spathoglottis* dan *Agrostophyllum* yang memerlukan kelembaban udara tinggi serta intensitas cahaya yang lebih redup. Menurut penelitian Mas dkk. (2022) dan Yulita, Nugroho, & Wulandari (2019), pengaturan suhu dan kelembaban yang akurat dalam rumah kaca dapat dicapai melalui sistem monitoring berbasis IoT, yang terbukti meningkatkan tingkat keberhasilan konservasi anggrek tropis.

Rumah Kaca III menunjukkan kombinasi suhu sedang (29,7 °C), kelembaban tinggi (53%), dan intensitas cahaya tertinggi (5100 *lux*). Parameter ini sangat mendukung pertumbuhan genus anggrek yang memerlukan intensitas cahaya tinggi, seperti *Vanda*, *Arachnis*, dan *Aerides*. Genus *Vanda* dikenal memerlukan pencahayaan penuh dan memiliki sistem akar udara yang efisien

dalam menyerap kelembaban dari atmosfer (Shamshiri dkk., 2018). *Arachnis* yang bersifat terestrial juga tumbuh optimal di lingkungan terbuka dengan sinar matahari langsung. Studi oleh Singh dkk. (2014) menunjukkan bahwa intensitas cahaya tinggi, termasuk dari sumber LED buatan, sangat mendukung fotosintesis dan produksi biomassa pada anggrek. Genus *Aerides*, meskipun epifit, cenderung menyukai sinar terang dan kelembaban tinggi.

Berdasarkan pertimbangan perbedaan parameter lingkungan di tiap rumah kaca, maka penempatan spesies berdasarkan kebutuhan ekologis menjadi sangat penting untuk menghindari stres fisiologis yang dapat menyebabkan gangguan metabolisme, pertumbuhan terhambat, bahkan kematian tanaman (Gunawan & Wicaksono, 2021). Manajemen rumah kaca secara ekologis tidak hanya mempertimbangkan faktor iklim mikro, tetapi juga memanfaatkan teknologi seperti IoT yang mendukung pengaturan suhu, kelembaban, dan pencahayaan secara otomatis dan presisi (Austria dkk., 2023; Murtianta dkk., 2022).

Sistem pemantauan lingkungan yang terintegrasi juga memungkinkan identifikasi dini terhadap perubahan kondisi yang dapat mengancam koleksi anggrek (Suryaningsih & Ronaldo, 2022). Pendekatan berbasis data ini menjadi strategi yang sangat relevan dalam pengelolaan konservasi, khususnya pada koleksi anggrek tropis di lingkungan rumah kaca (Jahan dkk., 2021).

4 KESIMPULAN

Parameter lingkungan mikro di rumah kaca, yaitu suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya, mempengaruhi sebaran, keragaman, dan keberhasilan pertumbuhan koleksi anggrek di Kebun Raya Purwodadi. Setiap rumah kaca memiliki karakteristik lingkungan yang spesifik dan mendukung pertumbuhan genus atau jenis anggrek tertentu sesuai preferensi ekologisnya. Rumah Kaca I cocok untuk anggrek yang toleran terhadap suhu tinggi dan cahaya sedang seperti *Dendrobium* dan *Eria*, sementara Rumah Kaca II mendukung jenis yang menyukai kelembaban tinggi dan cahaya rendah seperti *Bulbophyllum* dan *Coelogyne*, dan Rumah Kaca III ideal untuk anggrek pencinta cahaya seperti *Vanda* dan *Arachnis*. Keberadaan 150 jenis anggrek yang berhasil dikoleksi dengan komposisi habitus, asal, dan kebutuhan mikroklimat yang bervariasi menunjukkan pentingnya manajemen rumah kaca yang adaptif dan berbasis ekofisiologi. Oleh karena itu, pendekatan konservasi yang mempertimbangkan kebutuhan fisiologis masing-masing jenis dan penggunaan teknologi pemantauan lingkungan yang akurat sangat penting untuk menunjang kelestarian anggrek tropis secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kawasan Konservasi Ilmiah (KKI) Kebun Raya Purwodadi, Direktorat Pengelolaan Koleksi Ilmiah dan Deputy Bidang Infrastruktur Riset dan Inovasi BRIN, atas dukungan, fasilitas, serta akses terhadap data dan sumber daya penelitian yang telah diberikan sehingga memungkinkan terlaksananya penelitian ini hingga tahap publikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Austria, A. C. H., Fabros, J. S., & Sumilang, K. R. G. (2023). Development of IoT smart greenhouse system for hydroponic gardens. *International Journal of Computing Science Research*, 7, 2111-2136. doi: 10.25147/ijcsr.2017.001.1.149
- Coopman, S. (2017). Greenhouse acclimatization methods for field establishment of in vitro orchid plants. *Thesis, University of Florida*.
- Frinking, H. D., & Scholte, K. (2011). Aerobiology of an orchid greenhouse: Airborne fungi and plant protection. *Aerobiologia*, 27, 121–134.

- Gunawan, R., & Wicaksono, A. (2021). Kajian mikroklimat rumah kaca pada pertumbuhan anggrek tropis. *Jurnal Hortikultura Tropika*, 6(1), 45–53.
- Hidayat, M., Ananda, P., & Cahya, R. (2023). Efek intensitas cahaya terhadap pertumbuhan vegetatif anggrek Vanda dan Arachnis. *Jurnal Tanaman Hias Tropis*, 8(3), 67–74.
- Jahan, M. S., Mim, J. K., Niittyviita, S., Moberg, S., Ahmad, M., & Hossain, N. (2021). IoT solution for winter survival of indoor plants. doi: 10.48550/arXiv.2106.05130
- Liao, M.S., Chen, S.F., Chou, C.Y., Chen, H.Y., Yeh, S.H., Chang, Y.C., & Jiang, J.A. (2017). On precisely relating the growth of Phalaenopsis leaves to greenhouse environmental factors by using an IoT based monitoring system. *Computers and Electronics in Agriculture*, 136, 174–181.
- Mas, F. A. R., Suciya, S. W., Pauzi, A., & Junaidi, J. (2022). Smart greenhouse monitoring with soil temperature and humidity control on IoT based orchid plants. *Journal of Energy Material and Instrumentation Technology*, 3(3), 79–88. doi:10.23960/jemit.v3i3.111
- Murtianta, B., Danis Ronaldo, S., & Susilo, D. (2022). Perancangan prototype smart indoor greenhouse IoT. *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 21(2), 297–310. doi:10.31358/techne.v21i2.331
- Rahman, A. F., Malik, M., & Mansyur, S. (2022). Prototype sistem monitoring smart green house berbasis IoT pada tanaman selada. *Jurnal Teknik Industri Manajemen dan Manufaktur*, 1 (1), 25–38.
- Renjana, E., & Hendrawati, R. K. (2019). Inventarisasi koleksi anggrek (Orchidaceae) di Kebun Raya Purwodadi sebagai sumber informasi kegiatan kunjungan studi. *Proceeding Biology Education Conference*, 16(1), 182–189.
- Shamshiri, R. R., Jones, J.W., Thorp, K.R., Ahmad, D., Che Man, H., & Taheri, S. (2018). A review of optimal greenhouse microclimate and environmental control technologies for horticultural production. *Journal of Cleaner Production*, 190, 485–504.
- Singh, D., Basu, C., Meinhardt-Wollweber, M., & Roth, B. (2014). LEDs for energy efficient greenhouse lighting. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 139–147.
- Suryaningsih, D., & Danis Ronaldo, S. (2022). Monitoring and controlling system of orchid greenhouse parameter using android and web. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 7(12).
- Yulia, N. D. (2009). Evaluasi flowering time bunga anggrek (Koleksi Kebun Raya Purwodadi). *Berita Penelitian Hayati*, 14, 185–189.
- Yulita, R., Nugroho, A., & Wulandari, D. (2019). Evaluasi konservasi anggrek di rumah kaca berdasarkan parameter lingkungan. *Jurnal Botani Tropis*, 7(1), 21–29.