

**PERAN, TANTANGAN, DAN TRANSFORMASI
TAKSONOMI TUMBUHAN DI ERA TEKNOLOGI
INFORMASI DAN DIGITAL**



UNIVERSITAS GADJAH MADA

**Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar
dalam Bidang Taksonomi Tumbuhan
pada Fakultas Biologi
Universitas Gadjah Mada**

**Oleh:
Prof. Dr. Dra. Ratna Susandarini, M.Sc.**

**PERAN, TANTANGAN, DAN TRANSFORMASI
TAKSONOMI TUMBUHAN DI ERA TEKNOLOGI
INFORMASI DAN DIGITAL**



UNIVERSITAS GADJAH MADA

**Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar
dalam Bidang Taksonomi Tumbuhan
pada Fakultas Biologi
Universitas Gadjah Mada**

**Disampaikan pada Pengukuhan Guru Besar
Universitas Gadjah Mada
Tanggal 6 Juni 2023
di Yogyakarta**

**Oleh:
Prof. Dr. Dra. Ratna Susandarini, M.Sc.**

Yang terhormat,
Ketua, sekretaris, dan anggota Majelis Wali Amanat Universitas
Gadjah Mada
Ketua, sekretaris dan anggota Senat Akademik Universitas Gadjah
Mada
Ketua, sekretaris, dan anggota Dewan Guru Besar Universitas Gadjah
Mada
Rektor dan pada Wakil Rektor Universitas Gadjah Mada
Dekan dan para Wakil Dekan di lingkungan Universitas Gadjah
Mada
Para tamu undangan, teman sejawat, sanak keluarga, dan para
mahasiswa yang saya cintai

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji syukur kepada Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga kita dapat berkumpul pada pagi ini dalam keadaan sehat dan bahagia. Ungkapan terima kasih saya sampaikan kepada Dewan Guru Besar Universitas Gadjah Mada yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk melaksanakan kewajiban menyampaikan pidato pengukuhan sebagai Guru Besar pada Fakultas Biologi dalam bidang Taksonomi Tumbuhan. Pada kesempatan ini saya akan menyampaikan pidato berjudul:

PERAN, TANTANGAN, DAN TRANSFORMASI TAKSONOMI TUMBUHAN DI ERA TEKNOLOGI INFORMASI DAN DIGITAL

Pimpinan sidang dan hadirin yang saya hormati,

Mengawali pidato ini saya mengajak hadirin yang terhormat untuk melihat posisi Taksonomi dalam ruang lingkup keilmuan Biologi serta beberapa versi definisi Taksonomi yang disusun oleh para ahli. Taksonomi merupakan disiplin Biologi yang fundamental, sekaligus merupakan bidang kajian yang dapat merangkul semua aspek dalam Biologi. Hasil penelitian Taksonomi menjadi landasan dan bahkan bersifat mendukung semua bidang dalam Biologi. Taksonomi juga merupakan bidang Biologi yang paling tua, paling

awal berkembang bersama kehidupan manusia, dan oleh karena itu tidak mengherankan jika terdapat banyak versi definisi Taksonomi. Berikut ini adalah beberapa definisi Taksonomi yang menunjukkan perkembangan perannya. Stace (1989) mendefinisikan Taksonomi sebagai ilmu yang mempelajari dan mendeskripsikan variasi organisme, mengkaji penyebab dan konsekuensi variasi tersebut, serta menggunakannya untuk menghasilkan klasifikasi. Taksonomi sebagai disiplin Biologi oleh Enghoff & Seberg (2006) secara ringkas didefinisikan sebagai klasifikasi kehidupan, yang terutama berfokus pada deskripsi spesies, variabilitas genetiknya, dan kekerabatan antara satu spesies dengan lainnya.

Definisi Taksonomi yang mencerminkan detail cakupan aktivitasnya dijabarkan oleh Ebach *et al.* (2011) yaitu bahwa Taksonomi adalah disiplin ilmu yang mengeksplorasi, menemukan, menginterpretasi, menampilkan, memberi nama, dan mengatur keragaman makhluk hidup dalam susunan klasifikasi. Dalam konteks ini ditegaskan bahwa Taksonomi merupakan komponen integral biogeografi, biologi evolusi, ekologi, konservasi, dan kajian keanekaragaman hayati. Sementara itu Sluys (2013) menyatakan bahwa Taksonomi adalah subdisiplin Biologi Sistemik yang terlibat dalam penemuan dan pendokumentasian spesies, dan penyusunan klasifikasi. Beragam definisi tersebut menunjukkan bahwa Taksonomi terus berkembang dan bukan bersifat monoton berisi deretan nama organisme beserta susunan hirarkhisnya dalam klasifikasi, namun justru merupakan ilmu pengetahuan yang dinamis, berkembang sejalan dengan kemajuan cabang Biologi lainnya. Sesuai dengan bidang keilmuan saya, maka dalam paparan selanjutnya saya fokuskan pada topik Taksonomi Tumbuhan.

Hadirin yang terhormat,

Taksonomi Tumbuhan dan perannya dalam inventarisasi biodiversitas

Peran Taksonomi sebagai disiplin Biologi yang fundamental ditegaskan oleh Stuessy (2020) bahwa identifikasi dan klasifikasi yang dihasilkan dari kerja Taksonomi memberikan informasi mengenai organisme yang ada di bumi, fitur apa yang mereka miliki, serta bagaimana kesamaan dan perbedaan di antara spesies sehingga

memungkinkan keberhasilan penggunaan sumber daya hayati. Peran penting Taksonomi Tumbuhan bagi manusia tidak terbantahkan, meskipun kadang dianggap sebagai ilmu yang kuno. Anggapan ini kemungkinan muncul karena masyarakat pada umumnya membayangkan bahwa Taksonomi identik dengan herbarium yang bertumpuk-tumpuk dan buku identifikasi yang tebal. Masyarakat awam atau bahkan mahasiswa sekalipun masih ada yang belum memahami bahwa Taksonomi di masa sekarang telah berkembang menggunakan berbagai perangkat informasi teknologi. Kunci identifikasi *online*, *digital specimen*, *virtual herbarium*, dan *DNA barcoding* saat ini telah menjadi sarana kerja Taksonomi. Perkembangan Taksonomi yang memanfaatkan teknologi sangat berpengaruh terhadap tercapainya tujuan utama Taksonomi yaitu menyusun katalog keanekaragaman hayati atau yang lebih populer dikenal dengan istilah “Biodiversitas”.

Realitas yang dihadapi semua negara saat ini, dan yang menjadi perhatian serta keprihatian semua pihak, mulai dari peneliti, akademisi, pemerhati lingkungan hingga pemerintah adalah penurunan keanekaragaman hayati atau krisis biodiversitas. Penurunan keanekaragaman tumbuhan pada masa sekarang ini banyak terjadi akibat kerusakan habitat, alih fungsi lahan, dan eksploitasi yang berlebihan (Britz *et al.*, 2020). Kondisi ini bukan hanya menjadi ancaman terhadap kelestarian tumbuhan namun berdampak secara langsung terhadap manusia. Kebutuhan pokok hidup manusia yang paling terdampak dari penurunan keanekaragaman tumbuhan adalah ketersediaan pangan. Perkembangan populasi manusia yang terus meningkat jelas memerlukan suplai bahan pangan yang sangat besar, belum lagi jika membahas kebutuhan papan, sandang, dan kebutuhan sekunder yang bersumber dari tumbuhan. Krisis biodiversitas digaungkan di seluruh dunia, namun banyak yang belum memahami bahwa klaim tersebut hanya dapat dibuktikan dengan penelitian di bidang Taksonomi. Dalam ruang lingkup dunia tumbuhan, maka tanpa adanya katalog yang memuat keanekaragaman tumbuhan kita tidak akan pernah tahu spesies tumbuhan mana saja yang telah menghilang atau punah dari negara kita.

Berkaitan dengan krisis biodiversitas, maka Taksonomi dengan ruang lingkup mulai dari eksplorasi keanekaragaman spesies hingga dokumentasi pola distribusi spesies dan interpretasinya sangat penting dalam menentukan strategi konservasi. Dalam menghadapi krisis ini, maka sangat jelas peran Taksonomi yang dinyatakan oleh Ebach *et al.* (2011) bahwa Taksonomi adalah kunci untuk memahami kehidupan, dan pengetahuan yang dihasilkan oleh kerja ahli Taksonomi merupakan benteng terbaik dalam menghadapi ketidakpastian dalam krisis biodiversitas yang saat ini kita alami bersama. Penegasan mengenai hal ini dikemukakan oleh Wheeler *et al.* (2012) bahwa salah satu tujuan mendasar bagi ahli Taksonomi Tumbuhan adalah mendokumentasikan dan menyediakan informasi keanekaragaman hayati global yang komprehensif. Dalam hal ini Rajmohana & Bijoy (2012) menggarisbawahi bahwa sebagai disiplin ilmu yang berada pada posisi sentral untuk eksplorasi dan pemahaman biodiversitas maka Taksonomi Tumbuhan mendapat tekanan kuat untuk memenuhi kebutuhan informasi tersebut. Hal ini jelas menjadi tantangan besar bagi taksonomis di seluruh dunia, mengingat bahwa laju kehilangan biodiversitas sama atau bahkan lebih tinggi dibandingkan dengan laju inventarisasi dan deskripsi spesies. Kondisi yang demikian ini menuntut akselerasi dalam kerja Taksonomi agar sebanyak mungkin spesies dapat dideskripsi dan dikatalogkan sebelum hilang tanpa pernah diketahui potensinya. Satu hal yang penting untuk dipahami adalah bahwa sebelum melangkah ke penyusunan strategi konservasi maka inventarisasi biodiversitas melalui kegiatan Taksonomi eksploratif mutlak diperlukan agar tidak ada spesies yang terlewat untuk ditemukan, diidentifikasi, dan dideskripsikan sebelum punah tanpa pernah tercatat keberadaannya.

Hadirin yang saya hormati,

Taksonomi Tumbuhan sebagai disiplin ilmu yang merangkul berbagai disiplin lain dalam Biologi

Keunikan dan sekaligus keunggulan Taksonomi adalah merupakan disiplin ilmu yang dapat menggunakan data dari berbagai aspek Biologi, yang dikenal dengan istilah “bukti taksonomi” (*taxonomic evidence*). Dengan kata lain, dalam mewujudkan misinya

menyusun katalog keanekaragaman spesies, Taksonomi Tumbuhan merangkul berbagai disiplin ilmu dalam Biologi. Beragam bukti taksonomi mulai dari morfologi hingga molekuler digunakan untuk mengkaji variasi spesies, identifikasi, dan klasifikasi tumbuhan. Sejumlah publikasi yang dihasilkan dari penelitian bersama kolega maupun dari studi mahasiswa berikut ini memberikan contoh penggunaan berbagai bukti taksonomi.

Karakter morfologis merupakan bukti taksonomi yang paling mudah diamati dan dapat diperoleh dari tumbuhan segar, spesimen herbarium maupun fosil, hingga saat ini masih relevan untuk digunakan dalam penelitian Taksonomi Tumbuhan. Analisis karakter morfologis terbukti mampu mengungkap variasi dalam suatu spesies, seperti pada pamelu atau *Citrus maxima* (Susandarini *et al.*, 2013), pada bawang merah (Fitriana & Susandarini, 2019), sorgum (Martiwi *et al.*, 2020b), dan kakao (Widyasary & Susandarini, 2020). Morfologi mikro- dan makro- pada daun, yang dikenal dengan istilah arsitektur daun terbukti berperan penting untuk identifikasi tumbuhan gaharu pada fase vegetatif (Maulia & Susandarini, 2019). Analisis variasi morfologis juga dapat dikombinasikan dengan anatomi dan metabolit sekunder seperti yang telah dilaporkan pada kelompok tanaman sirih (Nugroho *et al.*, 2019) dan jeruk keprok (Nuryandari *et al.*, 2020). Karakter morfologis juga berperan dalam analisis kekerabatan antar spesies, baik pada tumbuhan paku genus *Dicranopteris* dan *Sticherus* (Marpaung & Susandarini, 2021), maupun pada *Begonia* (Permata & Susandarini, 2022).

Penggunaan data biokimiawi tumbuhan atau fitokimia dalam penelitian Taksonomi (kemotaksonomi) bukan hanya untuk tujuan analisis variasi dan kekerabatan, namun juga untuk menggali potensi kandungan fitokimia dalam bidang kesehatan. Penelitian kemotaksonomi untuk kekerabatan antar spesies antara lain telah dilakukan pada *Citrus maxima* (Susandarini *et al.*, 2016) dan genus *Piper* atau sirih-sirihan (Nugroho *et al.*, 2020). Adapun kajian kemotaksonomi untuk aplikasinya di bidang kesehatan antara lain dilakukan pada anggrek *Dendrobium lasianthera* dan *Arachnis flos-aeris* (Nugroho *et al.*, 2016), dan *Plantago lanceolata* (Fakhrudin *et al.*, 2017). Aspek Taksonomi yang juga terkait dengan karakteristik fitokimia adalah inventarisasi tumbuhan obat yang dikaji melalui

pendekatan Etnobotani, seperti yang dilakukan di kawasan bentang alam Bukit Rimbang Bukit Baling, Riau (Rosalia & Susandarini, 2020; Susandarini *et al.*, 2021).

Taksonomi sebagai disiplin ilmu yang mengikuti perkembangan bidang biologi molekuler ditunjukkan dengan penelitian karakterisasi molekuler pada berbagai spesies. Penggunaan penanda molekuler *Single Nucleotide Polymorphisms* untuk mengungkap variabilitas genetik tanaman pangan antara lain telah dilakukan pada padi penghasil beras merah dan beras hitam (Kurniasih *et al.*, 2019) dan sorgum (Martiwi *et al.*, 2020a). Sementara itu, karakterisasi molekuler juga telah diterapkan pada pamelos (Susandarini *et al.*, 2020) dan pada tumbuhan paku resam dari genus *Dicranopteris* dan *Sticherus* (Marpaung & Susandarini, 2022).

Penelitian Taksonomi dasar yang dikenal dengan istilah *alpha-taxonomy* dalam bentuk eksplorasi keanekaragaman tumbuhan selalu akan menjadi penggerak utama untuk dapat mewujudkan misi penyusunan katalog spesies tumbuhan. Hasil penelitian kolaborasi dengan institusi mitra khususnya Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor antara lain dapat dilihat dalam publikasi Astuti *et al.* (2017) mengenai *Pellacalyx simphiodiscus*, Sari *et al.* (2019) yang menorehkan catatan baru (*new record*) keberadaan *Rafflesia hasseltii* di Kalimantan, dan keanekaragaman tumbuhan di hutan lindung Lasitae, Sulawesi Selatan oleh Sari *et al.* (2020). Ketiga publikasi tersebut merupakan hasil kegiatan Ekspedisi NKRI.

Hadirin yang terhormat,

Tantangan yang dihadapi Taksonomi Tumbuhan

Taksonomi sebagai disiplin ilmu fundamental dalam Biologi, dan memiliki banyak kegunaan di bidang terapan sayangnya justru mengalami banyak tantangan dalam pengembangannya. Tantangan yang dihadapi mulai dari kurangnya dukungan kebijakan terhadap penelitian dasar bidang Taksonomi, baik dalam hal pendanaan maupun infrastruktur, minat yang rendah untuk menekuni karir sebagai taksonomis, hingga penghargaan terhadap publikasi taksonomi yang umumnya tidak memiliki indeks sitasi tinggi. Publikasi dalam format monograf atau revisi taksonomi yang mensitir karya ilmiah berumur puluhan bahkan ratusan tahun

seringkali hanya dapat diakomodir oleh jurnal yang ruang lingkungannya murni Taksonomi, yang jumlahnya tidak banyak. Hal ini jelas merupakan suatu ironi saat seluruh dunia menaruh perhatian besar terhadap isu biodiversitas. Sungguh hal ini menimbulkan keprihatinan, yang tercermin dalam sejumlah tulisan para ahli, diantaranya Drew (2011) yang memancing perhatian dunia ilmu pengetahuan dengan judul artikel "*Are we losing the science of taxonomy?*". Dalam tulisan tersebut dipaparkan realita bahwa taksonomis tidak banyak meningkat jumlahnya, sedangkan keahliannya sangat diperlukan dalam menghadapi banyaknya spesimen yang belum teridentifikasi secara benar. Dalam mensikapi tantangan tersebut, maka Ebach *et al.* (2011) menyatakan bahwa yang perlu dilakukan adalah revitalisasi Taksonomi, yang antara lain dicapai melalui penyediaan dana penelitian yang memadai, memperkuat sumber daya manusia melalui pendidikan dan pelatihan, serta meningkatkan publikasi Taksonomi. Pendapat mengenai pentingnya revitalisasi Taksonomi ini juga telah dikemukakan sebelumnya oleh Wheeler & Valdecasas (2005) yang memaparkan sejumlah tantangan untuk transformasi Taksonomi sebagai akselerasi dalam revitalisasinya.

Pandangan lain mengenai kondisi dan tantangan yang dihadapi Taksonomi diungkapkan oleh Tacoigne & Dubois (2013) bahwa pada dekade pertama tahun 2000-an Taksonomi berada dalam fase *inersia*. Pendapat tersebut dibuat berdasarkan evaluasi terhadap jumlah spesies yang dideskripsi, publikasi taksonomi, dan jumlah taksonomis yang aktif. Upaya untuk menggugah perhatian dunia mengenai masa depan Taksonomi Tumbuhan dapat dilihat dari tulisan Baldini *et al.* (2021) dengan judul yang sangat menggelitik yaitu "*Is the demise of plant taxonomy in sight? Maybe yes, maybe no...*". Tulisan tersebut berisi ulasan kondisi Taksonomi Tumbuhan yang perlu mendapat perhatian serius serta langkah-langkah yang harus ditempuh agar taksonomis mampu menegakkan kontribusinya dalam menghasilkan katalog biodiversitas yang sangat esensial bagi kehidupan dunia.

Khusus mengenai tantangan dalam sumber daya manusia yaitu kurangnya jumlah taksonomis profesional, Coleman & Radulovici (2020) menyatakan bahwa untuk menjadi taksonomis diperlukan

bakat khusus, komitmen jangka panjang, serta kemampuan untuk memahami kompleksitas klasifikasi dan sekaligus mengenali perbedaan detil antar spesies. Dalam hal ini ditekankan pula bahwa meskipun saat ini perkembangan biologi molekuler telah memunculkan metode *DNA barcoding* sebagai sarana identifikasi, namun peran ahli taksonomi yang terlatih untuk identifikasi dengan metode klasik yang menguasai analisis variabilitas morfologi masih sangat diperlukan untuk mendeskripsikan spesies di alam.

Hadirin yang saya hormati,

Tranformasi Taksonomi Tumbuhan di Era Teknologi Informasi dan Digital

Dalam merespon tantangan yang dihadapi Taksonomi dengan peran pentingnya dalam Biologi maupun bidang terapan, serta dalam berbagai aspek kehidupan manusia maka diperlukan transformasi menuju terwujudnya *integrative taxonomy* (Taksonomi integratif). Pandangan mengenai pentingnya Taksonomi integratif dipaparkan oleh German National Academy of Sciences Leopoldina (2014) bahwa Taksonomi integratif merupakan bidang penelitian yang penting, tidak hanya untuk keilmuannya sendiri tetapi juga menyediakan data untuk aplikasi di bidang lain, diantaranya bidang bioteknologi, kedokteran, pertanian, teknologi pangan, dan konservasi alam. Dalam hal ini ketersediaan basis data Taksonomi untuk bidang-bidang tersebut sangatlah penting. Tuntutan untuk menyediakan basis data Taksonomi yang berisi informasi kredibel mengenai keanekaragaman spesies dengan segala karakteristik dan potensinya dengan aksesibilitas tinggi saat ini semakin besar dan mendesak dalam situasi penurunan biodiversitas di depan mata.

Dalam upaya memenuhi tuntutan tersebut maka penggunaan teknologi *DNA barcoding* dalam Taksonomi Tumbuhan berperan penting bukan hanya untuk identifikasi dan penyusunan klasifikasi namun juga penting dalam program *biomonitoring* (Hajibabaei *et al.*, 2016). *DNA barcoding* yang merupakan sarana identifikasi spesies berbasis metode biologi molekuler saat ini telah menjadi bagian terintegrasi dalam penelitian Taksonomi Tumbuhan. Teknologi ini penting karena identifikasi spesies merupakan langkah pertama sebagai pembuka gerbang informasi untuk pemanfaatan sumber daya

hayati. Dalam hal ini Borkent (2020) menyatakan bahwa karena *DNA barcoding* berbasis data sekuen DNA maka aplikasinya tergantung pada ketersediaan *barcode library*, dan akan berfungsi efektif sebagai sarana identifikasi pada kelompok taksa yang karakteristik spesiesnya telah diketahui secara lengkap.

Revitalisasi Taksonomi dalam transformasinya di jaman interkoneksi sekarang ini juga dilakukan melalui berbagai cara meliputi peningkatan komunikasi antar peneliti, kolaborasi infrastruktur daring, peningkatan dan percepatan revisi taksonomi, peningkatan akses terhadap pengetahuan dan hasil penelitian taksonomi, peningkatan akses terhadap spesimen, partisipasi personil non-spesialis terlatih, serta kolaborasi internasional, seperti yang dijabarkan oleh Costello *et al.* (2015). Langkah progresif dalam penguatan jejaring kelembagaan nasional dan internasional untuk penelitian multidisiplin, penetapan prioritas penelitian, pembangunan infrastruktur penelitian, dan peningkatan akses publikasi internasional juga ditekankan oleh Stuessy (2020) agar Taksonomi Tumbuhan mampu menjalankan misi mulianya menyusun katalog keanekaragaman tumbuhan.

Menghadapi kondisi dunia yang dihadapang krisis biodiversitas maka Taksonomi Tumbuhan yang berada pada lini terdepan dalam menyediakan data kekayaan spesies dan distribusinya harus melakukan perubahan mendasar dengan memanfaatkan teknologi informasi dan digital dalam mewujudkan misinya. Taksonomi menggunakan banyak data dalam analisisnya, dan juga menghasilkan banyak data mengenai spesies yang diidentifikasi sehingga Taksonomi memerlukan dukungan teknologi untuk menjadikan hasil penelitiannya sebagai informasi keanekaragaman hayati yang terorganisir. Transformasi Taksonomi harus dilakukan, dan kemajuan teknologi saat ini sangat mendukung hal tersebut. Transformasi menuju Taksonomi integratif melalui pemanfaatan teknologi informasi dan digital telah disuarakan sejak satu dekade yang lalu oleh Miller *et al.* (2012). Dorongan untuk menggunakan kemajuan teknologi informasi dan digital dipertegas oleh Thomson *et al.* (2018) bahwa Taksonomi sebagai disiplin ilmu yang telah berabad-abad berperan memberikan penamaan dan klasifikasi keanekaragaman

hayati harus berkembang maju dengan memanfaatkan pengetahuan dan teknologi terbaru.

Perkembangan ilmu pengetahuan yang berpengaruh besar pada Taksonomi Tumbuhan saat ini antara lain adalah teknologi *omics* sebagai metode berkecepatan dan berdaya hasil tinggi dalam akuisisi informasi bidang biologi molekuler. Teknologi *omics* yang dalam prakteknya menghasilkan data sekuen DNA, asam amino, protein, dan data produk metabolisme lainnya memungkinkan peneliti Taksonomi Tumbuhan menggunakannya dalam interpretasi keragaman genetik untuk menjelaskan variasi dan kekerabatan spesies. Data tersebut kemudian dianalisis menggunakan berbagai perangkat bioinformatika. Dalam hal ini maka penggunaan teknologi *omics* yang diikuti analisis dengan bioinformatika memberikan kontribusi besar untuk meningkatkan kecepatan dan keakuratan kerja ahli Taksonomi Tumbuhan dalam menghasilkan informasi spesies yang komprehensif.

Transformasi Taksonomi Tumbuhan melalui pemanfaatan teknologi informasi dan digital ditandai dengan kemunculan *cybertaxonomy* (Taksonomi siber). Definisi Taksonomi siber menurut Rajmohana & Bijoy (2012) adalah kumpulan perangkat elektronik yang digunakan dalam Taksonomi untuk mempercepat penemuan spesies dan penerapan pengetahuan Taksonomi. Pengembangan Taksonomi siber merupakan salah satu bentuk transformasi Taksonomi melalui penggunaan perangkat elektronik untuk mengakses informasi dan menghasilkan landasan pengetahuan esensial, dengan mengintegrasikan teknologi informasi ke dalam proses Taksonomi, sehingga mempercepat langkah-langkah dalam identifikasi dan dokumentasi keanekaragaman hayati. Peran penting infrastruktur untuk menunjang perkembangan aksonomi siber ditegaskan oleh Wheeler *et al.* (2012) yaitu meliputi penerapan teknologi informasi dan digital terhadap sebanyak mungkin aspek Taksonomi Tumbuhan dan penelitian berbasis koleksi spesimen herbarium dan museum. Dalam perkembangan Taksonomi siber, *digital imaging* merupakan komponen esensial karena dengan teknologi ini memungkinkan ahli Taksonomi untuk menyalin data detil dari label koleksi spesimen serta pengambilan gambar seluruh spesimen, sehingga saat ini telah banyak tersedia *virtual herbarium*

(herbarium *virtual*) melalui proses digitalisasi spesimen. Institusi herbarium dunia yang telah menyediakan akses herbarium *virtual* diantaranya adalah *Australasian Virtual Herbarium*, *BioPortal*, *Kew Herbarium Catalogue*, dan *Integrated Digitized Biocollections (iDigBio)*. Integrasi antara karakterisasi morfologis, digitalisasi spesimen, data sebaran geografis, dan teknologi informasi telah menghasilkan kunci identifikasi interaktif yang tersedia secara daring, baik yang dapat diakses tanpa biaya, misalnya *DELTA (Descriptive Language for Taxonomy)*, maupun yang berbayar yaitu perangkat lunak Lucid.

Hasil kerja ahli Taksonomi Tumbuhan berupa data spesies yang dilengkapi dengan nama yang valid, deskripsi morfologi, digitalisasi spesimen, dan peta sebarannya diintegrasikan menjadi satu informasi lengkap menggunakan infrastruktur Taksonomi siber. Hal ini dilakukan untuk memfasilitasi akses terhadap informasi spesies agar dapat menjangkau berbagai kelompok pengguna dan pemangku kepentingan sehingga meningkatkan manfaatnya secara global. Perkembangan Taksonomi siber saat ini telah menyediakan akses yang luas terhadap informasi Taksonomi dalam bentuk basis data yang dapat diakses secara daring, diantaranya *Species 2000*, *Biodiversity Heritage Library*, *Global Biodiversity Information Facility*, *ITIS Catalogue of Life*, *International Plant Names Index*, *The Plant List*, *World Flora Online*, dan *Plants of the World Online*. Perkembangan Taksonomi siber juga ditandai dengan tersedianya publikasi dalam format jurnal elektronik yang spesifik di bidang Taksonomi Tumbuhan, yaitu *Phytotaxa* dan *Phytokeys*. Fasilitas untuk mengembangkan dan mengelola basis data serta publikasi monograf elektronik (*e-monograph*) juga telah tersedia, yaitu *Botanical Research and Herbarium Management System*.

Teknologi digital untuk merekam data spesimen hingga ke detail terkecil juga telah tersedia dan menjadi penunjang tercapainya tujuan pendokumentasian spesies hingga ke level sel. Digitalisasi sumber daya Taksonomi, baik berupa koleksi spesimen maupun hasil-hasil penelitian interdisipliner dengan data mulai dari morfologi hingga genomik, filogenetik, dan ekologi, yang diintegrasikan dengan dukungan teknologi informatika dan komputasi merupakan langkah nyata transformasi Taksonomi (Bik *et al.*, 2017). Transformasi

menuju Taksonomi yang maju dan mampu menjadi penyedia informasi keanekaragaman hayati yang komprehensif melalui digitalisasi data dari spesimen dan diintegrasikan dengan data genomik melalui teknologi informatika juga harus didukung dengan program pendidikan untuk mencetak generasi taksonomis profesional yang memiliki ketrampilan multifaset (Wen *et al.*, 2017).

Hadirin yang terhormat,

Penutup

Taksonomi Tumbuhan sebagai disiplin Biologi yang menduduki posisi sentral dan fundamental menghadapi tuntutan peran untuk mampu menghasilkan data spesies secara lengkap, akurat, dan mutakhir dalam waktu yang cepat untuk mengimbangi laju penurunan biodiversitas. Inventarisasi spesies yang dihasilkan dari kerja eksploratif ahli Taksonomi Tumbuhan sangat penting dalam pengelolaan keanekaragaman spesies dan konservasinya. Tantangan yang dihadapi dalam mewujudkan misi utama Taksonomi Tumbuhan untuk menemukan, menginventarisir, dan mendokumentasikan keanekaragaman spesies akan secara bertahap dapat diatasi dengan memanfaatkan kemajuan pengetahuan dan teknologi. Seiring dengan perkembangan tuntutan perannya, maka dalam dunia ilmu pengetahuan dikenal istilah Taksonomi dan Sistematika. Perbedaan antara keduanya dirangkum oleh Singh (2010) yaitu bahwa ruang lingkup Taksonomi meliputi identifikasi, tatanama, dan klasifikasi, sedangkan ruang lingkup Sistematika meliputi ketiga aspek yang dipelajari dalam Taksonomi ditambah dengan kajian kekerabatan filogenetik dan evolusi.

Taksonomi Tumbuhan di era teknologi informatika dan digital ini bersifat integratif untuk membuat sumber daya yang dimiliki berupa spesimen dan segala data yang menyertainya menjadi lebih mudah diakses dan menjangkau berbagai pemangku kepentingan. Taksonomi Tumbuhan telah bertransformasi seiring dengan kemajuan pesat di bidang teknologi informasi dan digital yang ditandai dengan berbagai fasilitas informasi dan perangkat yang dapat diakses secara daring, meliputi kunci identifikasi, basis data tata nama, bank data genomik, dan herbarium *virtual*. Hal ini menegaskan karakteristik Taksonomi yang dinamis, dan akan terus

berkembang bersama kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi pendukungnya.

Hadiri yang terhormat,

Pada kesempatan bahagia ini saya ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada Pemerintah Republik Indonesia, khususnya Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi yang telah memberikan kepercayaan kepada saya untuk menduduki jabatan akademik Guru Besar di bidang Taksonomi Tumbuhan. Terima kasih dan penghargaan saya sampaikan kepada Rektor, Senat Akademik, Dewan Guru Besar Universitas Gadjah Mada yang telah menyetujui dan mengusulkan saya ke jenjang jabatan Guru Besar. Ungkapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Pimpinan Fakultas Biologi, Senat Fakultas Biologi, dan Pimpinan Departemen Biologi Tropika Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, yang telah menyetujui pengusulan saya menjadi Guru Besar.

Penghargaan dan rasa terima kasih saya sampaikan kepada para guru yang telah mendidik saya mulai dari Sekolah Dasar, Sekolah Menengah Pertama, hingga Sekolah Menengah Atas. Kepada Dosen Pembimbing Akademik saya, almarhum bapak Ir. Margono yang sangat sabar membimbing selama studi sarjana, terima kasih saya haturkan. Terima kasih saya sampaikan kepada almarhumah ibu Dra. Sri Woelaningsih Santosa, S.U., Dosen Pembimbing Seminar yang dengan tekun melatih kemampuan menulis saya sejak awal. Kepada Dosen Pembimbing dan Penguji Skripsi saya, Prof. Dr. Issirep Sumardi, almarhum Prof. Ir. Moeso Suryowinoto, dan Prof. Dr. Santosa, terima kasih dan penghargaan saya haturkan. Terima kasih saya sampaikan kepada Dr. John Conran dan Dr. Graham Collins sebagai Dosen Pembimbing Tesis selama studi saya di The University of Adelaide, Australia. Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada tim promotor yang telah membimbing dan mendampingi saya selama menempuh pendidikan Doktor, yaitu Prof. Dr. Siti Subandiyah, M.Agr., Dr. Rugayah, M.Sc., Prof. Dr. Budi Setiadi Daryono, M.Agr.Sc., dan Prof. Dr. Laurentius Hartanto Nugroho, M.Agr.

Terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya saya sampaikan kepada almarhum Prof. Dr. Agus Pudjoarinto, S.U., senior sekaligus Guru Besar panutan yang dengan penuh kesabaran membimbing di masa awal pengabdian saya sebagai dosen di Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada. Terima kasih saya sampaikan kepada senior dan kolega, Dr. Siti Sumarmi, Prof. Dr. Purnomo, M.S., Dra. Inggit Puji Astuti, M.Si. yang memberikan motivasi, dorongan semangat, dan doa untuk menguatkan langkah saya menuju jenjang Guru Besar. Ucapan terima kasih juga saya tujukan kepada jajaran Kopassus yang telah memberi kesempatan bagi saya menjadi tenaga ahli bidang flora dan fauna dalam Ekspedisi NKRI 2012-2017.

Di hari yang bersejarah ini, saya berterima kasih kepada keluarga yang selalu mendukung dan menjadi penyemangat. Penghormatan untuk kedua orang tua saya, almarhum Bapak Soekimin dan almarhumah ibu Sri H. Susiloningsih atas didikan, keteladanan, dan kasih sayang yang tiada tara. Ungkapan terima kasih saya untuk suami almarhum Ir. Suroto dan dua anak saya, Amir dan Kiki atas pengertian dan dukungan bagi saya dalam meniti karir sebagai dosen. Terima kasih untuk tiga adik saya bersama keluarganya atas dukungan moril selama ini. Terima kasih juga kepada mertua almarhum bapak Amat Jayadi dan almarhumah ibu Subinem, serta pada ketiga adik ipar bersama keluarganya.

Ucapan terima kasih saya sampaikan untuk para kolega dosen, tenaga kependidikan, dan mahasiswa bimbingan saya di Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada atas kerja sama yang baik dalam menciptakan suasana akademik yang kondusif. Terima kasih khususnya untuk keluarga Laboratorium Sistematika Tumbuhan atas persaudaraan dan dukungannya selama saya mengabdikan di Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada. Kepada para tamu undangan yang telah berkenan hadir dalam acara pengukuhan Guru Besar saya pada hari ini, saya haturkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, I.P., R. Susandarini, and R. Sari. 2017. *Pellacalyx symphioidiscus* Stafp from Long Bagun, Mahakam Hulu: Morphological characterization and its distribution. *Berita Biologi* 16 (2): 211-214.
- Baldini R.M., J.H. Cota-Sánchez, and C. Aedo. 2021. Is the demise of plant taxonomy in sight? Maybe yes, maybe no... *Webbia. Journal of Plant Taxonomy and Geography* 76(1): 3-10.
- Bik, H.M. 2017. Let's rise up to unite taxonomy and technology. *PLoS Biol* 15(8): e2002231.
- Borkent, A. 2020. Shrinking biodiversity, dwindling taxonomy and building a broader science. *Megataxa* 001 (1): 053–058.
- Britz, R., Hundsdörfer, A., and Fritz, U. 2020. Funding, training, permits—the three big challenges of taxonomy. *Megataxa* 001 (1): 049–052.
- Coleman, C.O. and A.E. Radulovici. 2020. Challenges for the future of taxonomy: talents, databases and knowledge growth. *Megataxa* 001 (1): 028–034.
- Costello, M.J., B. Vanhoorne, and W. Appeltans. 2015. Conservation of biodiversity through taxonomy, data publication, and collaborative infrastructures. *Conservation Biology* 29 (4): 1094–1099.
- Drew, L.W. 2011. Are we losing the science of taxonomy? *BioScience* 61: 942–946.
- Ebach M.C., A.G. Valdecasas, and Q.D. Wheeler. 2011. Impediments to taxonomy and users of taxonomy: accessibility and impact evaluation. *Cladistics*. 27: 550-557.
- Enghoff, H. and O. Seberg. 2006. A taxonomy of taxonomy and taxonomists. *The Systematist, Newsletter of the Systematics Association* 27: 13–15.
- Fakhrudin, N., E.D. Astuti, R. Sulistyawati, D. Santosa, R. Susandarini, A. Nurrochmad, and S. Wahyuono. 2017. n-Hexane insoluble fraction of *Plantago lanceolata* exerts anti-inflammatory activity in mice by inhibiting cyclooxygenase-2 and reducing chemokines levels. *Scientia Pharmaceutica* 85 (1): article no 12.

- Fitriana, N. and R. Susandarini. 2019. Morphology and taxonomic relationships of shallot (*Allium cepa* L. group aggregatum) cultivars from Indonesia. *Biodiversitas* 20 (10): 2809-2814.
- German National Academy of Sciences Leopoldina. 2014: Challenges and opportunities of integrative taxonomy for research and society – Taxonomic research in the era of OMICS technologies. Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e.V. Nationale Akademie der Wissenschaften (German National Academy of Sciences). Halle/Saale.
- Hajibabaei, M., D.J. Baird, N.A. Fahner, R. Beiko, and G.B. Golding. 2016 A new way to contemplate Darwin's tangled bank: how DNA barcodes are reconnecting biodiversity science and biomonitoring. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 371: 20150330.
- Kurniasih, N.S., R. Susandarini, F.A. Susanto, T.R. Nuringtyas, G. Jenkin, Y.A. Purwestri. 2019. Characterization of Indonesian pigmented rice (*Oryza sativa*) based on morphology and Single Nucleotide Polymorphisms. *Biodiversitas* 20 (4): 1208-1214.
- Marpaung, A.A. and R. Susandarini. 2022. Genetic diversity of *Dicranopteris* and *Sticherus* from Rokan Hulu, Riau Based on ISSR marker. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology* 07 (01): jtbb66552.
- Marpaung, A.A. and R. Susandarini. 2021. Variation on morphology and spore characters of *Dicranopteris* and *Sticherus* (Gleicheniaceae) from Rokan Hulu District, Riau, Indonesia. *Biodiversitas* 22 (10): 4475-4486.
- Martiwi, I.N.A., L.H. Nugroho, B.S. Daryono, and R. Susandarini. 2020a. Genotypic variability and relationships of *Sorghum bicolor* accessions from Java Island, Indonesia based on IRAP markers. *Biodiversitas* 21 (12): 5637-5643.
- Martiwi, I.N.A., L.H. Nugroho, B.S. Daryono, and R. Susandarini. 2020b. Morphological variability and taxonomic relationship of *Sorghum bicolor* (L.) Moench accessions based on qualitative characters. *Annual Research & Review in Biology* 35 (6): 40-52.
- Maulia, Z. and R. Susandarini. 2019. Role of leaf Architecture for the identification of agarwood-producing species *Aquilaria malaccensis* Lam. and *Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke at

- vegetative stage. *Journal of Biological Sciences* 19 (6): 396 – 406.
- Miller, J., T. Dikow, D. Agosti, G. Sautter, T. Catapano, L. Penev, et al. 2012. From taxonomic literature to cybertaxonomic content. *BMC Biology* 10:87.
- Nugroho, L.H., R. Pratiwi, R. Susandarini, E.R.P. Wardoyo, O. Megawati, and S. Handayani. 2016. Isolation of bioactive compounds from two orchid species and preliminary test of their cytotoxicity against T47D breast cancer cells. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research* 8 (1): 150-155.
- Nugroho, L.H., Sutikno, R. Susandarini, I.R.Yuliati, Y. Priyono, E. Munawaroh, and I.P. Astuti. 2019. Comparative leaf and stem anatomy of ten *Piper* species from Indonesia. *Asian Journal of Agriculture and Biology* 7 (3): 434-441.
- Nugroho, L.H., E.C. Lexinta, Y. Priyono, and R. Susandarini. 2020. Composition of terpenoid compounds in essential oils extracted from stems of eight *Piper* species and their role in taxonomic relationships. *Biodiversitas* 21 (8): 3438-3443.
- Nuryandani, E., R. Susandarini, A. Indrianto, T.R. Nuringtyas, A.M. Fathima, and S. Subandiyah. 2020. Variations of morphology, anatomy, and metabolite profiles of *Citrus reticulata* Blanco cv. Tawangmangu grafts produced by shoot tip grafting using several rootstocks. *Biodiversitas* 21 (10): 4671-4676.
- Permata, D.A. and Ratna Susandarini. 2022. Morphological diversity and phenetic relationship of wild and cultivated *Begonia* based on morphology and leaf venation. *Biodiversitas* 23 (2): 928-937.
- Rajmohana, K. and C. Bijoy. 2012. Cybertaxonomy: A novel tool in biodiversity science. In: A. Biju Kumar, M.P. Nayar, R.V. Varma and C.K. Peethambaran (Eds.). *Biodiversity: Utilization, Threats and Cultural Linkages*, Pages 55–64. Narendra Publishing House.
- Rosalia, N. and R. Susandarini. 2020. Medicinal plants diversity in Bukit Rimbang Bukit Baling wildlife reserve, Riau, Indonesia. *International Journal of Herbal Medicine* 8 (4): 33-38.

- Sari, R., M. Huda, R. Susandarini, and I.P. Astuti. 2019. *Rafflesia hasseltii* Suringar (Rafflesiaceae): A new record to Kalimantan, Indonesia. *Reinwadrta* 18 (2): 65-70.
- Sari, R., Fauziah, I.P. Astuti, R. Susandarini, and I. Makmur. 2020. The plant species diversity of Lasitae protected nature forest and nearby area, District of Barru, South Sulawesi. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology* 05 (02): 89-99.
- Singh, G. 2010. *Plant Systematics: An Integrated Approach* 3rd edition. Science Publishers, New Hampshire.
- Sluys, R. 2013. The unappreciated, fundamentally analytical nature of taxonomy and the implications for the inventory of biodiversity. *Biodiversity and Conservation* 22:1095–1105.
- Stace, C.A. 1989. *Plant Taxonomy and Biosystematics*, 2nd ed. Chapman and Hall Inc. New York.
- Stuessy, T.F. 2020. Challenges facing systematic biology. *Taxon* 69 (4): 655–667.
- Susandarini, R., Rugayah, L.H. Nugroho, and S. Subandiyah. 2016. Chemotaxonomy of Indonesian *Citrus maxima* based on leaf essential oils. *OnLine Journal of Biological Sciences* 16 (1): 26-33.
- Susandarini, R., S. Subandiyah, Rugayah, B.S. Daryono, and L.H. Nugroho. 2013. Assessment of taxonomic affinity of Indonesian pummelo (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) based on morphological characters. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 8 (3): 182-190.
- Susandarini, R., S. Subandiyah, B.S. Daryono, and Rugayah. 2020. Microsatellite polymorphism for molecular characterization of pomelo (*Citrus maxima*) accessions from Indonesia. *Biodiversitas* 21 (6): 2390-2395.
- Susandarini, R., U. Khasanah, and N. Rosalia. 2021. Ethnobotanical study of plants used as food and for maternal health care by the Malays communities in Kampar Kiri Hulu, Riau, Indonesia. *Biodiversitas* 22 (6): 3111-3120.
- Tancoigne, E. and A. Dubois. 2013. Taxonomy: no decline, but inertia. *Cladistics* (2013): 1–4.
- Thomson, S.A., R.L. Pyle, S.T. Ahyong, M. Alonso-Zarazaga, J. Ammirati, J.F. Araya, et al. 2018. Taxonomy based on science is

- necessary for global conservation. PLoS Biology 16 (3): e2005075.
- Wen, J., A.J. Harris¹, S.M. Ickert-Bond, R. Dikow, K. Wurdack, and E.A. Zimmer. 2017. Developing integrative systematics in the informatics and genomic era, and calling for a global Biodiversity Cyberbank. *Journal of Systematics and Evolution* 55 (4): 308–321.
- Wheeler Q.D. and A.G. Valdecasas. 2005. Ten challenges to transform taxonomy. *Graellsia* 61 (2): 151-160.
- Wheeler, Q.D., S. Knapp, D.W. Stevenson, J. Stevenson, S.D. Blum, B.M. Boom, *et al.* 2012. Mapping the biosphere: exploring species to understand the origin, organization and sustainability of biodiversity. *Systematics and Biodiversity* 10 (1): 1-20.
- Widyasary, R.A. and R. Susandarini. 2020. Morphological variability and taxonomic affinity of cocoa (*Theobroma cacao* L.) clones from Central Sulawesi, Indonesia. *Current Botany* 11: 60-64.

BIODATA

Data Pribadi



Nama : Prof. Dr. Ratna Susandarini, M.Sc.
 Tempat, tanggal lahir : Semarang, 7 April 1969
 NIP : 196904071993032002
 Jabatan : Guru Besar
 Pangkat dan golongan : Pembina Tingkat I / IVb

Alamat kantor : Fakultas Biologi UGM, Jl. Teknika Selatan,
 Sekip Utara, Sleman

Alamat rumah : Karang Tengah Lor RT.11 RW.06 Margosari,
 Pengasih, Kulon Progo

Keluarga

Suami : Ir. Suroto (almarhum)
 Anak : Amirul Alim Toni Saputra
 Rifqi Fadhil Toni Saputra

Pendidikan Formal

SD : SD Negeri Penawangan, Purwodadi (1975 - 1981)
 SMP : SMP Negeri Manyaran, Semarang (1981 - 1984)
 SMA : SMA Negeri 3 Semarang (1984 - 1987)
 S1 : Doktoranda, Fakultas Biologi UGM (1987 - 1992)
 S2 : Master of Science, Faculty of Science, The University
 of Adelaide, Australia (1988 - 2001)
 S3 : Doktor, Fakultas Biologi UGM (2009 - 2014)

Riwayat Pekerjaan

1. Dosen Fakultas Biologi UGM (1993 - sekarang)
2. Wakil Dekan Bidang Administrasi Umum Fakultas Biologi UGM (2004 - 2008)
3. Ketua Gugus Jaminan Mutu Fakultas Biologi UGM (2014 - 2016)
4. Kepala Museum Biologi UGM (2015 - 2016)
5. Ketua Program Studi Doktor Fakultas Biologi UGM (2016-2017)
6. Kepala Laboratorium Sistematika Tumbuhan Fakultas Biologi UGM (2022 - sekarang)

Publikasi Ilmiah 5 Tahun Terakhir

1. Astuti, I.P, R. Sari, **R. Susandarini**, F.Zuhro. 2018. *Sarcotheca celebica* Veldkamp: Persebarannya di Sulawesi, status konservasi dan kelangkaan. Jurnal Biologi Indonesia 14 (1): 143-146.
2. Astuti, I.P, **R. Susandarini**. 2019. Kajian Persebaran dan potensi jati pasir (*Guettarda speciosa* L.) di Indonesia. Berita Biologi 18 (1): 117 – 123.
3. Fauziana, M, **R. Susandarini***. 2019. Species diversity and potential use of Asteraceae in Tawangmangu, Karanganyar Regency, Central Java. Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology 04 (01): 18 – 23.
4. Sari, R, M. Huda, **R. Susandarini**, I.P. Astuti. 2019. *Rafflesia hasseltii* Suringar (Rafflesiaceae): A new record to Kalimantan, Indonesia. Reinwadrtria 18 (2): 65 – 70.
5. Kurniasih, N.S, **R. Susandarini**, F.A. Susanto, T.R. Nuringtyas, G. Jenkin, Y.A. Purwestri. 2019. Characterization of Indonesian pigmented rice (*Oryza sativa*) based on morphology and Single Nucleotide Polymorphisms. Biodiversitas 20 (4): 1208-1214.
6. Fitriana, N, **R. Susandarini***. 2019. Morphology and taxonomic relationships of shallot (*Allium cepa* L. group aggregatum) cultivars from Indonesia. Biodiversitas 20 (10): 2809-2814.
7. Maulia, Z, **R. Susandarini***. 2019. Role of Leaf Architecture for the identification of agarwood-producing species *Aquilaria malaccensis* Lam. and *Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke at vegetative stage. Journal of Biological Sciences 19 (6): 396 – 406.
8. Nugroho, L.H, Sutikno, **R. Susandarini**, I.R. Yuliati, Y. Priyono, E. Munawaroh, I.P. Astuti. 2019. Comparative leaf and stem anatomy of ten *Piper* species from Indonesia. Asian Journal of Agriculture and Biology 7 (3): 434-441.
9. Lestari, T.H, **R. Susandarini***. 2019. Pollen analysis of *Apis cerana* honey from Java, Indonesia. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 8 (4): 3224-3230.
10. Martiwi, I.N.A, L.H. Nugroho, B.S. Daryono, **R. Susandarini***. 2020b. Morphological variability and taxonomic relationship of

- Sorghum bicolor* (L.) Moench accessions based on qualitative characters. Annual Research & Review in Biology 35(6): 40-52.
11. Rasyiid, M, **R. Susandarini***. 2020. Pollen diversity and secondary metabolites in honey produced by *Apis dorsata binghami* from Central Sulawesi, Indonesia. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 9 (2): 2305-2309.
 12. **Susandarini, R***, S. Subandiyah, B.S. Daryono, Rugayah. 2020. Microsatellite polymorphism for molecular characterization of pomelo (*Citrus maxima*) accessions from Indonesia. Biodiversitas 21 (6): 2390-2395.
 13. Widyasary, R.A, **R. Susandarini***. 2020. Morphological variability and taxonomic affinity of cocoa (*Theobroma cacao* L.) clones from Central Sulawesi, Indonesia. Current Botany 11: 60-64.
 14. Nugroho, L.H, E.C. Lexinta, Y. Priyono, **R. Susandarini***. 2020. Composition of terpenoid compounds in essential oils extracted from stems of eight *Piper* species and their role in taxonomic relationships. Biodiversitas 21 (8): 3438-3443.
 15. Rosalia, N, **R. Susandarini**. 2020. Medicinal plants diversity in Bukit Rimbang Bukit Baling wildlife reserve, Riau, Indonesia. International Journal of Herbal Medicine 8 (4): 33-38.
 16. Sari, R, Fauziah, I.P. Astuti, **R. Susandarini**, I. Makmur. 2020. The plant species diversity of Lasitae protected nature forest and nearby area, District of Barru, South Sulawesi. Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology 05 (02): 89 – 99.
 17. Nuryandani, E, **R. Susandarini***, A. Indrianto, T.R. Nuringtyas, A.M. Fathima, S. Subandiyah. 2020. Variations of morphology, anatomy, and metabolite profiles of *Citrus reticulata* Blanco cv. Tawangmangu grafts produced by shoot tip grafting using several rootstocks. Biodiversitas 21 (10): 4671-4676.
 18. Jayadi, L.Z, **R. Susandarini***. 2020. Melissopalynological analysis of honey produced by two species of stingless bees in Lombok Island, Indonesia. Nusantara Bioscience 12 (2): 97-108.
 19. Martiwi, I.N.A, L.H. Nugroho, B.S. Daryono, **R. Susandarini***. 2020a. Genotypic variability and relationships of *Sorghum bicolor* accessions from Java Island, Indonesia based on IRAP markers. Biodiversitas 21 (12): 5637-5643.

20. Santika, R.F, **R. Susandarini***. 2020. Species diversity and potential utilization of Moraceae in Nglanggeran ancient volcano, Gunungkidul Regency, Yogyakarta. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology* 05 (03): 183 – 188.
21. **Susandarini, R***, U. Khasanah, N. Rosalia. 2021. Ethnobotanical study of plants used as food and for maternal health care by the Malays communities in Kampar Kiri Hulu, Riau, Indonesia. *Biodiversitas* 22 (6): 3111-3120.
22. Marpaung, A.A, **R. Susandarini***. 2021. Variation on morphology and spore characters of *Dicranopteris* and *Sticherus* (Gleicheniaceae) from Rokan Hulu District, Riau, Indonesia. *Biodiversitas* 22 (10): 4475-4486.
23. Qatrunnada, **R. Susandarini**. 2022. Keanekaragaman dan hubungan kekerabatan fenetik spesies anggota famili Asteraceae di jalur pendakian Gunung Lawu berdasarkan karakter morfologis. *Bioma* 24 (1): 43-53.
24. 'Irvani, M.D, **R. Susandarini**. 2022. Keanekaragaman spesies anggrek di jalur pendakian Cemara Kandang, Gunung Lawu, Jawa Tengah. *Jurnal Biologi Udayana* 26 (2): 175-185.
25. Permata, D.A, **R. Susandarini***. 2022. Morphological diversity and phenetic relationship of wild and cultivated Begonia based on morphology and leaf venation. *Biodiversitas* 23 (2): 928-937.
26. Permana, G, S.N. Marlina, **R. Susandarini**, H. Addaha. 2022. Sustaining Rainforest remnants in plantation landscapes: Degree of oil palm stand-induced edge effects on forest microclimate and regeneration. *CERNE* 28 (1): e-103039.
27. Marpaung, A.A, **R. Susandarini**. 2022. Genetic diversity of *Dicranopteris* and *Sticherus* from Rokan Hulu, Riau based on ISSR marker. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology* 07 (01): jtbb66552.