

Sitotoksisitas Dan Genotoksisitas Ekstrak *N*-Heksana dan Etanol Daun Api-Api (*Avicennia marina* (Forks.) Vierh) dengan Indikator Indeks Mitosis dan Aberasi Kromosom Akar Bawang (*Allium cepa* Linn.)

Sri Rejeki Rahayuningsih^{1*}, Tri Mayanti², Fidela Histiya Gunawan¹

¹Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran

²Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran
Jl. Ir. Soekarno KM 21 Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat 45363 Indonesia

*Corresponding author, e-mail: sri.rejeki@unpad.ac.id

ABSTRAK: *Avicennia marina* merupakan tumbuhan mangrove memiliki senyawa metabolit sekunder yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai obat herbal. Pengujian sitotoksisitas dan genotoksisitas perlu dilakukan untuk mengetahui toksisitas *A. marina*. Penelitian ini bertujuan untuk menguji sitotoksisitas dan genotoksisitas ekstrak *n*-heksana dan etanol mangrove *A. marina*. Penelitian dilakukan menggunakan metode eksperimental Rancangan Acak Lengkap (RAL), faktor tunggal dengan empat taraf konsentrasi yaitu: 125, 250, 500 dan 1000 ppm dan kontrol negatif larutan aquades serta kontrol positif larutan EMS, dengan 4 kali pengulangan. Parameter yang diamati adalah: indeks mitosis, pertumbuhan akar bawang dan aberasi kromosom. Hasil pengamatan dianalisis dengan ANAVA Ft ($\alpha.05$), dan dilanjutkan dengan uji Duncan Ft ($\alpha.05$). Ekstrak *n*-heksana daun *A. marina* bersifat sitotoksik dan genotoksik terhadap akar bawang pada konsentrasi 500 dan 1000 ppm, dengan konsentrasi 1000 ppm memberikan efek sub-lethal. Ekstrak etanol daun *A. marina* bersifat sitotoksik dan genotoksik terhadap akar bawang, pada konsentrasi 500 dan 1000 ppm dan memberikan efek sub-lethal. Aberasi kromosom yang didapatkan adalah *break*, *bridge*, *double bridge*, *c-mitosis*, *delayed anaphase*, *diagonal anaphase*, *disoriented*, *giant cell*, *laggard*, *loss*, mikronukleus, *multipolar anaphase*, *polyploidy* pada anaphase, *ring*, *star*, *sticky*, *vagrant*, *lesion*, dan *double lesion*.

Kata Kunci : *A. marina*, genotoksisitas, sitotoksisitas, abrasi kromosom

Cytotoxicity dan Genotoxicity of *N*-Hexane dan Ethanol Extract of Api-Api (*Avicennia marina* (Forks.) Vierh) Leaf Extract with Mitotic Index dan Chromosomal Aberration Index Indicators of Onion Root (*Allium cepa* Linn.)

ABSTRACT: *Avicennia marina* is a mangrove plant that has secondary metabolites that can be used by the community as herbal medicine. Cytotoxicity dan genotoxicity tests need to be carried out to determine the toxicity of *A. marina*. This study aimed to examine the cytotoxicity dan genotoxicity of *n*-hexane dan ethanol extracts of mangrove *A. marina*. The study was conducted using an experimental Completely Rndomized Design (CRD) method, single factor with four concentration levels, namely: 125, 250, 500 dan 1000 ppm dan negative control is aquadest solution dan positive control is EMS solution, with 4 times. Parameters observed were: mitotic index, onion root growth dan chromosomal aberrations. The results of the observations were analyzed by ANOVA Ft ($\alpha.05$), dan continued with Duncan's Ft($\alpha.05$) test. The *n*-hexane extract of *A. marina* leaves was cytotoxic dan genotoxic to onion roots at concentrations of 500 dan 1000 ppm, with concentrations of 1000 ppm giving sublethal effects. The ethanolic extract of the leaves of *A. marina* was cytotoxic dan genotoxic in onion roots, at concentrations of 500 dan 1000 ppm dan gave a sublethal effect. Chromosomal aberrations obtained were *break*, *bridge*, *double bridge*, *c-mitosis*, *anaphase delay*, *diagonal anaphase*, *disorientation*, *giant cell*, *laggard*, *loss*, *micronucleus*, *multipolar anaphase*, *polyploidy* at anaphase, *ring*, *star*, *sticky*, *vagrant*, *lesion*, dan *double lesion*.

Keywords: *A. marina*, genotoxicity, cytotoxicity, chromosomal abrasion

PENDAHULUAN

Mangrove memiliki banyak senyawa metabolit sekunder yang dapat berperan sebagai antibakteri, antigenotoksik, antijamur, antivirus, dan lain-lain (Mathew *et al.*, 2016). *Avicennia marina* termasuk ke dalam mangrove yang sering dijumpai dan sering digunakan sebagai tanaman obat bagi masyarakat pesisir. Menurut Behbahani *et al.* (2012) ekstrak etanol, metanol dan gliserin *A.marina* juga dapat dijadikan sebagai antimikroba terhadap *Penicillium digitatum* karena berbagai macam kandungan metabolit sekundernya seperti alkaloid dan flavonoid. Zhao *et al.* (2009), melaporkan bahwa *A.marina* juga mengandung senyawa flavon, terpenoid, Betulin, dan β - sitosterol. *A.marina* dapat digunakan sebagai obat penyakit kulit, rematik, bisul, dan cacar (Huang *et al.* 2016).

A. marina banyak dimanfaatkan sebagai tanaman obat karena memiliki kandungan metabolit sekunder tetapi belum diketahui tingkat sitotoksik dan genotoksik *A.marina* terhadap sel dan kromosom. Hal ini perlu diketahui karena menurut (Silva *et al.*, 2011) tumbuhan yang dapat digunakan sebagai tanaman obat dapat berpotensi toksik, karsinogenik atau teratogenik. Berdasarkan alasan tersebut maka perlu dilakukan uji genotoksisitas dan sitotoksisitas *A.marina* terhadap akar bawang dengan indikator indeks mitosis dan aberasi kromosom dengan menggunakan metode *Allium* assay.

MATERI DAN METODE

Pengambilan sampel daun mangrove dilakukan di Taman Wisata Alam Mangrove Angke Kapuk, Jakarta Utara. Ekstraksi sampel mangrove dan analisis fitokimia dilakukan di Laboratorium Kimia Organik FMIPA UNPAD dan uji sitotoksisitas serta genotoksisitas dilakukan di Laboratorium Biologi Sel dan Molekuler, Biologi FMIPA UNPAD.

Pengambilan sampel daun *A. marina* yang digunakan adalah daun muda yang berada dibawah plumulae dan diambil sebanyak kurang lebih 3 kg. Daun dibersihkan lalu ditiriskan, kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 50°C selama 2 hingga 3 hari.

Proses ekstraksi dilakukan dengan mencuci daun dengan air keran hingga bersih, kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50°C selama 2-3 hari hingga kering. Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan metode maserasi berturut-turut dengan pelarut *n*-heksana (nonpolar) dan etanol (polar) dengan perbandingan 1:8 selama 24 hingga 48 jam. Setelah perendaman dengan menggunakan pelarut, ekstrak disaring n kertas saring Whatman nomor 1 dan dipekatkan dengan menggunakan *rotary flash evaporator* (Chan *et al.*, 2017). Hasil ekstrak disimpan di dalam desikator (Ananthkrishnan *et al.*, 2013)

Uji Fitokimia ekstrak *n*-heksana dan etanol dilakukan beberapa uji metabolit sekunder yaitu alkaloid, fenolik, flavonoid, steroid, saponin, tannin dan triterpenoid (Harborne, 1996). Pembuatan berbagai konsentrasi ekstrak *n*-heksana dan etanol menggunakan larutan air aquades dan CMC sebagai pelarut. Konsentrasi yang digunakan adalah 125 ppm, 250 ppm, 500 ppm, dan 1000 ppm. Penumbuhan Akar Bawang menggunakan bawang yang homogen. Bagian pangkal bawang disayat untuk merangsang pertumbuhan akar dan akar *A. cepa* ditumbuhkan terlebih dahulu dengan aquades selama 24-48 jam hingga akar berukuran 0.5-1 cm untuk mempercepat pertumbuhan akar (Soodan *et al.*, 2012). Bawang yang sudah ditanam pada masing-masing perlakuan disimpan di laboratorium Biologi sel molekuler, Biologi Universitas Padjadjaran selama satu minggu.

Pembuatan preparat dengan menggunakan metode squash yaitu jaringan yang telah dimaserasi dengan jalan hidrolisis dan dipulas, kemudian ditekan dengan hati-hati hingga terbentuk lapisan tipis dan sel-sel merata (Jones dan Geoffrey, 1991). Akar bawang pada masing-masing perlakuan yang telah tumbuh diambil sebanyak 3 buah dan dipotong sepanjang 0.5 cm dari ujung akar. Pemotongan akar dilakukan pada jam 08.00-10.00 WIB karena pengamatan fase mitosis lebih mudah diamati saat pemotongan akar pada pagi hari dibandingkan siang atau sore hari (Abidin, 2014), Kemudian akar dimasukkan ke dalam larutan Mc Clintock untuk difiksasi selama 24 jam. Ujung akar yang telah difiksasi kemudian dihidrolisis dalam larutan HCl 1N selama

15 menit kemudian dibilas dengan akuades sebanyak 3 kali. Kemudian akar direndam dalam pewarna *aceto carmine* selama 2.5 jam. Selanjutnya akar dipotong berukuran 1mm lalu di-*squash* dengan menggunakan *cover glass* dan diatas *object glass* hingga hancur dan sel-sel akar menyebar.

Preparat kemudian diamati di bawah mikroskop dan dihitung persentase mitosis. Penghitungan persentase mitosis dilakukan dengan menghitung sel-sel dalam sampel preparat 1.000 buah sel dengan perbesaran mikroskop 400 x. penghitungan indeks mitosis Menurut Kusumaningrum *et al.* (2012).

Aberasi kromosom dilakukan dengan mengamati 100 sel yang mengalami aberasi dengan mikroskop cahaya dengan perbesaran 400x. Dihitung jumlah sel yang mengalami kerusakan kromosom pada fase tertentu saat mitosis dan frekuensi aberasi kromosom (%). Frekuensi aberasi kromosom dihitung setiap 100 sel yang diamati dengan menggunakan rumus menurut Imaniar dan Pharmawati (2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji fitokimia yang diperoleh pada ekstrak *n*-hexana adalah senyawa golongan Alkaloid, Steroid dan Triterpenoid sedangkan pada ekstrak Etanol adalah senyawa saponin dan steroid, dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan hasil uji fitokimia dapat ditentukan senyawa metabolit sekunder yang dapat mempengaruhi sitotoksitas dan genotoksitas ekstrak. Hasil uji sitotoksitas ekstrak *n*-hexana dan ekstrak etanol daun *A. marina* terhadap *A. cepa* dapat diketahui dengan indikator indeks mitosis dan penambahan panjang akar yang dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Penurunan indeks mitosis yang terjadi pada ekstrak *n*-heksana dan etanol bersifat tegak lurus atau *dose dependent* terhadap peningkatan konsentrasi ekstrak. Indeks mitosis pada

Tabel 1. Hasil analisis Fitokimia ekstrak *n*-hexana dan Etanol daun *A. marina*

Golongan senyawa	Hasil uji	
	<i>n</i> -heksana	Etanol
Alkaloid	+	-
Fenolik	-	-
Flavonoid	-	-
Saponin	-	+
Steroid	+	+
Tannin	-	-
Triterpenoid	+	-

Tabel 2. Indeks mitosis ekstrak *n*-heksana dan etanol daun *A. marina*

Perlakuan	Total Sel	Indeks Mitosis				Total Sel Membelah	Rata-rata IM±SE (%)	Penurunan (%)
		P	M	A	T			
KN	4000	1408	359	318	245	2330	58,17±2,32	100
125 ppm	4000	858	336	264	114	1572	39,3±2,32	67
250 ppm	4000	874	352	163	95	1484	37,1±2,32	63
500 ppm	4000	808	165	132	75	1180	29,5±2,32	51
1000 ppm	4000	747	87	91	63	988	24,7±2,32	42
KP	4000	227	81	83	20	411	10,27±2,32	26

Keterangan : P=Profase, M=Metafase, A= Anafase, T= Telofase

konsentrasi 1000 ppm dari ekstrak *n*-heksana memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak menggunakan pelarut etanol. Hal ini dapat dikarenakan perbedaan kandungan metabolit sekunder pada tiap ekstrak. Pada ekstrak etanol terdapat metabolit sekunder saponin yang dapat meningkatkan aktivitas sitotoksik (Podolak *et al.*, 2010) begitu juga dengan metabolit sekunder seperti terpenoid pada golongan diterpenoid (Shin *et al.*, 2018). Aktivitas sitotoksik ini dapat terjadi karena kemampuan saponin yang dapat menstimulasi apoptosis. Menurut Huang *et al.* (2016), ekstrak EtOAc dari *A. marina* dapat menurunkan indeks mitosis sel kanker karena mengandung metabolit sekunder alkaloid, triterpenoid, flavonoid, dan tannin.

Menurut Boumaza *et al.* (2016) penurunan indeks mitosis dibawah 50% memberikan efek sub-lethal pada organisme uji, dan penurunan indeks mitosis dibawah 22% menyebabkan efek letal. Pada perlakuan dengan ekstrak *n*-heksana didapatkan pada konsentrasi 125, 250 dan 500 ppm tidak memberikan efek sub-lethal maupun letal karena penurunan indeks mitosis dari kontrol tidak berada dibawah 50%, yaitu 67%, 63% dan 51%. Sedangkan pada konsentrasi 1000 ppm memberikan efek sub-lethal karena memiliki penurunan indeks mitosis dibawah 50% dari kontrol yaitu 42%. Pada perlakuan dengan ekstrak etanol didapatkan pada konsentrasi 125 dan 250 ppm tidak memberikan efek sub-lethal maupun letal karena penurunan indeks mitosis dari kontrol tidak berada dibawah 50% tetapi 66% dan 54%. Sedangkan pada konsentrasi 500 dan 1000 ppm memberikan efek sub-lethal karena memiliki penurunan indeks mitosis dibawah 50% dari kontrol yaitu 41% dan 36%.

Setelah didapatkan indeks mitosis maka dilanjutkan uji sitotoksitas terhadap penambahan panjang akar karena menurut Aşkin Çelik dan Aslantürk, (2010) menyatakan penurunan indeks mitosis (sitotoksik) berhubungan secara paralel dengan penurunan pertumbuhan panjang akar, dan didapatkan hasil pada ekstrak *n*-heksana dan etanol yang dapat dilihat pada Tabel 5 dan 6.

Tabel 3. Indeks mitosis ekstrak etanol daun *A. marina*

Perlakuan	Total Sel	Indeks Mitosis				Total Sel Membelah	Rata-rata IM±SE (%)	Penurunan (%)
		P	M	A	T			
KN	4000	1408	359	318	245	2330	58,17±2,10	100
125 ppm	4000	909	274	223	136	1542	38,55±1,92	66
250 ppm	4000	737	237	177	109	1260	31,5±1,92	54
500 ppm	4000	594	159	143	69	965	24,1±1,92	41
1000 ppm	4000	507	180	125	48	860	21,5±1,92	36
KP	4000	227	81	83	20	411	10,27±1,92	26

Tabel 5. Penambahan panjang akar ekstrak *n*-heksana daun *A. marina*

Perlakuan	Rata-rata panjang akar ± SE (cm)	Pertumbuhan akar terhadap kontrol	Penurunan/penambahan pertumbuhan
KN	3,475±0,64	100	100
125 ppm	5,175±0,45	148	48
250 ppm	2,4±0,45	69	-31
500 ppm	2,25±0,45	64,7	-35,3
1000 ppm	2,25±0,45	64,7	-35,3
KP	0,237±0,45	6,82	-93,18

Tabel 6. Penambahan panjang akar ekstrak etanol daun *A. marina*

Perlakuan	Rata-rata panjang akar \pm SE (cm)	Pertumbuhan akar terhadap kontrol	Penurunan/penambahan pertumbuhan
Kontrol Negatif	3,475 \pm 0,30	100	100
125 ppm	1,6 \pm 0,30	46	-53,9
250 ppm	1,375 \pm 0,30	39,5	-60,4
500 ppm	0,7 \pm 0,30	20,1	-79,8
1000 ppm	1,025 \pm 0,30	29,5	-70,5
Kontrol Positif	0,237 \pm 0,30	6,82	-93,18

Tabel 7. Uji Duncan penambahan panjang akar ekstrak *n*-heksana dan etanol

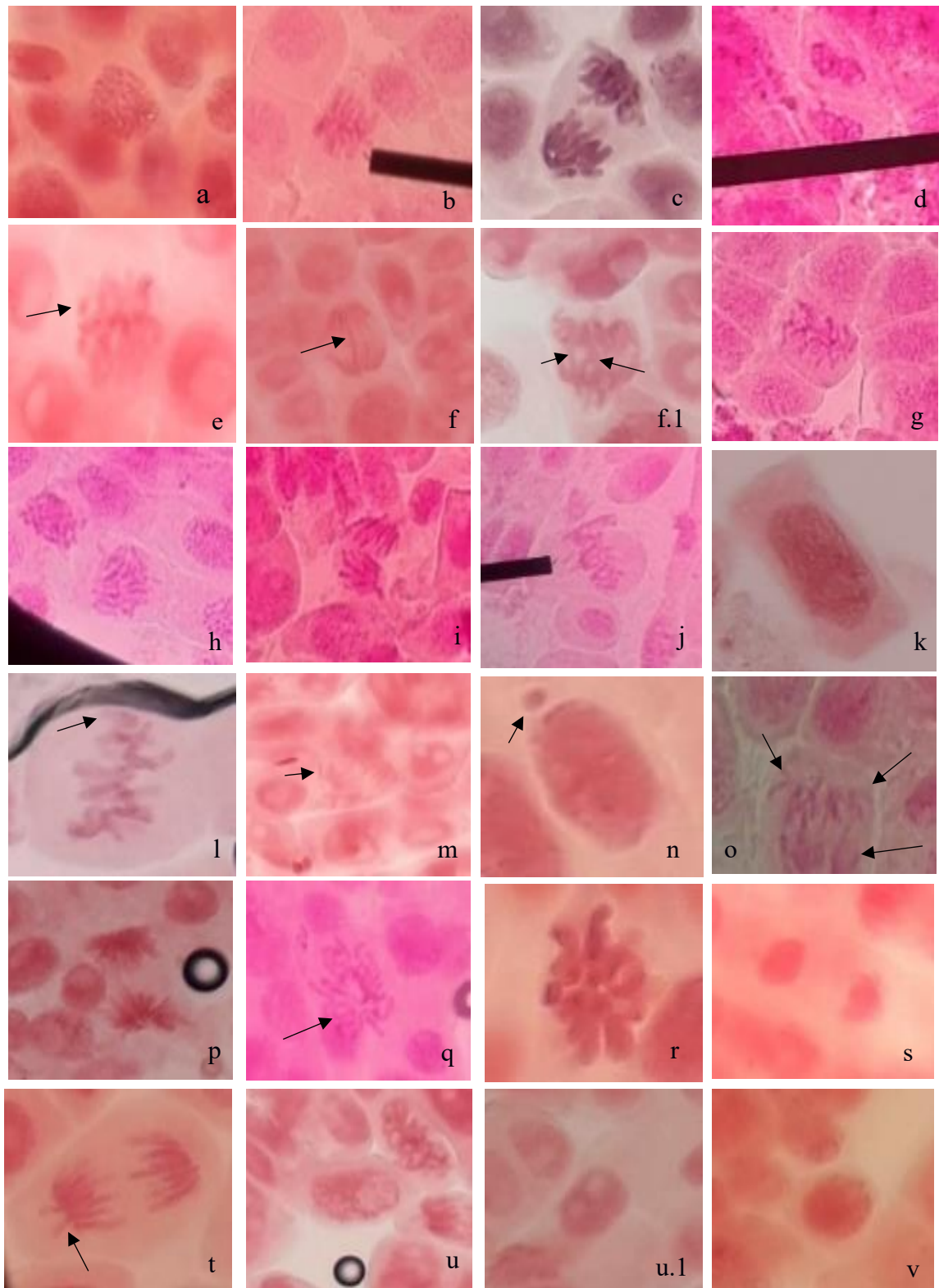
Perlakuan	N	<i>n</i> -heksana	etanol
KN	4	3,475a	3,475a
125 ppm	4	5,175b	1,6b
250 ppm	4	2,4a	1,375b
500 ppm	4	2,25a	0,7b
1000 ppm	4	2,25a	1,025b
KP	4	0,237c	0,237c

Dari hasil data tersebut dianalisis menggunakan Analisis Variansi. Nilai F hitung yang didapatkan lebih besar dibandingkan tabel pada kedua ekstrak yaitu $12,62 > 2,77$ untuk ekstrak *n*-heksana dan $11,35 > 2,77$ untuk ekstrak etanol. Kemudian dilanjutkan dengan uji berjarak ganda Duncan untuk mengetahui konsentrasi mana yang memberikan pengaruh nyata terhadap control, hasil uji dapat dilihat pada tabel 7.

Jika akar mengalami penurunan pertumbuhan akar lebih dari 45% menunjukkan adanya senyawa yang bersifat toksik dan mengalami efek subletal terhadap tumbuhan (Mustafa dan Suna, 2008). Pada perlakuan dengan ekstrak *n*-heksana didapatkan tidak ada perlakuan yang mengalami penurunan pertumbuhan akar diatas 45% dari kontrol, hal ini menunjukkan perlakuan dengan ekstrak *n*-heksana tidak berpengaruh terhadap panjang akar. Tetapi pada konsentrasi 125 ppm didapatkan hasil dari perlakuan lebih tinggi dari kontrol, hal ini menunjukkan ekstrak dengan konsentrasi 125 ppm dapat berpengaruh terhadap kontrol negatif.

Senyawa kimia yang dapat bersifat sebagai mutagen ini dapat menginduksi dengan beberapa cara. Pertama, mutagen secara langsung mempengaruhi DNA dan menimbulkan aberasi kromosom. Kedua, mutagen mengganggu sintesis DNA dan protein sehingga menyebabkan terbentuk pergerakan kromosom abnormal yang menyebabkan aberasi kromosom. Ketiga, kandungan dalam mutagen dapat mencegah perbaikan kromosom yang tidak normal (Imaniar dan Pharmawati, 2014).

Setelah uji sitotoksisitas maka dilanjutkan uji genotoksisitas ekstrak terhadap *A. cepa* dengan melihat aberasi kromosom yang terjadi pada tiap perlakuan sebagai berikut: (1) *Break* dapat disebabkan oleh molekul DNA yang bertugas untuk kontinuitas linier sehingga dapat menyebabkan kromosom patah, selain itu dapat juga dikarenakan terjadi kesalahan saat perbaikan DNA (Soodan *et al*, 2014). Terjadinya kromosom patah biasanya dikarenakan masuknya mutagen ke dalam sel saat fase S atau G2 (Firbas dan Amon, 2014). (2) *Bridge* dan *double bridge* disebabkan oleh adanya kromosom yang mengalami patah di bagian telomernya sehingga terjadi



Gambar 1. Fase mitosis: a. profase normal; b. metafase normal; c. anafase normal; d. telofase normal; v. interfase. Aberasi kromosom saat mitosis: e. break; f. *bridge*; f.1 *double bridge*; g. *C-mitosis*; h. *delayed anaphase*; i. *diagonal anaphase*; j. *disoriented*; k. *giant cell*; l. *laggard*; m. *loss*; n. *mikronukleus*; o. *multipolar anaphase*; p. *polyploidy pada anafase*; q. *ring*; r. *star*; s. *sticky*; t. *vagrant*; u. *lesion*; u.1. *double lesion*

penggabungan yang membentuk kromosom dengan 2 sentromer. Sehingga saat anafase kedua sentromer tertarik ke arah yang berbeda membentuk jembatan (Daphedar dan Tarikere, 2018). (3) *C-mitosis* adalah aberasi kromosom dimana mutagen mengganggu ikatan disulfida pada saat polimerisasi mikrotubul yang membuat kromosom menjadi tersebar (Soodan *et al.*, 2014; Renjana *et al.*, 2013). (4) *Delayed anaphase* terjadi saat 2 grup kromosom pada saat anafase berdekatan pada bidang ekuator. (5) *Disoriented* merupakan aberasi yang disebabkan oleh pemutusan benang spindel pada saat metafase, terjadinya pemutusan dapat dikarenakan perubahan pada gen yang mengontrol mekanisme benang-benang spindel (Ananthakrishnan *et al.*, 2013). (6) *Giant cell* merupakan sel dengan ukuran lebih besar dan dapat berukuran hingga 3 kali lipat dibandingkan sel normal, salah satu tanda terjadinya abnormalitas klastogenik (Vazhangat dan Thoppil, 2016). (7) *Laggard* disebabkan oleh inaktivasi benang spindel yang terjadi saat anafase sehingga kromosom tidak menempel pada benang spindel dan tidak bergerak ke arah kutub manapun (Renjana *et al.*, 2013; Vazhangat dan Thoppil, 2016). (8) *Loss* disebabkan oleh kesalahan pada benang spindel atau karena adanya perubahan viskositas sitoplasma sel yang nantinya akan menginduksi terbentuknya mikronukleus (Daphedar dan Tarikere, 2018).

Tabel 8. Aberasi kromosom ekstrak *n*-heksana dan etanol

Jenis Aberasi	Jumlah Aberasi									
	n-heksana					etanol				
	125	250	500	1000	125	250	5000	1000		
Break	1	0	1	4	1	2	0	1	1	1
Bridge	0	1	0	3	2	1	3	2	1	8
C-Mitosis	2	2	3	6	7	5	1	2	3	13
Delayed Anaphased	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Double Bridge	3	1	1	0	3	0	0	0	0	3
Disoriented	0	24	28	21	47	0	0	1	2	42
Double Lesion	0	0	0	0	0	30	34	45	49	5
Giant cell	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Laggard	0	0	0	1	1	0	0	0	3	3
Lesion	13	33	47	53	58	49	57	58	66	49
Loss	0	1	1	5	2	1	1	1	1	6
Mikronukleus	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
Multipolar	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Polyploid	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
Ring	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Star	0	1	0	2	2	2	4	1	2	6
Sticky	3	4	2	4	12	3	3	5	8	13
Vagrant	3	2	3	9	7	3	1	4	4	19
Total	26	71	86	112	145	98	105	122	145	171
Frekuensi	6,5	17,75	21,5	28	36,3	24,5	26,25	30,5	36,5	42,75

(9) *Mikronukleus* merupakan aberasi yang disebabkan oleh pembagian kromosom yang tidak seimbang saat anafase, kegagalan ini akan meninggalkan kromosom yang akan berkembang memiliki struktur menyerupai nukleus yang berukuran lebih kecil (Imaniar dan Pharmawati, 2014). (10) *Multipolar* aberasi ini dapat terjadi dikarenakan jumlah sentromer yang berlebih, multipolar dan ketidakteraturan penggabungan spindle (Ananthakrishnan *et al.*, 2013). (11) *Poliploid* merupakan aberasi yang disebabkan oleh terganggunya mekanisme benang spindle (Renjana *et al.*, 2013). (12) *Ring* merupakan aberasi dimana terjadi penggabungan kromosom yang memiliki bagian ujung telomernya hilang atau patah sehingga membentuk kromosom berbentuk cincin (Firbas dan Amon, 2014). (13) *Star* merupakan abnormalitas pada spindle dimana mutagen akan mengganggu fungsi mikrotubul dengan mengganggu bagian tubulin pada spindle (Prasath dan Surya, 2013). (14) *Sticky* terjadi karena bertambahnya jumlah kontraksi dan kondensasi kromosom atau dapat juga karena depolimerisasi DNA dan pemutusan sebagian nukleoprotein (Vazhangat dan John, 2016). (15) *Vagrant* merupakan aberasi kromosom yang disebabkan oleh distribusi kromosom saat berpasangan tidak adil, hal ini dapat terjadi karena adanya nondisjungsi kromatid saat anafase (Yuet *et al.*, 2012). (16) *Lesion* terjadi saat fase interfase (G1 dan G0) sebelum DNA dan materi kromosom berduplikasi saat periode sintesis DNA, hal ini akan menyebabkan kerusakan kromosom atau terjadinya apoptosis sel pada tahap mitosis selanjutnya (Firbas dan Amon, 2014). Secara lengkap hasil aberasi kromosom dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan hasil frekuensi aberasi yang terjadi pada tiap perlakuan, aberasi kromosom yang paling banyak terjadi adalah *lesion* dan *double lesion*. *Lesion* dapat menginduksi terjadinya apoptosis maka aberasi ini dapat diinduksi dari metabolit sekunder yang dapat menginduksi sel untuk apoptosis seperti alkaloid dan triterpenoid yang terkandung pada kedua ekstrak (Huang *et al.*, 2016). Frekuensi aberasi dapat dilihat pada tabel 8.

KESIMPULAN

A. marina bersifat sitotoksik dan genotoksik terhadap akar bawang pada konsentrasi 500 dan 1000 ppm, dengan konsentrasi 1000 ppm memberikan efek sub-lethal. Ekstrak etanol daun *A. marina* bersifat sitotoksik dan genotoksik terhadap akar bawang, pada konsentrasi 500 dan 1000 ppm dan memberikan efek sub-lethal. Aberasi kromosom yang didapatkan adalah *break*, *bridge*, *double bridge*, *c-mitosis*, *delayed anaphase*, *diagonal anaphase*, *disoriented*, *giant cell*, *laggard*, *loss*, mikronukleus, *multipolar anaphase*, *polyploidy* pada anaphase, *ring*, *star*, *sticky*, *vagrant*, *lesion*, dan *double lesion*. Berdasarkan hasil frekuensi aberasi yang terjadi pada tiap perlakuan, aberasi kromosom yang paling banyak terjadi adalah *lesion* dan *double lesion*

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik dengan dana hibah RISTEK DIKTI dan atas bantuan dari berbagai pihak dalam hal perizinan maupun teknis pengerjaan di lapangan dan laboratorium

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, A.Z., Budiono, J.D. & Isnawati. 2014. Studi Indeks Mitosis Bawang untuk pembuatan Media Pembelajaran Preparat Mitosis. *Jurnal Bioedu*. 3(3):571-579.
- Ananthakrishnan, M., Kumarasamy, K. & Antony, A.S. 2013. Genotoxic effects of furadan and enodosulphan on (*Allium cepa*) root tips. *Asian Journal of Pharmaceutical dan Clinical Research*, 6(1):126-31.
- Behbahani, A.B., Yazdi, F.T., Shahidib, F. & Mohebbi, M. 2012. Antimicrobial activity of *Avicennia marina* extracts ethanol, methanol & glycerin against *Penicillium digitatum* (citrus green mold). *Scientific Journal of Microbiology*, 1(7):147-151.

- Boumaza, A., Lalaoui, K., Khallef, M., Sbayou, H., Talbi, H. & Hilali, A. 2016. Assessment of Cytotoxic and Genotoxic Effects of Clodinafop-propargyl Commercial Formulation on *Allium cepa* L. *Journal of Materials dan Environmental Science*, 7(4):1245-1251.
- Aşkin Çelik, T. & Aslantürk, Ö.S., 2010. Evaluation of cytotoxicity and genotoxicity of *Inula viscosa* leaf extracts with *Allium* test. *Journal of biomedicine dan biotechnology*, ID 189252 : 8 pages. DOI: 10.1155/2010/189252
- Daphedar, A. & Tarikere, T.C., 2018. Characterization and cytotoxic effect of biogenic silver nanoparticles on mitotic chromosomes of *Drimys polyantha* (Blatt. & McCann) Stearn. *Toxicology Reports*, 5(2018):910–918. DOI: 10.1016/j.toxrep.2018.08.018
- Firbas, P. & Amon, T. 2014. Chromosome damage studies in the onion plant *Allium cepa* L. *Caryologia: International Journal of Cytology, Cytosystematics dan Cytogenetics*, 67(1): 25–35. DOI: 10.1080/00087114.2014.891696
- Huang, C., Lu, C.K., Tu, M.C., Chang, J.H., Chen, Y.J., Tu, Y.H. & Huang, H.C., 2016. Polyphenol-rich *Avicennia marina* leaf extracts induce apoptosis in human breast and liver cancer cells and in a nude mouse xenograft model. *Oncotarget*, 7(24):35874. DOI: 10.18632/oncotarget.8624
- Imaniar, E.F. & Pharmawati, M. 2014. Kerusakan Kromosom Bawang Merah (*Allium cepa* L.) Akibat Perendaman Dengan Etidium Bromida. *Jurnal Simbiosis*, 2(2):173-183.
- Jones, Rickards, R.N. & Keith, G. 1991. Practical Genetics. Open University Press. England.
- Kusumaningrum, H.P., Lunggani, A.T. & Nurhakim, M.A. 2012. Chromosomes and mitotic cell division phase in onion roots after 24 hours acetoorcein soaking time. *Berkala Ilmiah Biologi*, 14(2):46-48. DOI: 10.14710/bioma.14.2.46-48
- Mathew, A.T., Syed, M.A., Anuradha, V. & Yogananth, N. 2016. Antigenotoxic Evaluation of *Rhizophora mucronata* Stilt Root Extract Against Cyclophosphamide Induced Toxicity. *International Journal of New Technologies in Science dan Engineering*, 3(12): 69-77.
- Mustafa, Y. & Suna A.E. 2008. Genotoxicity testing of quizalofop-P-ethyl herbicide using the *Allium cepa* anaphasetelophase chromosome aberration assay. *Caryologia: International Journal of Cytology, Cytosystematics dan Cytogenetics* 61(1):45-52. DOI: 10.1080/00087114.2008.10589608
- Yuet P.K., Darah, I., Yusuf, U.K., Yeng, C. & Sasidharan, S. 2012. Genotoxicity of *Euphorbia hirta*: an *Allium cepa* assay. *Molecules*, 17(7):7782-7791. DOI: 10.3390/molecules17077782
- Podolak, I., Galanty, A. & Sobolewska, D. 2010. Saponins as cytotoxic agents: a review. *Phytochem Review*, 9:425–474. DOI: 10.1007/s11101-010-9183-z
- Prasath, D. & Muthu, S. 2013. Detection of genotoxicity and chromosomal aberrations induced by Furadan and Monosodium glutamate in *Allium cepa*. *South Asian Journal of Biological Research Science* 3(1):11 – 24.
- Renjana, P.K., Anjana, S. & Thoppil, J.E. 2013. Evaluation of Genotoxic Effects of Baking Powder and Monosodium Glutamate Using *Allium cepa* Assay. *International Journal of Pharmacy dan Pharmaceutical Sciences*, 5(2):311-316.
- Shin, S.A., Moon, S.Y., Kim, W.Y., Paek, S.M., Park, H.H. & Lee, C.S. 2018. Structure-Based Classification and Anti-Cancer Effects of Plant Metabolites. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(2651):1-33. DOI: 10.3390/ijms19092651
- Silva, D.S., Garcia, A.C., Mata, S.S., Oliveira, B.D., Estevam, C.S., Scher, R. & Pantaleao, S.M., 2011. Genotoxicity and cytotoxicity of *Erythrina velutina* Willd., Fabaceae, on the root meristem cells of *Allium cepa*. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 21(1):92-97. DOI: 10.1590/S0102-695X2011005000024
- Soodan, R.K., Katnoria, J.K. & Nagpal, A. 2012. *Allium cepa* Root Chromosomal Aberration Assay: An Efficient Test System for Evaluating Genotoxicity of Agricultural Soil. *International Journal of Science dan Research*, 3(8):246-250.

- Vazhangat, P. & Thoppil, J.E., 2016. Apoptotic induction via membrane/DNA damage and metabolic inactivation by synthetic food colorants in *Allium cepa* root meristem. *Turkish journal of Biology*, 40:922-933. DOI: 10.3906/biy-1511-26
- Zhao, H., Parry, R.L., Ellis, D.L., Griffith, G.W. & Goodacre, R. 2006. The rapid differentiation of *Streptomyces* isolate using Fourier transform infrared spectroscopy. *Vibrational Spectroscopy*, 40:213-218. DOI: 10.1016/j.vibspec.2005.09.006