

## **Dampak Cemaran Premium Terhadap Kejadian Mikronukleus Akar Bawang Merah (*Allium cepa*)**

Marlina Kamelia<sup>1</sup>, Ayesha Utari Hendras Restuti<sup>2</sup>, Rina Budi Satiyarti<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>UIN Raden Intan Lampung, Bandar Lampung, Lampung

<sup>3</sup>UIN Sunan Gunung Djati, Bandung,

\*Correspondence email: [marlinakamelia@radenintan.ac.id](mailto:marlinakamelia@radenintan.ac.id)

---

### **Article Info**

#### **Article History**

Received : 07-Maret-2024

Revised : 25-Mei-2024

Published : 31-Mei-2024

\*Correspondence email:

[marlinakamelia@radenintan.ac.id](mailto:marlinakamelia@radenintan.ac.id)

---

### **ABSTRACT**

*Fuel Oil (BBM) is fuel that originates and or is processed from petroleum. Premium contains tetra-ethyl-lead containing lead with an octane rating of 88. Lead compounds are carcinogenic chemicals that can trigger aberrations and chromosomal damage that can be expressed in the form of micronuclei. Another compound commonly found in gasoline is BTEX. BTEX is an organic compound in petroleum derivatives that has been specifically studied to exhibit toxic properties. The purpose of this study was to determine the presence of micronuclei as a result of premium exposure. The study was conducted using a completely randomized design (CRD) with 2 factors, namely the premium concentration of P1(5%), P2 (10%), P3 (15%), P4 (20%) P5 (25%) and the length of exposure time of T1 (24 hours), T2 (48 hours), T3 (72 hours). Statistical analysis is Two Way ANOVA analysis, further test Tukey. The results showed that the premium concentration had an effect on the formation of shallot (*Allium cepa*) root micronucleus, the significance value was 0.000 ( $p < 0.05$ ), the exposure time had an effect on the formation of the shallot (*Allium cepa*) root micronucleus. The significance value was 0.014 ( $p < 0.05$ ), the interaction between concentration and duration of exposure did not affect the formation of root micronucleus of shallot (*Allium cepa*) 0.999 ( $p > 0.05$ ). The higher the concentration of pollutants used, the more the number of micronucleus.*

**Keyword:** *Allium cepa*, BBM, genotoxic, micronucleus, premium

### **ABSTRAK**

Bahan Bakar Minyak (BBM) adalah bahan bakar yang berasal dan atau diolah dari minyak bumi. Premium

---

mengandung tetra-etil-lead yang mengandung timbal dengan nilai oktan 88. Senyawa timbal merupakan zat kimia yang bersifat karsinogenik yang dapat memicu aberasi dan kerusakan kromosom yang dapat terekspresikan dalam bentuk mikronukleus. Senyawa lain yang biasa ditemukan dalam bensin adalah BTEX. BTEX adalah senyawa organik dalam turunan minyak bumi yang telah dipelajari secara khusus menunjukkan sifat toksik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui adanya mikronukleus sebagai akibat paparan premium. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 2 Faktor yaitu konsentrasi premium P1(5%), P2 (10%), P3 (15%), P4 (20%) P5 (25%) dan lama waktu paparan T1 (24 jam), T2 (48 jam), T3 (72 jam). Analisis statistik adalah analisis Two Way ANOVA, uji lanjut Tukey. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi premium berpengaruh terhadap pembentukan mikronukleus akar bawang merah (*Allium cepa*) nilai signifikansi 0,000 ( $p < 0,05$ ), waktu paparan berpengaruh terhadap pembentukan mikronukleus akar bawang merah (*Allium cepa*) nilai signifikansi 0,014 ( $p < 0,05$ ), interaksi antara konsentrasi dan lama waktu paparan tidak berpengaruh terhadap pembentukan mikronukleus akar bawang merah (*Allium cepa*) 0,999 ( $p > 0,05$ ). Semakin tinggi konsentrasi pencemar yang digunakan jumlah mikronukleus semakin banyak

**Kata Kunci:** *Allium cepa*, BBM, genotoksik, mikronukleus, premium

---

## **PENDAHULUAN**

Pertumbuhan penduduk di Indonesia yang meningkat pesat sejak 10 tahun terakhir diiringi pula dengan peningkatan kepemilikan kendaraan bermotor hingga mencapai 30% (Ismiyati et al., 2014). Korps Lalu Lintas Kepolisian Republik Indonesia (Korlantas Polri) mencatat kendaraan yang beroperasi di tahun 2013 mencapai 104,211 juta unit atau naik sebesar 12% dari tahun sebelumnya (Sholikhah, 2018).

Jumlah kendaraan yang meningkat seiring dengan peningkatan kebutuhan akan Bahan Bakar Minyak (BBM) karena umumnya moda transportasi di Indonesia masih

menggunakannya. Proyeksi kebutuhan BBM tahun 2021 menurut Badan Pengatur Hilir Minyak dan Gas Bumi (BPH Migas) akan naik 12,9% menjadi 80 juta kilo liter (kl) dibandingkan tahun sebelumnya yang hanya sekitar 70,8 juta kl (Ayudya, 2017).

Jenis BBM yang kerap digunakan masyarakat adalah premium dan pertamax. Bensin dibedakan jenisnya berdasarkan nilai oktan (RON). Bensin premium mengandung senyawa oksidasi Pb tetra-etil-lead dengan nilai oktan 88 sedangkan pertamax mengandung *metil-tertil-butyl-eter* atau *etil-tertil-butyl-eter* sebagai pengganti timbal (Pb) dengan nilai oktan 92

(Muhartiningsih & Yuningtyaswari, 2019). Timbal merupakan senyawa kimia bersifat karsinogenik yang dapat menyebabkan aberasi serta kerusakan kromosom. Selain itu, penggunaan timbal jangka panjang akan berpengaruh pada kinerja otak, syaraf, pernafasan maupun pencernaan. Premium mengandung timbal sebesar 0,3 gram perliter. Selain timbal, BTEX (*benzene, toluene, xylene dan ethylbenzene*) adalah senyawa yang kerap ditemukan juga dalam BBM. BTEX merupakan senyawa organik yang bersifat toksik dengan mobilitas dan kelarutannya yang tinggi dalam air (Mazzeo et al., 2011).

Dampak negatif dari penggunaan BBM berkaitan erat dengan pencemaran lingkungan dan dapat berdampak buruk bagi kehidupan. Selain manusia itu sendiri, dampak penggunaan BBM bisa dijumpai juga pada tumbuhan. Bawang merah (*Allium cepa*) merupakan salah satu tumbuhan yang dapat tumbuh dengan cepat. Akar bawang merah memiliki bagian meristematik yaitu bagian yang aktif membelah sehingga dapat digunakan untuk mengamati fase-fase pembelahan sel sehingga dapat digunakan untuk melihat dampak cemar BBM terhadap pembentukan mikronukleus. Penelitian ini dapat menjadi rekomendasi penggunaan BBM secara bijak untuk meminimalisir dampak negatif yang ditimbulkan baik secara langsung maupun tidak langsung.

## METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari – Maret 2021. Jenis penelitian adalah kuantitatif eksperimental yang dirancang dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor. Pertama, faktor konsentrasi premium (P) sebesar

5%, 10%, 15%, 20% dan 25%. Kedua, faktor lama waktu paparan (T) yaitu 24 jam, 48 jam dan 72 jam.

**Tabel 1.** Desain Penelitian

Konsentrasi	Lama Waktu Pemaparan		
	T1	T2	T3
P1	P1T1	P1T2	P1T3
P2	P2T1	P2T2	P2T3
P3	P3T1	P3T2	P3T3
P4	P4T1	P4T2	P4T3
P5	P5T1	P5T2	P5T3

Keterangan:

T1= 24 jam, T2= 48 jam, T3= 72 jam

P1= konsentrasi 5%, P4= konsentrasi 20%

P2= konsentrasi 10%, P5= konsentrasi 25%

P3= konsentrasi 15%

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikroskop cahaya, gelas, gelas arloji, gelas beaker, gelas objek, kaca penutup, wadah spesimen, jarum bedah, pinset, plastik, stereofom, pensil berujung karet, refrigerator, counter. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah akar bawang merah (*Allium cepa*), bensin premium, HCl 1 N, etanol, asam asetat, giemsa 2%. Akar bawang merah (*Allium cepa*) diinduksi dengan cara merendam bagian bawah umbi bawang merah dalam air. Perendaman dilakukan selama 5-6 hari atau hingga panjang akar 4-5 cm. Perendaman dilakukan menggunakan *stereofom* yang telah dilubangi dan terdapat penampung air di bawahnya. Pembuatan preparat, ujung akar bawang merah yang telah dipapar dipotong sepanjang 1-2 cm. Kemudian difiksasi dengan larutan etanol: asam asetat (3:1) selama 24 jam. Letakan akar bawang merah yang telah difiksasi pada gelas arloji, tetesi HCL 1N dan diamkan selama 15 menit. Pindahkan akar bawang merah ke objek glass, lalu potong dan hanya sisakan bagian ujung akar sekitar 1 – 2 mm, kemudian tetesi pewarna

giemsa 2%, diamkan selama 10 menit. Serap sisa pewarna giemsa 2% menggunakan kertas saring. Tutup menggunakan cover glass, squash menggunakan ibu jari. Setiap sampel dan ulangan dari masing – masing perlakuan diamati menggunakan mikroskop perbesaran 400x.

Frekuensi mikronukleus di hitung menggunakan rumus:

$$FMN = \left( \frac{n \text{ sel dengan Mikronukleus}}{n \text{ sel yang diamati}} \right) \times 100$$

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel akar bawang merah (*Allium cepa*) yang telah diberi perlakuan dalam penelitian ini dievaluasi dalam lima lapang pandang, dilakukan perhitungan sel dan mikronukleus yang terbentuk. Data yang telah ditransformasikan disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 2. Data Frekuensi Mikronukleus

Konsent rasi	Waktu	Ulangan			Rata-Rata
		1	2	3	
P1	T1	2,14	2,17	2,00	2,08
	T2	2,54	2,59	2,43	2,53
	T3	2,18	3,29	2,53	2,66
P2	T1	3,57	3,07	2,56	3,04
	T2	3,89	3,48	3,47	3,66
	T3	3,98	3,01	3,73	3,57
P3	T1	4,62	4,91	4,63	4,70
	T2	5,62	4,29	5,33	5,07
	T3	4,66	4,55	6,04	5,66
P4	T1	5,87	4,81	5,95	5,54
	T2	5,87	6,51	6,16	6,05
	T3	6,28	6,78	5,85	6,30
P5	T1	7,89	8,21	7,60	7,99
	T2	8,43	7,97	8,14	8,17
	T3	9,08	7,52	8,27	8,29

Sumber: Data primer yang diolah

Berdasarkan hasil analisis varian didapatkan hasil sebagai berikut

Tabel 3. Hasil Uji Two Way ANAVA

Variabel	Sign	Keterangan
Konsentrasi	0,000	H <sup>0A</sup> Ditolak

Waktu	0,014	H <sup>1A</sup> Diterima H <sup>0B</sup> Ditolak H <sup>1B</sup> Diterima
Konsentrasi* waktu	0,999	H <sup>0AB</sup> Diterima H <sup>1AB</sup> Ditolak

Sumber: Data primer yang diolah

Uji Tukey dilakukan pada variabel yang signifikan pada uji analisis varian untuk mengetahui perbedaan signifikan antara berbagai konsentrasi pemaparan premium dan perbedaan signifikan antara berbagai lama waktu pemaparan terhadap pembentukan mikronukleus akar bawang merah (*Allium cepa*)

Tabel 4. Hasil uji Tukey frekuensi mikronukleus pada akar bawang merah (*Allium cepa*) pada berbagai konsentrasi pemaparan

Konsentrasi	Rerata	Notasi
P1	2,430	a
P2	3,418	b
P3	4,961	c
P4	6,009	d
P5	8,123	e

Keterangan: angka - angka yang diikuti notasi huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata

Tabel 5. Hasil uji Tukey frekuensi mikronukleus pada akar bawang merah (*Allium cepa*) pada lama waktu pemaparan

Lama waktu pemaparan	Rerata	Notasi
T1	4,667	a
T2	5,115	b
T3	5,183	b

Keterangan: angka - angka yang diikuti notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata

Minyak bumi pada fraksi C5 – C11 tergolong bahan bakar yang buruk karena memiliki bilangan oktan yang rendah. Bensin jenis ini harus melalui proses cracking katalitik sebelum digunakan sebagai bahan bakar dan salah satunya adalah dengan menggunakan tetra etil lead (TEL). Premium mengandung tetra-etil-lead yang mengandung timbal dengan nilai oktan 88. Senyawa timbal merupakan

zat kimia yang bersifat karsinogenik yang dapat memicu aberasi dan kerusakan kromosom. Senyawa lain yang biasa ditemukan dalam bensin adalah BTEX, merupakan singkatan dari empat senyawa yang ditemukan dalam produk minyak bumi yaitu *benzene*, *toluene*, *xylene* dan *ethylbenzene*. BTEX adalah senyawa organik dalam turunan minyak bumi yang telah dipelajari secara khusus menunjukkan sifat toksik, mobilitas dilingkungan dan kelarutan yang tinggi dalam air.

Pada penelitian ini, peneliti tidak melakukan pengujian secara spesifik seberapa banyak kadar komposisi senyawa yang terdapat dalam setiap konsentrasi premium yang digunakan sebagai pencemar, dengan asumsi semakin meningkat konsentrasi premium yang digunakan maka semakin banyak pula senyawa yang terkandung.

*Tetra ethyl lead* (TEL) pada bahan bakar terutama bensin, diketahui bisa menjadi racun. Daya racun yang dimiliki oleh logam berat ini dapat menjadi penghalang bagi aktivitas enzim baik dalam proses fisiologis maupun pada metabolisme. Timbal yang masuk ke dalam sel akan menghambat sistem perbaikan DNA seperti, *polymerase* dan *ligase*. Teori lain menyebutkan bahwa mekanisme pembentukan mikronukleus dimulai dengan bahan yang bersifat mutagen bersifat toksik untuk gen (genotoksik). Mutasi yang luas dapat menyebabkan patah kromosom. Bagian kromosom yang patah pada fase anaphase dapat bergabung dengan nukleus utama pada fase telofase, namun dapat pula membentuk nukleus sekunder yang lebih kecil. Nukleus sekunder yang lebih kecil ini disebut mikronukleus. Saat sel normal membelah, maka kromosom yang telah membelah akan tertarik oleh benang spindel yang

melekat di sentromer ke kedua kutub sel. Bila kromosom patah, maka patahannya itu tidak memiliki sentromer dan saat kromosom tertarik ke kedua kutub sel, patahan kromosom tidak ikut. Kemudian, saat membran inti terbentuk maka patahan kromosom akan berada di luar inti.

Ujung akar tanaman merupakan organ yang paling sensitif terhadap tekanan lingkungan. Timbal (Pb) dianggap sebagai salah satu kontaminan logam berat paling umum di lingkungan yang salah satunya berasal dari bensin (Pattee & Pain, 2003). Permasalahan pencemaran Pb dengan berkembangnya industri modern dan pertanian menjadi perhatian utama karena bersifat non esensial dan berpotensi toksik bagi tumbuhan, hewan dan manusia. Pb dapat dengan mudah diserap, ditransformasikan, dan terakumulasi dalam jaringan tanaman di mana akar merupakan tempat utama akumulasi (Kumar et al., 2012). Pb ditemukan terakumulasi dalam vakuola sel dan dinding sel ujung akar *Allium sativum* (Jiang dan Liu 2010).

Pb pada tumbuhan tingkat tinggi diserap salah satunya melalui akar. Toksisitas Pb pada banyak tanaman yang tidak toleran dilaporkan terkait dengan gangguan mitosis. Pb mengganggu organisasi dan fungsi Mikrotubulus. Mikrotubulus (MTs), salah satu komponen kunci dari sitoskeleton eukariotik, memainkan peran sentral dalam berbagai aktivitas seperti pembelahan sel, ekspansi sel, diferensiasi sel, organisasi sitoplasma dan motilitas intraseluler (Wasteneys, 2003). MTs sitoplasma dapat mengubah orientasi mereka sebagai respons terhadap berbagai rangsangan eksternal dan internal. MTs yang rusak tidak dapat menyelesaikan siklus sel yang berarti kromosom tidak dapat membelah dengan baik, yang akhirnya

menyebabkan penyimpangan kromosom (Xu et al., 2009).

Substansi genotoksik yang masuk akan menggagu proses repair mechanism, genotoksik akan menyebabkan mutasi dan perbaikan sel atau apoptosis tidak akan terjadi. Hasilnya adalah sel rusak akan tetap mengalami siklus sel sampai selesai dan menyebabkan kelainan sel yang diekspresikan dalam bentuk mikronukleus.

Pb berperan cukup signifikan dalam menghambat proses perbaikan DNA sehingga akan menimbulkan kerusakan DNA yang kemudian dapat diekspresikan dalam bentuk mikronukleus. Proses penghambatan ini berkaitan dengan keterikatan Pb terhadap enzim-enzim yang terlibat dalam proses perbaikan DNA seperti polimerase, ligase, dan kalmodulin.

Sedikit yang diketahui tentang mekanisme kerja dan efek toksik BTEX, termasuk kemungkinan efek aditif, antagonis atau sinergis dari zat ini pada organisme target. Sebagian besar informasi tentang interaksi senyawa semacam itu dibatasi pada kombinasi binernya (ATSDR, 2004). Dânia dkk (2011) dalam penelitiannya berhipotesis bahwa efek genotoksik yang disebabkan oleh BTEX dalam sel meristematik *Allium cepa* L., mungkin terkait dengan genotoksisitas benzena dan aksi sinergis antar komponen dalam campuran juga.

Dânia dkk (2011) menyatakan bahwa mikronuklei dibentuk oleh induksi pemutusan kromosom selama pembelahan sel, serta oleh pengusiran materi genetik berlebih oleh tunas inti, yang kemudian akan dihilangkan dalam bentuk mikronukleus. Berdasarkan Whysner dkk. (2004) benzena dianggap sebagai penghambat enzim topoisomerase II, yang bertanggung jawab atas penyambungan kembali fragmen DNA

selama proses replikasi, yang menghasilkan efek klastogenik benzena. Bahkan, Alberts dkk. (2008) menegaskan bahwa penghambatan topoisomerase II menyebabkan kusutnya kromosom anak, yang tetap terjalin dan oleh karena itu tidak dapat dipisahkan setelah replikasi. Jadi, jika kerusakan seperti itu tidak diperbaiki, replikasi DNA yang rusak dapat menyebabkan amplifikasi atau penggandaan materi genetik. Amplifikasi yang diakibatkan oleh benzena dan metabolitnya dikonfirmasi oleh Ji et al. (2009) ketika mereka memverifikasi duplikasi yang didukung dalam sel, setelah terpapar senyawa ini. Bahan berlebih yang berasal dari amplifikasi, dieliminasi dari nukleus sebagai mikronukleus. Studi yang dilakukan oleh Rank dan Nielsen Menunjukkan bahwa benzena meningkatkan secara signifikan frekuensi penyimpangan kromosom pada sel akar meristematik *Allium cepa* L.

Meskipun beberapa penelitian telah dilakukan dengan komponen campuran BTEX secara terpisah, penilaian konklusif pada efek genotoksik dan mutagenik dari seluruh campuran BTEX masih cukup terbatas. Aksi sinergis campuran BTEX memperkuat aksi mutagenik komponennya. Hal ini dikuatkan oleh Roma-Torres dkk. (2006), yang menganalisis pekerja yang terpapar BTX (*benzene, toluene dan xylene*), menunjukkan bahwa campuran ini mampu menginduksi efek mutagenik dan genotoksik, serta penyimpangan kromosom, mikronuklei, dan kerusakan DNA pada leukosit dari darah tepi.

Data menunjukkan bahwa terdapat peningkatan frekuensi mikronukleus pada setiap peningkatan konsentrasi premium. Frekuensi mikronukleus tertinggi adalah pada konsentrasi 25

persen, semakin tinggi konsentrasi pencemaran akan meningkatkan frekuensi mikronukleus. Hasil penelitian ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Dania dkk. (2011) yang mengkaji tentang kerusakan seluler *Allium cepa* yang disebabkan oleh campuran BTEX, menyatakan bahwa dalam sel meristematik, sampel BTEX 1,2, 4 dan 5 menginduksi peningkatan frekuensi mikronukleus. Selain itu hasil penelitian Marhamah yang mengkaji logam berat plumbum (Pb) terhadap pembentukan mikronukleus pada akar bawang merah (*Allium ascalanum* L.) menyatakan bahwa semakin tinggi dosis larutan plumbum (Pb) yang digunakan maka jumlah mikronukleusnya semakin banyak. Data menunjukkan bahwa frekuensi mikronukleus naik ditinjau dari lama waktu pemaparan. Hasil penelitian ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Ze Jiang, dkk (2014) yang mengkaji tentang penentuan efek genotoksik Pb di sel akar *Allium cepa* L. menyatakan bahwa frekuensi sel dengan kerusakan kromosom meningkat seiring dengan perpanjangan waktu pemaparan

### **SIMPULAN DAN SARAN**

Hasil dari penelitian dan pembahasan memberikan kesimpulan bahwa konsentrasi premium berpengaruh terhadap pembentukan mikronukles akar bawang merah (*Allium cepa*) nilai signifikansi 0,000 ( $p < 0,05$ ), waktu pemaparan berpengaruh terhadap pembentukan mikronukles akar bawang merah (*Allium cepa*) nilai signifikansi 0,014 ( $p < 0,05$ ), interaksi antara konsentrasi dan lama waktu pemaparan tidak berpengaruh terhadap pembentukan mikronukles akar bawang merah (*Allium cepa*) 0,999 ( $p > 0,05$ ).

### **REFERENSI**

- Alberts, B., Johnson, A., Walter, P., Lewis, J., Raff, M., & Roberts, K. (2008). *Molecular cell biology*. New York: Garland Science.
- ATSDR-AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES, A. D. R. (2004). Interaction profile for: Benzene, toluene, ethylbenzene, and xylenes (BTEX). US Department of Health and Human Services Public Health Service Atlanta.
- Ayudya, M. P. D. (2017). *Dinamika Pola Perilaku Supply-Demand Pada Pengelolaan Persediaan Bahan Bakar Minyak Untuk Sektor Transportasi Di Wilayah Jawa Timur* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Ismiyati, I., Marlita, D., & Saidah, D. (2014). Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor. *Jurnal Manajemen Transportasi dan Logistik*, 1(3), 241–248.
- Kumar, A., Prasad, M. N. V., & Sytar, O. (2012). Lead toxicity, defense strategies and associated indicative biomarkers in *Talinum triangulare* grown hydroponically. *Chemosphere*, 89(9), 1056–1065.
- Mazzeo, D. E. C., Fernandes, T. C. C., & Marin-Morales, M. A. (2011). Cellular damages in the *Allium cepa* test system, caused by BTEX mixture prior and after biodegradation process. *Chemosphere*, 85(1), 13–18.
- Muhartiningsih, S., & Yuningtyaswari, Y. (2019). Perbandingan Pengaruh Pendedahan Uap Bensin Jenis Pertamina Dan Premium Terhadap Gambaran Histologi Bronkus Tikus Putih (*Rattus Norvegicus*) Jantan. *MAGNA MEDICA: Berkala*

- Ilmiah Kedokteran Dan Kesehatan, 6(1), 19–30.
- Pattee, O., & Pain, D. (2003). Lead in the environment (Florida). Lewis Publishers, CRC Press LCC.
- PD, S. (2014). Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif. Pdf. Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D.
- Rank, J., & Nielsen, M. H. (1994). Evaluation of the Allium anaphase-telophase test in relation to genotoxicity screening of industrial wastewater. *Mutation Research/Environmental Mutagenesis and Related Subjects*, 312(1), 17–24.
- Roma-Torres, J., Teixeira, J. P., Silva, S., Laffon, B., Cunha, L. M., Méndez, J., & Mayan, O. (2006). Evaluation of genotoxicity in a group of workers from a petroleum refinery aromatics plant. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 604(1–2), 19–27.
- Sholikhah, I. (2018). Analisis Sistem Antrian Pada Pit Service Sepeda Motor Menggunakan Teori Antrian (Studi Kasus: Antrian Service Sepeda Motor di Honda Sales Office (HSO) Jombor).
- Wasteneys, G. O. (2003). *Microtubules show their sensitive nature*. Oxford University Press.
- Whysner, J., Reddy, M. V., Ross, P. M., Mohan, M., & Lax, E. A. (2004). Genotoxicity of benzene and its metabolites. *Mutation Research/Reviews in Mutation Research*, 566(2), 99–130.
- Xu, P., Liu, D., & Jiang, W. (2009). Cadmium effects on the organization of microtubular cytoskeleton in interphase and mitotic cells of *Allium sativum*. *Biologia Plantarum*, 53(2), 387–390.