



Karyomorfolgi dan Jumlah Kromosom Empat Grup *Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke. di Lombok

Karyomorphology and Chromosome Number of Four Groups of Gyrinops versteegii (Gilg.) Domke. in Lombok

Widya Iswantari*, Tri Mulyaningsih, & Aida Muspiah

Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram. Jl. Majapahit No. 62, Mataram 83125

*Email: iswantari.widya@gmail.com

CATATAN PENELITIAN

Riwayat naskah:

Naskah masuk (*received*): 14 Januari 2017

Diterima (*accepted*): 7 April 2017

KEYWORDS

chromosome

karyotipe

eaglewood

Gyrinops versteegii

Lombok

KATA KUNCI

kromosom

karyotipe

gaharu

Gyrinops versteegii

Lombok

ABSTRACT

Lombok has four groups of Gyrinops versteegii i.e. Pantai, Buaya, Madu, and Beringin group. Studies of karyomorphology and the number of chromosomes could be very useful for taxonomy and plant breeding. In this study, the preparation used a root tip squash method. The results obtained from this study: groups of G. versteegii had similar chromosome number ($n = 9$), and similar metacentric chromosomes. Therefore, the karyotype formula of the four groups of G. versteegii was $2n = 18m$. Each group of G. versteegii showed a variation of chromosome size: Pantai group has a size of $0.53 \mu\text{m}$ which is the longest than the other three groups: Buaya ($0.27 \mu\text{m}$), Madu ($0.21 \mu\text{m}$), and Beringin ($0.18 \mu\text{m}$).

INTISARI

Lombok memiliki empat grup *Gyrinops versteegii* yang merupakan penghasil gaharu, yaitu grup Pantai, Buaya, Madu, dan Beringin. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji karyotipe dan jumlah kromosom empat grup *G. versteegii* yang bermanfaat dalam taksonomi dan program pemuliaan. Dalam penelitian ini pembuatan preparat kromosom ujung akar menggunakan metode *squash*. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah semua grup *G. versteegii* memiliki jumlah kromosom yang sama ($n = 9$) dan bentuk kromosom yang sama, yaitu berbentuk metasentrik dan memiliki pola karyotipe yang sama ($2n = 18m$). Ukuran kromosom setiap grup bervariasi, yaitu grup Pantai memiliki ukuran yang paling panjang yaitu $0,53 \mu\text{m}$ dari ketiga grup yang lain: Buaya ($0,27 \mu\text{m}$), Madu ($0,21 \mu\text{m}$), dan Beringin ($0,18 \mu\text{m}$).

Pendahuluan

Gaharu merupakan salah satu komoditas hasil hutan bukan kayu (HHBK) yang banyak diperjualbelikan dalam bentuk bongkahan, *chip*, gubal, dan minyak gaharu. Kadar aromatik resin yang tinggi dan khas menjadikan gaharu banyak dimanfaatkan sebagai wewangian dan obat-obatan (Mulyaningsih et al. 2014). Hal ini yang menyebabkan harga gubal gaharu kian tahun kian menanjak. Saat ini harga gubal gaharu dapat mencapai Rp. 251.000.000/kg (Anonim 2016). Uji fitokimia daun *G. versteegii* menunjukkan bahwa daunnya mengandung senyawa metabolit sekunder yang dapat berfungsi sebagai anti radikal bebas atau anti oksidan (Mega 2010).

G. versteegii merupakan salah satu pohon penghasil gaharu yang tumbuh di Lombok (Mulyaningsih & Yamada 2008). *G. versteegii* (Thymelaeaceae) memiliki perawakan perdu-pohon, buahnya berwarna kuning-jingga dengan bentuk elips. Biji berbentuk bundar telur, bundar-pipih dengan daun elips-menjorong (lanset) (Hou 1960).

Terdapat 5 grup *G. versteegii* di Pulau Lombok, yaitu grup Madu, Pantai, Buaya, Beringin, dan Soyun yang dibedakan berdasarkan fenotip (morfologi, anatomi, dan fitokimia) serta letak geografis antar masing-masing grup (Mulyaningsih et al. 2014). Fenotip dapat dipengaruhi perpaduan antara genetik (kromosom) dan lingkungan. Morfologi dapat berubah karena pengaruh habitat dan ekologi, sedangkan kromosom bersifat tetap (stabil). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang jumlah dan karyotipe kromosom *G. versteegii* untuk grup Pantai, Buaya, Madu, dan Beringin.

Individu dalam satu spesies dapat memiliki jumlah kromosom yang sama, namun pada kategori infraspesifik dapat terjadi variasi pada ukuran kromosom. Penelitian kromosom akan sangat berguna untuk ilmu taksonomi dan pemuliaan

tanaman. Penelitian tentang kromosom gaharu seperti pada genus *Aquilaria* dan *Wikstroemia* sudah banyak dilakukan, namun untuk kromosom genus *Gyrinops*, khususnya kromosom infraspesifik *G. versteegii* belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah, ukuran, dan bentuk kromosom serta karyotipe *G. versteegii* grup Pantai, Buaya, Beringin, dan Madu.

Bahan dan Metode

Sampel *G. versteegii* yang berupa biji diambil di Desa Spakek (Lombok Tengah) untuk grup Beringin, Mataram (Lombok Barat) untuk grup Pantai, Desa Lembahsari (Lombok Barat) untuk grup Madu dan Desa Menggala (Lombok Utara) untuk grup Buaya. Sampel ditanam hingga berumur 8 minggu, lalu diambil ujung akarnya. Ujung akar dipotong (0,5 cm) kemudian dimasukkan ke dalam larutan fiksatif asam asetat 45% dan diletakkan pada suhu -20°C selama 15 menit. Untuk penyimpanan sampel dalam jangka waktu yang lama, sampel tersebut dipindahkan ke dalam larutan fiksatif asam asetat 25% dan disimpan pada suhu 4°C.

Hidrolisis dilakukan dengan cara merendam sampel dalam larutan HCl 10% dan diletakkan di dalam *water bath* pada suhu 60°C selama 30 menit. Proses berikutnya adalah rehidrasi. Rehidrasi dilakukan dengan cara merendam sampel dalam alkohol bertingkat (90%, 70%, 50%) masing-masing selama 2 menit yang dilanjutkan dengan proses pewarnaan. Pewarnaan dilakukan dengan cara merendam sampel dalam *aceto-orcein* dan diletakkan di dalam *water bath* pada suhu 50°C selama 30 menit, lalu sampel ujung akar di-*squash*, diamati, dan didokumentasikan (Mulyaningsih & Astuti 2015). Terakhir adalah pengukuran lengan kromosom menggunakan aplikasi *scion-image* dan menentukan bentuk kromosom berdasarkan rasio lengan (r). Berdasarkan rasio lengan ($r = q/p$) terdapat 4 bentuk kromosom, yaitu

metasentrik: $1,0 \mu\text{m} < r < 1,7 \mu\text{m}$; submetasentrik: $1,7 \mu\text{m} < r < 3,0 \mu\text{m}$; akrosentrik: $3,0 \mu\text{m} < r < 7,0 \mu\text{m}$ dan telosentrik $7,0 \mu\text{m}$ (Tabur et al. 2012; Young et al. 2012; Mursyidin et al. 2013).

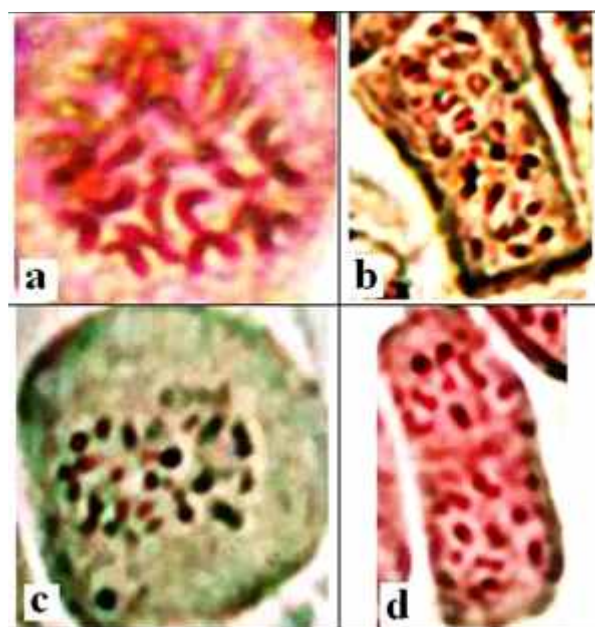
Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan waktu pembelahan mitosis aktif *G. versteegii* adalah pukul 06.30–07.00 WITA. Setiap tumbuhan memiliki jam biologis masing-masing untuk melakukan pembelahan. Sebagian besar tumbuhan melakukan pembelahan mitosis pada pagi hari (Setyawan & Sutikno 2000). Pembelahan mitosis pada tumbuhan umumnya berlangsung sekitar satu jam, namun dapat juga terjadi perubahan tergantung pada jenis tumbuhannya. Waktu pembelahan mitosis *G. versteegii* relatif singkat (30 menit) jika dibandingkan dengan tumbuhan lain seperti *Canna edulis* yang tahapan prometafase-nya berlangsung 1 jam (Ningsih 2015), *Dimocarpus melastianus* pembelahan mitosis-nya berlangsung 2 jam (Ningsih 2011), *Eleutherina americana* pembelahan mitosis-nya 1 jam (Mursyidin 2013), *Allium ascalonicum* waktu pembelahan mitosis-nya 4 jam (Tyas 2014), dan *Lycopersicon esculentum* waktu pembelahan mitosis-nya berlangsung lebih dari 4 jam (Darmawan 2010).

Jumlah kromosom *G. Versteegii* untuk grup Pantai, Buaya, Madu, dan Beringin adalah tidak bervariasi dan jumlahnya sama, yaitu $2n = 18$ ($n = 9$) (Gambar 1) dan merupakan kromosom diploid. Data jumlah kromosom beberapa spesies anggota Thymelaeaceae adalah $n = 9$ (Anonim 1974, 2016). Jumlah kromosom *G. versteegii* ini sama dengan beberapa anggota Thymelaeaceae lainnya seperti *Kelliera croizatii*, *K. lyallii* (de Lange et al. 2004), *Wikstroemia forbesii* (Gupta & Gillett 1969), *W. conescens* (Sandhu & Mann 1988). Namun jumlah kromosom beberapa spesies Thymelaeaceae lainnya juga ada yang berbeda, seperti *Aquilaria sinensis* dan *A. agallocha* memiliki jumlah kromosom $2n=16$ (Debnath et al. 1995; Shen & Zao 2007), sedangkan

spesies yang sama (sinonim) dari *A. agallocha* yaitu *A. malaccensis* memiliki jumlah kromosom berbeda, yaitu $2n=14$ (Suhaila et al. 2013 dalam Suhaila et al. 2015). Hal ini berarti, pada tingkat infraspecies dapat terjadi perbedaan jumlah kromosom.

Perbedaan jumlah kromosom antara *A. agallocha* dan *A. malaccensis* dapat disebabkan karena perbedaan letak geografis kedua spesies tersebut. Jumlah kromosom yang berbeda juga terdapat pada spesies dalam genus yang sama, seperti pada genus *Thymelaea*, *Pimelea*, dan *Vernonia*. *Thymelaea bulgaria* dan *T. passerina* (Chesmadjiev 1997), memiliki jumlah kromosom $2n=18$, sedangkan *T. hirsuta* memiliki jumlah kromosom $2n=36$ (Denelle & Puech 1985). *Pimelea prostrata* memiliki jumlah kromosom $2n = 38$ (Dawson & Beuzenberg 2000) sedangkan *P. drupacea* memiliki jumlah kromosom $2n=108$ (Fedorov 1997). Begitu juga yang terjadi pada beberapa spesies dalam genus *Vernonia*, *Vernonia amigdalina* $2n = 36$, *V. cinerea* ($2n = 18$) sedangkan *V. conferta* memiliki jumlah kromosom diploid $2n = 20$ (Evans & Bosa 2013). Berdasarkan data tersebut, spesies dalam genus yang sama dapat memiliki jumlah kromosom yang berbeda yang dapat disebab-



Gambar 1. Kromosom *G. versteegii*: a. grup Pantai; b. Buaya; c. Madu; d. Beringin

Figure 1. Chromosom of *G. versteegii*: a. Pantai; b. Buaya; c. Madu; d. Beringin group

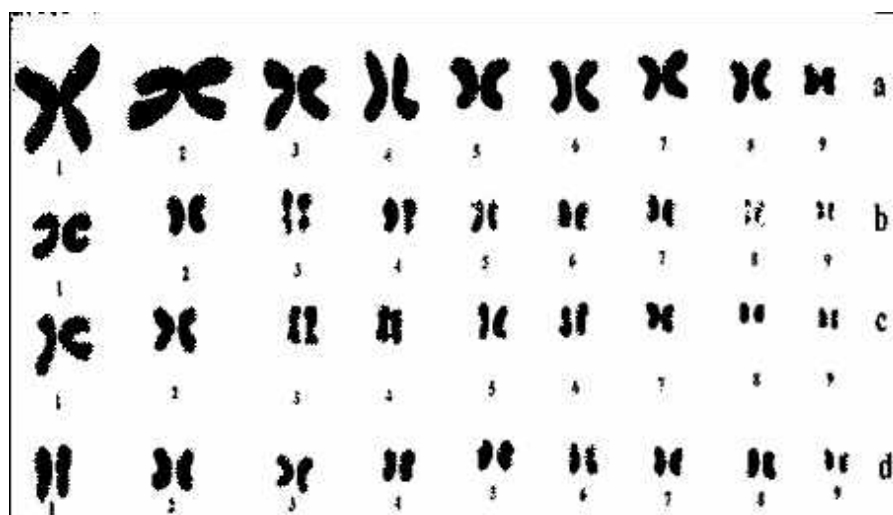
kan terjadinya poliploidi karena pada dasarnya setiap spesies memiliki kromosom dasar yang sama dari generasi ke generasi (Evans & Bosa 2013). Konsistensi ini membuktikan bahwa kromosom merupakan bukti taksonomi yang penting.

Bentuk kromosom grup dari *G. versteegii*, Pantai, Buaya, Madu, dan Beringin adalah sama yaitu berbentuk metasentrik (Gambar 2.) sehingga didapatkan pola karyotipe yang sama, yaitu $2n=18m$. Tumbuhan umumnya memiliki kromosom berbentuk metasentrik (Tabur et al. 2012; Young et al. 2012; Yulianti et al. 2006; Suminah et al. 2002).

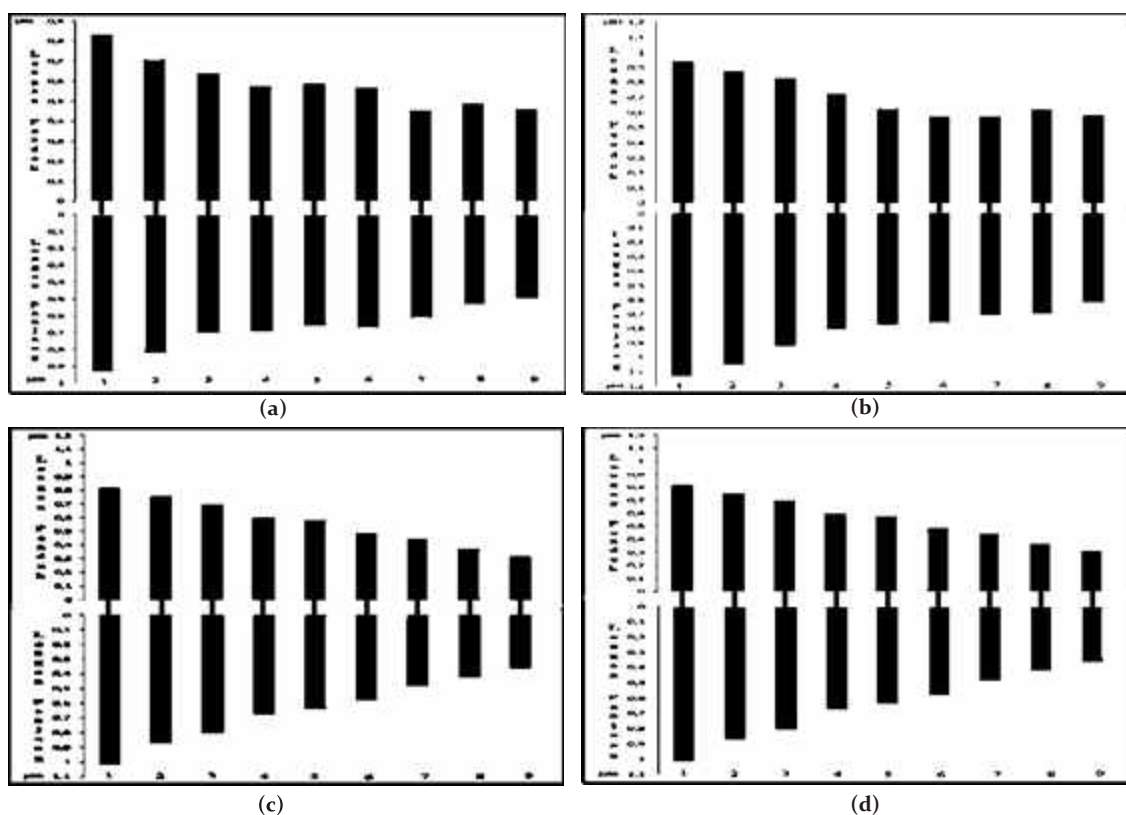
Berdasarkan karyogram (Gambar 2), idiogram (Gambar 3a-d.) dan Tabel 1 menunjukkan bahwa kromosom *G. versteegii* memiliki ukuran kromosom yang kecil ($<2\mu m$). Young et al. (2012) menyatakan ukuran lengan kromosom = $2,3\ \mu m$ (kromosom kecil) dan = $4,35\ \mu m$ (kromosom medium). Namun di antara ukuran rata-rata kromosom yang kecil dari infraspekifik *G. versteegii* adalah bervariasi, yaitu ukuran kromosom yang relatif lebih panjang dari kromosom semua grup yang kecil tersebut adalah grup Pantai ($1,53\ \mu m$), selanjutnya Buaya ($1,27\ \mu m$), Madu ($1,21\ \mu m$) dan yang relatif lebih pendek dari grup lainnya adalah Beringin ($1,08\ \mu m$). Perbedaan ukuran kromosom ini menunjukkan perbedaan kandungan genetik yang dimiliki setiap grup *G. versteegii* dan perbedaan ini

yang ditunjukkan melalui fenotip- fenotip yang berbeda pada masing-masing grup (Mulyaningsih et al. 2014; Setiawati 2013; Setyawan & Sutikno 2000).

G. versteegii untuk grup Beringin memiliki morfologi jaringan kayu yang berwarna *cream* cerah (paling cerah diantara ketiga grup lainnya) sedangkan dari segi anatomi batang mempunyai lapisan kambium yang paling tebal dan memiliki aromatik resin yang paling tinggi. Ketiga fenotip tersebut merupakan hasil ekspresi dari ukuran lengan kromosom grup Beringin yang relatif lebih pendek dari ketiga grup lainnya. Berbeda dengan grup Pantai yang mempunyai morfologi jaringan kayu berwarna paling gelap, lapisan kambium paling tipis, dan kandungan aromatik resinnya paling rendah dari ketiga grup yang lain. Ketiga fenotip merupakan hasil ekspresi ukuran lengan kromosom grup Pantai yang relatif lebih panjang dari grup yang lain. Grup Buaya dan Madu memiliki morfologi jaringan kayu yang berwarna *cream* (grup Madu) dan agak kecoklatan (Buaya) sedangkan ketebalan lapisan kambium kedua grup ini tidak jauh berbeda. Begitu juga aromatik resin kedua grup ini tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Ketiga fenotip inilah yang merupakan hasil ekspresi dari perbedaan ukuran lengan kromosom keduanya yang tidak terpaut jauh (Mulyaningsih et al. 2014). Berdasarkan ketiga fenotip tersebut, ternyata data



Gambar 2. Karyogram *G. versteegii*: a. grup Pantai; b. Buaya; c. Madu; d. Beringin
Figure 2. Karyogram of *G. versteegii*: a. Pantai; b. Buaya; c. Madu; d. Beringin group



Gambar 3. Idiogram *G. versteegii* grup : Pantai (a), Buaya (b), Madu (c), Beringin (d)
Figure 3. Idiogram of *G. versteegii*: Pantai (a), Buaya (b), Madu (c), Beringin (d) group

Tabel 1. Jumlah kromosom, rata-rata ukuran lengan panjang (q), ukuran lengan pendek (p), panjang total (q+p), lengan kromosom, pola karyotipe, dan indeks asimetri intrakromosom (A_1) dan indeks asimetri interkromosom (A_2).

Table 1. The average of number of chromosomes, the size of the long arm (q), the size of the short arm (p), the total arm length (q + p) of chromosome, karyotipe pattern, and intrachromosom asymmetry index (A_1) and the interchromosom asymmetry index (A_2).

Grup	Jumlah Kromosom	Ukuran rata_rata lengan kromosom			Formula Karyotipe	A_1	A_2
		Panjang (q)(μm)	Pendek (p)(μm)	Total (q+p)(μm)			
Pantai	2n=18	0,83 \pm 0,35	0,71 \pm 0,27	1,53 \pm 0,61	2n=18m	0,14	0,20
Buaya	2n=18	0,68 \pm 0,10	0,59 \pm 0,10	1,27 \pm 0,20	2n=18m	0,13	0,20
Madu	2n=18	0,65 \pm 0,13	0,56 \pm 0,13	1,21 \pm 0,28	2n=18m	0,13	0,32
Beringin	2n=18	0,55 \pm 0,07	0,49 \pm 0,05	1,03 \pm 0,12	2n=18m	0,10	0,18

ukuran kromosom mengindikasikan warna jaringan kayu, ketebalan lapisan kambium, dan produksi resin aromatik pada setiap grup, namun ekspresi yang ditunjukkan berbanding terbalik dari ukuran kromosom setiap grup.

Nilai indeks asimetri intrakromosom (A_1) (Tabel 1) keempat grup memiliki nilai yang hampir sama yaitu 0,14 (Pantai), 0,13 (Buaya dan Madu), dan 0,10 (Beringin). Menurut Tabur et al. (2012), nilai A_1 menunjukkan hubungan evolusi antargrup. Berdasarkan nilai A_1 , grup Buaya dan Madu memiliki nilai A_1

yang sama, berarti tingkat kekerabatan Madu dan Buaya paling dekat jika dibandingkan dengan grup lainnya. Grup Beringin memiliki nilai A_1 relatif lebih rendah dengan selisih cukup jauh dari ketiga grup yang lain, artinya tingkat kekerabatan grup Beringin paling jauh dengan ketiga grup lainnya. Grup Pantai memiliki kekerabatan yang lebih dekat dengan Buaya dan Madu dibandingkan dengan Beringin. Nilai A_1 antara 0-1 menunjukkan semua kromosom tumbuhan tersebut berbentuk metasentrik (Ningsih et al. 2015). Nilai interkromosom (A_2) tiap grup berbeda dimana grup Pantai dan Buaya memiliki nilai A_2 yang sama,

yaitu 0,20 sedangkan Madu adalah 0,32 dan Beringin adalah 0,18. Hal ini menunjukkan tingkat penyimpangan ukuran kromosom relatif kecil. Spesies yang memiliki jumlah kromosom $n = 9$ memiliki nilai A_2 yang relatif kecil (Tabur et al. 2012).

Kesimpulan

Grup dari *G. versteegii* yaitu Pantai, Buaya, Madu, dan Beringin memiliki jumlah kromosom yang sama ($n = 9$) dan memiliki bentuk kromosom yang sama, yaitu berbentuk metasentrik sehingga keempat grup tersebut memiliki pola karyotipe yang sama, yaitu $2n = 18m$ serta keempat grup memiliki ukuran kromosom yang kecil. Meski demikian, ukuran kromosom keempat grup tersebut berbeda-beda yaitu 1,53 μm (Pantai), 1,27 μm (Buaya), 1,21 μm (Madu) dan 1,03 μm (Beringin). Nilai indeks asimetri intrakromosom (A_1) grup dari *G. versteegii* yaitu Pantai adalah 0,14 sedangkan Buaya dan Madu memiliki nilai A_1 yang sama yaitu 0,13 serta Beringin sebesar 0,10. Nilai indeks asimetri interkromosom (A_2) *G. versteegii* untuk grup Madu adalah 0,32 dimana Pantai dan Buaya memiliki nilai A_2 yang sama (0,20), sedangkan untuk Beringin adalah 0,18.

Daftar Pustaka

- Anonim. 2016. Hakusni baieido aloeswood chunks. Sakai. <http://sensia.com/hakusui-baieido-aloeswood-chunks/>. Diakses Agustus 2016.
- Anonim. 1974. IOPB Chromosome number report TS XLIII. *Taxon* 23(1): 193-196.
- Anonim. 2016. The Chromosome counts database (CCDB). <http://ccbd.tau.ac.il/Angiosperms/Thymelaeaceae>. Diakses Desember 2016.
- Cheshmedjiev IV. 1997. *Thymelaea bulgarica* sp. Nova (Thymelaeaceae) and related species. *Bocconea* 5(2): 607-611.
- Darmawan G. 2010. Karakterisasi kromosom tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) varietas berlian dan varietas intan. Skripsi (Tidak dipublikasikan). Universitas Islam Sunan Kalijaga, Yogyakarta.
- Dawson MI, Beuzenberg EJ. 2000. Contributions to a chromosome atlas of the New Zealand. *Journal of Botany* 38: 1-24.
- de Lange PJ, Murray BG, Dutton PM. 2004. Contribution to a chromosome atlas of the New Zealand flora – 38. counts for 50 families. *New Zealand Journal of Botany* 42: 873-904.
- Debnath B, Sil S, Sinha RK, Sinha S. 1995. Chromosome number and karyotype of *Aquilaria agallocha* Roxb. (Thymelaeaceae). *Cytologia* 60:407-409.
- Denelle N, Puech S. 1985. Etude caryosystematic de *Thymelaea hirsuta* (L.) Endl. (Thymelaeaceae) dans deux stations du littoral Meditteraneeen Francais (Camargue et Alberes). *Taxon* 34(4): 611-616.
- Evans KCI & Bosa O. 2013. Chromosome number and karyotype in three species of genus *Vernonia* Schreber in Southern Nigerian. *African Journal of Plant Science* 7(11): 538-542.
- Fedorov AA. 1974. Chromosome number of flowering plants. Academy of Science of the USSR. <http://ccdb.tau.ac.il/Angiosperms/Thymelaeaceae/Pimelea/Pimelea%20drupaceae%20Labill>. Diakses Januari 2017.
- Gupta S, Gillett GW. 1969. Observation on Hawaiian species of *Wikstroemia* (Angiospermae: Thymelaeaceae). *Pacific Science* 23:83-88.
- Hou D. 1960. Thymelaeaceae. Dalam Van Steenis CGGJ, editor. Wolters-Noordhoff Publishing, Groningen.
- Mega M, Swastini AS. 2010. Screening fitokimia dan aktivitas antiradikal bebas ekstrak metanol daun gaharu (*Gyrinops versteegii*). *Jurnal Kimia* 4(2): 187-192.
- Mulyaningsih T, Yamada I. 2008. Notes on some species of agarwood in Nusa Tenggara, Celebes and West Papua. <http://www.researchgate.net/publication/291347790>. Diakses Juni 2016.
- Mulyaningsih T, Astuti SP. 2015. Diktat praktikum mikroteknik tumbuhan. Universitas Mataram. Mataram.
- Mulyaningsih T, Marsono D, Sumardi, Yamada I. 2014. Selection of superior breeding infraspecies gaharu of *Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke. *Journal of Agricultural Science and Technology B* 4:485-492.
- Mursyidin DH, Badrazsaufari, Kuntorini EM. 2013. Karakterisasi kromosom tanaman bawang dayak (*Eleutherine americana* Merr.) asal Kalimantan Selatan. *Bioscientiae* 10(1): 92-100.
- Ningsih H. 2011. Studi kromosom tanaman mata kucing (*Dimocarpus malesianus* Leenh.) dalam upaya peningkatan kualitas buah. Skripsi. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Ningsih H, Yuniastuti E, Parjanto. 2015. Kajian sitogenetika tanaman ganyong (*Canna edulis* Ker.). *El-vivo* 3(2):41-49.
- Sandhu PS, Mann SK. 1988. SOCGI plant chromosome number reports – VII. *Journal Cytology and Genetics* 23: 219-228.
- Setyawan AD, Sutikno. 2000. Karyotipe kromosom pada *Allium sativum* L. (bawang putih) dan *Pisum sativum* L. (kacang kapri). *BioSmart* 2(1): 20-27.
- Shen YJ, Zhao SJ. 2007. Study on karyotype and Giemsa C-binding of *Aquilaria sinensis*. *Zong Yao Cai* 30(7):762-765.
- Suhaila SAR, et al. 2015. *Aquilaria malaccensis* polyploid as improved planting materials. *Journal of Tropical Forest Science* 27(3):376-387.
- Suminah, Sutarno, Setyawan AD. 2002. Induksi poliploidi bawang merah (*Allium ascaloncium*) dengan pemberian kolkisin. *Biodiversitas* 3(1):174-180.
- Suryo. 2007. Sitogenetika. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

- Tabur S, Civelek S, Oney S, Ergun SBY, Kursat M, Turkoglu I. 2012. Chromosome counts and karyomorphology of some species of *Artemisia* (Astraceae) from Turkey. *Turkish Journal of Botany* **36**: 235-246.
- Tyas DA. 2014. Jumlah dan panjang absolut kromosom bawang merah kultivar samas (*Allium Ascalonicum* L. cv. Samas). *Agronomika* **9**(2): 235-240.
- Young HA, Sarath G, Tobias CM. 2012. Karyotipe variation is indicative of subgenomic and ecotypic differentiation in switchgrass. *BMC Plant Biology* **12**:117.