

Identifikasi Struktur Internal Organ Reproduksi pada Tumbuhan Angiospermae dan Gymnospermae

Hanum Salsabila¹, Husna Aulia Muthi'ah², Mochammad Ikbal Fatoni³, Muhammad Abdan Syahida Arifin⁴, Nabila Nur'arifah⁵

^{1,2,3,4}Jurusan Biologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung

Korespodensi penulis: husnamuthiah04@gmail.com

Abstract. *Reproduction in plants from generative sex can occur with fertilization (amphimixis), or without fertilization (apomixis). Data were obtained through experimental experiments by observing under a microscope by observing the anatomical structure of the anthers and the structure of the flower ovary. Passiflora vitifolia is a species with bright red flowers that are between ten and fifteen centimeters in diameter when fully bloomed, the reproductive organs consist of stamens, pollen, pistils and ovaries. Gymnosperms are a group of open-seeded plants that do not have true flowers, and their reproductive organs consist of distinct male and female strobilus. This differentiates them from flowering plants (angiosperms). Male strobilus have microsporophylls which produce pollen, while female strobilus have macrosporophylls which function as a place for seed development.*

Keywords: *Reproduction, angiospermae, gymnospermae*

Abstrak. Reproduksi pada tumbuhan dari sek generative dapat terjadi dengan pembuahan (amfimiksis), atau tanpa melalui pembuahan (apomiksis). Data diperoleh melalui percobaan eksperimen dengan pengamatan dibawah mikroskop dengan mengamati struktur anatomi kepala sari dan struktur ovarium bunga. *Passiflora vitifolia* adalah salah satu spesies dengan bunga merah terang yang berdiameter antara sepuluh hingga lima belas sentimeter saat mekar sempurna, organ reproduksinya terdiri dari benang sari, serbuk sari, putik, dan ovarium. Gymnospermae adalah kelompok tumbuhan berbiji terbuka yang tidak memiliki bunga sejati, dan organ reproduksi mereka terdiri dari strobilus jantan dan betina yang berbeda. Ini membedakannya dari tumbuhan berbunga (angiospermae). Strobilus jantan memiliki mikrosporofil yang menghasilkan serbuk sari, sedangkan strobilus betina memiliki makrosporofil yang berfungsi sebagai tempat pengembangan bakal biji.

Kata kunci: *Reproduksi, angiospermae, gymnospermae*

1. LATAR BELAKANG

Tumbuhan berpohon (arbo) bercirikan batang berkayu, besar, dan bervariasi, sedangkan tumbuhan berbiji menggunakan organ benihnya untuk reproduksi seksual. Karena kandungan ligninnya yang tinggi, batang pohon berkayu, keras, dan berwarna kecoklatan. Pohon tersebut juga memiliki diameter batang lebih dari 20 cm, dan setelah mencapai ketinggian lebih dari satu meter akan mulai bercabang. Tubuh tumbuhan menghasilkan sporofit dan spora jantan (mikspora) pada daun yang menopang mikrosporofil (mikrosporofil) selama pertumbuhan biji (spermatophyta). Tumbuhan berpohon (arbo) bercirikan batang berkayu, besar, dan bervariasi, sedangkan tumbuhan berbiji menggunakan organ benih mereka untuk reproduksi seksual. Karena kandungan ligninnya yang tinggi, batang pohon berkayu, keras, dan berwarna kecoklatan. Pohon tersebut juga memiliki diameter batang lebih dari 20 cm, dan setelah mencapai ketinggian lebih dari satu meter akan mulai bercabang. Tubuh tumbuhan menghasilkan sporofit dan spora jantan (mikspora) pada daun yang menopang mikrosporofil (mikrosporofil) selama pembentukan biji (spermatophyta).. (Zofania, T. A., Dkk., 2020).

Bunga adalah salah satu paling menonjol dalam dunia tumbuhan dan memainkan peran krusial dalam proses reproduksi tanaman berbunga (Angiospermae). Sebagai organ reproduksi, bunga tidak hanya berfungsi untuk menghasilkan biji, tetapi juga berperan dalam menarik penyerbuk seperti serangga, burung, dan angin. Pembedahan bunga (dissection) adalah teknik penting yang digunakan oleh para botanis untuk mempelajari dan memahami struktur morfologis serta fungsi dari berbagai bagian bunga secara rinci. Melalui pembedahan, kita dapat mengidentifikasi dan menganalisis komponen bunga yang berbeda, termasuk kelopak, mahkota, benang sari, dan putik, serta mengeksplorasi hubungan antara struktur tersebut dengan fungsi reproduksinya. (Norhaifa, N. 2024).

Ada dua cara reproduksi tumbuhan yaitu secara aseksual, dengan komponen vegetatif, atau secara seksual, dengan biji. Gametogenesis adalah proses dimana gamet, sel reproduksi, mengalami reproduksi seksual. Zigot tercipta ketika gamet jantan dan betina menyatu, dan kemudian tumbuh menjadi embrio dan benih. Tanaman baru dihasilkan melalui reproduksi aseksual dari organ vegetatif seperti jagung, rimpang, stolon, umbi-umbian, atau okulasi, atau dengan berbagai teknik perbanyakan vegetatif buatan seperti kultur jaringan, okulasi (budding), okulasi (layering), atau okulasi.. (Kholimah., Dkk. 2023).

Organ seksual tanaman adalah bunga. Umumnya bunga memiliki empat organ, yaitu sepal, petal, stamen, dan pistil. Bunga yang dimiliki berbagai spesies berbeda-beda dalam kelengkapan organ bunga tersebut. Oleh karena itu ada beberapa kelompok bunga berdasarkan kelengkapan organnya yaitu : a. bunga lengkap (complete flowers) adalah bunga yang memiliki keempat organ bunga. b. bunga tak lengkap (incomplete flowers) adalah bunga yang salah satu atau lebih organ bunganya tidak ada. c. bunga sempurna (perfect flowers) adalah bunga yang memiliki stamen dan pistil. Dan d. bunga tak sempurna (imperfect flowers) adalah bunga yang memiliki stamen atau pistil. (Rindyastuti, R., & Maufiroh, A. U. 2019).

Buah dan biji adalah bagian dari organ reproduksi tumbuhan tingkat tinggi. pada hakekatnya keberadaan buah hanya dapat dijumpai pada tumbuhan yang memiliki fungsi dan tujuan yang sama yaitu untuk menjamin kehidupannya. Tumbuhan berbiji terbagi menjadi dua kelas yakni Angiospermae (tumbuhan berbiji terbuka) dan Gymnospermae (tumbuhan berbiji tertutup). Angiospermae terdiri dari monokotiledon dan dikotiledon. (Supriyatna, A., Dkk. 2024).

Struktur biji dikotil dan monokotil memiliki struktur biji yang berbeda dengan fungsinya masing-masing. Struktur biji erat kaitannya dengan cadangan makanan karena kumulasi cadangan makanan berhubungan dengan tempat dimana cadangan akan disimpan. Derajat

dan macam variasi komponen dalam perkembangan sama atau tidak semua tergantung dengan beberapa strukturr dasar yang berbeda untuk masing-masing tipe biji. (Solfiyeni, S.,Dkk.2023).

Makhluk hidup dapat berkembang biak secara aseksual (tanpa bersatunya sel kelamin jantan dan betina) melalui reproduksi vegetatif. Reproduksi vegetatif dapat terjadi secara spontan atau buatan. Keturunan yang dihasilkan melalui pembelahan perbanyakan vegetatif disebut klon. Oleh karena itu, perbanyakan vegetatif dapat dianggap sebagai salah satu jenis kloning. Karena suatu klon menerima semua sifat genetik dan fenotipik induknya, klon tersebut benar-benar merupakan replika yang sama persis dengan individu aslinya. Dalam beberapa metode penyerbukan vegetatif yang menggabungkan dua individu, fenotipnya mungkin berbeda. (Hutabarat, M., & Utami, N. H. 2024).

Tumbuhan yang melakukan hubungan seks generatif dapat berkembang biak secara amfimik (dengan pembuahan) atau secara apomik (tanpa pembuahan). Salah satu ciri makhluk hidup adalah reproduksi atau perkembangbiakan. Makhluk hidup dapat mencegah kepunahan dengan cara melakukan reproduksi guna menjaga kelangsungan jenisnya (spesies). Karena pembuahan terjadi dua kali, maka pada angiospermae disebut pembuahan ganda. (Hutabarat, M., & Utami, N. H. 2024).

Kelopak terdiri dari daun-daun kelopak(sepal). Kelopak bunga terdapat pada bagian luar bunga, menutupi bagian bunga lainnya, umumnya berwarna hijau, berfungsi melindungi kuncup. Mahkota (corolla) terdiri dari daun mahkota yang sangat bervariasi dan warnanya tunggal, kombinasi warna pelangi atau bahkan hitam atau putih.. (Indriyani.,Dkk.2018).

Karena terlindung oleh tudung akar, meristem apikal akar,yang terletak bukan di ujung melainkan agak ke belakang, dikenal sebagai zona quies cent center adalah tempat akar tumbuh dan berkembang. Semua Angiospermae umumnya memiliki jaringan akar primer yang sama, yaitu terdapat di bagian luar. Epidermis, korteks, dan stela membentuk komposisinya. Jenis akar dapat diklasifikasikan menjadi diarch, triarch, tetrarch, atau polyarch tergantung pada lokasi dan jumlah kutub metaxilem yang dimilikinya. (Indriyani.,Dkk.2018).

Batang dan akar sering kali dapat dipertukarkan karena batang berkembang dari meristem apikal pucuk. Batang dikotil mempunyai ikatan pembuluh yang tersusun teratur seperti cincin. Pada batang monokotil, ikatan pembuluhnya tersebar atau tersebar secara acak, bukan tersusun dalam bentuk cincin, dan jaringan dasar tidak dapat membedakan dengan jelas antara korteks dan empulur. Secara umum korteks, stela, dan epidermis merupakan batang luar beserta bagian-bagian penyusunnya. Indriyani dkk. (2018).

Keragaman tekstur dan warna mahkota ditujukan adalah untuk menarik perhatian serangga penyerbuk. Kotak sari (antera) ditopang oleh benang sari, yang tersusun dari benang

sari (filamen) di dalam mahkota. Alat kelamin jantan yang menghasilkan serbuk sari disebut benang sari. Kotak serbuk sari digunakan untuk membentuk dan menyimpan serbuk sari. Putik (gynoecium) adalah bagian bunga yang paling dalam. Penempelan daun buah (karpel) mengakibatkan terbentuknya putik. Satu atau lebih daun buah dapat membentuk putik.

2. METODE PENELITIAN

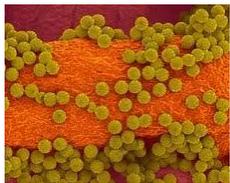
Metode yang digunakan adalah mengamati langsung objek dan studi literatur. Pengamatan dilakukan di Laboratorium instruksional Biologi 1 UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Alat yang digunakan yaitu Gelas objek dan penutup, Jarum preparate, Pipet tetes, Blade/silet, Pinset, dan Mikroskop cahaya. Bahan yang digunakan yaitu Preparate awetan *Zea mays*, Antera segar bunga *Passiflora coccinea*, dan *Strobilus Pinus merkusii*.

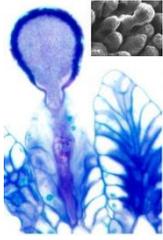
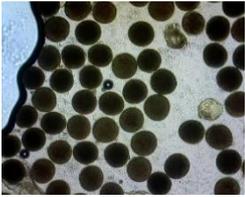
Data diperoleh melalui percobaan eksperimen dengan pengamatan dibawah mikroskop dengan mengamati struktur anatomi kepala sari dan struktur ovarium bunga. Pengamatan dilakukan dengan membuat irisan penampang melintang anthera bunga, lalu dibuat sayatan tipis kepala sari (dari permukaan atas ke permukaan bawah), kemudian diletakkan diatas objek gelas dengan posisi bagian sayatan menyentuk permukaan objek glass). Selanjtnya, diamati dibawah mikroskop dari perbesaran kecil hingga besar dan gambar hasil pengamatan. Untuk mengamati struktur ovarium bunga ada beberapa bunga yang dapat diamati pada saat bunga belum mekar. Lalu, dibuat sayatan diusahakan persis diposisi bagian tengah dari bakal buah kemudian letakkan diatas objek glass dan diberi satu tetes air. Kemudian ditutup dengan objek glass dan amati dibawah mikroskop.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Tabel 1. Organ Reproduksi Angiospermae *Passiflora coccinea*

No	Gambar bagian reproduksi mikroskop	Literatur	Keterangan
1.	 (Dokumentasi Pribadi, 2024)	 (Nohra, 2020)	Perbesaran 10x/0.25 Kepala sari berada di ujung stamen, atau benang sari, yang memanjang dari tengah bunga dan tempat serbuk sari diproduksi.

2.	 <p>(Dokumentasi Pribadi, 2024)</p>	 <p>(Andriano, 2010)</p>	Putik bunga <i>Passiflora</i> terletak pada bagian tengah bunga, di atas benang sari terdiri dari tiga cabang stigma (bagian yang menerima serbuk sari) di atas ovarium.
3.	 <p>(Dokumentasi Pribadi, 2024)</p>	 <p>(Nohra, 2020)</p>	Perbesaran 10x/0.25 Ovarium bunga <i>Passiflora</i> berada pada bagian tengah bunga, di bawah terdapat tiga cabang stigma, atau kepala putik.
4.	 <p>(Dokumentasi Pribadi, 2024)</p>	 <p>(Wagiyanti, 2017)</p>	Perbesaran 10x/0.25 Ovarium <i>Zea mays</i> terdiri dari sel-sel yang membentuk nucellus, tegmen, dan integumen yang mengelilingi ovul.

Tabel 2. Organ Reproduksi Gymnospermae *Pinus merkusii*

No	Gambar bagian reproduksi mikroskop	Literatur	Keterangan
1.	 <p>(Dokumentasi Pribadi, 2024)</p>	 <p>(Andriano, 2010)</p>	Strobilus jantan, yang terletak di ujung ranting <i>Pinus merkusii</i> merupakan kumpulan struktur reproduktif jantan yang menghasilkan serbuk sari.

<p>2.</p>	 <p>(Dokumentasi Pribadi, 2024)</p>	 <p>(Andriano, 2010)</p>	<p>Perbesaran 10x/0.25 Pembuahan terjadi di struktur berbentuk kerucut yang lebih besar dikenal sebagai strobilus betina. Strobilus ini berubah menjadi biji dalam kerucut yang matang setelah menerima serbuk sari.</p>
-----------	--	---	---

Pembahasan

Tumbuhan angiospermae adalah tumbuhan berbiji tertutup karena namanya berasal dari kata “angio” yang berarti “bunga” dan “sperma” yang berarti “biji”. Ciri lain dari tumbuhan angiospermae adalah bakal biji mereka berada di dalam struktur tertutup yang disebut daun buah, yang dikelilingi oleh organ bunga yang sebenarnya. Tumbuhan ini memiliki kayu dan batang basah, berakar tunggang dan serabut, batang bercabang atau tidak, dan berdaun lebar tunggal atau majemuk dengan berbagai jenis pertulangan daun, yaitu monokotil dan dikotil (Saudah dkk., 2024). Salah satu kelompok tumbuhan yang memiliki tingkat perkembangan filogenetik tertinggi adalah angiospermae. Mereka adalah tumbuhan berbiji berpembuluh atau tanaman benih vaskular dimana sel telur (telur) dibuahi dan berkembang menjadi biji dalam ovarium yang tertutup atau berongga atau spermatophyte (Huda dkk., 2020).

Pada praktikum ini, bunga *Passiflora vitifolia* digunakan untuk melihat struktur internal organ reproduksi tumbuhan berbiji, yang mencakup benang sari, serbuk sari, putik, dan ovarium. *Passiflora vitifolia* adalah salah satu spesies dengan bunga merah terang yang berdiameter antara sepuluh hingga lima belas sentimeter saat mekar sempurna. Bunga terbuka secara berurutan sepanjang cabang reproduksi setelah keluar dari ketiak daun. Cuaca, lokasi bunga yang tidak langsung terpapar sinar matahari, dan faktor lain dapat menyebabkan antesis bunga berjalan lebih lambat. Antesis bunga *P. vitifolia* dimulai dengan terbentuknya kuncup bunga berbentuk lonjong dengan corak kehijauan di sekitar kelopak berwarna merah saleh. Setelah itu, bagian ujung bunga mulai membesar dan kelopak mulai terbuka, yang merupakan titik awal proses mekar. Bunga mekar secara bertahap sampai akhirnya mekar sempurna,

dengan kelamin menumpang di atas mahkota dan bagian mahkota menjuntai ke arah bawah. Kepala putik akan melengkung ke bawah seperti liontin setelah antesis, dan kepala sari akan dipecah (Widyasari dkk., 2023).

Anter tipe *dorsifixed* berwarna hijau dan serbuk sari matang bunga *P. vitifolia* berwarna kuning. Benang sari dan serbuk sari adalah komponen penting dalam proses reproduksi tumbuhan berbiji. Untuk menyalurkan inti sel jantan ke gamet betina, serbuk sari berfungsi sebagai sel kelamin jantan. Ini dimulai ketika serbuk sari berkecambah dan membentuk tabung serbuk sari, yang digerakkan oleh sinyal dari ovulum. Tabung serbuk sari kemudian melewati stigma dan saluran hingga mencapai gamet betina. (Adhikari dkk., 2020). Untuk pembentukan buah dan biji, keberhasilan tabung serbuk sari menembus stigma sangat penting. Di dalam ovarium, fertilisasi diikuti oleh perkembangan ovulum menjadi biji; endosperm dan embrio menampung embrio (Hasrianda dkk., 2020).

Putik pada *P. vitifolia* berfungsi sebagai sistem reproduksi bunga betina. Stigma (kepala putik), stilus (tangkai putik), dan ovarium adalah bagian dari putik. Selama penyerbukan, Stigma menerima serbuk sari, yang kemudian dikirim ke ovarium untuk dibuahi. Stigma hijau *P. vitifolia* adalah struktur multiseluler yang kompleks yang memulai perkembangan tabung serbuk sari, yang diperlukan untuk pembuahan. Proses ini memungkinkan biji berkembang di dalam bakal buah. Pada tahap awal perkembangan, permukaan stigma datar dengan sel-sel kecil yang berfungsi untuk menangkap serbuk sari. Namun, karena pemanjangan sel subdermal, permukaan stigma menjadi tidak rata. Ini meningkatkan area permukaan sekresi eksternal stigma dan memainkan peran penting dalam pengenalan serbuk sari. Selama pertumbuhan tabung serbuk sari menuju ovarium, sitoplasma menopang stigma (MacDougal dan Feuillet, 2004).

Ovarium *P. vitifolia* adalah jenis superus dengan warna hijau kekuningan dan memiliki tiga ruang. Ovarium berfungsi sebagai tempat perkembangan ovulum, yang setelah pembuahan akan berkembang menjadi buah. Ovulum mengandung gamet betina haploid, tempat pembuahan terjadi, dan awal perkembangan embrio yang akan menjadi biji. Perkembangan biji terjadi di dalam ovarium, terutama pada setiap ovulum yang berfungsi. Ini mencakup perkembangan embrio dan perkembangan endosperm, yang menyediakan makanan untuk embrio yang sedang berkembang. Perkembangan ovarium menjadi buah dimulai dengan proses penyerbukan dan pembuahan. Ovulum berfungsi sebagai tempat sporofit maternal dan gametofit betina berkomunikasi hingga terbentuk biji yang matang (Vijay dkk., 2021).

Selain itu, pada praktikum ini dilakukan pengamatan pada preparat ovarium *Zea mays*. *Zea mays* adalah tanaman monokotil dengan rumput-rumputan. Rambut Karpel berubah untuk

melindungi bagian betina bakal biji (ovarium) bunga jagung. Jenis rambut yang disebut rambut jagung, atau rambut putik, adalah rambut. Apabila serbuk sari dari bunga jantan menempel pada bulu telinga maka hal ini disebut penyerbukan jagung. Tanaman jagung merupakan protozoa, dan sebagian besar bunga jantan muncul satu hingga tiga hari sebelum bulu bunga betina muncul. Polen atau serbuk sari mulai muncul dari kapas polen (biji pohon ek) yang berada di tengahnya, sekitar 2 sampai 3 cm dari ujung serbuk sari. Kemudian serbuk sari jatuh dan masuk ke kepala sari, dimana 15 sampai 30 juta butir serbuk sari dikeluarkan oleh biji. Angin atau gravitasi menyebabkan serbuk sari jatuh. Ketika serbuk sari dari bunga jantan jatuh pada paku, maka terjadi jenis penyerbukan silang. Embryo, endosperm, dan dinding sel merupakan tiga komponen utama biji jagung (Nadeak dkk., 2020).

Gymnospermae adalah kelompok tumbuhan berbiji terbuka yang tidak memiliki bunga sejati, dan organ reproduksi mereka terdiri dari strobilus jantan dan betina yang berbeda. Ini membedakannya dari tumbuhan berbunga (angiospermae). Strobilus jantan memiliki mikrosporofil yang menghasilkan serbuk sari, sedangkan strobilus betina memiliki makrosporofil yang berfungsi sebagai tempat pengembangan bakal biji. Proses reproduksi dimulai dengan penyerbukan, yang biasanya dilakukan melalui anemogami, di mana angin membawa serbuk sari ke bakal biji secara langsung. Fertilisasi terjadi ketika sel sperma menuju sel telur melalui tabung serbuk sari setelah penyerbukan. Satu inti generatif melebur dengan inti sel telur selama proses pembuahan tunggal, yang terjadi dalam waktu yang cukup lama. Dalam gymnospermae, sperma tidak lagi bergantung pada keberadaan air untuk fertilisasi, berbeda dengan beberapa kelompok tumbuhan lainnya (Isroi dkk., 2022).

Hasil pengamatan pada organ reproduksi Gymnospermae *Pinus merkusii*, yang terdiri dari strobilus jantan dan betina, ditampilkan pada organ reproduksi. Strobilus jantan *Pinus merkusii* memiliki bentuk kerucut kecil yang memanjang di ujung ranting pohon. Fungsi utamanya adalah untuk menghasilkan serbuk sari yang mengandung sel gamet jantan (Sudrajat et al., 2015). Strobilus jantan memiliki mikrosporofil dalam strukturnya, yang mirip dengan daun yang mengandung mikrosporangia. Mikrospora dihasilkan di dalam struktur ini, di mana mereka akan berkembang menjadi serbuk sari. Strobilus jantan mengalami proses mikrosporogenesis, yang dikenal sebagai pembentukan serbuk sari. Setelah strobilus betina matang, serbuk sari akan dilepaskan dan disebarkan oleh angin (Siregar & Siregar, 2018).

Strobilus betina *Pinus merkusii* memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan strobilus jantan, dengan struktur yang lebih kompleks. Komponen utamanya meliputi sisik ovuliferus yang membawa ovul, ovul yang mengandung sel telur, dan mikrofil yang membantu mengarahkan serbuk sari menuju ovul. Proses perkembangan strobilus betina melibatkan

beberapa tahap, dimulai dari penerimaan serbuk sari, perkembangan tabung sari, pembuahan, perkembangan embrio dan endosperma, hingga pembentukan biji. Setelah pembuahan, strobilus betina akan berkembang menjadi kerucut yang matang, yang di dalamnya terdapat biji-biji *Pinus merkusii* (Hartati et al., 2019).

Karakteristik reproduksi *Pinus merkusii*, sebuah spesies Gymnospermae, memungkinkan pembuahan langsung antara serbuk sari dan ovul tanpa melalui proses polinasi seperti pada tumbuhan berbunga karena ovul tidak terlindung dalam ovarium seperti pada Angiospermae (Surasana & Tukirin, 2014). Untuk konservasi dan pengelolaan hutan, pemahaman tentang struktur dan fungsi organ reproduksi *Pinus merkusii* sangat penting karena spesies ini adalah salah satu jenis pinus asli Indonesia yang sangat berharga secara ekonomi dan ekologi (Sulistyawati & Fitriani, 2017).

Penelitian yang menggunakan penanda Random Amplified Polymorphism DNA (RAPD) telah dilakukan untuk menyelidiki variasi genetik dalam populasi *Pinus merkusii* di Indonesia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi *Pinus merkusii* tersebar di berbagai wilayah di Indonesia. Di masa depan, upaya pemuliaan dan konservasi genetik spesies ini akan sangat dihargai oleh data ini (Hartati et al., 2019). Selain itu, penelitian telah dilakukan mengenai varietas tumbuhan bawah *Pinus merkusii* pada berbagai tingkat kepadatan tegakan. Hasilnya memberikan pemahaman tentang peran ekologis spesies ini dalam ekosistem hutan (Sulistyawati & Fitriani, 2017).

4. KESIMPULAN

Internal organ reproduksi bunga *Passiflora vitifolia* terdiri dari, benang sari, serbuk sari, putik, serta ovariumnya. Kepala sari terletak pada ujung benang sari (stamen) yang memanjang dari bagian tengah bunga. Serbuk sari dihasilkan oleh kepala sari yang berada di ujung benang sari. Putik pada bunga terletak di bagian tengah bunga, di atas benang sari. Terdiri dari tiga cabang stigma (bagian penerima serbuk sari) yang terletak di atas ovarium. Ovarium bunga terletak di bagian tengah bunga, tepat di bawah tiga cabang stigma (kepala putik). Ovarium ini bersifat superior (berada di atas bagian bunga lainnya). Organ reproduksi pada gymnospermae, yang dikenal sebagai konus atau strobilus. Strobilus betina pada *Pinus merkusii* adalah struktur berbentuk kerucut yang lebih besar, tempat terjadinya pembuahan. Setelah menerima serbuk sari, strobilus ini berkembang menjadi biji dalam kerucut yang matang. Strobilus jantan pada *Pinus merkusii* adalah kumpulan struktur reproduktif jantan yang menghasilkan serbuk sari. Strobilus ini berbentuk kecil, menyerupai kerucut memanjang, dan terletak di ujung ranting. Fase pembentukan embrio dari bunga *Passiflora vitifolia* dimulai ketika serbuk sari

berkecambah dan membentuk tabung serbuk sari yang dipandu oleh sinyal dari ovulum. Tabung serbuk sari kemudian menembus stigma, melewati saluran hingga mencapai gamet betina untuk terjadi fertilisasi. Spesies Gymnospermae, Pinus merkusii menunjukkan karakteristik reproduksi yang khas dimana ovul tidak terlindung dalam ovarium seperti pada Angiospermae. Hal ini memungkinkan terjadinya pembuahan langsung antara serbuk sari dan ovul tanpa melalui proses polinasi seperti pada tumbuhan berbunga.

DAFTAR REFERENSI

- Adhikari, P.B., Liu, X., Kasahara, R.D. 2020. Mechanics of Pollen Tube Elongation: A Perspective. *Frontiers in Plant Science*, 11: 589712.
- Adriano, S. (2010). The formation of the stigmatic surface in *Passiflora elegans* (Passifloraceae). *Rodriguésia*, 61(3), 569-574.
- Hartati, D., Rimbawanto, A., Taryono, T., Sulistyarningsih, E., & Widyatmoko, A. Y. (2019). Keragaman Genetik Pinus merkusii di Indonesia Menggunakan Penanda Random Amplified Polymorphism DNA. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 13(1), 1-12.
- Hasrianda, E.F., Zaelani, A., and Poerba, Y.S. (2020). Jumlah, Uji Viabilitas, dan Daya Kecambah Serbuk sari 31 Aksesori Pisang (*Musa* sp.) Koleksi Kebun Plasma Nutfah Pisang LIPI. *Berita Biologi: Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati*, 19(2): 197–206.
- Huda, M. K., Amrul, H. M. Z., & Susilo, F. (2020). Keanekaragaman Tumbuhan Berbunga Di Kawasan Malesia. *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*, 6(2), 162-170.
- Hutabarat, M., & Utami, N. H. (2024). Pengembangan Buku Ilmiah Populer tentang Struktur Populasi Tumbuhan Pinang (*Areca catechu* L.) di Sempadan Sungai Aluh Aluh Desa Simpang Warga Kabupaten Banjar. *Jurnal Pendidikan Sains dan Teknologi Terapan* | EISSN: 3031-7983, 1(3), 218-227.
- Indriyani, S., Batoro, J., Ekowati, G., Azrianingsih, R., & Rahardi, B. (2018). PETUNJUK PRAKTIKUM STRUKTUR DAN PERKEMBANGAN TUMBUHAN
- Isroi, A., Kapti., dan Machmudi, A, M. (2022). Media Pembelajaran Interaktif Reproduksi Tumbuhan Biji Terbuka (Gymnospermae). *Jurnal Transformasi (Informasi dan Pengembangan Iptek)*, 18(2), 69-77.
- Kholimah, S. P. N., Chairunnisa, V. O., & Viratama, I. P. (2023). TUMBUHAN. *Bioedutech: Jurnal Biologi, Pendidikan Biologi, dan Teknologi Kesehatan*, 2(2), 193-203.
- MacDougal, J. M. and Feuillet, C. (2004). Systematics. In: T. Ulmer and J. M. MacDougal (Eds.), *Passiflora: passionflowers of the world* (1st. ed., pp. 27-31). Cambridge, Timber Press.
- Nadeak, Y. A., Chozin, M., & Setyowati, N. (2020). RESPON PERTUMBUHAN DAN HASIL JAGUNG MANIS (*Zea Mays Saccharata* Sturt) TERHADAP KONSENTRASI DAN WAKTU APLIKASI PUPUK ORGANIK CAIR EKSTRAK TOMAT. *Prosiding*

Webinar Nasional Series: Sistem Pertanian Terpadu dalam Pemberdayaan Petani di Era New Normal, 73-88.

- Nohra. (2020). Seed structural variability and germination capacity in *Passiflora edulis* Sims f. *edulis*. *Frontiers in Plant Science*, 11, 498.
- Norhaifa, N. (2024). *GAMBARAN HISTOPATOLOGI GINJAL TIKUS GALUR WISTAR PASCA PEMBERIAN EKSTRAK ETANOL 70% BUNGA TELANG (Clitoria ternatea L.)* (Doctoral dissertation, Universitas Borneo Lestari).
- Rindyastuti, R., & Maufiroh, A. U. (2019). Fenologi, struktur dan produktivitas bunga dan buah tumbuhan endemik Kalimantan *Diospyros perflida* Bakh. In *Prodising Seminar Nasional Biologi* (pp. 228-236).
- Saudah, S., Agustina, R., & Dewi, E. (2024). KEANEKARAGAMAN TUMBUHAN ANGIOSPERMAE DI KAWASAN UNIVERSITAS JABAL GHAFUR KECAMATAN INDRAJAYA KABUPATEN PIDIE. *Jurnal Biomafika*, 2(1), 57-64.
- Siregar, U. J., & Siregar, I. Z. (2018). Kadar Resin Pinus merkusii Hasil Penyadapan Pada Berbagai Diameter Pohon. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 23(2), 127-133.
- Sudrajat, D. J., Nurhasbi, N., & Bramasto, Y. (2015). Standar pengujian dan mutu benih tanaman hutan. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 12(3), 157-172.
- Sulistyawati, E., & Fitriani, R. (2017). Biodiversitas tumbuhan bawah pada berbagai tingkat kepadatan tegakan Pinus merkusii di hutan lindung Tahura Ir. H. Djuanda Bandung. *Jurnal Biodjati*, 2(1), 72-82.
- Supriyatna, A., Gunawan, F. I., Rahmawati, A., Zahra, A., Novianti, D., Suwarna, H. K., ... & Hakim, M. N. (2024). Ensiklopedia: Adaptasi Struktural Dan Fungsional Organ Reproduksi Pada Tumbuhan Di Lingkungan Ekstrem. *Jurnal Teknologi Pangan dan Ilmu Pertanian*, 2(1), 09-16. 127-133.
- Surasana, E., & Tukirin, P. (2014). Variasi struktur anatomi daun beberapa varietas Pinus merkusii di Indonesia. *Jurnal Biologi Indonesia*, 10(2), 159-167.
- Vijay, A., Nizam, A., Radhakrishnan, A. M., Anju, T., Kashyap, A. K., Kumar, N., & Kumar, A. (2021). Comparative study of ovule development between wild (*Passiflora foetida* L.) and cultivated (*P. edulis* Sims) species of *Passiflora* L. provide insights into its differential developmental patterns. *Journal of Zoological and Botanical Gardens*, 2(3), 502-516.
- Wagiyanti, H. (2017). Red dragon fruit (*Hylocereus costaricensis* Britt. Et R.) peel extract as a natural dye alternative in microscopic observation of plant tissues: The practical guide in senior high school. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia).
- Widyasari, A.S., Aryani, R. D., Lestari, S., Palupi, D., dan Sukarsa, S. (2023). Perkembangan Morfologi Serbuk Sari *Passiflora vitifolia* Kunth. Berdasarkan Tahap Anthesis Bunga. *BioEksakta : Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 5(4): 212-218.
- Zofania, T. A., Yulianti, R., & Hardini, N. (2020). Efek Antioksidan Ekstrak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) Terhadap Proteksi Hepar Tikus Putih Galur Wistar Yang Diinduksi Etanol 20%. *Journal of Pharmacopolium*, 3(2).