

Sitotoksitas air Sungai Rajamantri, Cagar Alam Pananjung Pangandaran, Jawa Barat menggunakan bioindikator *Allium cepa*

Water cytotoxicity assessment of Rajamantri River, Pananjung Pangandaran Nature Reserve, West Java using *Allium cepa* as bioindicator

EMILIA VIVI ARSITA[✉], ANNISA^{✉✉}

Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran. Jl. Raya Bandung-Sumedang Km. 21, Jatinangor, Sumedang 45363 Jawa Barat, Indonesia. Tel.: +62-22-84288828,

[✉]email: evivia46@gmail.com, emilia15001@mail.unpad.ac.id, ^{✉✉} annisa.annisa4@gmail.com, annisa2016@unpad.ac.id

Manuskrip diterima: 10 September 2018. Revisi disetujui: 4 Desember 2018.

Abstrak. *Arsita EV, Annisa. 2019. Sitotoksitas air Sungai Rajamantri, Cagar Alam Pananjung Pangandaran, Jawa Barat menggunakan bioindikator Allium cepa. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 5: 95-100.* Air merupakan kebutuhan pokok yang diperlukan oleh seluruh makhluk hidup. Toksikan pada perairan dapat mengakibatkan pencemaran dan dampak bagi organisme di sekitarnya. Uji sitotoksitas air menggunakan *Allium cepa* L. (bawang bombay) sebagai bioindikator merupakan cara efektif untuk mengetahui kualitas air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat sitotoksik air Sungai Rajamantri yang terletak di Cagar Alam Pananjung Pangandaran, Jawa Barat, berdasarkan indeks mitosis dan macam aberasi kromosom pada sel akar bawang bombay. Metode observasi dan eksperimental rancangan acak lengkap (RAL) digunakan pada penelitian ini. Bawang bombay ditanam terlebih dahulu pada air sampel yang telah diambil dari tiga titik di Sungai Rajamantri, yaitu hulu, tengah, dan hilir. Teknik squashing digunakan untuk membuat preparat sel akar bawang bombay. Indeks mitosis dianalisis secara statistik dengan analisis varians (ANOVA) lalu dilanjutkan dengan uji Tukey. Jenis aberasi kromosom dijelaskan secara deskriptif. Nilai indeks mitosis menurun dari bagian hulu (64,3%), tengah (53,92%), dan hilir (51,52%) dengan indeks mitosis kontrol adalah 79,23%. Jenis aberasi kromosom yang teramati sebanyak 13 jenis, seperti bridge, sticky, dan c-mitosis. Selisih nilai indeks mitosis antara tengah dan hilir dengan kontrol secara berturut-turut adalah 25,31% dan 27,71% yang menunjukkan tingkat sitotoksitas air pada bagian sungai tersebut memiliki efek subletal terhadap sel akar bawang bombay.

Kata kunci: aberasi, bawang bombay, indeks mitosis, sitotoksitas, Sungai Rajamantri

Abstract. *Arsita EV, Annisa. 2019. Water cytotoxicity assessment of Rajamantri River, Pananjung Pangandaran Nature Reserve, West Java using Allium cepa as bioindicator. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 5: 95-100.* Water is the main necessity that needed by all organisms. Toxic substances in water can cause pollution and give some effects to organisms that depend on the water source. Cytotoxicity test using *Allium cepa* L. (onion) as a biological indicator is one of an effective way to detect the quality of water. This research was conducted to detect the level of cytotoxicity based on mitotic index and chromosome aberration in the onions roots cell. Observation and completely randomized design was used for this research. Onions were planted firstly in water sample which was taken from three points in Rajamantri River i.e.: an upstream, middle, and downstream. Squashing technique was used to make the preparations of onions root cells. Mitotic index (MI) was analyzed statistically using analysis of variance (ANOVA) and then continued with the Tukey post-hoc test. The types of aberration were described descriptively. The MI values decreased from upstream (64.3%), middle (53.92%), and downstream (51.52%), with control MI is 79.23%. Types of aberration observed as many as 13 types, which include bridge, sticky, and c-mitosis. The difference value of MI between the middle and the downstream with the control showed the water toxicity level in these part of river was categorized sublethal on the onions root cells.

Keywords: Aberration, cytotoxicity, mitotic index, onions, Rajamantri River

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan pokok yang diperlukan oleh seluruh makhluk hidup, baik manusia, tumbuhan, maupun hewan. Air disediakan oleh alam dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi. Ketersediaan air bersih yang layak konsumsi menjadi masalah di beberapa negara. Pada tahun 2012, WHO mengemukakan bahwa pada air minum telah ditemukan pula kandungan uranium rata-rata sebanyak 2.5

µg atau 0.3 µg per hari (Puspitasari 2018). Hal ini menunjukkan bahwa agen toksikan merupakan komponen terkecil yang berada pada tingkat unsur. Maka, efek pencemaran pada level organisme baik tumbuhan, hewan, maupun manusia perlu untuk diamati dari spektrum sel dan genetik.

Sebagian besar kebutuhan air tawar masyarakat Indonesia masih memanfaatkan air yang berasal dari sungai, danau, waduk, dan sumur (WHO 2012). Kondisi

hidrologi di Cagar Alam Pananjung Pangandaran tampak pada ketersediaan beberapa sumber mata air seperti goa dan aliran sungai. Beberapa goa yang dapat dijumpai di Cagar Alam ini, yaitu Goa Panggung, Goa Parat, Goa Lanang, dan Goa Sumur Mudal. Goa ini sering dimanfaatkan sebagai objek wisata. Sungai terbesar di Cagar Alam ini adalah Sungai Cikamal yang bermuara ke Pantai Barat dan Sungai Cirengganis yang bermuara ke Pantai Timur. Terdapat juga Sungai Rajamantri dan Sungai Cikole yang letaknya lebih dalam pada Cagar Alam Pananjung Pangandaran (BKSDA 2016). Secara geografis Sungai Rajamantri memiliki hulu yang terletak di tengah cagar alam dan memiliki hilir yang bermuara di dekat pantai pasir putih.

Pangandaran umumnya memiliki potensi pariwisata yang tinggi sehingga dijadikan sebagai mata pencaharian masyarakat untuk meningkatkan kesejahteraan. Aktivitas manusia pada sektor pariwisata ini menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya pencemaran air pada sungai yang ada di sekitar wilayah rekreasi. Potensi ini menjadi suatu tantangan untuk dapat dimanfaatkan secara bijak dan berkelanjutan dengan tetap memperhatikan kelestarian ekosistem serta komponen penyusunnya (BKSDA 2016).

Sitotoksitas dapat diketahui dengan menguji suatu bahan toksik yang dilakukan secara *in vitro* pada suatu sel untuk mendeteksi adanya bahan toksik pada sel yang dapat memengaruhi aktivitas sel. Salah satu cara penetapan tingkat toksisitas dapat diketahui secara kuantitatif dengan menetapkan kematian sel (Haryoto dkk. 2013). Uji sitotoksik ini dapat mengetahui kemampuan sel untuk bertahan hidup karena adanya suatu senyawa toksik yang diberikan.

Bawang bombay merupakan salah satu bioindikator yang telah umum digunakan sejak tahun 1983. Uji ini banyak diaplikasikan untuk mengetahui kualitas air dari suatu perairan tawar sehingga dapat diketahui efek sitotoksiknya. Bawang bombay digunakan sebagai bioindikator karena memiliki kepekaan yang tinggi untuk mendeteksi adanya keberadaan bahan kimia atau toksikan tertentu. Perbedaan yang signifikan dapat diamati secara mikroskopis pada sel tudung akar bawang bombay yang bersifat meristematik karena akan tampak sel-sel yang membelah secara normal maupun yang abnormal (Palacio et al. 2005).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat sitotoksik berdasarkan indeks mitosis dan macam aberasi di tiga titik pengambilan sampel yang terletak di Sungai Rajamantri, yaitu pada bagian hulu, tengah, dan hilir. Hal ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kondisi air Sungai Rajamantri yang berada di kawasan konservasi *in situ* menjadi perhatian bahwa kualitas airnya harus tetap terjaga.

BAHAN DAN METODE

Alat dan bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah botol plastik 330 mL, botol plastik 1500 mL, botol semprot, botol vial, gelas plastik 50 mL, gelas ukur 10 mL, gelas

ukur 25 mL, kaca objek, kaca penutup, mikroskop cahaya Olympus CX 22, mistar, pinset, tusuk gigi, silet, dan tisu gulung. Bahan biologis yang digunakan pada penelitian ini adalah umbi bawang *Allium cepa* L. yang memiliki ukuran diameter 30-50 mm. Bahan kimia yang digunakan pada penelitian ini adalah akuades, acetocarmin 2% (carmin 2 gram ditambahkan pada asam asetat glasial 45% yang telah dididihkan hingga 100 mL), asam klorida 1N, larutan fiksatif Mc. Clintock (alkohol absolut : asam asetat = 3 : 1), larutan fiksatif Carnoy (kloroform : asam asetat glasial : alkohol absolut = 3 : 1 : 6).

Metode

Metode yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari metode observasi dan metode eksperimental. Metode observasi dilakukan untuk mengamati jenis-jenis aberasi kromosom yang terjadi pada sel akar bawang bombay yang telah direndam dengan air sampel. Metode observasi juga dilakukan ketika pengamatan lokasi penelitian ke lapangan untuk mengetahui kondisi di lapangan, seperti kondisi fisik. Metode eksperimental dilakukan berdasarkan rancangan acak lengkap di mana semua faktor dihomogenkan atau dikontrol kecuali faktor perlakuan. Faktor yang dihomogenkan antara lain, ukuran diameter bawang bombay, waktu pengambilan sampel air, volume air perendaman, lama perendaman, lokasi penanaman bawang bombay, dan zat kimia yang digunakan ketika pengamatan mikroskopis. Faktor perlakuan yang digunakan pada penelitian ini adalah perbedaan letak pengambilan sampel air, yaitu meliputi bagian hulu, tengah, dan hilir sungai yang memiliki perbedaan kandungan toksik.

Sampling air

Pengambilan air dilakukan dengan menentukan terlebih dahulu tiga stasiun pengambilan sampel air pada aliran sungai. Ketiga stasiun ini terdiri dari bagian hulu, tengah, dan hilir. Pada setiap stasiun, air diambil dari tiga titik sampling berbeda kemudian air dikompositkan (Annisa dkk. 2016). Dari masing-masing titik sampling, diambil air menggunakan botol plastik sebanyak 330 mL.

Prosedur pembuatan preparat

Bawang bombay dibersihkan dengan air untuk mengurangi kontaminan kemudian lapisan terluar bawang bombay dihilangkan. Bagian cakram dibuang hingga primordial akar terlihat. Air sampel dimasukkan ke gelas plastik 50 mL kemudian bawang bombay diletakkan hingga bagian primordial akar menyentuh sampel air. Bawang bombay juga direndam pada air kontrol, yaitu akuades. Perendaman dilakukan selama 48 jam pada suhu ruangan hingga muncul akar sepanjang 1.5-2 cm. Selama perendaman, gelas plastik dijaga supaya tidak terkena oleh cahaya matahari secara langsung (Barberio et al. 2009). Preparat dibuat menggunakan teknik *squashing* dengan modifikasi dari metode yang telah dilakukan oleh Fiskesjö G pada tahun 1993 (Barberio 2013). Bagian akar yang akan dijadikan preparat dipotong sepanjang 1-2 mm dari ujung akar. Selanjutnya akar ini disimpan dalam botol vial dengan larutan fiksatif Mc Clintock selama 24 jam. Akar dihidrolisis dengan asam klorida 1 N selama 10 menit lalu

di fiksasi kembali dengan larutan Carnoy selama 20 menit. Asetokarmin ditambahkan dan didiamkan selama 120 menit. Akar bawang bombay diambil lalu diletakkan pada kaca objek yang ditutup oleh *cover glass* dan dilakukan *squashing* untuk selanjutnya diamati.

Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada sel yang mengalami mitosis secara normal dan pada sel yang mengalami mitosis tidak normal atau mengalami aberasi kromosom. Data pengamatan yang dicatat adalah jumlah sel yang mengalami fase-fase mitosis, yaitu profase, metaphase, anaphase, dan telofase serta interfase. Analisis mitosis ini dilakukan pada 1000 sel yang berasal dari 3 akar bawang bombay yang berbeda dari umbi yang sama. Sebanyak 6 replikasi dilakukan pada setiap stasiun pengambilan sampel (Luzza et al. 2013).

Analisis data

Data kuantitatif didapat dengan menghitung indeks mitosis. Indeks mitosis dihitung dengan membagi jumlah sel yang mengalami mitosis dengan jumlah total sel lalu dikalikan dengan 100 seperti persamaan sebagai berikut (Timothy et al. 2014) :

$$\text{Indeks mitosis} = \frac{\text{Jumlah sel yang sedang membelah (Profase + Metafase + Anafase + Telofase)}}{\text{Jumlah total sel}} \times 100$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi penelitian

Lokasi pengambilan sampel air untuk daerah hulu letaknya berjarak 642 meter dari daerah tengah. Air pada daerah hulu menggenang dan cenderung dangkal. Kondisi perairannya tertutup oleh vegetasi di sekitarnya sehingga

kurang mendapat pencahayaan sinar matahari. Dasar sungai dapat tampak dengan jelas dan air tidak mengalir. Daerah tengah cenderung berbatu dan banyak ditemukan adanya pohon yang tumbang di badan sungai. Tutupan vegetasi pada daerah ini lebih sedikit dibandingkan dengan daerah hulu sehingga pencahayaan matahari lebih tinggi intensitasnya. Aliran sungai menuju ke hilir mengalir pada beberapa titik karena terdapat area yang menurun atau lebih rendah. Ditemukan kumpulan busa pada badan sungai baik yang menggenang maupun yang mengalir. Busa berwarna putih dan apabila menggumpal tampak pula warna cokelat. Seresah dedaunan banyak dijumpai di badan sungai maupun di sekitarnya. Semakin menuju ke hilir semakin banyak dijumpai adanya berudu. Suhu air pada daerah hilir lebih tinggi dibandingkan air di tengah dan hulu karena daerah hilir sangat berdekatan dengan pesisir Pantai Rajamantri.

Tabel 1. Titik koordinat pengambilan sampel air dari hulu, tengah, dan hilir Sungai Rajamantri, Cagar Alam Pananjung Pangandaran, Jawa Barat

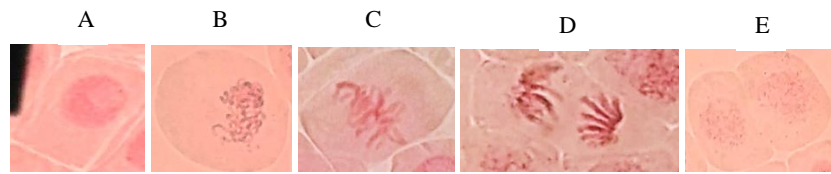
| Titik | Koordinat |
|--------|--------------------------|
| Hulu | S07°42.795' E108°39.043' |
| Tengah | S07°42.799' E108°39.312' |
| Hilir | S07°42.754' E108°39.377' |

Tabel 2. Data fisik lokasi pengambilan sampel di Sungai Rajamantri, Cagar Alam Pananjung Pangandaran, Jawa Barat

| Faktor fisik | Hulu | Tengah | Hilir |
|-------------------------|------|--------|-------|
| Intensitas cahaya (lux) | 3623 | 18286 | 4436 |
| Suhu (°C) | 25 | 25 | 26 |
| Kecepatan arus (m/s) | 0 | 0 | 0.067 |
| Kedalaman (cm) | 8 | 45 | 19 |
| pH | 6 | 6 | 6 |



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel air di Sungai Rajamantri, Cagar Alam Pananjung Pangandaran, Jawa Barat



Gambar 2. Pengamatan interfase dan mitosis sel akar bawang bombay perbesaran 400x, pewarna asetokarmin dan setelah crop (A) Interfase, (B) Profase, (C) Metafase, (D) Anafase, (E) Telofase

Fase mitosis

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, ditemukan fase interfase dan fase-fase mitosis, yaitu profase, metaphase, anaphase, dan telophase. Kromosom pada interfase tidak tampak ketika diamati dengan mikroskop cahaya. Hasil pengamatan fase mitosis sel akar bawang bombay dengan mikroskop cahaya perbesaran 400x sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.

Air daerah hulu Sungai Rajamantri yang digunakan untuk menanam bawang bombay menunjukkan hasil bahwa pembelahan sel akar paling banyak berada pada fase profase. Hal ini disebabkan karena waktu pemotongan akar atau fiksasi yang dilakukan pada siang hari di mana metabolisme sel akar berada kecepatan yang lebih lambat dibandingkan pagi hari sehingga sebagian besar sel berada pada fase profase. Pada tahap profase metabolisme sel terjadi lebih lambat dibandingkan pada fase interfase yang merupakan fase persiapan untuk pembelahan sel (Lakna 2017).

Pengamatan mitosis sel akar yang ditanam pada air daerah tengah Sungai Rajamantri menunjukkan bahwa jumlah sel terbanyak berada pada fase interfase sementara jumlah sel yang berada pada tahap mitosis telophase paling sedikit. Hasil ini sesuai dengan beberapa penelitian yang telah dilakukan sejak tahun 1919 hingga 1968 bahwa pada pembelahan mitosis sel akar bawang bombay waktu paling lama yang diperlukan terjadi pada saat interfase. Kecepatan pembelahan sel akar bawang bombay juga ditentukan oleh suhu dan teknik pengamatan. Pada penelitian ini suhu yang digunakan ketika penanaman adalah suhu ruangan. Waktu yang diperlukan untuk interfase pada suhu ruangan dapat mencapai 20 jam yang terdiri dari 10 jam pada fase G1, 7 jam pada fase S, dan 3 jam pada fase G2, sedangkan untuk mitosis memerlukan waktu 5 jam (Taylor and Francis 2014).

Hasil penanaman bawang bombay pada air hilir Sungai Rajamantri menunjukkan bahwa jumlah sel yang mengalami mitosis lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah sel mitosis pada akar yang ditanam menggunakan air sampel hulu dan tengah. Air pada daerah hilir telah melalui daerah hulu dan dan tengah terlebih dahulu sehingga akan mengandung lebih banyak kontaminan atau pencemar. Pada beberapa titik aliran dari tengah ke hulu dijumpai busa yang terkumpul maupun menyebar pada air yang diam. Adanya busa merupakan salah satu ciri kualitas air yang sudah tercemar oleh zat pencemar (Efendi 2003). Hal ini menjadi salah satu faktor yang menyebabkan

jumlah sel yang bermitosis lebih sedikit dibanding dengan bawang bombay yang ditanam pada air hulu dan tengah.

Indeks mitosis

Nilai indeks mitosis yang diperoleh pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3. Nilai indeks mitosis ini dibandingkan antara perlakuan hulu, tengah, dan hilir dengan kontrol. Nilai indeks mitosis yang lebih rendah dapat mengindikasikan terhentinya proses mitosis (Jangala dkk. 2012). Nilai indeks mitosis dibawah 22% dari kontrol menandakan adanya efek letal yang terjadi pada sel. Sedangkan nilai indeks mitosis dibawah 50% dari kontrol menunjukkan adanya efek subletal terhadap sel atau berada pada kondisi ambang batas toleransi terhadap suatu toksikan (Khanna and Sonia 2013). Berdasarkan nilai indeks mitosis pada Tabel 3, diketahui bahwa selisih nilai indeks mitosis antara bagian tengah dan hilir dengan kontrol secara berturut-turut adalah 25.31% dan 27.71%. Nilai ini menunjukkan bahwa tingkat sitotoksitas pada bagian sungai tersebut memiliki efek subletal terhadap sel akar bawang bombay. Signifikansi dari nilai indeks mitosis yang diperoleh dari penelitian ini perlu diuji dengan menggunakan analisis of varians (ANOVA). Maka dibuat hipotesis terlebih dahulu, yaitu sebagai berikut

$$H_0 : P_k = P_1 = P_2 = P_3$$

$$H_1 : P_k \neq P_1 \neq P_2 \neq P_3$$

Berdasarkan hasil uji ANOVA, diperoleh nilai F hitung lebih besar dari nilai F pada tabel. Maka, artinya H_0 ditolak sedangkan H_1 diterima sehingga analisis statistik dilanjutkan pada uji lanjut, yaitu uji Tukey. Tujuan dari uji Tukey adalah untuk mengetahui signifikansi dengan membandingkan setiap dua jenis perlakuan. Pada uji Tukey digunakan taraf signifikan sebesar 5%. Pengelompokkan dan hasil uji lanjutan Tukey dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5.

Berdasarkan hasil uji Tukey, dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan nilai indeks mitosis yang signifikan antara perlakuan kontrol dengan hulu, hilir, dan tengah. Selain itu perbedaan indeks mitosis yang signifikan terjadi antara hulu dengan tengah dan hulu dengan hilir. Hal ini dapat mengindikasikan adanya proses penghambatan sintesis DNA atau penghalangan ketika fase G2 yang terdapat pada interfase. Hal ini dapat diakibatkan karena adanya senyawa kimia tertentu yang memengaruhi proses siklus sel (Khanna and Sonia 2013).

Tabel 3. Nilai rata-rata indeks mitosis sel akar bawang bombay pada setiap perlakuan

| Perlakuan | Indeks mitosis \pm Standar deviasi |
|-----------|--------------------------------------|
| Kontrol | 79.23 \pm 5.18 |
| Hulu | 64.3 \pm 4.39 |
| Tengah | 53.92 \pm 2.59 |
| Hilir | 51.52 \pm 5.82 |

Tabel 4. Pengelompokkan kontrol dan bagian sungai dari Sungai Rajamantri, Cagar Alam Pananjung Pangandaran, Jawa Barat

| Kontrol dan bagian sungai | Kelompok |
|---------------------------|----------|
| Kontrol | A |
| Hulu | B |
| Tengah | C |
| Hilir | C |

Tabel 5. Perbedaan signifikansi perbandingan antar bagian sungai dengan uji Tukey

| Kontrol dan bagian sungai yang dibandingkan | Berbeda signifikan |
|---|--------------------|
| B vs A | Ya |
| C vs A | Ya |
| C vs B | Ya |

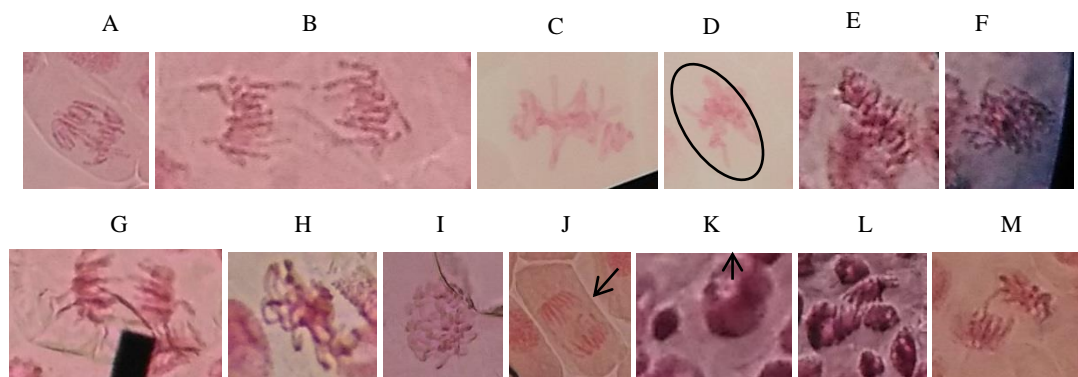
Aberasi kromosom

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan pada perbesaran 400x dengan pewarnaan asetokarmin pada kromosom akar bawang, ditemukan sebanyak 13 jenis aberasi kromosom. Beberapa jenis aberasi dari ketiga belas jenis aberasi ini terdapat pada beberapa perlakuan. Jenis aberasi kromosom yang terdapat pada perlakuan hulu, antara lain *chromosome bridge in anaphase*, *laggard chromosome in anaphase*, *stickiness in metaphase*, *stickiness*, dan *c-mitosis*. Jenis aberasi kromosom yang terdapat pada

perlakuan tengah, antara lain *anaphase with chromosome break*, *diagonal anaphase*, dan *micronuclei in interphase*. Jenis aberasi kromosom yang terdapat pada perlakuan hilir, antara lain *bridge in anaphase*, *not identified*, *multipolar in anaphase*, *stickiness*, *chromosome bridge in telophase*, *duplicate in metaphase* dan *star*. Macam-macam aberasi kromosom yang diidentifikasi dapat dilihat pada Gambar 3.

Aberasi kromosom yang sering terjadi pada metaphase adalah *sticky chromosome*, pada anaphase adalah *chromosome bridge*, pada profase adalah *c-mitosis*, pada telophase adalah *vagrant chromosome*, dan pada interfase adalah *micronuclei in interphase* (Ping et al. 2012). Aberasi c-mitosis disebabkan adanya adanya agen penyebab, seperti merkuri, karbamat, dieldrin, dan chlorpropham. Senyawa-senyawa ini umumnya ditemukan pada pestisida. *Stickiness* pada kromosom dapat terjadi pada beberapa fase mitosis seperti metaphase, anaphase, dan telophase. Aberasi ini terjadi karena meningkatnya kontraksi kromosom dan kondensasi atau depolimerisasi DNA serta dilusi nukeloprotein. *Stickiness* dapat menyebabkan kematian sel. Kromosom yang menyebar atau *vagrant chromosome* disebabkan perpindahan kromosom yang tidak sesuai menuju ke kutubnya. Aberasi ini dapat menyebabkan adanya perbedaan jumlah kromosom antara sel induk dengan sel anak. Aberasi *bridges* hampir serupa dengan *stickiness* dan dapat terjadi pada beberapa fase mitosis, seperti metaphase, anaphase, dan telophase. *Chromatin bridges* dapat terjadi selama translokasi ketika terjadi pertukaran komponen kromatid sehingga menyebabkan ketidakseimbangan dan mutasi struktural kromosom (Khanna and Sonia 2013).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut: (i) Tingkat sitotoksitas air Sungai Rajamnatri pada bagian tengah dan hilir memiliki efek subletal terhadap sel akar bawang bombay karena nilai selisih indeks mitosisnya dengan kontrol secara berturut-turut adalah 25,31% dan 27,71%. (ii) Sumber air dari hulu memiliki indeks mitosis tertinggi, yaitu 64,2 % dan sumber air hilir memiliki indeks mitosis terendah, yaitu 51,52 %.



Gambar 3. Pengamatan aberasi kromosom sel akar *Allium cepa* L. perbesaran 400x, pewarna asetokarmin dan setelah crop. (A) *multipolar in anaphase*, (B) *laggard chromosome in anaphase*, (C) *sticky in metaphase*, (D) *stickiness*, (E) *duplicate in metaphase*, (F) *not identified*, (G) *bridge in telophase*, (H) *star*, (I) *c-mitosis*, (J) *anaphase with chromosome break*, panah menunjukkan patahan (K) *micronucleus in interphase*, panah menunjukkan mikronukelus (L) *diagonal anaphase*, (M) *bridge in anaphase*. (Sumber : dokumen pribadi)

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Konservasi Sumber Daya Alam (BKSA) Jawa Barat dan Resor Cagar Alam Pangandaran yang telah mengizinkan pelaksanaan penelitian serta Program Studi Biologi, FMIPA, Universitas Padjadjaran yang telah menyelenggarakan Kuliah Kerja Lapangan 2018.

DAFTAR PUSTAKA

- Annisa, Annisa M, Rahayuningsih SR. 2016. Uji Sitotoksikitas Sampel Air Sungai Cikamal Berdasarkan Indikator *Allium cepa* L. Prosiding Seminar Nasional MIPA 2016. Universitas Padjadjaran, Jatinangor, 27-28 Oktober 2016. [Indonesian]
- Barberio A. 2013. Bioassays with Plants in the Monitoring of Water Quality. Open Access Chapter 3. www.creativecommons.org
- Barberio A, Barros L, Voltolini JC, Mello MLS. 2009. Evaluation of the cytotoxic and genotoxic from the River Paraaiba do Sul, in Brazil, with the *Allium cepa* L. test. Brazil Journal Biology 69: 837-842.
- BKSDA Jabar. 2016. Informasi Kawasan Konservasi lingkup BKSDA Jabar. BKSDA, Pangandaran.
- Efendi H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. PT Kanisiun, Yogyakarta.
- Haryoto, Muhtadi, Peni I, Tanti A, and Andi Suhendi. 2013. Aktivitas Sitotoksik Ekstrak Etanol Tumbuhan Sala (*Cynometra ramiflora* Linn) Terhadap Sel Hela, T47D dan WiDR. Jurnal Penelitian Saintek 18: 21-28.
- Jangala M, Santoshi M, Suman M, Meghanadh K R, Babu R S, Vaidyanath K. 2012. Evaluation of cytotoxicity of Arenolol in *Allium cepa* L. Intl J Toxicol Appl Pharmacol 2: 18-24.
- Khanna N, Sonia S. 2013. *Allium cepa* Root Chromosomal Aberration Assay : A Review. Indian J Pharma Biol 1: 105-119.
- Lakna P. 2017. Difference Between Interphase and Prophase. www.pediaa.com
- Luzza M, Elisangela D, Leoberto S, Daiana L, Veronica EPV, Ivane BT, Ticiane PS. 2013. *Allium cepa* L. as a bioindicator to measure cytotoxicity of surface water of the Quatorze River, located in Fransisco, Beltrao, Parana, Brazil. Environ Monit Assess 186: 1793-1800.
- Palacio SM, Fernando RE, Raquel MG, Dilcemara CZ, Araceli AS, Evandro KL, Carlos EZ, Nickeli R, Marcia de AR, Manfredo HT. 2005. Correlation between Heavy Metal Ions (Copper, Zinc, Lead) Concentrations and Root Length of *Allium cepa* L. in Polluted River Water. Brazilian Arch Biol Technol 48: 191-196.
- Ping KY, Ibrahim D, Umi KY, Chen Y, Sreenivasan S. 2012. Genotoxicity of *Euphorbia hirta* : An *Allium cepa* Assay. Article 17: 7782-7791.
- Puspitasari DE. 2018. Dampak Pencemaran Air Terhadap Kesehatan Lingkungan dalam Perspektif Hukum Lingkungan. Mimbar Hukum 21: 23-34.
- Taylor, Francis. 2014. Duration of Mitotic Cycle and Patterns of DNA Replication in Chromosomes of *Allium cepa*. Informa Ltd, United Kingdom.
- Timothy O, M Idu, DI Olorunfemi, O Ovuakporie-Uvo. 2014. Cytotoxic and genotoxic properties of leaf extract of *Icacina trichantha* Oliv. South African J Bot 91: 71-74.
- World Health Organization. 2012. Uranium in Drinking-Water. World Health Organization Press, Switzerland.