

Variasi Jumlah Kromosom Planlet *Taraxacum officinale* Weber ex FH. Wigg Hasil Rege-  
nerasi *in vitro* dari Eksplan Akar, Helai Daun dan Tangkai Daun  
(Chromosome number variation of *in vitro* *Taraxacum officinale* Weber ex F. H. Wigg.  
plantlets regenerated from root, leaf blade and petiole explants)

Tri Muji Ermayanti\*<sup>1</sup>, Indah Lestari\*\* & Andi Salamah\*\*

\*Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI, Jalan Raya Bogor Km 46 Cibinong; \*\* Program Studi Biologi,  
Fakultas MIPA, Universitas Indonesia, Depok. <sup>1</sup>) Email : trimujiermayanti@gmail.com

Memasukkan: Maret 2014, Diterima: Mei 2014

ABSTRACT

*Taraxacum officinale* Weber ex F. H. Wigg. is a herbaceous medicinal plant species belonging family Asteraceae which has apomictic and polyploid characteristics. Multiplication of shoots using tissue culture was used to obtain define high quality seedlings, uniform, stable or free of diseases. However, changes in chromosome number can occur in regenerated plants. The research aim was to determine the chromosome number of *T. officinale* plants regenerated from culture *in vitro* using explants of roots, petioles and leaf blades. Therefore, selection of regenerants can be done in order to find out transplants which have high yield of secondary metabolites. Analysis of chromosome number from root tips samples was conducted using 24 plantlets regenerated from root, 27 plantlets regenerated from leaf blade, 21 plants regenerated from petiole and 102 roots of grown seeds using orcein squash method. The results showed that germinating seeds (control) and regenerated plants had variation in chromosome number. The range of chromosome numbers from regenerated plants were  $2n=8-39$ , and cells with diploid number ( $2n = 2x = 16$ ) was as most observed. The range numbers in germinated seeds were  $2n=10-38$ , and cells with triploid number ( $2n = 3x = 24$ ) was as most observed. This results proved that variation in numbers of chromosome was caused by apomixis and polyploid characteristics of the parent plant regenerated to their regenerants.

**Keywords :** *Taraxacum officinale*. Weber ex F. H. Wigg, *in vitro* regeneration, variasi, chromosome

ABSTRAK

*Taraxacum officinale* Weber ex F. H. Wigg. adalah herba berkhasiat obat, termasuk famili Asteraceae, yang mempunyai sifat apomiksis dan poliploid. Perbanyak tunas melalui kultur jaringan telah banyak dilakukan untuk penyediaan bibit berkualitas, seragam dan bebas penyakit. Akan tetapi, perubahan jumlah kromosom dapat terjadi pada tanaman hasil regenerasi. Penelitian bertujuan untuk mengetahui jumlah kromosom *T. officinale* hasil regenerasi *in vitro* dari eksplan akar, tangkai daun dan helai daun. Manfaatnya agar seleksi regeneran dapat dilakukan untuk memperoleh bibit yang mempunyai kadar metabolit sekunder tinggi. Analisis jumlah kromosom dari ujung akar dilakukan terhadap 24 tanaman hasil regenerasi akar, 27 tanaman hasil regenerasi helai daun, 21 tanaman hasil regenerasi tangkai daun dan 102 akar dari semai (kontrol) menggunakan metode orcein *squash*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah kromosom dari semai maupun tanaman hasil regenerasi *in vitro* bervariasi. Kisaran jumlah kromosom tanaman regenerasi adalah  $2n= 8-39$  dengan sel diploid ( $2n = 2x = 16$ ) adalah sel terbanyak, sedangkan kontrol adalah  $2n = 10-38$  dengan sel triploid ( $2n = 3x = 24$ ) adalah sel terbanyak. Hasil ini membuktikan bahwa variasi jumlah kromosom tersebut disebabkan adanya sifat apomiksis dan poliploid yang diturunkan oleh tanaman induk.

**Kata Kunci :** *Taraxacum officinale*. Weber ex F. H. Wigg, regenerasi *in vitro*, variasi, kromosom

## PENDAHULUAN

*Taraxacum officinale*. Weber ex F. H. Wigg merupakan tanaman herba berkhasiat obat yang termasuk dalam suku Asteraceae. Tanaman tersebut memiliki nama umum Dandelion, di Indonesia dikenal dengan nama Jombang. *Taraxacum officinale* tumbuh tersebar di dataran tinggi; berasal dari Eropa, tersebar ke Amerika, Canada, Afrika Selatan, Australia, New Zealand, India, Cina, hingga ke Asia Tenggara termasuk Indonesia. *Taraxacum officinale* bermanfaat sebagai tanaman obat karena mengandung terpenoid dan sterol (*taraxacin* dan *taraxacerin*); polisakarida (terutama fruktosa dan inulin); dan berbagai senyawa flavonoid (Anonimus 1999); potasium; vitamin A; dan vitamin C (Kemper 1999). *Taraxacum officinale* dapat menstimulasi aliran cairan empedu dan hati, serta dapat dijadikan vitamin dalam sistem pencernaan. Tanaman tersebut dapat mengobati penyakit hati yang kronis, mencegah kematian sel hati dari berbagai zat racun, dan mendukung regenerasi hati. Ekstrak tanaman tersebut juga berguna untuk kesehatan limpa, pankreas dan memiliki potensi sebagai antivirus dan antitumor (Kemper 1999). *Taraxacum officinale* juga dimanfaatkan sebagai sayuran, bumbu masakan, dan bahan pembuatan berbagai macam minuman (Chuakul 1999; Kemper 1999).

*Taraxacum officinale* memiliki jumlah kromosom  $2n=16, 24, 32, 40, 48$  (Chuakul 1999) dan  $2n= 16, 18, 24, 26, 32, 34, 36, 37$  (Smith 1965). Variasi jumlah kromosom tersebut dikarenakan tanaman *T. officinale* memiliki sifat apomiksis yaitu reproduksi aseksual terbentuknya biji tanpa melibatkan meiosis dan fertilisasi. Akan tetapi, pada peristiwa apomiksis sering terjadi penyimpangan antara lain peningkatan jumlah kromosom (poliploid) atau aneuploid (Bhat *et al.* 2005). Salah satu tujuan adanya peristiwa apomiksis adalah untuk mempertahankan jenis (Jones & Luchsinger 1979).

Penelitian *Taraxacum officinale* sebagai tanaman obat telah banyak dilakukan. Salah satunya bertujuan

untuk mendapatkan bibit secara seragam dan berkesinambungan tanpa tergantung musim yaitu dengan menggunakan teknik kultur jaringan. Bowes (1970) dan Booth & Satchuthanthavale (1974), telah melakukan kultur jaringan *T. officinale* dengan menggunakan eksplan akar. Akar dijadikan kalus pada media yang mengandung zat pengatur tumbuh IAA dan NAA, selanjutnya diregenerasikan menjadi tunas, namun frekuensi organogenesis masih rendah. Al-Hafiizh *et al.* (2010) melakukan kultur jaringan *T. officinale* untuk mendapatkan media perbanyak tunas melalui regenerasi spontan dengan eksplan daun. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa *T. officinale* dapat diregenerasikan secara spontan pada medium MS (Murashige & Skoog, 1962) yang mengandung 0,5 dan 1,0 mg/L BAP (Benzil Amino Purin).

Beberapa penelitian melaporkan bahwa seluruh bagian tanaman dapat dimanfaatkan sebagai obat dengan akar tanaman *T. officinale* merupakan bagian yang lebih sering digunakan sebagai obat (Kemper 1999). Oleh karena itu, penelitian Al-Hafiizh (2010) kemudian dilanjutkan oleh Martin & Ermayanti (2010) dengan tujuan untuk mendapatkan bibit tanaman hasil kultur jaringan untuk seleksi metabolit sekundernya. Penelitian mendapatkan media kultur terbaik untuk regenerasi *in vitro* tanaman *T. officinale* secara spontan dengan eksplan yang berbeda, yaitu akar, helai daun, dan tangkai daun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tangkai daun dan akar lebih responsif dalam membentuk kalus, tunas, dan akar dibandingkan dengan helai daun; dan media terbaik untuk regenerasi tunas adalah MS yang mengandung 0,5 atau 1,0 mg/L BAP; dilaporkan juga bahwa aktivitas antioksidan tanaman hasil regenerasi *in vitro* dari organ yang berbeda (akar, helai daun, dan tangkai daun) memiliki kemampuan aktivitas antioksidan yang berbeda (Ermayanti *et al.* 2011). Untuk itu metode kultur jaringan melalui regenerasi organ dapat dipergunakan untuk melakukan seleksi bibit berkualitas khususnya tanaman obat.

Kultur jaringan merupakan suatu metode

untuk mengisolasi bagian dari tanaman seperti protoplasma, sel, sekelompok sel, jaringan, dan organ, serta menumbuhkannya dalam kondisi aseptik (Gunawan 1987). Salah satu akibat penggunaan metode kultur jaringan adalah adanya variasi somaklonal dan variasi genetik (perubahan jumlah kromosom atau susunan kromosom) (Brutovská *et al.* 1998). Perubahan jumlah kromosom pada suatu tanaman dapat mempengaruhi morfologi maupun fisiologinya. Ermayanti *et al.* (1993) melaporkan bahwa akar *Swainsona galegifolia* hasil kultur akar rambut dengan tingkat ploidi yang lebih tinggi memiliki kandungan metabolit sekunder yang lebih tinggi pula.

Penelitian tentang produksi bibit *T. officinale* melalui kultur jaringan sangat menarik dikaitkan dengan variasi genetiknya. Oleh karena itu perlu diketahui variasi genetik bibit hasil kultur jaringan tanaman ini antara lain dengan menghitung jumlah kromosomnya. Dari penghitungan jumlah kromosom dapat diketahui apakah bibit hasil kultur jaringan mempunyai jumlah kromosom yang bervariasi seperti induknya. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui jumlah kromosom tanaman *T. officinale* hasil regenerasi *in vitro* dari eksplan akar, helai daun, dan tangkai daun. Jumlah kromosom dari kecambah *T. officinale* juga dihitung sebagai pembandingan. Hasil regenerasi dari sumber eksplan yang berbeda ini selanjutnya dapat diseleksi untuk mendapatkan tanaman dengan kadar metabolit sekunder yang tinggi dan sifat unggul lainnya.

## BAHAN DAN CARA KERJA

Bahan yang digunakan adalah tanaman *in vitro* (planlet) *Taraxacum officinale* hasil regenerasi *in vitro* yang berasal dari eksplan akar, helai daun, dan tangkai daun yang dipelihara pada medium MS (Murashige & Skoog 1962) yang mengandung unsur hara makro 1/2 konsentrasi normalnya (1/2MS). Sebagai kontrol adalah biji tanaman *Taraxacum officinale* yang telah dikecambahkan pada cawan petri beralaskan kertas saring selama 3 hingga 7 hari.

Analisis sitologi yaitu penghitungan jumlah kromosom dilakukan dengan cara *squashing* menggunakan metode Karp (1991) dan Jong (1997). Ujung akar dengan panjang sekitar 1-2 cm diisolasi dari planlet kemudian dimasukkan ke dalam botol vial berisi larutan PDB (paradiklorobenzen) jenuh selama 3-4 jam. Selanjutnya akar difiksasi dalam larutan fiksasi *Farmer's* (Jong 1997) yang etanol : asam asetat (3:1) selama satu malam dalam lemari pendingin. Setelah itu akar dicuci dengan etanol 70% kemudian dibilas dengan akuades beberapa kali, selanjutnya ujung akar dihidrolisis menggunakan asam klorida (HCl) 5N selama 15 menit pada suhu ruang. Akar kemudian dicuci dengan akuades lalu direndam dalam larutan pewarna 2% aceto-orcein selama semalam dalam lemari pendingin. Setelah itu, dibuat preparat kromosom. Ujung akar yang telah diwarnai dengan aceto orcein diletakkan di atas gelas objek, ditutup dengan kaca penutup, kemudian diketuk-ketuk dengan menggunakan ujung batang korek api agar sel-sel pada ujung akar dapat menyebar.

Pengamatan dan penghitungan jumlah kromosom dilakukan di bawah mikroskop cahaya dengan perbesaran 1000 kali. Penghitungan dilakukan terhadap minimal 20 planlet untuk masing-masing eksplan dengan jumlah sel yang dihitung paling banyak 10 sel terbaik yang mempunyai sebaran kromosom baik. Pengambilan gambar dilakukan pada sel yang memiliki kromosom dengan sebaran terbaik. Penghitungan tidak dilakukan pada sel yang rusak ataupun kromosom yang tumpang tindih. Data yang diperoleh ditampilkan dalam bentuk *bar chart*, tabel dan matrik yang memperlihatkan distribusi jumlah kromosom pada masing-masing eksplan dari hasil regenerasi *in vitro* maupun kecambah (kontrol).

## HASIL

### Jumlah Kromosom pada Tanaman Hasil Regenerasi *In Vitro* dan Kecambah *Taraxacum officinale*

Hasil pengamatan jumlah kromosom planlet *Taraxacum officinale* hasil regenerasi *in vitro* dari eksplan akar, helai daun, tangkai daun, dan kecambah

(kontrol) ditampilkan pada Tabel 1 yang memperlihatkan adanya variasi jumlah kromosom dari berbagai sumber akar. Variasi jumlah kromosom masing-masing tanaman hasil regenerasi maupun kecambah ditampilkan dari kisaran jumlah kromosom terkecil hingga jumlah kromosom terbesar.

Akar planlet *T. officinale* hasil regenerasi dari akar, helai daun, dan tangkai daun memiliki kisaran jumlah kromosom yang sama, yaitu 8-39, perbedaannya hanya pada persentase jumlah kromosom pada masing-masing tanaman hasil regenerasi organ yang berbeda. Akar kecambah *T. officinale* (kontrol) memiliki kisaran jumlah kromosom yang sedikit berbeda dari akar tanaman regenerasi yaitu 10-38.

Tabel 1 menunjukkan bahwa, dilihat dari sebaran sel-sel diploid; haploid; triploid; dan tetraploidnya, distribusi kromosom dari ketiga kelompok tanaman (regenerasi) *T. officinale* hasil regenerasi akar, tangkai daun dan helai daun memiliki pola yang hampir sama. Persentase sel-sel diploid ( $2n=2x=16$ ) dari ketiga kelompok tanaman dan kecambah kurang dari 25%. Jumlah munculnya sel-sel diploid pada akar tanaman hasil regenerasi lebih besar dibandingkan dengan sel-sel pada akar kecambah (kontrol). Persentase sel-sel diploid tertinggi dicapai oleh akar tanaman hasil regenerasi dari akar (22,90%) dan terendah oleh akar dari kecambah (kontrol) (4,66%). Persentase sel-sel triploid ( $2n=3x=24$ ) dari ketiga kelompok tanaman dan akar kecambah tersebut tidak jauh berbeda yaitu berkisar antara 11,58-14,49%. Pada semua kelompok akar tanaman hasil regenerasi ditemukan sel dengan jumlah kromosom sama

dengan jumlah kromosom haploidnya ( $2n=x=8$ ), kecuali pada akar yang berasal dari kecambah (kontrol). Hanya tanaman hasil regenerasi dari tangkai daun yang memiliki sel dengan jumlah kromosom sama dengan jumlah kromosom tetraploidnya ( $2n=4x=32$ ). Akar kecambah memiliki jumlah kromosom diploid  $2n=16$  dan triploid  $2n=24$  dan euploid, tidak mempunyai jumlah kromosom tetraploid.

### Deskripsi Sebaran Jumlah Kromosom Pada Kecambah (Kontrol) *Taraxacum officinale* Weber ex F.H. Wigg

Jumlah kromosom dari akar kecambah *T. officinale* berkisar 10-38 (Gambar 1). Sel dengan jumlah kromosom  $2n=10-31$  setidaknya ditemukan pada 1 sel untuk masing-masing jumlah kromosom. Sementara sel dengan jumlah kromosom  $2n=16-26$ , masing-masing ditemukan pada lebih dari 30 sel dan persentase lebih dari 4,5% jika dibandingkan dengan nilai persentase jumlah kromosom lainnya ( $2n=10-15$  dan  $29-38$ ) yang kurang dari 2%. Sel dengan jumlah kromosom triploid ( $2n = 3x = 24$ ) merupakan sel terbanyak yaitu 80 sel dari 55 akar (12,03%) diikuti sel dengan jumlah kromosom  $2n=2x+6=22$  sebanyak 70 sel (10,53%) dari 43 akar dan sel  $2n=2x+7=23$  sebanyak 66 sel (9,92%) dari 42 akar. Sel dengan jumlah kromosom haploid ( $2n=x=8$ ) dan tetraploid ( $2n=4x=32$ ) tidak ditemukan pada kecambah (kontrol), namun, ditemukan 2 sel dengan jumlah kromosom  $2n=4x+2=36$  serta 1 sel dengan jumlah kromosom  $2n=4x+1=33$  dan  $2n=4x+6=38$ .

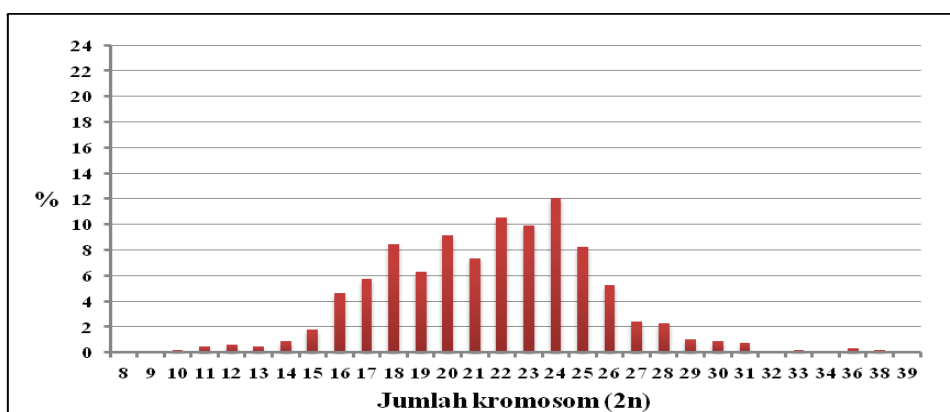
**Tabel 1.** Distribusi jumlah kromosom dari planlet hasil regenerasi *in vitro* dan kecambah *Taraxacum officinale*.

Akar tanaman regenerasi dari	Distribusi jumlah kromosom ( $2n=$ )								Kisaran jumlah kromosom
	8 (%)	9-15 (%)	16 (%)	17-23 (%)	24 (%)	25-31 (%)	32 (%)	>32 (%)	
Akar	3 (1,40)	30 (14)	49 (22,90)	91 (42,52)	31 (14,49)	9 (4,20)	0	1 (0,47)	8-39
Helai Daun	6 (1,93)	63 (20,26)	63 (20,26)	114 (36,66)	36 (11,58)	26 (8,36)	0	3 (0,96)	8-39
Tangkai daun	6 (2,63)	38 (16,67)	46 (20,18)	89 (39,04)	30 (13,16)	15 (6,58)	3 (1,32)	1 (0,44)	8-39
Kecambah (Kontrol)	0	29 (4,36)	31 (4,66)	382 (57,44)	80 (12,03)	139 (20,90)	0	4 (0,60)	10-38

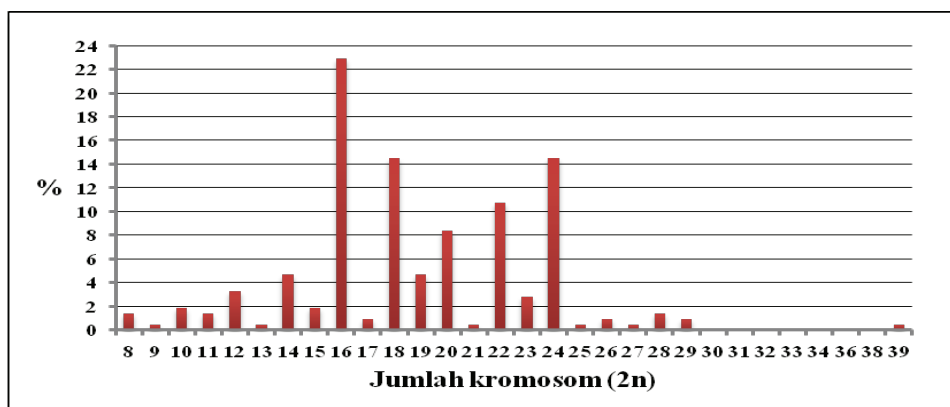
**Deskripsi sebaran jumlah kromosom pada tanaman *Taraxacum officinale* Weber ex F.H. Wigg hasil regenerasi akar**

Total sel yang diamati pada tanaman hasil regenerasi akar *T. officinale* adalah sebanyak 214 sel dari 40 akar. Setidaknya terdapat satu sel untuk masing-masing jumlah kromosom pada tanaman hasil regenerasi akar yang mempunyai jumlah kromosom  $2n=8-29$ . Sel dengan jumlah kromosom  $2n=30-38$  tidak ditemukan dan hanya terdapat satu sel dengan jumlah kromosom  $2n=39$ . Sel-sel dengan jumlah kromosom  $2n=16$  terdapat dalam jumlah sel terbanyak yaitu 49 sel dari 15 (22,9%) tanaman diikuti sel dengan jumlah kromosom  $2n=2x+2=18$  dan  $2n=3x=24$ . Pada tanaman regenerasi dari akar, terdapat 1 sel (14,49%) memiliki kromosom  $2n=2x+2=18$  dan  $2n=3x=24$  (Gambar 2).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tanaman hasil regenerasi dari akar memiliki sel-sel dengan jumlah kromosom yang bervariasi. Terdapat sel-sel dengan jumlah kromosom haploid ( $2n=8$ ), diploid ( $2n=16$ ), triploid ( $2n=24$ ), dan aneuploid. Sel-sel dengan jumlah kromosom haploid memiliki nilai lebih dari 1%, sel diploid memiliki nilai persentase tertinggi (22,9%) diikuti oleh sel-sel triploid dan sel-sel aneuploid ( $2n=2x+2=18$ ) yang memiliki persentase sama (14,49%), namun tanaman hasil regenerasi dari akar tersebut tidak memiliki sel-sel tetraploid ( $2n=4x=32$ ) (Gambar 2). Selain itu, hasil pengamatan juga menunjukkan bahwa sebagian besar sel yang terdapat pada tanaman hasil regenerasi dari akar adalah sel-sel diploid, triploid, dan sel-sel dengan jumlah kromosom  $2n=2x+2=18$ . Beberapa contoh foto hasil pengamatan kromosom dengan jumlah yang



**Gambar 1.** Persentase jumlah kromosom pada kecambah (kontrol) tanaman *Taraxacum officinale*. Kromosom dihitung dari sebanyak 102 akar dengan total 665 sel.



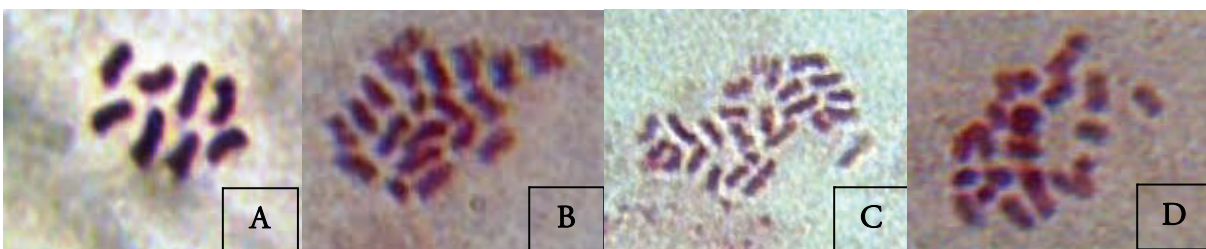
**Gambar 2.** Persentase jumlah kromosom pada tanaman *Taraxacum officinale* hasil regenerasi *in vitro* dengan sumber eksplan akar. Kromosom dihitung dari sebanyak 24 planlet, terdiri dari 40 akar dengan total 214 sel.

berbeda-beda pada tanaman hasil regenerasi akar ditampilkan pada Gambar 3.

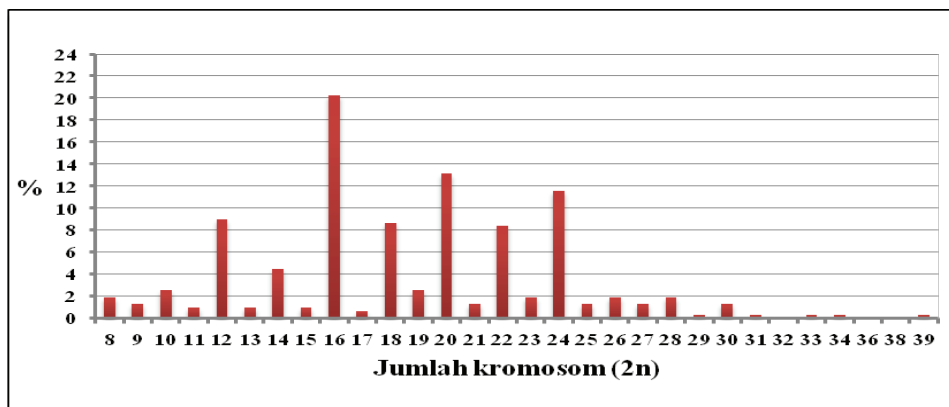
**Deskripsi sebaran jumlah kromosom pada tanaman *Taraxacum officinale* Weber ex F.H. Wigg hasil regenerasi helai daun**

Sebanyak 27 tanaman hasil regenerasi helai daun menunjukkan kisaran jumlah kromosom *Taraxacum officinale* hasil regenerasi eksplan helai daun yaitu  $2n=8-39$ . (Gambar 4). Terdapat setidaknya satu sel dengan jumlah kromosom  $2n = 8-31, 33, 34, 39$ , namun tidak ada satu sel pun yang memiliki jumlah

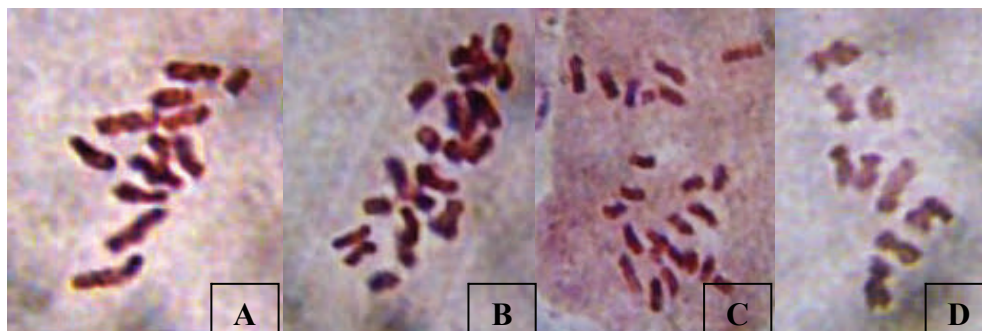
kromosom  $2n= 32, 36, 38$ . Kromosom dengan jumlah  $2n=2x=16$  ditemukan pada 63 sel dari 22 tanaman dan merupakan persentase tertinggi (20,26%) diikuti oleh sel-sel dengan jumlah kromosom  $2n=2x+4=20$  (41 sel dari 16 tanaman; 13,18%) dan sel-sel dengan jumlah kromosom  $2n=3x=24$  (36 sel dari 13 tanaman; 11,58%). Selain itu, sel-sel dengan jumlah kromosom  $2n=x+4=12$ ,  $2n=2x+2=18$ , dan  $2n=2x+6=22$  memiliki nilai persentase yang tidak jauh berbeda (8-9%), dan sel-sel haploid ( $2n= x=8$ ) memiliki nilai persentase hampir mencapai 2%. Beberapa contoh foto kromosom



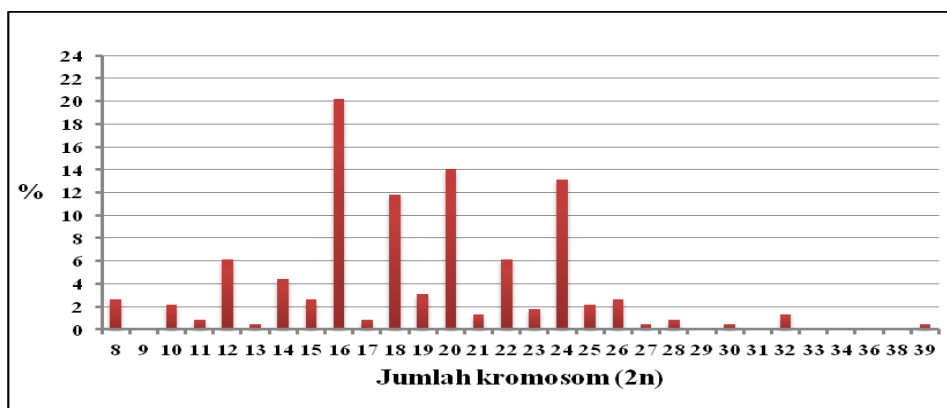
**Gambar 3.** Beberapa contoh foto hasil pengamatan jumlah kromosom pada tanaman *Taraxacum officinale* hasil regenerasi *in vitro* dari eksplan akar. A:  $2n = 8$ , B:  $2n = 20$ , C:  $2n = 25$ , D:  $2n = 22$



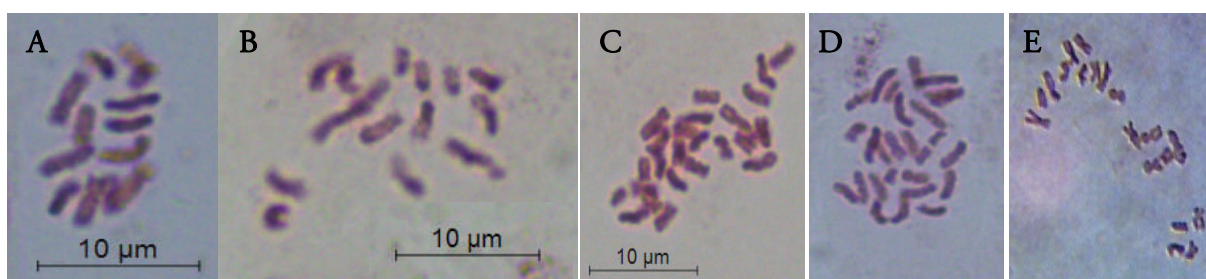
**Gambar 4.** Persentase jumlah kromosom pada tanaman *Taraxacum officinale* hasil regenerasi *in vitro* dengan sumber eksplan helai daun. Kromosom dihitung dari sebanyak 27 planlet, terdiri dari 51 akar dengan total 311 sel.



**Gambar 5.** Beberapa contoh hasil pengamatan jumlah kromosom pada tanaman *Taraxacum officinale* hasil regenerasi *in vitro* dari eksplan helai daun. A:  $2n=12$ , B:  $2n=22$ , C:  $2n=23$ , D:  $2n=9$



**Gambar 6.** Persentase jumlah kromosom pada tanaman *Taraxacum officinale* hasil regenerasi *in vitro* dengan sumber eksplan tangkai daun. Kromosom dihitung dari sebanyak 21 planlet, terdiri dari 37 akar dengan total 228 sel.



**Gambar 7.** Beberapa contoh hasil pengamatan jumlah kromosom pada tanaman *Taraxacum officinale* hasil regenerasi *in vitro* dari eksplan tangkai daun. A:  $2n = 12$ , B:  $2n = 16$ , C:  $2n = 24$ , D:  $2n = 26$ , E:  $2n = 20$

dengan jumlah yang berbeda-beda hasil pengamatan kromosom pada tanaman hasil regenerasi helai daun ditampilkan pada Gambar 5).

#### Deskripsi sebaran jumlah kromosom pada tanaman *Taraxacum officinale* Weber ex F.H. Wigg hasil regenerasi tangkai daun

Gambar 6 menunjukkan sebaran jumlah kromosom dari akar tanaman hasil regenerasi tangkai daun. Pengamatan jumlah kromosom tanaman hasil regenerasi eksplan tangkai daun menggunakan 21 tanaman. Total sel yang berhasil diamati adalah sebanyak 228 sel dari 37 akar. Kisaran jumlah kromosom pada kelompok tanaman tersebut adalah  $2n = 8-39$ , namun tidak terdapat sel dengan jumlah kromosom  $2n=9, 29, 31, 33-38$ . Sel yang paling banyak dimiliki oleh tanaman hasil regenerasi dari tangkai daun adalah sel-sel dengan jumlah kromosom diploidnya ( $2n = 2x=16$ ) yaitu 46 sel dari 16 tanaman (20,18%), diikuti oleh sel aneuploid ( $2n=2x+4=20$ ) sebanyak 32 sel dari 13

tanaman (14,04%) dan sel-sel triploidnya ( $2n=3x=24$ ) sebanyak 30 sel dari 12 tanaman (13,16%). Sel-sel dengan jumlah kromosom  $2n=x+4=12$  dan  $2n=2x+6=22$  memiliki nilai persentase yang sama (6,14%). Selain itu, sel-sel haploid ( $2n=x=8$ ) ditemukan pada 6 sel dari 4 tanaman (2,63%) dan sel-sel tetraploid ( $2n=4x=32$ ) pada 3 sel dari 1 tanaman (1,32%) (Gambar 6). Beberapa contoh foto hasil pengamatan jumlah kromosom yang berbeda-beda pada tanaman hasil regenerasi helai daun ditampilkan pada Gambar 7.

#### PEMBAHASAN

Berdasarkan Tabel 1, tanaman hasil regenerasi *in vitro* memiliki jumlah kromosom yang bervariasi ke arah aneuploid (hipoploid dan hiperploidi) dan euploid (haploid, diploid, triploid, dan tetraploid) dengan kisaran jumlah kromosom  $2n= 8-39$ . Variasi yang ditemukan pada tanaman hasil regenerasi lebih disebabkan oleh adanya variasi yang

diturunkan oleh tanaman induk. Hal ini terlihat pada kisaran jumlah kromosom yang hampir sama pada kecambah (kontrol), yaitu  $2n= 10-38$ .

Persentase sel-sel aneuploid pada tanaman hasil regenerasi maupun kecambah (kontrol) jauh lebih besar dibandingkan sel-sel euploidnya, di mana ditemukan sel dengan jumlah kromosom  $2n= 9-15, 17-23, 25-31, 33, 34, 36, 38, 39$ , dengan persentase sekitar 65% dan 83,3%. Hasil yang sama dilaporkan pada penelitian Richards (1970) terhadap beberapa jenis tanaman dari marga *Taraxacum*. Pada penelitian Richards (1970) ditemukan sel-sel dengan jumlah kromosom aneuploid ( $2n= 17, 18, 20, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29$ ). Hal tersebut menunjukkan bahwa fenomena aneuploid umum terjadi pada marga *Taraxacum*.

Aneuploid merupakan variasi jumlah kromosom akibat penambahan atau pengurangan jumlah kromosom. Perubahan dalam jumlah kromosom tersebut tidak melibatkan seluruh set kromosom, tapi hanya sebagian dari suatu set. Aneuploidi dapat terjadi karena delesi, aberasi, gagalnya duplikasi kromosom, dan gagalnya pemisahan kromosom (*non-disjunction*) (Elrod & Stansfield 2007). Hilangnya sebagian kromosom atau kromatid menyebabkan tidak seimbangya distribusi kromosom ke kutub-kutub sel yang berlawanan, sehingga dihasilkan sel-sel yang jumlah kromosomnya hipoploid seperti  $2n-1, 4n-1$  atau hiperploid seperti  $2n+1, 4n+1$  (Suryo 1995 dalam Hastuti 2004).

Mekanisme apomiksis pada *Taraxacum* meliputi 3 tahap dasar. Pertama, tidak terjadinya meiosis secara sempurna sehingga menghasilkan kantung embrio yang tidak tereduksi. Kedua, berkembangnya embrio tanpa fertilisasi. Ketiga, berkembangnya endosperma secara autonom (Zavesky *et al.* 2007). Salah satu atau lebih tahap mekanisme tersebut mungkin terjadi pada tanaman *T. officinale* yang digunakan dalam penelitian ini sehingga mengakibatkan terbentuknya sel-sel aneuploid. Apomiksis pada marga *Taraxacum* merupakan apomiksis dengan tipe *meiotic diplospori*. Sel induk megaspora memasuki tahap meiosis (profase) tapi kromosom tidak berpisah

karena terjadi asinapsis. Kromosom univalen tersebar pada spindle pada tahap metafase I. Restitusi inti sel terbentuk setelah pembelahan meiosis pertama yang kemudian membelah secara mitosis membentuk *dyad* dengan jumlah kromosom sel somatik ( $2n$ ). Pembelahan mitosis selanjutnya membentuk 8 inti dalam kantung embrio. Embrio terbentuk secara partenogenesis dari sel telur yang tidak tereduksi dan endosperma terbentuk tanpa adanya fertilisasi (*autonomous*). Tipe apomiksis tersebut terjadi pada jenis *Arabis, Paspalum* dan beberapa marga dalam suku Asteraceae, (Bhat *et al.* 2005). Jumlah kromosom *Taraxacum* dengan sifat seksual diploid adalah  $2n= 2x=16$ , dan tanaman dengan sifat apomiksis yang sering ditemukan adalah jumlah kromosom triploidnya yaitu  $2n=3x=24$  (Tas & Van Dijk 1999).

Pengamatan jumlah kromosom euploid pada penelitian menunjukkan bahwa tanaman hasil regenerasi *in vitro* memiliki pola sebaran kromosom yang berbeda dengan kecambah (kontrol). Sel-sel dengan kromosom haploid, diploid, triploid dan tetraploid ditemukan pada tanaman hasil regenerasi, sedangkan pada kecambah hanya ditemukan sel-sel diploid dan triploid. Jumlah sel-sel dengan kromosom euploid pada tanaman hasil regenerasi juga lebih banyak dibandingkan pada kecambah (kontrol). Hasil ini menunjukkan bahwa sel-sel yang terbentuk pada tanaman hasil regenerasi cenderung kearah euploid. Hasil ini juga didukung dengan terjadinya pengurangan jumlah sel aneuploid pada kecambah (kontrol) sebesar 83,3% menjadi sekitar 65%, dan sebaliknya terjadi peningkatan jumlah sel-sel euploid dari 16,69% pada kecambah (kontrol) menjadi sekitar 35%. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa tanaman hasil regenerasi cenderung menghasilkan sel-sel diploid sementara kecambah (kontrol) menghasilkan sel-sel triploid. Perbedaan sel yang terbentuk pada tanaman hasil regenerasi *in vitro* dan kecambah (kontrol) tersebut mungkin diakibatkan oleh lingkungan tempat tumbuh yang berbeda. Biji yang digunakan dalam penelitian sebagai kontrol diambil dari alam, sedangkan tanaman hasil regenerasi yang digunakan dalam



penelitian diambil dari hasil perbanyakan tunas melalui teknik kultur *in vitro*. Akar kecambah biji (kontrol) yang diambil dari tanaman di alam mungkin mengalami peristiwa apomiksis sebagai bentuk adaptasi untuk mempertahankan jenis sehingga jumlah kromosomnya lebih mengarah pada jumlah kromosom triploid. Sedangkan tanaman hasil regenerasi *in vitro* hidup pada kondisi yang terkendali sehingga tidak membutuhkan pertahanan diri (apomiksis). Penelitian yang dilakukan Brutovska *et al.* (1998) terhadap tanaman *Hypericum* menunjukkan bahwa tanaman hasil regenerasi *in vitro* cenderung membentuk sel-sel euploid.

Fenomena lain yang diamati adalah kemunculan sel-sel dengan jumlah kromosom di atas 4% pada keempat kelompok tanaman. Sel-sel dengan jumlah kromosom yang memiliki nilai persentase di atas 4% pada kecambah (kontrol) yaitu  $2n=16-26$ ; tanaman hasil regenerasi akar yaitu  $2n=14, 16, 18, 19, 20, 22, 24$ ; tanaman hasil regenerasi helai daun yaitu  $2n=12, 14, 16, 18, 20, 22, 24$ ; tanaman hasil regenerasi tangkai daun yaitu  $2n=12, 14, 16, 18, 20, 22, 24$ . Hal tersebut menunjukkan bahwa distribusi jumlah kromosom dari kecambah (kontrol) dengan nilai di atas 4% lebih bervariasi dibandingkan tanaman hasil regenerasi yang cenderung menghasilkan jumlah kromosom genap (kelipatan 2). Drummond & Vellend (2012) menyatakan bahwa keragaman genetik pada *Taraxacum officinale* dapat terjadi karena frekuensi gangguan pada lingkungan tempat tanaman tersebut tumbuh.

Jumlah kromosom tanaman *Taraxacum officinale* hasil regenerasi dan kecambah (kontrol) sama-sama bervariasi, namun, pola variasi dan jumlah sel terbanyak yang terbentuk pada kedua kelompok tanaman tersebut berbeda. Pada dasarnya, jumlah kromosom *Taraxacum officinale* yang ada di alam memang bervariasi. Variasi tersebut disebabkan karena sifat unik yang dimiliki oleh *Taraxacum officinale* dalam pertahanan jenisnya yaitu apomiksis. Apomiksis merupakan reproduksi aseksual dimana ovul berkembang menjadi biji tanpa melibatkan proses meiosis dan fertilisasi. Oleh

karena itu, tanaman yang mengalami peristiwa apomiksis memiliki jumlah kromosom yang bervariasi (Bhat *et al.* 2005).

Hasil penelitian Ermayanti *et al.* (2011) menunjukkan bahwa tanaman hasil kultur jaringan mempunyai aktivitas antioksidan yang berbeda pada setiap individu, dan aktivitas antioksidan terbaik didapat dari tunas hasil regenerasi akar. Aktivitas antioksidan yang berbeda tersebut menunjukkan bahwa tanaman hasil regenerasi *in vitro* mempunyai kadar atau konsentrasi metabolit sekunder yang berbeda. Variasi jumlah kromosom yang diamati pada tanaman hasil regenerasi yang cenderung berbeda dengan kecambah (kontrol) pada penelitian ini menjadi sangat menarik untuk dijadikan sebagai acuan dalam mendapatkan bibit tanaman yang dapat dikelompokkan untuk produksi metabolit sekunder. Oleh karena itu perlu dilakukan seleksi tanaman hasil regenerasi berdasarkan jumlah kromosomnya untuk mendapatkan bibit tanaman yang mempunyai kadar metabolit sekunder yang tinggi.

## KESIMPULAN

Jumlah kromosom tanaman *Taraxacum officinale* hasil regenerasi *in vitro* bervariasi ( $2n=8-39$ ) dan sel yang memiliki jumlah terbanyak dari ketiga planlet (berasal dari regenerasi eksplan akar, helai daun, dan tangkai daun) adalah sel diploidnya ( $2n=16$ ). Jumlah kromosom kecambah *Taraxacum officinale* berkisar antara 10-38 dan sel yang paling banyak ditemukan adalah sel dengan jumlah kromosom triploid ( $2n=24$ ). Variasi jumlah kromosom yang terdapat pada tanaman hasil regenerasi disebabkan sifat apomiksis yang diturunkan oleh tanaman induk.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Deritha Ellfy Rantau yang telah membantu dalam penelitian ini. Penelitian ini merupakan bagian

dari kegiatan Insentif Riset dari Kementerian Riset dan Teknologi Kepmenristek 053/KP/II/2010 SP LIPI : 02/SU/SP/Ins-Ristek/IV/10, 6 April 2010.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Hafiizh, E., DR. Wulandari, & TM. Ermayanti. 2010. Seleksi media dan perbanyak tunas *Taraxacum officinale* Weber ex. F. H. Wigg melalui regenerasi spontan secara *in vitro* untuk penyediaan bibit berkualitas. *Berkala Penelitian Hayati Edisi Khusus*. 4A: 91-98.
- Anonimus. 1999. Alternative Medicine Review *Monograph: Taraxacum officinale*. Thorne Research, Inc. 4 (2): 112--114.
- Bhat, V., KK. Dwivedi, JP. Khurana, & SK. Sopory. 2005. Apomixis: An enigma with potential applications. *Current Science*. 89 (11): 1879-1893.
- Booth, A. & R. Satchuthananthavale. 1974. Regeneration in root cutting of *Taraxacum officinale* II: effects of exogenous hormones on root segments and root callus cultures. *New Phytology*. 73: 453-460.
- Bowes, BG. 1970. Preliminary observation on organogenesis in *Taraxacum officinale* tissue cultures. *Protoplasma*. 71: 197-202.
- Brutovská, RE. Čellárová, & J. Doležel. 1998. Cytogenetic variability of *in vitro* regenerated *Hypericum perforatum* L. plants and their seed progenies. *Plant Science*. 133: 221-229.
- Chuakul, W. *Taraxacum officinale* Weber ex F. H. Wigg. Dalam: de Padua, LS., NB. Praphatsara & RHMJ. Lemmens (eds.). 1999. Prosea: Medical and Poisonous Plants I. *Prosea Foundation*, Bogor. 12(1): 475-479.
- Drummond, EBM. & M. Vellend. 2012. Genotypic diversity effects on the performance of *Taraxacum officinale* populations increase with time and environmental favorability. *PloS ONE*. 7 (2): 1-9.
- Elrod, S., & W. Stansfield. 2007. Schaum's Outlines: Teori dan soal-soal genetika. Edisi ke-4. *Schaum's outline of theory and problems of genetics*. 4<sup>th</sup> ed.. Damaring, T. (ed). Erlangga, Jakarta.
- Ermayanti, TM., AF. Martin, N. Artanti, & Megawati. 2011. Aktivitas antioksidan ekstrak metanol kultur jaringan jombang (*Taraxacum officinale* Weber ex F. H. Wigg). *Prosiding Seminar Nasional Kimia Terapan Indonesia*. 48-53.
- Ermayanti, TM., JA. Mc Comb, & PA. O'brien. 1993. Cytological analysis of seedling roots, transformed root cultures, and roots regenerated from callus of *Swainsona galegifolia* (Andr.) R. Br. *Journal of Experimental Botany*. 44 (259): 375-380.
- Gunawan, LW. 1987. Teknik kultur jaringan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Bogor.
- Hastuti, D. 2004. Stabilitas dan variasi jumlah kromosom pada kultur akar rambut *Morus Macroura* Miq. (Skripsi). Program Studi Biologi FMIPA Universitas Pakuan. Bogor.
- Jones, SMJr., & AE. Luchsinger. 1979. Plant systematics. 2<sup>nd</sup> ed. McGraw-Hill Book Co. Singapore.
- Jong, K. 1997. Laboratory manual of plant cytological techniques. Royal Botanic Garden, Edinburgh.
- Karp, A. 1991. Cytological techniques. *Plant Cell Cultures Manual*. C4: 1-13.
- Kemper, KJ. 1999. Dandelion: *Taraxacum officinalis*. 1hlm. Longwood Herbal Task Force: www.mcp.edu. Revised November 1, 1999.
- Martin, AF. & TM. Ermayanti. 2010. Pengaruh Benzil Amino Purin (BAP) dan Naphtalene Acetic Acid (NAA) terhadap regenerasi spontan *Taraxacum officinale* Weber ex. F. H. Wigg dari eksplan helai daun, tangkai daun, dan akar. *Prosiding Seminar Nasional XIII Kimia dalam Pembangunan*. Yogyakarta,

- 15 Juli 2010. 767-774.
- Murashige, T., & F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and biassay with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*. 15: 473-497.
- Richards, AJ. 1970. Eutriploid facultative agamospermy in *Taraxacum*. *New Phytology*. 69: 761-774.
- Smith, EB. 1965. A reversion in *Taraxacum officinale*. *Transaction of the Kansas Academy of Science*. 68 (2): 266-268.
- Tas, ICQ., & PJ. van Dijk. 1999. Crosses between sexual and apomictic dandelions (*Taraxacum*): the inheritance of apomixis. *Heredity*. 83: 707-714.
- Závesk, L., V. Jarolímová, & Štěpánek. 2007. Apomiksis in *Taraxacum paludosum* (section *Palustria*, *Asteraceae*): recombinations of apomixis elements in inter-sectional crosses. *Plant Systematics and Evolution*. 265: 147-163.