

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1. Karakter Morfologi Serbuk Sari

Karakter morfologi yang diamati pada serbuk sari dari keenam jenis tumbuhan Apocynaceae meliputi unit serbuk sari, bentuk serbuk sari, ukuran, bentuk polar, bentuk berdasarkan P/E, simetri, polaritas, tipe apertura, jumlah apertura dan kelas apertura. Pengamatan ini dilakukan menggunakan mikroskop cahaya dan pengukuran menggunakan mikrometer. Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan, diperoleh panjang aksis polar, diameter ekuatorial, dan indeks P/E. Data tersebut tersaji pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5 Panjang aksis polar (P), diameter ekuatorial (E) dan bentuk P/E serbuk sari enam jenis Apocynaceae

No.	Jenis Tumbuhan	Panjang Aksis Polar (μm)	Diameter Aksis Ekuatorial (μm)	Indeks P/E (μm)	Bentuk Berdasarkan P/E
1	Alamanda kuning (<i>Allamanda cathartica</i>)	25	27,5	0,9	Oblate spheroidal
2	Alamanda ungu (<i>Allamanda blanchetii</i>)	55	62,5	0,88	Oblate spheroidal
3	Kamboja bali merah muda (<i>Plumeria rubra</i>)	20	31,25	0,64	Oblate
4	Kamboja bali kuning (<i>Plumeria rubra</i> var. <i>acutifolia</i>)	20	26,25	0,76	Suboblate
5	Kamboja jepang merah muda (<i>Adenium obesum</i>)	35	43,75	0,8	Suboblate
6	Kamboja jepang merah (<i>Adenium obesum</i> 'Red')	37,5	40	0,93	Oblate spheroidal

Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan terhadap enam jenis tumbuhan Apocynaceae diperoleh hasil bahwa panjang aksis polar berkisar antara 20 μm hingga 55 μm , sedangkan untuk diameter aksis ekuatorial berkisar dari 26,25 μm hingga 62,5 μm . Hasil tersebut merupakan hasil pengukuran dari mikrometer okuler yang kemudian dikonversi menjadi μm dengan cara dikalikan 2,5. Adapun jenis yang memiliki ukuran panjang aksis serbuk sari terpanjang yaitu *Allamanda blanchetii*, sedangkan panjang aksis terpendek dimiliki oleh serbuk sari *Plumeria rubra*. Sementara itu, untuk diameter aksis ekuatorial terbesar juga terdapat pada serbuk sari *Allamanda blanchetii*, sedangkan *Plumeria rubra* var. *acutifolia* memiliki serbuk sari dengan ukuran diameter ekuator terkecil.

Panjang aksis polar dan diameter ekuatorial didapat dengan melakukan pengukuran serbuk sari pada posisi pandang ekuatorial. Dari data panjang aksis polar dan diameter ekuatorial yang didapat, selanjutnya dapat ditentukan indeks P/E. Indeks tersebut kemudian digunakan untuk menentukan bentuk serbuk sari P/E seperti yang tertera pada Tabel 5 di atas. Dapat disimpulkan bahwa dari keenam jenis Apocynaceae yang diamati, terdapat 3 variasi bentuk P/E yaitu *oblate*, *suboblate*, dan *oblate spheroidal*.

Data beberapa karakter morfologi serbuk sari meliputi unit, tipe ukuran, bentuk polar, polaritas dan simetri serbuk sari dimuat dalam Tabel 6 berikut. Berdasarkan data yang dimuat pada tabel, dapat disimpulkan bahwa keenam jenis Apocynaceae tidak memiliki variasi pada unit serbuk sari. Hal ini dikarenakan keenam jenis tersebut unit serbuk sarinya sama yaitu tunggal (*monad*). Untuk tipe ukuran serbuk sari telah disimpulkan berdasarkan hasil pengukuran yang tertera pada Tabel 5. Tipe ukuran serbuk sari menunjukkan adanya variasi terdiri dari dua tipe yakni sedang (*mediae*) dan besar (*magnae*).

Tabel 6 Unit, tipe, bentuk polar, polaritas dan simetri serbuk sari enam jenis Apocynaceae

No.	Jenis Tumbuhan	Unit	Tipe Ukuran	Bentuk Polar	Polaritas	Simetri
1	Alamanda kuning (<i>Allamanda cathartica</i>)	Monad	Mediae	Circular	Heteropolar	Bilateral
2	Alamanda ungu (<i>Allamanda blanchetii</i>)	Monad	Magnae	Circular	Isopolar	Radial
3	Kamboja bali merah muda (<i>Plumeria rubra</i>)	Monad	Mediae	Semi-angular	Heteropolar	Bilateral
4	Kamboja bali kuning (<i>Plumeria rubra</i> var. <i>acutifolia</i>)	Monad	Mediae	Semi-angular	Heteropolar	Bilateral
5	Kamboja jepang merah muda (<i>Adenium obesum</i>)	Monad	Mediae	Circular	Isopolar	Radial
6	Kamboja jepang merah (<i>Adenium obesum</i> 'red')	Monad	Mediae	Circular	Isopolar	Radial

Karakter morfologi serbuk sari lainnya yakni bentuk polar dapat diamati pada serbuk sari di posisi pandang polar. Pengamatan yang telah dilakukan menunjukkan hasil bahwa empat jenis memiliki bentuk polar serupa yaitu *circular* dan dua jenis lainnya memiliki bentuk polar *semi-angular*. Selain itu, karakter lainnya yaitu polaritas serbuk sari diamati dengan melihat bidang ekuator yang membagi kedua sisi serbuk sari. Hasilnya menunjukkan tiga jenis memiliki bidang bagi yang sama besar atau memiliki polaritas *isopolar* sedangkan tiga lainnya memiliki polaritas *heteropolar* dengan bidang bagi yang tidak sama besar.

Sementara itu, simetri serbuk sari juga terbagi menjadi tiga jenis yaitu simetri radial dan tiga jenis lainnya memiliki simetri bilateral.

Tabel 7 Tipe, jumlah, jenis dan posisi apertura serbuk sari enam jenis Apocynaceae

No.	Jenis		Apertura			
	Tumbuhan		Tipe	Jumlah	Jenis	Posisi
1	Alamanda kuning		Colpus	3	Tricolpate	Zonoaperturate
	<i>(Allamanda cathartica)</i>					
2	Alamanda ungu		Porus	6	Hexaporate	Pantoaperturate
	<i>(Allamanda blanchetii)</i>					
3	Kamboja merah muda	bali muda	Colpus	3	Tricolpate	Zonoaperturate
	<i>(Plumeria rubra)</i>					
4	Kamboja kuning	bali	Colpus	3	Tricolpate	Zonoaperturate
	<i>(Plumeria rubra var. acutifolia)</i>					
5	Kamboja merah muda	jepang muda	Porus	4	Tetraporate	Zonoaperturate
	<i>(Adenium obesum)</i>					
6	Kamboja merah	jepang	Porus	4	Tetraporate	Zonoaperturate
	<i>(Adenium obesum 'Red')</i>					

Kelas apertura ditentukan berdasarkan beberapa karakter meliputi tipe apertura, jumlah apertura, dan posisi apertura. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 7 di atas. Dari keenam jenis yang diamati, terdapat tiga jenis yang memiliki

tipe aperture berupa porus dan tiga jenis yang memiliki tipe aperture *colpus*. Apabila dilihat dari jumlah aperture, enam tumbuhan ini terbagi menjadi tiga kelompok yaitu tiga jenis yang memiliki masing-masing tiga aperture. Kemudian, dua jenis yang termasuk ke dalam kelompok yang memiliki empat aperture dan satu jenis yang memiliki enam aperture. Selain tipe dan jumlah aperture, ada pula posisi aperture yang menentukan kelas aperture. Pada suku Apocynaceae, posisi aperturanya terbagi menjadi dua yaitu *zonoaperture* yang aperturanya terdapat di tepi permukaan serbuk sari dan *pantoaperture* yang letak aperturanya tersebar di bagian tengah serbuk sari. Adapun diantara keenam jenis tersebut, yang termasuk *zonoaperture* ada lima jenis, sedangkan yang termasuk ke dalam kelompok *pantoaperture* hanya satu jenis yakni *Allamanda blanchetii*.

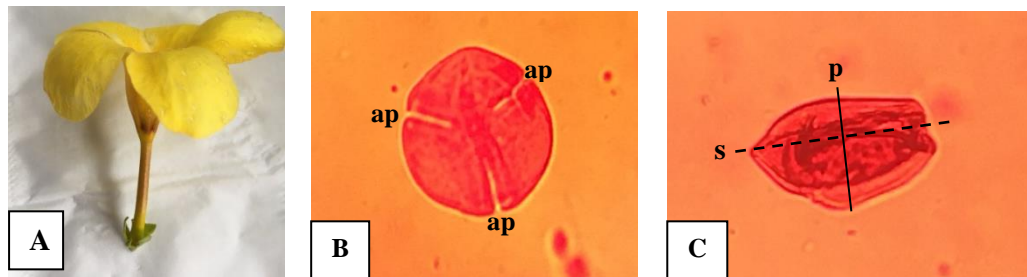
4.1.2. Kunci Determinasi Apocynaceae Berdasarkan Karakter Serbuk Sari

- 1a. Polaritas isopolar, simetri radial, tipe apertura *colpus*.....(2)
- 1b. Polaritas heteropolar, simetri bilateral, tipe apertura porus.....(4)
- 2a. Bentuk P/E *suboblate*.....*Adenium obesum*
- 2b. Bentuk P/E *oblate spheroidal*.....(3)
- 3a. Tipe ukuran besar (*magnae*).....*Allamanda blanchetii*
- 3b. Tipe ukuran sedang (*mediae*).....*Adenium obesum 'Red'*
- 4a. Bentuk polar *circular*.....*Allamanda cathartica*
- 4b. Bentuk polar *semi-angular*.....(5)
- 5a. Bentuk P/E *suboblate*.....*Plumeria rubra var. acutifolia*
- 5b. Bentuk P/E *oblate*..... *Plumeria rubra*

4.1.3. Deskripsi Morfologi Serbuk Sari Apocynaceae

1. Alamanda Kuning (*Allamanda cathartica*)

Allamanda cathartica memiliki panjang aksis polar (P) berukuran 25 μm , diameter aksis ekuatorial (E) sebesar 27,5 μm dan indeks P/E senilai 0,9 μm . Bentuk berdasarkan P/E *oblate spheroidal* dan bentuk polar *circular*. Tipe ukuran sedang (*mediae*) dan unit serbuk sarinya terdiri atas satu unit (*monad*). Serbuk sari jenis ini juga memiliki polaritas heteropolar dan simetri bilateral jika dilihat dari pandang ekuatorial. Apertura yang dimiliki serbuk sari jenis ini berupa tiga buah tipe *colpus* disebut juga sebagai tipe *tricolpate*. Posisi apertura yang berada di tepi permukaan serbuk sari disebut *zonoaperture*.



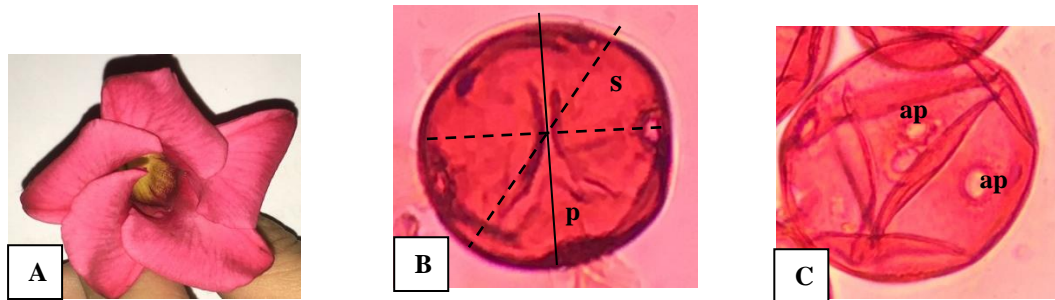
Gambar 21 *Allamanda cathartica*

Ket : A : Bunga *Allamanda cathartica*, B : Pandang Polar, C : Pandang Ekuatorial (ap : apertura tricolpate, s : simetri bilateral, p : polaritas heteropolar) (P400X)

2. Alamanda Ungu (*Allamanda blanchetii*)

Ukuran panjang aksis polar (P) sepanjang 55 μm , diameter aksis ekuatorial yang memiliki ukuran 62,5 μm . Tipe ukuran besar (*magnae*). Indeks P/E yang didapat yaitu 0,88 μm sehingga bentuk P/E termasuk *oblate spheroidal*. Serbuk

sari ini memiliki bentuk polar berbentuk *circular* dengan unit tunggal (*monad*). Polaritasnya tergolong isopolar dan memiliki simetri radial. Tipe aperture disebut *hexaporate* karena memiliki enam aperture bertipe porus dan posisinya tersebar di sekitar inti sehingga disebut *pantoaperturate*.

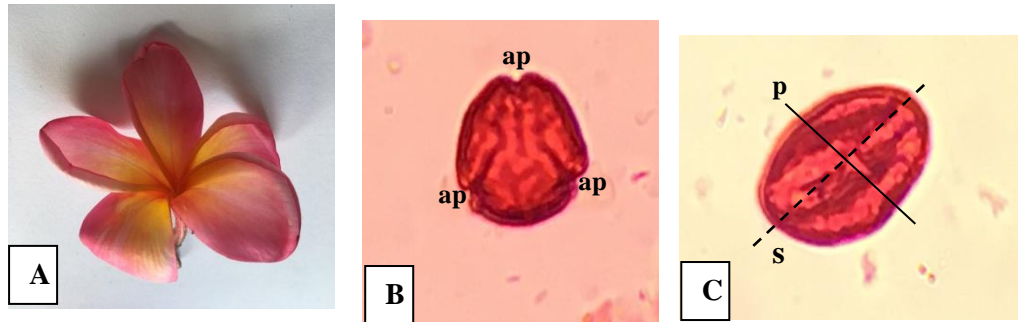


Gambar 22 *Allamanda blanchetii*

Ket : A : Bunga *Allamanda blanchetii*, B : Pandang Polar, C : Pandang Ekuatorial (ap : aperture hexaporate, s : simetri radial p : polaritas isopolar) (P400X)

3. Kamboja Bali Merah Muda (*Plumeria rubra*)

Unit serbuk sari tergolong *monad*, polaritas heteropolar dan memiliki simetri bilateral. Bentuk tampak polar *semi-angular* sedangkan bentuk berdasarkan P/E *oblate* dengan indeks P/E 0,64 μm . Panjang aksis polar (P) sepanjang 20 μm , sedangkan diameter ekuatorial sebesar 31,25 μm sehingga termasuk tipe ukuran *mediae* (sedang). Apertura berjenis *tricolpate* dilihat dari tipe aperture colpus yang berjumlah tiga dan berada di sekeliling tepi permukaan serbuk sari atau disebut juga *zonoaperturate*.

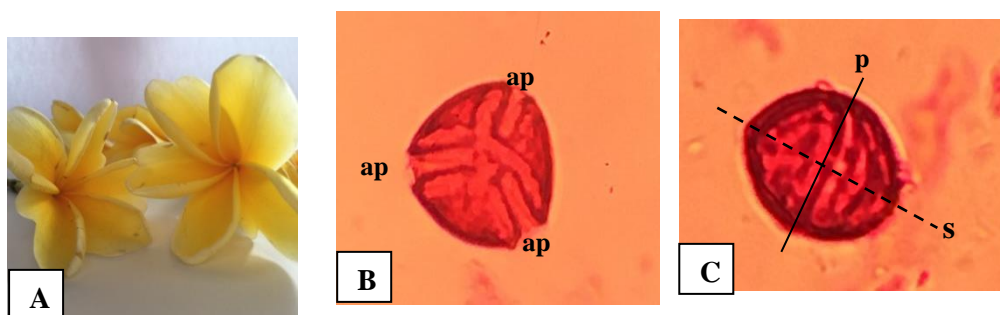


Gambar 23 *Plumeria rubra*

Ket : A : Bunga *Plumeria rubra*, B : Pandang Polar, C : Pandang Ekuatorial (ap : apertura tricolpate, s : simetri bilateral, p : polaritas heteropolar) (P400X)

4. Kamboja Bali Kuning (*Plumeria rubra* var. *acutifolia*)

Plumeria rubra var. *acutifolia* memiliki ukuran panjang aksis polar (P) sepanjang 20 μm dan diameter ekuatorial (E) berukuran 26,25 μm . Tipe ukuran sedang (*mediae*) dengan unit tunggal (*monad*). Tampak polar berbentuk *semiangular* sementara bentuk P/E berbentuk *suboblate* dengan indeks P/E senilai 0,76 μm . Serbuk sari jenis ini juga memiliki simetri bilateral dan polaritas heteropolar dengan tipe apertura yang heteropolar dengan tipe apertura *tricolpate*. Berdasarkan posisi, apertura yang dimiliki termasuk *zonoaperture* yang terletak di tepi permukaan.

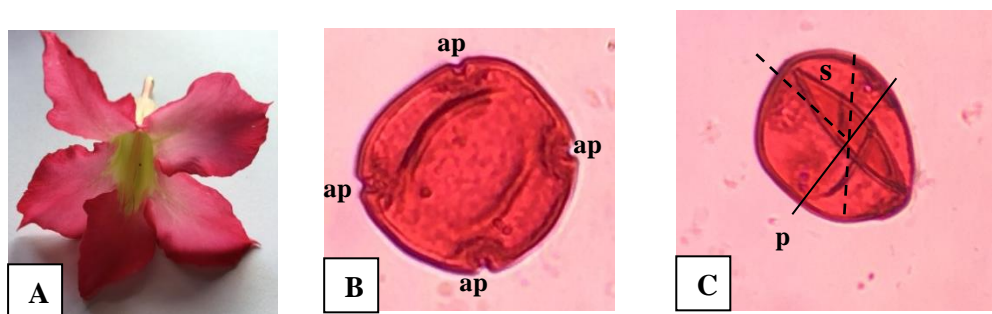


Gambar 24 *Plumeria rubra* var. *acutifolia*

Ket : A : Bunga *Plumeria rubra* var. *acutifolia*, B : Pandang Polar, C : Pandang Ekuatorial (ap : apertura tricolpate, s : simetri bilateral, p : polaritas heteropolar) (P400X)

5. Kamboja Jepang Merah Muda (*Adenium obesum*)

Adenium obesum memiliki bentuk serbuk sari *circular* dilihat dari tampak polar. Unit serbuk sarinya *monad* dan tipe ukurannya termasuk *mediae* (sedang). Serbuk sari ini memiliki diameter ekuatorial (E) sebesar 43,75 μm dan panjang aksis polar (P) 35 μm . Indeks P/E yang didapat 0,8 μm sehingga bentuk serbuk sari berdasarkan P/E termasuk *suboblate*. Serbuk sari jenis ini memiliki aperture jenis *tetraporate* yaitu tipe aperture porus yang berjumlah empat. Posisi aperture pada serbuk sari ada di tepi permukaan sehingga termasuk jenis *zonoaperturate*. Polaritas serbuk sarinya isopolar dan memiliki simetri radial.

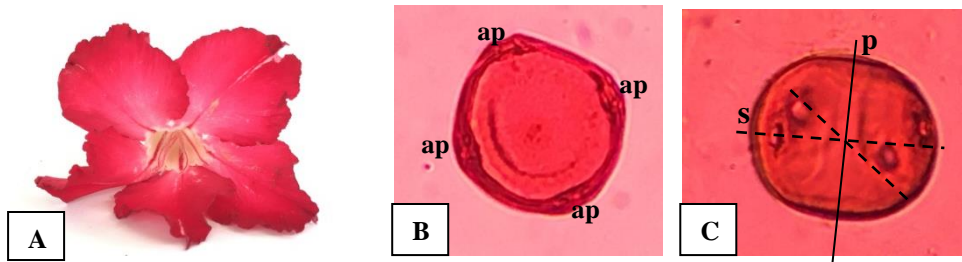


Gambar 25 *Adenium obesum*

Ket : A : Bunga *Adenium obesum*, B : Pandang Polar, C : Pandang Ekuatorial (ap : aperture tetraporate, s : simetri radial, p : polaritas isopolar) (P400X)

6. Kamboja Jepang Merah (*Adenium obesum* 'Red')

Serbuk sari yang terdapat pada *Adenium obesum* 'Red' memiliki unit tipe *monad* dan tipe ukuran sedang (*mediae*). Panjang aksis polar (P) berukuran 37,5 μm dan diameter ekuatorial (E) berukuran 40 μm . Indeks P/E yang diperoleh 0,93 μm sehingga berdasarkan P/E berbentuk *oblate spheroidal*. Tipe aperture serbuk sari *Adenium obesum* 'Red' disebut *tetraporate* yaitu dengan empat buah aperture jenis porus. Posisi aperture tergolong *zonoaperturate* atau berada di tepi. Serbuk sari jenis ini berbentuk *circular* dengan polaritas isopolar dan tipe simetri radial.

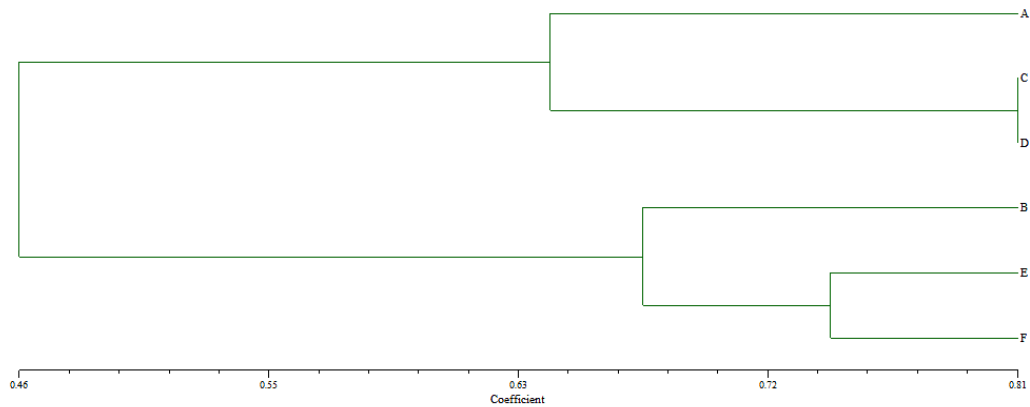


Gambar 26 *Adenium obesum* 'Red'

Ket : A : Bunga *Adenium obesum* 'Red', B : Pandang Polar, C : Pandang Ekuatorial
(ap : apertura tetraporate, s : simetri radial, p : polaritas isopolar) (P400X)

4.1.4. Hubungan Kekerbatan

Pengukuran hubungan kekerabatan berdasarkan karakter morfologi serbuk sari pada keenam jenis Apocynaceae dilakukan melalui analisis *Cluster* dengan menggunakan *software Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis Systemm* (NTSYS). Data karakter morfologi yang didapat disalin dalam bentuk *file Microsoft Office Excel* kemudian data ini diterjemahkan dalam bentuk biner lalu disimpan dalam format *Microsoft Office Excel 97-2003 Worksheet*. *File* tersebut kemudian dimasukkan dalam NTSYS dan hasil yang didapat seperti yang tersaji dalam dendogram pada Gambar 27.



Gambar 27 Dendrogram kekerabatan enam jenis Apocynaceae

Ket : A : *Allamanda cathartica*, B :

Allamanda blanchetii, C : *Plumeria rubra*, D : *Plumeria rubra* var. *acutifolia*, E :
Adenium obesum, F : *Adenium obesum* 'Red'

Seperti yang terlihat pada dendrogram di atas (Gambar 27), keenam jenis Apocynaceae yang diteliti terbagi menjadi dua klaster. Klaster pertama terdiri atas *Allamanda cathartica*, *Plumeria rubra* dan *Plumeria rubra* var. *acutifolia*. Klaster ini memiliki beberapa persamaan ciri morfologi serbuk sari seperti diantaranya polaritas heteropolar, simetri bilateral, tipe apertura *colpus*, jumlah apertura 3 dan posisi apertura di tepi eksin. Kemudian, *Allamanda cathartica* berada di sub klaster yang terpisah dengan kedua jenis *Plumeria*. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya perbedaan morfologi seperti bentuk polar dan bentuk berdasarkan P/E. Bentuk polar *Allamanda cathartica* berbentuk *semi-angular*, sedangkan bentuk polar kedua jenis *Plumeria* adalah bulat atau *circular*. Sub klaster pertama menunjukkan *Plumeria rubra* dan *Plumeria rubra* var. *acutifolia* dihubungkan oleh satu garis linier yang menandakan terdapat banyak kemiripan morfologi serbuk sari di antara kedua jenis tersebut. Kedua jenis ini memiliki hubungan kekerabatan yang paling dekat dibandingkan dengan jenis lain yang terdapat pada dendrogram. Koefisien kemiripan yang dimiliki oleh kedua jenis ini pun cukup tinggi yaitu mencapai 0,81. Hal ini sangat bisa dipahami mengingat

secara taksonomi, *Plumeria rubra* dan *Plumeria rubra* var. *acutifolia* berasal dari jenis yang sama dan hanya berbeda varietas.

Klaster kedua yang berada di bawah terdiri atas *Allamanda blanchetii*, *Adenium obesum*, dan *Adenium obesum* 'Red.' Kelompok ini persamaan pada beberapa ciri morfologi serbuk sari diantaranya bentuk polar yang berbentuk *circular*, polaritas isopolar, simetrinya radial, dan tipe aperture *porus*. Beberapa perbedaan yang lebih spesifik dari ciri morfologi serbuk sari yang dimiliki *Allamanda blanchetii* dibandingkan dengan kedua varietas *Adenium obesum* seperti tipe aperture, jumlah aperture dan posisi aperture diyakini menjadi penyebab *Allamanda blanchetii* terpisah dengan sub klaster *Adenium obesum* dan *Adenium obesum* 'Red.' Sub klaster kedua yang terdiri atas *Adenium obesum* dan *Adenium obesum* 'Red' disatukan oleh persamaan pada hampir semua karakter morfologi serbuk sari kecuali bentuk P/E. Hal inilah yang menyebabkan kedua jenis ini memperoleh koefisien kemiripan yang cukup tinggi yaitu senilai 0,75. Apabila ditinjau dari segi taksonomi, kedua jenis *Adenium obesum* dan *Adenium obesum* 'Red' memang merupakan jenis yang sama dan hanya berbeda varietas. Oleh sebab itu, tidak heran jika kedua jenis ini memiliki hubungan kekerabatan yang dekat seperti yang tergambar pada dendogram.

Hasil yang diperoleh dari analisis *Cluster* mengenai hubungan kekerabatan keenam jenis Apocynaceae tersebut cukup diluar dari prediksi, terutama karena adanya pemisahan kelompok antara *Allamanda cathartica* dan *Allamanda blanchetii*. Kedua jenis ini merupakan jenis yang berasal dari marga yang sama. Namun demikian, keduanya berada di klaster yang terpisah karena terdapat banyaknya perbedaan dari ciri morfologi serbuk sarinya. Adapun beberapa perbedaan karakter tersebut diantaranya pada bentuk polar, tipe ukuran, polaritas, simetri, tipe aperture, jumlah aperture dan posisi aperture. Hal ini menunjukkan bahwa pengamatan karakter morfologi serbuk sari tidak begitu akurat untuk digunakan pada tingkat jenis.

Berdasarkan dendogram tersebut, dapat disimpulkan bahwa pada keenam jenis Apocynaceae yang diteliti, serbuk sari yang berasal dari tumbuhan sejenis dan berbeda varietas tidak memiliki banyak perbedaan. Berbeda dengan serbuk sari yang berasal dari marga yang sama ternyata memiliki cukup banyak perbedaan sehingga tidak berada dalam satu kelompok menurut dendogram. Dengan demikian, peneliti meyakini bahwa morfologi serbuk sari akan lebih akurat digunakan untuk menentukan hubungan kekerabatan pada tumbuhan antar varietas.

4.2 Pembahasan

Pengamatan dilakukan menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 400X. Pada perbesaran 400X, 1 garis skala pada mikrometer okuler dinyatakan sama dengan 2,5 μm , sehingga setiap hasil pengukuran yang didapat baik pada panjang aksis polar maupun diameter ekuatorial harus dikalikan 2,5 agar satuannya menjadi μm . Dari hasil pengukuran panjang aksis polar dan diameter ekuatorial didapatkan tipe ukuran serbuk sari. Menurut Halbritter dkk., (2018) tipe ukuran serbuk sari terbagi menjadi enam kelompok (Tabel 1). Pada keenam jenis Apocynaceae yang diteliti, tipe ukurannya terbagi menjadi dua variasi yakni lima jenis meliputi *Allamanda cathartica*, *Plumeria rubra*, *Plumeria rubra* var. *acutifolia*, *Adenium obesum* dan *Adenium obesum* 'Red' berukuran *mediae* (sedang) dan satu jenis yaitu *Allamanda blanchetii* berukuran *magnae* (besar).

Berdasarkan data hasil pengukuran panjang aksis dan diameter ekuatorial tersebut juga dapat diperoleh indeks P/E yang didapat dengan cara membagi panjang aksis polar dengan diameter ekuatorial. Hasil tersebut selanjutnya dapat digunakan untuk menentukan bentuk serbuk sari berdasarkan indeks P/E. Hasilnya, pada keenam jenis Apocynaceae yang diamati, terdapat tiga variasi bentuk berdasarkan P/E yakni *Allamanda cathartica*, *Allamanda blanchetii* dan *Adenium obesum* 'Red' yang memiliki bentuk *oblate spheroidal*. Kemudian,

Adenium obesum dan *Plumeria rubra* var. *acutifolia* yang memiliki bentuk *suboblate*, serta *Plumeria rubra* dengan bentuk *oblate*. Pengelompokan ini didasarkan menurut Erdtman (1943) sesuai yang tertera pada (Tabel 1) dan penjelasan mengenai gambaran bentuk yang disebutkan mengacu pada Huang (1972) seperti yang terdapat pada (Gambar 6).

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan, unit serbuk sari tidak menunjukkan adanya variasi. Menurut Stuessy (2009), terdapat terbagi menjadi *monad*, *diad*, *tetrad* dan *polyad*. Namun, pada keenam jenis Apocynaceae, semua unit serbuk sarinya adalah unit tunggal (*monad*). Hal ini sesuai dengan yang dijelaskan dalam Halbritter dkk., (2018) bahwa serbuk sari dewasa kebanyakan memiliki unit *monad* sedangkan serbuk sari yang masih dalam tahap meiosis biasanya terbagi dalam unit *diad*, *tetrad* maupun *polyad*.

Bentuk polar serbuk sari juga merupakan morfologi yang penting untuk diamati. Menurut Huang (1972) terdapat 16 bentuk polar pada serbuk sari sementara menurut Stuessy (2009) bentuk polar serbuk sari terbagi menjadi 20 bentuk. Pada enam jenis Apocynaceae yang diteliti, ditemukan dua bentuk polar yaitu bentuk *circular* yang dimiliki *Allamanda cathartica*, *Adenium obesum*, *Adenium obesum* 'Red' dan *Allamanda blanchetii*. Sedangkan bentuk *semi-angular* terdapat pada serbuk sari *Plumeria rubra* dan *Plumeria rubra* var. *acutifolia*.

Pengamatan terhadap polaritas dan simetri pada serbuk sari tentunya sangat dipengaruhi oleh bentuk serbuk sari terutama pada pandang ekuatorial. Polaritas serbuk sari pada *Allamanda cathartica*, *Plumeria rubra* dan *Plumeria rubra* var. *acutifolia* adalah tipe heteropolar karena sisi distal dan proksimal ketiganya jika dilihat dari pandang ekuatorial tidak sama. Sementara itu, *Allamanda blanchetii*, *Adenium obesum* dan *Adenium obesum* 'Red' memiliki polaritas isopolar karena sisi distal dan proksimalnya sama. Begitu pula dengan simetri serbuk sari yang sangat ditentukan oleh bentuk serbuk sari pada posisi ekuatorial.

Kelas aperture pada serbuk sari ditentukan berdasarkan tipe, jumlah dan posisi aperture pada serbuk sari tersebut. Menurut Stuessy (2009) terdapat 27 kelas aperture. Aperture dengan bentuk seperti lubang lingkaran disebut *porus* sedangkan aperture dengan lubang pipih seperti celah disebut *colpus*, kemudian serbuk sari yang memiliki aperture *colpus* dan *porus* sekaligus disebut memiliki tipe aperture *colporate*. Dilihat dari posisi, aperture yang posisinya terdapat di sekitar inti serbuk sari disebut *pantoaperture* sedangkan aperture yang berada di tepi permukaan serbuk sari disebut *zonoaperture*.

Pada enam jenis Apocynaceae yang diamati, ditemukan lima variasi aperture. Kelas *trizonoporate* terdapat pada *Allamanda cathartica*, yakni tiga buah aperture tipe *porus* di bagian tepi serbuk sari. Hasil ini sedikit berbeda dengan pengamatan yang dilakukan Sukkaewmanee (2015) yang menyebutkan pada jurnal penelitiannya bahwa kelas aperture dari *Allamanda cathartica* adalah *tricolporate*. Ada pula kelas aperture *trizonocolpate* yang ditemukan pada *Plumeria rubra* dan *Plumeria rubra* var. *acutifolia* yakni kelas aperture berbentuk *colpate* berjumlah tiga yang berada di tepi permukaan serbuk sari. Kemudian kelas *tetrazonoporate* yang dimiliki serbuk sari *Adenium obesum* dan *Adenium obesum* 'Red', aperture jenis ini memiliki empat lubang *porus* yang letaknya di tengah atau di sekitar inti serbuk sari. Kelas aperture ini sama dengan tipe yang ditemukan oleh (Dabbub dkk., 2020) pada pengamatan serbuk sari *Adenium obesum*. *Allamanda blancheti* dengan aperture bertipe *hexapantoporate* yaitu aperture tipe *porus* berjumlah enam dan berada di sekitar inti serbuk sari.

Hubungan kekerabatan antara keenam jenis tumbuhan Apocynaceae yang ditunjukkan pada dendrogram menunjukkan hubungan yang paling dekat dimiliki oleh *Plumeria rubra* dengan *Plumeria rubra* var. *acutifolia*. Hal ini sangat didasari karena secara taksonomi, kedua jenis tersebut berasal dari jenis yang sama namun hanya berbeda varietas sehingga karakter morfologi serbuk sari yang terdapat pada kedua jenis tersebut memiliki banyak kemiripan. Hal ini dibuktikan dengan nilai koefisien kemiripan keduanya yang mencapai 0,81. Perbedaan karakter diantara keduanya hanya terdapat pada bentuk berdasarkan indeks P/E,

sedangkan karakter morfologi lainnya sama. Adapun beberapa karakter khusus yang dimiliki oleh serbuk sari kedua jenis *Plumeria* diantaranya ukuran sedang, bentuk polar *semi-angular*, simetri bilateral, polaritas heteropolar, dan kelas aperturanya *trizonocolpate*.

Jenis lainnya yang memiliki hubungan kekerabatan dekat yakni *Adenium obesum* dan *Adenium obesum* 'Red.' Tidak jauh berbeda dengan dua jenis *Plumeria*, kedua jenis ini juga memiliki banyak persamaan pada karakter morfologinya mulai dari unit, tipe ukuran, bentuk hingga tipe aperture. Kedua jenis *Adenium obesum* dan *Adenium obesum* 'Red' juga hanya memiliki perbedaan pada bentuk berdasarkan P/E. Hal ini dapat terjadi karena kedua jenis tersebut merupakan jenis yang sama dan hanya berbeda varietas. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pada suku Apocynaceae khususnya pada enam jenis yang telah diteliti, morfologi serbuk sari pada tumbuhan yang berbeda di tingkat varietas tidak memiliki banyak perbedaan. Koefisien kemiripan dari kedua jenis ini yang terlihat pada dendogram senilai 0,747. Adapun beberapa karakter khas yang dimiliki oleh kedua jenis *Adenium* ini diantaranya ukuran sedang, bentuk polar *circular*, polaritas isopolar, simetri radial dan kelas aperturanya *tetrazonoporate*.

Allamanda cathartica dan *Allamanda blanchetii* merupakan dua jenis yang berbeda dan berasal dari marga yang sama. Namun demikian, seperti yang terlihat pada dendogram kedua jenis ini berada di kelompok yang berbeda (Gambar 27). *Allamanda cathartica* berada di kelompok yang sama dengan *Plumeria rubra* dan *Plumeria rubra* var. *acutifolia*, sementara *Allamanda blanchetii* berada di kelompok yang sama dengan *Adenium obesum* dan *Adenium obesum* 'Red.' Adanya beberapa perbedaan karakter diantara keduanya diyakini menjadi penyebab kedua jenis tersebut tidak berada di dalam satu kelompok. Perbedaan karakter serbuk sari pada kedua jenis tersebut diantaranya tipe ukuran, polaritas, simetri, tipe aperture, jumlah aperture dan posisi aperture. *Allamanda cathartica* memiliki tipe ukuran sedang, sedangkan *Allamanda blanchetii* tipe ukurannya besar. Polaritas *Allamanda cathartica* adalah heteropolar dan simetrinya bilateral

sedangkan *Allamanda blanchetii* memiliki polaritas isopolar dan simetri radial. Tipe aperture *Allamanda cathartica* adalah *colpus* yang berjumlah tiga (*tricolpate*) dengan posisi di tepi (*zonoaperture*) sementara *Allamanda blanchetii* memiliki tipe aperture *hexaporate* pada posisi tengah (*pantoporate*).

Selain beberapa faktor perbedaan morfologi yang telah disebutkan, faktor lainnya yang diyakini menyebabkan kedua jenis *Allamanda* berada di kelompok berbeda adalah karena tidak dimasukkannya ornamentasi eksin sebagai karakter yang diamati pada penelitian ini. Menurut (Azizah dkk., 2016) lapisan eksin mempunyai struktur dan ornamentasi yang khas untuk membantu taksonomi tingkat jenis dan varietas. Namun demikian, sangat disayangkan penelitian ini dilakukan tanpa memasukkan karakter ornamentasi eksin sebagai karakter yang teramati dikarenakan adanya keterbatasan alat. Pengamatan ornamentasi eksin dapat dilakukan dengan menggunakan SEM atau *Scanning Electron Microscope* (Stuessy, 2009). Oleh karena itu, diharapkan untuk penelitian serbuk sari selanjutnya, apabila memungkinkan dilakukan pengamatan hingga bagian ornamentasi eksin agar hasil yang didapatkan lebih akurat.

Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa karakter morfologi serbuk sari pada tumbuhan dari jenis yang berbeda memiliki lebih banyak perbedaan dibandingkan pada tumbuhan dari varietas yang berbeda. Selain itu, penelitian serbuk sari akan lebih akurat digunakan untuk mengidentifikasi kekerabatan tumbuhan dari varietas berbeda dibandingkan tingkat jenis sehingga penelitian ini dapat digunakan sebagai contoh keanekaragaman hayati tingkat gen.

4.3 Sumbangan Hasil Penelitian

Data hasil penelitian dapat digunakan sebagai sumber belajar tambahan pada materi keanekaragaman hayati dalam Kompetensi Dasar 3.3 Menjelaskan prinsip-prinsip klasifikasi makhluk hidup dalam lima kingdom pada mata

pelajaran Biologi SMA Kelas X semester ganjil. Adapun hasil sumbangan yang diberikan terdiri atas silabus, RPP dan LKPD.

Berdasarkan validasi yang telah dilakukan oleh dua orang validator, LKPD mendapat nilai koefisien kappa 1 sehingga dapat dinyatakan telah layak untuk digunakan dalam pembelajaran. Adapun kegiatan yang dapat dilakukan peserta didik melalui LKPD ini diantaranya membandingkan contoh keanekaragaman hayati pada tingkat jenis dan tingkat gen berdasarkan data karakter morfologi serbuk sari pada tumbuhan suku Apocynaceae.