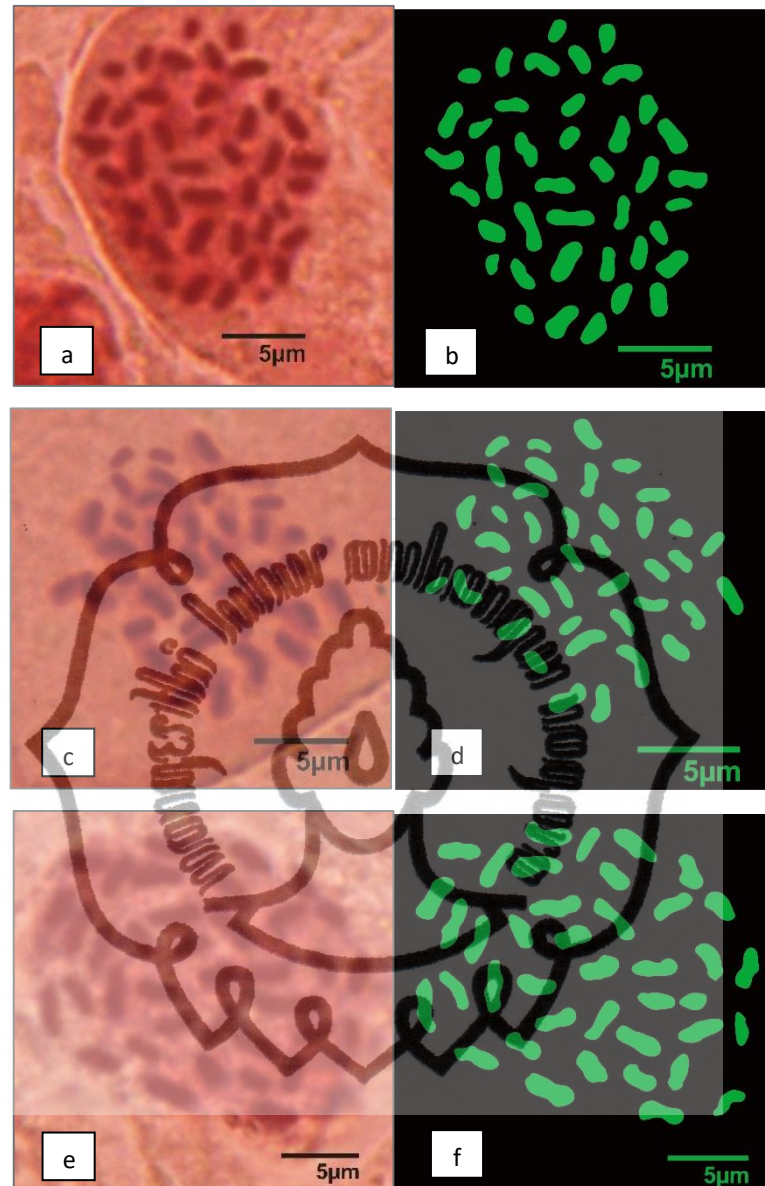


IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

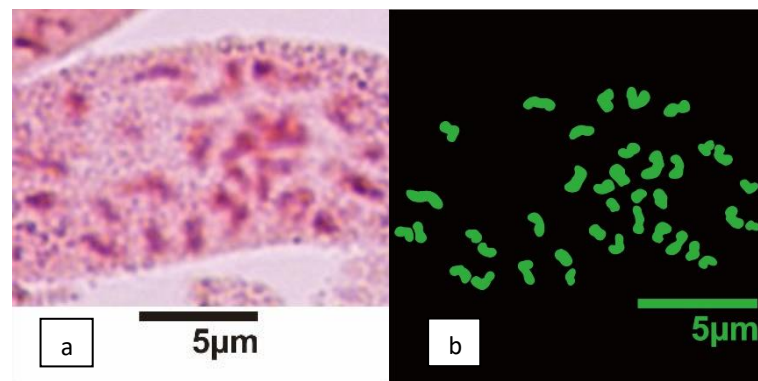
A. Jumlah Kromosom

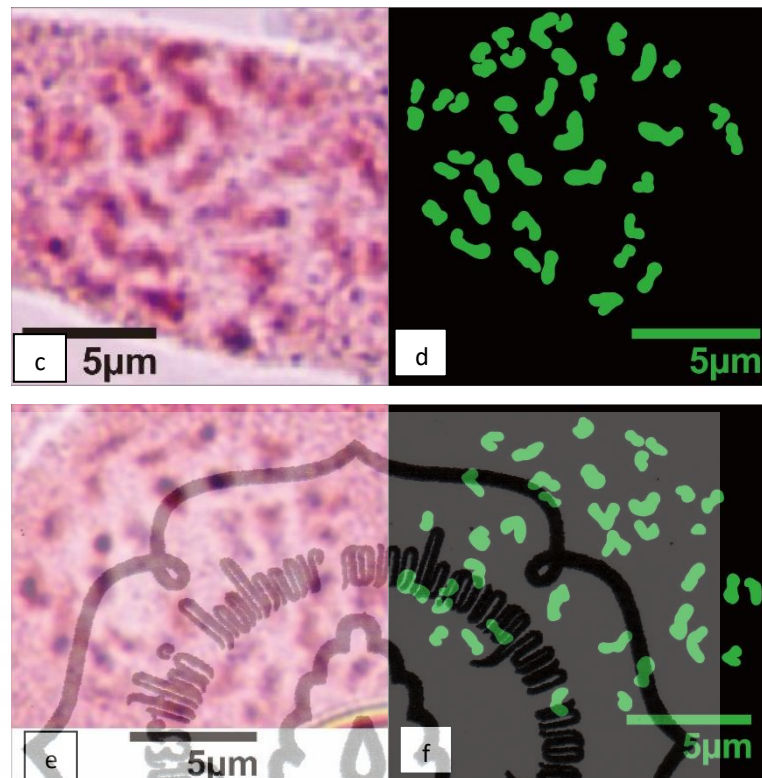
Penelitian ini menggunakan anggrek *V. celebica* dan *V. dearei* sebagai tetua. Tanaman anggrek berasal dari tanaman koleksi Kebun Raya Bogor. Menurut penelitian Widiastoety et al. (2012), anggrek jenis *Vanda* adalah anggrek penting dan dapat disilangkan untuk mendapatkan jenis baru yang unik. Bagian tumbuhan yang baik digunakan untuk pengamatan karakter kromosom yaitu pada jaringan meristem, contohnya akar atau ujung tunas tumbuhan. Bagian anggrek yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ujung akar tanaman. Ujung akar merupakan jaringan yang mudah tumbuh dan mudah diamati dalam karakterisasi kromosom. Menurut Aristya et al. (2018) akar terbagi atas zona pertumbuhan, zona pemanjangan, zona pembelahan sel. Pembelahan mitosis terjadi pada zona pembelahan sel yang terletak pada ujung akar.

Jumlah kromosom merupakan karakteristik kromosom yang mudah diamati dan stabil. Laimheheriwa (2018) menyatakan salah satu tujuan dari analisis kromosom yaitu sebagai petunjuk proses evolusi. Organisme yang memiliki jumlah kromosom yang sama memiliki kedekatan yang lebih mirip daripada yang jumlah kromosomnya berbeda. Pengamatan menggunakan anggrek tetua *V. celebica* dan *V. dearei*, dan hasil persilangan *V. celebica* x *V. dearei*. Setiap jenis anggrek diambil 3 kali ulangan.

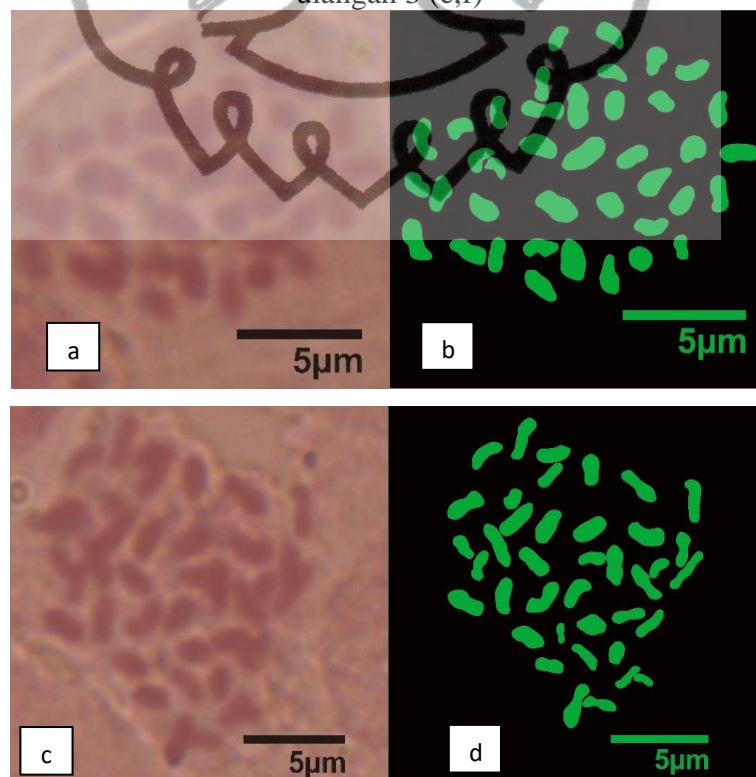


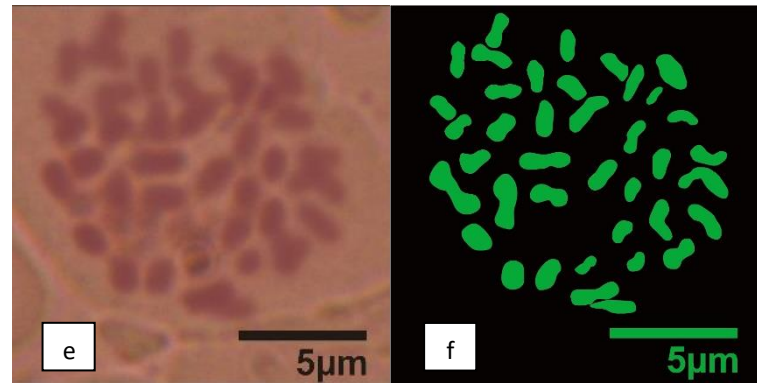
Gambar 1. Kromosom anggrek *V. dearei* ulangan 1 (a,b), ulangan 2 (c,d), dan ulangan 3 (e,f)





Gambar 2. Kromosom anggrek *V. celebica* ulangan 1 (a,b), ulangan 2 (c,d), dan ulangan 3 (e,f)





Gambar 3. Kromosom anggrek *V. Celebica* x *V. Dearei* ulangan 1 (a,b), ulangan 2 (c,d), dan ulangan 3 (e,f)

Tabel 1. Jumlah kromosom *V. celebica*, *V. dearei*, dan keturunan *V. celebica* x *V. dearei*

Anggrek	Sampel	Jumlah kromosom (2n)
<i>V. celebica</i>	1	38
	2	38
	3	38
<i>V. dearei</i>	1	40
	2	40
	3	40
<i>V. celebica</i> x <i>V. dearei</i>	1	39
	2	39
	3	39

Sumber: Hasil pengamatan

Gambar 1 dan 2 merupakan foto kromosom tetua yaitu *V. dearei* dan *V. celebica*. Gambar a, c dan e merupakan gambar hasil foto kromosom dengan menggunakan mikroskop dengan perbesaran lensa okuler 15 kali, dan lensa obyektif 100 kali. Gambar b, d dan f merupakan hasil penebalan kromosom menggunakan aplikasi *CorelDraw X7*. Hasil pengamatan menunjukkan jumlah kromosom anggrek *V. dearei* $2n=2x=40$ dan *V. celebica* $2n=2x=38$. Hal ini sesuai dengan pendapat Soetopo (2009), bahwa jumlah kromosom dasar (n) pada family Orchidaceae yang paling sering didapati adalah 19, 20, dan 21 dengan $2n = 38$, $2n = 40$, serta $2n = 42$. Perbedaan jumlah kromosom yang terjadi pada genus anggrek yang sama juga terdapat pada penelitian Silva et al. (2017) tentang anggrek *Cattleya* yang menunjukkan jumlah kromosom yang berbeda pada *Cattleya bowringiana* $2n=34$ dan *Cattleya nobillor* $2n= 30$. Hasil penelitian anggrek lain oleh Ramesh dan Renganathan (2013b) menunjukkan bahwa tanaman anggrek spesies *Coelogyne* juga memiliki jumlah kromosom yang berbeda antar spesiesnya. *Coelogyne*

corymbosa memiliki jumlah kromosom $2n=26$ sedangkan *Coelogyne fimbriata* memiliki jumlah $2n = 24$, padahal pada penelitian sebelumnya spesies *Coelogyne* memiliki jumlah kromosom $2n = 44$. Penelitian Chikmawati (2013), menyatakan bahwa kebanyakan anggrek memiliki jumlah kromosom yang konstan, sehingga pembentukan spesies yang paling umum pada anggrek tampaknya tidak mengubah jumlah kromosom. Anggrek *Dendrobium* memiliki perubahan morfologi yang sangat beragam pada nutrisi dan ciri-ciri bunga, namun hanya mempunyai dua nomor kromosom yaitu 38 dan 40 (atau kelipatannya). Perubahan jumlah kromosom antar spesies anggrek tidak terlalu umum, dapat diasumsikan bahwa perubahan komplemen bertanggung jawab untuk dalam proses evolusi famili. Ini mungkin disebabkan oleh hibridisasi, perubahan struktur rahasia kromosom dan mutasi genetik. Menurut Evans dan Bosa (2013), spesies dalam genus yang sama dapat memiliki jumlah kromosom berbeda yang dapat disebabkan terjadinya poliploidi karena pada dasarnya setiap spesies memiliki kromosom dasar yang sama dari generasi ke generasi.

Hasil persilangan *V. celebica* x *V. dearei* menunjukkan jumlah kromosom berbeda dengan tetuanya. Perbedaan jumlah kromosom dari persilangan *V. celebica* ($2n=38$) dengan *V. dearei* ($2n=40$) yang menghasilkan F1 dengan jumlah kromosom $2n=39$ bisa terjadi karena adanya penyimpangan kromosom saat pembelahan. Sesuai pendapat Heslop et al. (2011) yang menyatakan bahwa setiap spesies memiliki sejumlah karakteristik kromosom di dalam inti. Jumlahnya sangat bervariasi antar spesies, peningkatan dan penurunan selama evolusi dan spesiasi sering terjadi. Penelitian Hartati et al. (2017) pada persilangan anggrek *Coelogyne pandurata* dengan jumlah kromosom $2n = 36$ dan *Coelogyne rumphii* $2n = 72$ dihasilkan anggrek keturunan dengan jumlah kromsosome $2n = 54$. Data pengamatan menunjukkan jumlah kromosom *V. dearei* dan *V. celebica* menunjukkan jumlah yang berbeda dengan tetuanya.

Tujuan persilangan adalah untuk melihat variasi jumlah kromosom hasil persilangan dari kedua tetuanya. Jumlah kromosom dari persilangan *V. dearei* x *V. celebica* yang memiliki jumlah yang berbeda dengan salah satu tetuanya. Penelitian Lee et al. (2011) pada anggrek *Paphiopedilum* dan hybridnya terdapat hasil persilangan yang menunjukkan jumlah kromosom yang sama dengan salah satu

induknya yaitu pada persilangan *P. delenatii* x *P. callosum* yang memiliki jumlah kromosom $2n=29$. Dimana tetua *P. delenatii* memiliki jumlah kromosom $2n=26$ sedangkan *P. callosum* memiliki jumlah kromosom $2n=29$. Hal yang sama juga terjadi pada persilangan *P. delenatii* x *P. glaucophyllum* yang menunjukkan jumlah kromosom $2n=31$, dari tetua *P. delenatii* $2n=26$ dan *P. glaucophyllum* $2n=31$. Penelitian anggrek *Paraphalaeonopsis* oleh Hartati (2011) menunjukkan anggrek alam tetua *Paraphalaeonopsis serpentilingua* dengan jumlah kromosom $2n=40$, hasil persilangannya menunjukkan jumlah kromosom $2n=38$. Anggrek tetua *Rhyncostiles gigantea common* memiliki jumlah kromosom $2n=40$, hasil persilangannya $2n=40$. Tetua *Paraphalaeonopsis labukensis* memiliki jumlah kromosom $2n=40$, hasil persilangannya $2n=38$. Felix dan Guerra (2010) menjelaskan, mutasi, migrasi, seleksi dan pergeseran genetik, serta proses-proses lainnya menyebabkan perubahan jumlah dan struktur kumpulan kromosom spesies anggrek, dan variasi kromosom yang cukup tinggi, yaitu $2n = 12$ hingga $2n = 240$.

Variasi jumlah kromosom dapat dibedakan menjadi dua yaitu Euploidi dan Aneuploidi. Euploidi merupakan keadaan jumlah kromosom yang dimiliki suatu makhluk hidup merupakan kelipatan dari jumlah kromosom dasarnya. Aneuploidi adalah keadaan suatu sel makhluk hidup kekurangan atau kelebihan kromosom tertentu. Persilangan *V. dearei* x *V. celebica* merupakan individu aneuploid. Aneuploidi dapat terjadi karena peristiwa gagal memisah. Peristiwa ini dapat berlangsung saat anafase pembelahan mitosis. Salah satu pasangan kromosom homolog gagal memisahkan diri menuju kutub sel sehingga tetap bergabung dalam salah satu gamet. Peristiwa ini menyebabkan sebagian gamet mengalami penambahan jumlah kromosom sedangkan yang lain mengalami pengurangan kromosom.

B. Ukuran Kromosom

Pengamatan morfologi kromosom sangat penting dalam taksonomi tumbuhan. Menurut Ramesh dan Renganathan (2013a), kromosom dapat diklasifikasikan berdasarkan ukurannya, yaitu kromosom berukuran panjang, sedang dan pendek. Di bawah ini adalah kelompok ukuran kromosom yang telah diketahui: a) Kromosom berukuran panjang (lebih dari $5,0 \mu\text{M}$); b) Kromosom berukuran sedang ($3,0-4,9 \mu\text{M}$); c) Kromosom berukuran pendek ($0,1-2,9 \mu\text{M}$).

Pengamatan ukuran kromosom dapat dilakukan dengan pengukuran panjang lengan panjang (q) dan panjang lengan pendek (p) dan panjang total (q + p). Sebelum dilakukan pengukuran panjang lengan panjang dan panjang lengan pendek harus menentukan letak sentromer. Sentromer merupakan bagian dari kromosom yang iasanya ditandai dengan adanya penyempitan dibagian kromosom dan membagi kromosom menjadi 2 bagian. Bagian kromosom yang panjang disebut lengan panjang (q) dan bagian yang pendek disebut lengan pendek (p). Pengukuran lengan panjang dan lengan pendek digunakan untuk mengetahui nisbah kromosom sehingga dapat digunakan untuk menentukan bentuk kromosom. Pengukuran panjang kromosom dilakukan berdasarkan skala objek mikrometer. Skala yang digunakan dalam pengukuran yaitu 5 μm diwakili 25,28 mm.

Tabel 2. Ringkasan kisaran panjang kromosom *V. celebica*, *V. dearei*, dan *V. celebica* x *V. dearei*

Anggrek	Sampel	Rata-rata panjang kromosom ($\bar{X} \pm \text{SD}$)		Lengan total (q+p) (μm)
		Lengan panjang (q) (μm)	Lengan pendek (p) (μm)	
<i>V. celebica</i>	1	0,48 \pm 0,38	0,38 \pm 0,11	0,85 \pm 0,24
	2	0,61 \pm 0,21	0,48 \pm 0,16	1,09 \pm 0,35
	3	0,58 \pm 0,16	0,47 \pm 0,15	1,06 \pm 0,30
<i>V. dearei</i>	1	1,03 \pm 0,24	0,83 \pm 0,19	1,85 \pm 0,41
	2	0,92 \pm 0,20	0,72 \pm 0,15	1,64 \pm 0,33
	3	1,52 \pm 0,25	1,21 \pm 0,21	2,73 \pm 0,42
<i>V. celebica</i> x <i>V. dearei</i>	1	0,81 \pm 0,15	0,65 \pm 0,13	1,45 \pm 0,27
	2	1,00 \pm 0,23	0,82 \pm 0,18	1,82 \pm 0,38
	3	0,81 \pm 0,22	0,66 \pm 0,18	1,46 \pm 0,39

Sumber: Hasil pengamatan

Berdasarkan data tabel diatas menunjukkan bahwa *V. dearei* memiliki rata-rata ukuran kromosom terpanjang dengan panjang lengan panjang 1,16 \pm 0,22 μm dan panjang lengan pendek 0,92 \pm 0,17 μm . Ukuran rata-rata kromosom terpendek dimiliki *V. celebica* dengan panjang lengan panjang 0,56 \pm 0,17 μm dan panjang lengan pendek 0,33 \pm 0,10 μm . Hasil persilangan *V. celebica* x *V. dearei* memiliki rata-rata panjang lengan panjang 0,87 \pm 0,20 μm dan panjang lengan pendek 0,71 \pm 0,16 μm . Ukuran kromosom anggrek *V. celebica*, *V. dearei*, dan persilangan *V. celebica* X *V. dearei* memiliki ukuran panjang lengan panjang (q) dan panjang lengan pendek (p), serta panjang total yang berbeda (q + p). Penelitian

Utami et al. (2012) pada beberapa tanaman anggrek menunjukkan ukuran kromosom *V. tricolor* berkisar $(1,94 \pm 0,16) \mu\text{m}$ hingga $(4,72 \pm 0,19) \mu\text{m}$, sedangkan *Phalaenopsis Joane Killep June* berkisar $(0,84 \pm 0,02) \mu\text{m}$ hingga $(2,97 \pm 0,13) \mu\text{m}$, *Phalaenopsis pinlong cinderela* dari $(2,02 \pm 0,15) \mu\text{m}$ hingga $(5,91 \pm 0,78) \mu\text{m}$. Silva et al. (2017), pada penelitiannya tentang anggrek *Cattleya* menunjukkan ukuran kromosom *C. bowringiana* dengan rentang ukuran $0,38 - 1,46 \mu\text{m}$ dan pada *C. nobilior* memiliki rentang ukuran $0,54 - 1,58 \mu\text{m}$. Aristya et al. (2018) menjelaskan bahwa perbedaan ukuran kromosom dapat terjadi karena berbagai macam perlakuan dalam preparasi kromosom dapat menyebabkan perubahan ukuran kromosom. Hidrolisis dalam preparasi kromosom juga dapat membuat kromosom lebih menyebar. Menurut Liu et al. (2016), perbedaan ukuran kromosom disebabkan adanya akumulasi heterokromatin pada kromosom yang dapat mempengaruhi ukuran kromosom.

C. Bentuk Kromosom

Bentuk kromosom dapat dibedakan melalui letak sentromer. Menurut Setiawan et al. (2018), sentromer digunakan sebagai dasar penentuan bentuk kromosom dan salah satu faktor penentu kariotipe. Saat pembuatan preparat kromosom tidak semua sel dapat menunjukkan adanya lekukan utama (primary constriction) di kromosom. Ketelitian peneliti saat teknik *squash* sangat menentukan dalam menentukan posisi sentromer. Disamping itu, pada beberapa spesies tanaman, sentromer sangat sulit ditentukan tanpa menggunakan suatu penanda yang spesifik karena ukuran kromosom yang kecil dan nampak tebal (*condensed*) sehingga posisi sentromer tidak dapat ditentukan secara visual, seperti pada tanaman melon dan *Abelia × grandiflora*.

Bentuk kromosom dapat diidentifikasi dengan menghitung rasio panjang lengan panjang dengan panjang lengan pendek ($r = q/p$). Perbandingan penentuan bentuk kromosom dengan cara sebagai berikut, metasentrik (m) dengan nilai rasio $1,0 < r \leq 1,7$; submetasentrik (sm) dengan nilai rasio $1,7 < r \leq 3,0$; akrosentrik (t) dengan nilai rasio $3,0 < r \leq 7,0$; telosentrik (T) $\geq 7,0$. (Tabur et al. 2012)

Tabel 3 Bentuk kromosom *V. celebica*, *V. dearei*, dan *V. celebica* x *V. dearei*

Anggrek	Sampel	Rasio Panjang Lengan ($r=q/p$)	Bentuk Kromosom
<i>V. celebica</i>	1	$1.27 \pm 0,27$	36 m + 2 sm
	2	$1.29 \pm 0,27$	34 m + 4 sm
	3	$1.25 \pm 0,22$	37 m + 1 sm
<i>V. dearei</i>	1	$1,26 \pm 0,22$	37 m + 3 sm
	2	$1,29 \pm 0,23$	36 m + 4 sm
	3	$1,28 \pm 0,19$	39 m + 1 sm
<i>V. celebica</i> x <i>V. dearei</i>	1	$1,26 \pm 0,13$	39 m
	2	$1,23 \pm 0,18$	38 m + 1 sm
	3	$1,23 \pm 0,15$	39 m

Sumber: Hasil pengamatan

Hasil penentuan bentuk kromosom menunjukkan 2 bentuk kromosom yaitu metasentrik dan submetasentrik. Bentuk kromosom anggrek *V. celebica* dan *V. dearei* memiliki perpaduan antara metasentrik dan submetasentrik dengan jumlah bentuk metasentrik lebih banyak. Persilangan anggrek *V. celebica* X *V. dearei* ulangan 2 memiliki dua bentuk kromosom yaitu metasentrik dan submetasentrik dengan jumlah metasentrik lebih banyak, sedangkan pada ulangan 1 dan 3 memiliki bentuk kromosom semuanya metasentrik. Penelitian anggrek lain oleh Hartati et al. (2014) menunjukkan bentuk kromosom pada *Coelogyne spesiosa* dengan $2n = 37m + 1$ ak dan *Dendrobium mutabile* dengan $2n = 37m + 1sm$. Ramesh dan Renganathan (2013a) menyatakan bahwa umumnya tanaman anggrek memiliki kromosom berbentuk metasentrik.

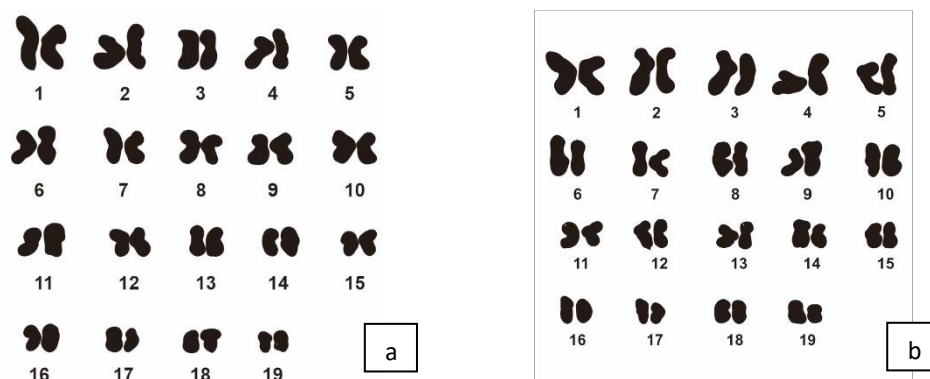
D. Pola Karyotipe

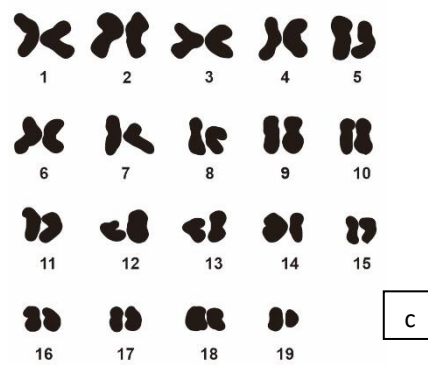
Karyotipe merupakan susunan kromosom dari ukuran terpanjang sampai terpendek secara berurutan. Setiap kromosom disusun berdasarkan pasangan homolognya. Pasangan kromosom ditentukan dengan kemiripan ukuran panjang kromosom dan bentuk kromosom. Ramadhani et al. (2012) menjelaskan bahwa analisis citra kromosom dapat dilakukan dengan mengklasifikasi kromosom berdasar panjang dan bentuknya yang digunakan dalam pembuatan ideogram. Proses tersebut disebut kariotipe. Proses kariotipe biasanya dilakukan dengan mengambil citra sel pada fase metafase karena pada fase itu kromosom terlihat lebih jelas. Proses kariotipe dapat digunakan untuk menganalisis dan mengetahui adanya aberasi kromosom akibat paparan radiasi.

Menurut Aristya et al (2019), adanya perbedaan ukuran kromosom dan susunan kromosom, berpengaruh pada letak gen, pada aras molekuler, perbedaan pada tingkat kromosom dapat mempengaruhi fenotip yang diekspresikan. Meskipun kedua kultivar adalah spesies yang sama, tetapi bisa memiliki fenotip yang berbeda karena adanya perbedaan level kromosomnya. Karakter fenotip yang berbeda pada tumbuhan dapat dipengaruhi faktor lingkungan dan perbedaan susunan gen pada kromosom yang mengekspresikan karakter fenotip.

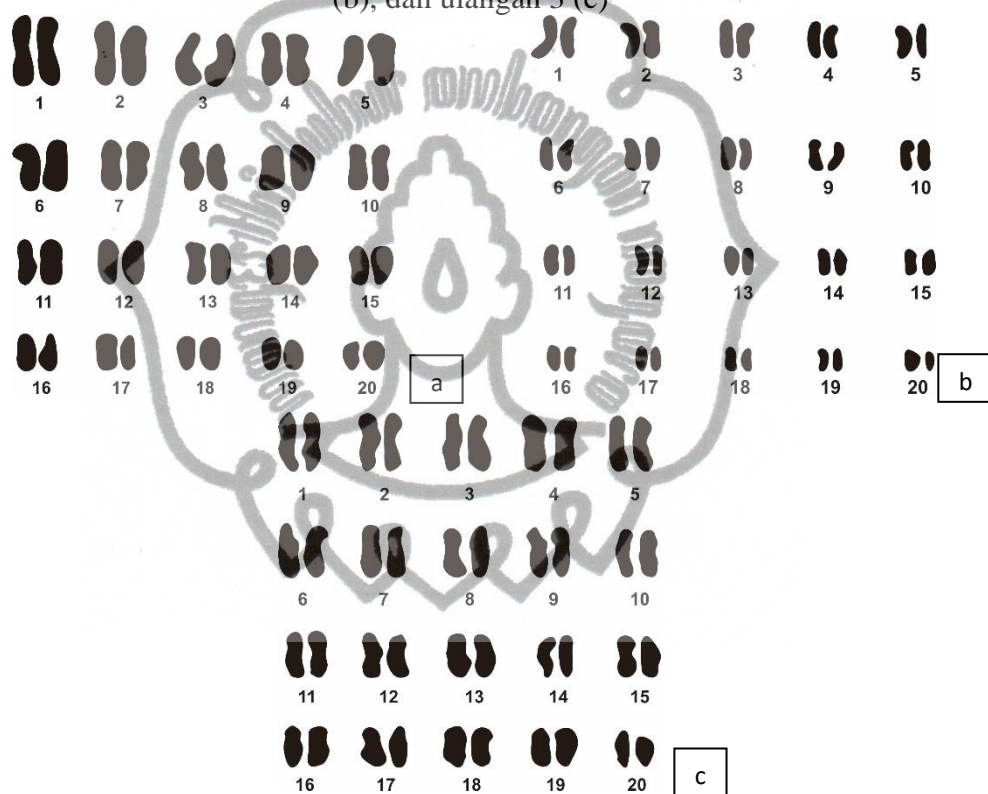
Susunan kariotipe dapat digunakan untuk mengetahui penyimpangan kromosom baik dalam jumlah dan struktur kromosom yang terjadi pada waktu pembelahan sel dan dapat dicari hubungannya dengan kelainan yang terjadi pada anatomi, morfologi, dan fisiologi suatu makhluk hidup. Menurut Hartati et al. (2014) dengan adanya susunan kariotipe dapat diketahui penyimpangan yang terjadi didalam suatu kromosom dari jumlah dan struktur kromosom saat pembelahan sel. Penyimpangan yang terjadi didalam kromosom berhubungan dengan kelainan yang terjadi pada anatomi, morfologi dan fisiologi makhluk hidup.

Susunan karyotipe anggrek *V. celebica* ulangan 1, 2 dan 3 secara berurutan adalah $2n = 36m + 2sm$, $2n = 34m + 4sm$, $2n = 37m + 1sm$. Susunan karyotipe anggrek *V. dearei* ulangan 1, 2, dan 3 secara berurutan adalah $2n = 37m + 3sm$, $2n = 36m = 4sm$, $2n = 39m + 1sm$. Susunan karyotipe persilangan anggrek *V. celebica* x *V. dearei* ulangan 1, 2, dan 3 secara berurutan adalah $2n = 39m$, $2n = 38m + 1sm$, $2n = 39m$.

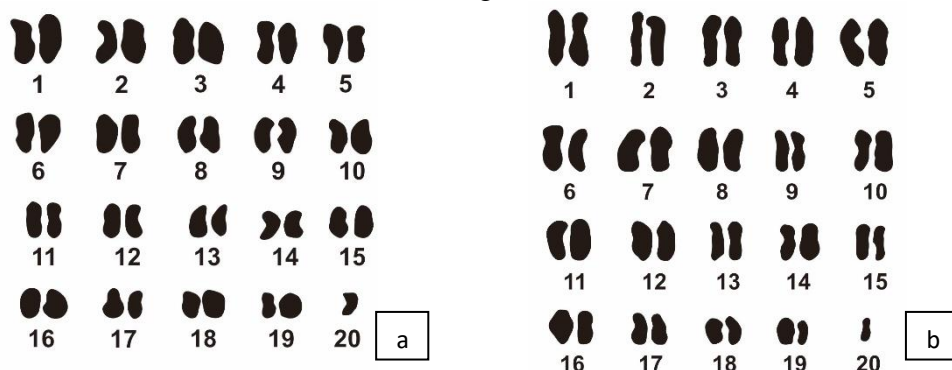


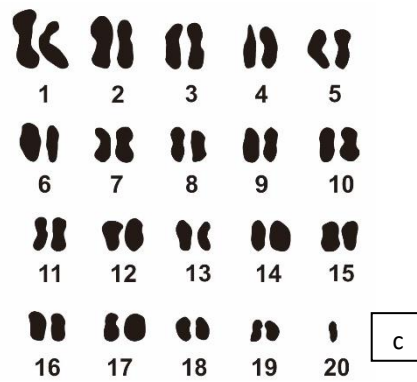


Gambar 4. Karyogram kromosom anggrek *V. celebica* ulangan 1 (a), ulangan 2 (b), dan ulangan 3 (c)

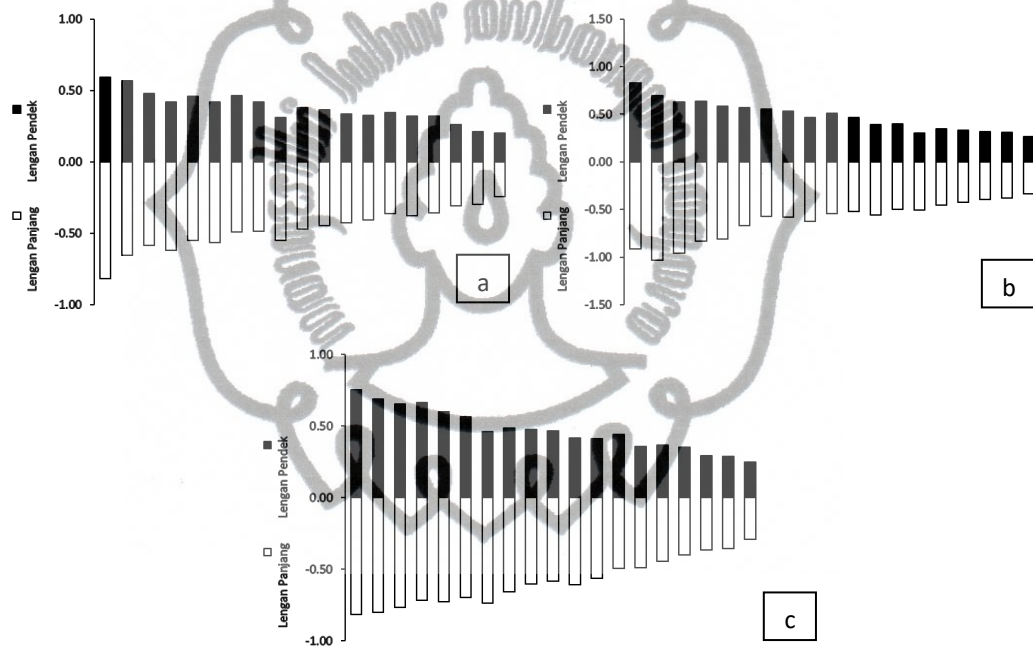


Gambar 5. Karyogram kromosom anggrek *V. dearei* ulangan 1 (a), ulangan 2 (b), dan ulangan 3 (c)

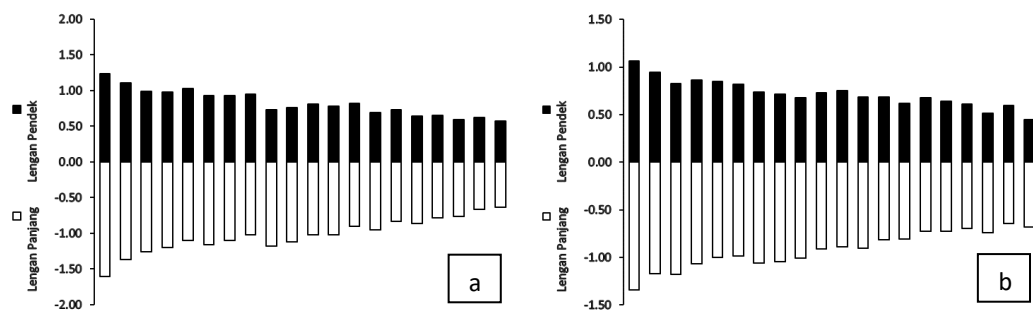


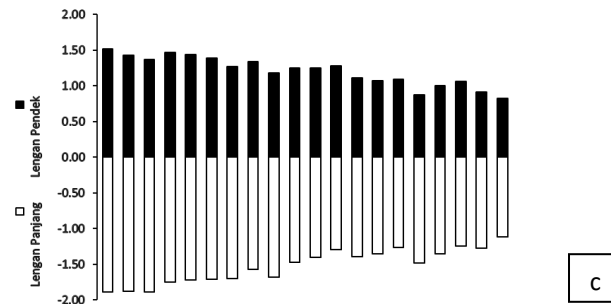


Gambar 6. Karyogram kromosom anggrek *V. celebica* x *V. dearei* ulangan 1 (a), ulangan 2 (b), dan ulangan 3 (c)

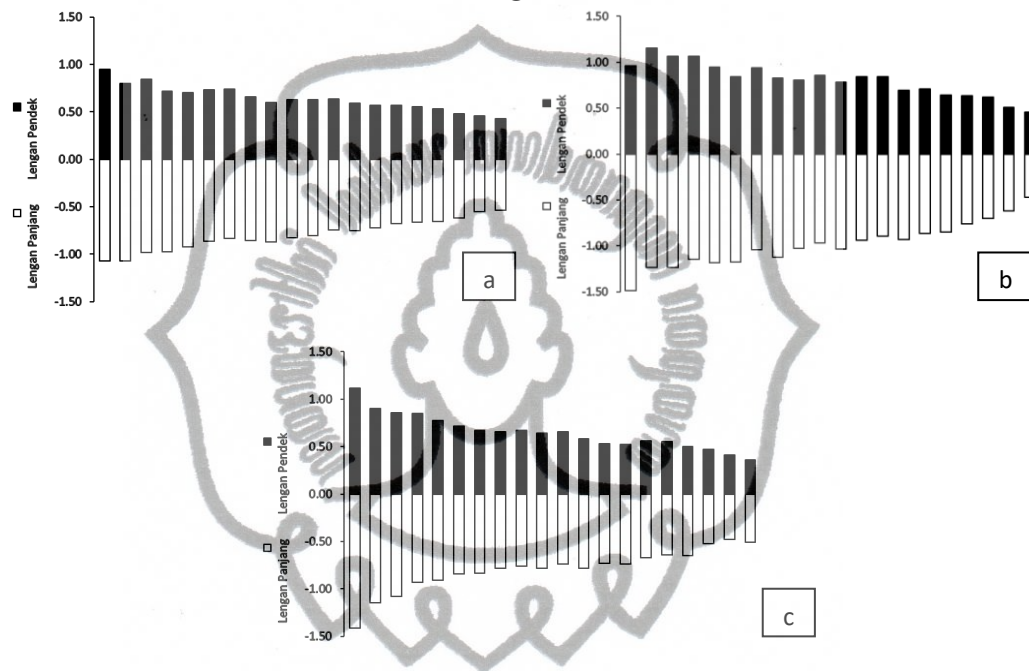


Gambar 7. Idiogram kromosom anggrek *V. celebica* ulangan 1 (a), ulangan 2 (b), dan ulangan 3 (c)





Gambar 8. Idiogram kromosom anggrek *V. dearei* ulangan 1 (a), ulangan 2 (b), dan ulangan 3 (c)



Gambar 9. Idiogram kromosom anggrek *V. celebica x V. dearei* ulangan 1 (a), ulangan 2 (b), dan ulangan 3 (c)

E. Indeks Asimetri Kromosomal

Sifat morfologi kromosom dapat dideskripsikan menurut derajat simetri kariotipe yaitu indeks asimetri intrakromosom (A1) dan indeks asimetri interkromosom (A2). Menurut Medeiros-Neto et al (2017), dalam menghitung indeks asimetri paling tidak menggunakan dua kombinasi indeks, seperti Ask% (*the karyotype asymmetry index percentage* / perbandingan antara lengan panjang dengan total panjang kromosom) atau A1 dengan Syi (*the symmetric index* / perbandingan antara rata-rata panjang lengan pendek dan rata-rata panjang dikalikan 100). Menurut Truta et al. (2013), untuk mengevaluasi kariotipe simetri / asimetri, ada beberapa indeks yang bisa digunakan antara lain indikator TF%, AsI%, A1, A2, dan Stebbins (28). Indeks asimetri kariotipe yang sering digunakan

yaitu indeks asimetri intrakromosomal (A1) dan indeks asimetri interkromosomal (A2). Analisis sifat morfologi kromosom yang digunakan dalam penelitian ini yaitu indeks asimetri intrakromosomal (A1) dan indeks asimetri interkromosomal (A2).

Tabel 4. Nilai Indeks Asimetri Intrakromosomal (A1) dan Indeks Asimetri Interkromosomal (A2) *V. celebica*, *V. dearei*, dan *V. celebica x V. dearei*

Anggrek	Sampel	Indeks Asimetri Intrakromosomal (A1)	Indeks Asimetri Interkromosomal (A2)
<i>V. celebica</i>	1	0,19	0,28
	2	0,20	0,32
	3	0,19	0,28
<i>V. dearei</i>	1	0,19	0,22
	2	0,21	0,20
	3	0,21	0,15
<i>V. celebica x V. dearei</i>	1	0,20	0,19
	2	0,18	0,21
	3	0,18	0,27

Sumber: Hasil pengamatan

Indeks asimetri intrakromosomal (A1) digunakan untuk mengetahui variasi bentuk kromosom suatu kariotipe. Nilai A1 berkisar antara nol sampai satu, jika nilai A1 semakin kecil (mendekati nol) bentuk kromosom akan lebih besar mengarahke bentuk metasentrik. Hasil perhitungan A1 anggrek *V. celebica* ulangan 1, 2, dan 3 secara berturut turut adalah 0,19; 0,20; dan 0,19. Anggrek *V. dearei* ulangan 1, 2, dan 3 memiliki nilai A1 secara berturut turut 0,19; 0,21; 0,21. Persilangan anggrek *V. celebica x V. dearei* ulangan memiliki nilai A1 terkecil 0,18 dan terbesar 0,20. Hasil perhitungan A1 menunjukkan angka yang kecil atau mendekati nol di semua anggrek. Nilai A1 yang mendekati nol menunjukkan kromosom yang cenderung memiliki bentuk kromosom metasentrik. Menurut Tabur et al. (2012), nilai A1 menunjukkan hubungan evolusi antargrup. Berdasar hasil penelitian, semua anggrek memiliki nilai A1 yang hampir sama yang berarti ketiga anggrek memiliki tingkat kekerabatan yang dekat.

Nilai indeks asimetri interkromosomal (A2) digunakan untuk mengetahui penyimpangan (dispersi) ukuran kromosom dalam satu kariotipe (Hartati et al 2014). Nilai A2 semakin kecil menunjukkan penyimpangan (dispersi) ukuran kromosom dalam satu kariotipe tidak terlalu besar. Nilai A2 pada anggrek *V. celebica* ulangan 1, 2, dan 3 secara berturut turut adalah 0,28; 0,32; dan 0,28. Nilai A2 pada anggrek *V. dearei* ulangan 1, 2, dan 3 secara berturut turut adalah 0,22;

0,20; dan 0,15. Persilangan anggrek *V. celebica* x *V. dearei* ulangan 1, 2, dan 3 memiliki nilai A2 secara berturut turut 0,19; 0,21, dan 0,27. Hasil A2 menunjukan angka yang mendekati nol disemua anggrek yang berarti penyimpangan kromosom kecil. Menurut Silva et al. (2017) kariotipe simetris ditandai terutama oleh adanya kromosom metasentrik dan submetasentrik dengan ukuran yang sama, yang pada anggrek menunjukkan karakteristik evolusi primitif.



V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan:

1. Jumlah kromosom anggrek *V. celebica* yaitu $2n=2x=38$ dan *V. dearei* memiliki jumlah kromosom yang berbeda yaitu $2n=2x=40$, sedangkan hasil persilangan *V. celebica* x *V. dearei* memiliki jumlah kromosom $2n=2x=39$
2. Ukuran kromosom *V. celebica* memiliki rata-rata $1,00 \pm 0,29 \mu\text{m}$. *V. dearei* dengan panjang kromosom $2,07 \pm 0,38 \mu\text{m}$. *V. celebica* x *V. dearei* memiliki rata-rata panjang $1,57 \pm 0,34 \mu\text{m}$. Ketiga anggrek memiliki ukuran kromosom dengan kategori pendek.
3. Bentuk kromosom *V. celebica*, *V. dearei* dan *V. celebica* x *V. dearei* yaitu metasentrik dan submetasentrik dengan jumlah metasentrik dominan.
4. Susunan karyotipe anggrek *V. celebica* ulangan 1, 2 dan 3 secara berurutan adalah $2n = 36 m + 2 sm$, $2n = 34 m + 4 sm$, $2n = 37 m + 1 sm$. Susunan karyotipe anggrek *V. dearei* ulangan 1, 2, dan 3 secara berurutan adalah $2n = 37 m + 3 sm$, $2n = 36 m = 4sm$, $2n = 39 m + 1 sm$. Susunan karyotipe persilangan anggrek *V. celebica* x *V. dearei* ulangan 1, 2, dan 3 secara berurutan adalah $2n = 39 m$, $2n = 38 m + 1 sm$, $2n = 39 m$.
5. Nilai indeks A1 dan A2 menunjukkan kromosom dari semua anggrek memiliki bentuk cenderung metasentris dan penyimpangan ukuran kromosom yang terjadi dalam kariotip kecil.