



DAMPAK PEMBERIAN MONOSODIUM GLUTAMAT TERHADAP KESEHATAN

Melia Munasiah

Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung, Jl. Prof. DR. Ir. Sumatri Brojonegoro No.1, Gedong Meneng, Kec. Rajabasa, Kota Bandar Lampung, Lampung, Indonesia 35145
meliamunasiah94@gmail.com (+628993365733)

ABSTRAK

Monosodium glutamat atau MSG merupakan zat aditif makanan yang digunakan secara luas diberbagai negara untuk memberi tambahan rasa pada makanan yang akan disajikan. Jika MSG dikonsumsi oleh seseorang yang tidak toleransi dengan jumlah lebih dari 3gr/hari akan dapat menimbulkan efek yang merugikan bagi kesehatan. Gejala sindrom kompleks antara lain: rasa terbakar pada daerah leher bagian belakang menjalar ketangan dan dada, mati rasa pada daerah belakang leher, rasa kaku pada wajah, nyeri dada, mual, dan mengantuk. Penulisan artikel ini menggunakan studi arikel review. Sumber pustaka yang digunakan dalam menyusun literatur ini menggunakan buku pedoman dan penelitian-penelitian terbaru yang didapat melalui proses *literature searching*terkait hubungan pemberian MSG terhadap kesehatan. Tahun penerbitan artikel yang digunakan adalah antara tahun 2000-2018 dari beberapa sumber yang didapatkan. Berdasarkan *review* terhadap bukti-bukti ilmiah yang telah dilakukan tentang keamanan MSG menyimpulkan bahwa tidak ada bukti ilmiah bahwa penambahan MSG dalam makanan dalam jangka panjang menyebabkan kerusakan sel saraf.

Kata kunci: kesehatan; monosodium glutamate

IMPACT OF GIVING MONOSODIUM GLUTAMATE ON HEALTH

ABSTRACT

Monosodium glutamate or MSG is a food additive that is widely used in various countries to add flavor to the food to be served. If MSG is consumed by someone who cannot tolerate the amount of more than 3g / day, it will cause detrimental effects on health. Symptoms of the complex syndrome include: burning sensation in the back of the neck spreading to the arms and chest, numbness in the back of the neck, facial stiffness, chest pain, nausea, and drowsiness. The writing of this article uses a review article study. The source of the literature used in compiling this literature uses manuals and recent studies obtained through the process of literature searching related to the relationship of MSG to health. The publication year of the articles used is between 2000-2018 from several sources obtained. Based on a review of the scientific evidence that has been conducted on the safety of MSG, it is concluded that there is no scientific evidence that the addition of MSG in food in the long term causes nerve cell damage.

Keywords: health; monosodium glutamate

PENDAHULUAN

Monosodium glutamat atau MSG merupakan zat aditif makanan yang digunakan secara luas diberbagai negara untuk memberi tambahan rasa pada makanan yang akan disajikan (El-Shobaki et al., 2016). Negara yang

paling sedikit mengonsumsi MSG yaitu Amerika Serikat, dan yang paling banyak yakni Cina, sedangkan di Indonesia, sekitar 77,6% populasi mengonsumsi MSG lebih dari satu kali per hari. Setiap tahun produksi MSG Indonesia mencapai 254.900 ton/tahun

dengan konsumsi mengalami kenaikan rata-rata sekitar 24,1% per tahun (Riskesdas, 2018). *Food and Agriculture Organization* (FAO) dan *World Health Organization* (WHO) menyebutkan dosis harian MSG sekitar 120 mg/kgBB/hari (Kurtanty et al., 2019). (Food and Drug Administration, 2012) menyatakan bahwa rata-rata konsumsi harian pada dewasa sekitar 13 gram glutamat dari protein dalam makanan, sementara tambahan MSG sekitar 0,55 gram. Survei yang dilakukan oleh Persatuan Pabrik Monosodium Glutamat dan Asam Glutamat Indonesia memperkirakan konsumsi MSG pada tahun 2004 mencapai 1,53 gram/kapita/hari di Indonesia (Kurtanty et al., 2019). Kementerian Kesehatan atau (Kemenkes, 2018) menganjurkan untuk membatasi penggunaan MSG maksimal 1-2 sendok teh/hari dimana dalam 1 sendok teh setara dengan 4-6 gram.

Monosodium glutamat bila dikonsumsi melampaui batas maksimum dan terus-menerus dalam jangka waktu yang lama tentu akan menimbulkan berbagai macam efek samping tanpa disadari (Alatas, 2011). Jika MSG dikonsumsi oleh seseorang yang tidak toleransi dengan jumlah lebih dari 3gr/hari akan dapat menimbulkan efek yang merugikan bagi kesehatan. Gejala yang timbul akibat konsumsi MSG disebut dengan sindrom kompleks MSG. Gejala sindrom kompleks antara lain: rasa terbakar pada daerah leher bagian belakang menjalar ketangan dan dada, mati rasa pada daerah belakang leher, rasa kaku pada wajah, nyeri dada, mual, dan mengantuk (Kazmi et al., 2017).

Beberapa penelitian pada hewan coba telah membuktikan bahwa MSG merupakan racun bagi berbagai organ seperti hati, otak, timus, dan ginjal.

Konsumsi MSG melalui proses absorpsi di usus, didistribusikan ke seluruh tubuh dan mengalami proses metabolisme di hepar dan selanjutnya diekskresikan melalui feses maupun urin. Ginjal merupakan organ ekskresi utama yang sangat penting untuk mengeluarkan sisa-sisa metabolisme tubuh, termasuk zat-zat toksik yang tidak sengaja masuk ke dalam tubuh dapat menyebabkan efek pada ginjal. Metabolisme glutamat ginjal yang berlebihan seperti pada asupan MSG kronis dapat menjadi sumber ROS. Penurunan kadar enzim anti-oksidan utama dan peningkatan peroksidasi lipid telah ditunjukkan pada ginjal tikus kronis yang terpapar MSG. Juga, dosis tinggi glutamat telah terbukti menginduksi toksisitas yang signifikan dalam sel-sel kultur ginjal (diniz et al, 2004; Farombi & Onyema, 2006; Pavlovic et al., 2009; Sharma, 2015).

MSG dikaitkan dengan hipersensitivitas. Hasil penelitian yang terkait hal tersebut sangat bervariasi, namun berbagai anggapan negatif masih ramai di tengah masyarakat awam maupun kalangan intelektual. Seorang peneliti mempelajari fenomena ini sebagai *pseudo-foodallergy*, dan menemukan sekitar 30% dewasa Amerika Serikat percaya bahwa mereka menderita alergi makanan. Padahal realitanya, hanya kurang dari 2% orang yang benar-benar sensitif terhadap makanan tertentu maupun bahan tambahan makanan. Berdasarkan hasil penelitian oleh Dr. Daryl Altman (konsultan medis pada *Allerx Incorporated and the Food Allergy* MSG juga dikaitkan dengan hipersensitivitas. Hasil penelitian yang terkait hal tersebut sangat bervariasi, namun berbagai anggapan negatif masih ramai di tengah masyarakat awam maupun kalangan intelektual. Seorang

peneliti mempelajari fenomena ini sebagai *pseudo-foodallergy*, dan menemukan sekitar 30% dewasa Amerika Serikat percaya bahwa mereka menderita alergi makanan. Padahal realitanya, hanya kurang dari 2% orang yang benar-benar sensitif terhadap makanan tertentu maupun bahan tambahan makanan. Berdasarkan hasil penelitian oleh Dr. Daryl Altman (konsultan medis pada *Allerx Incorporated and the Food AllergyCenter*) menyampaikan, tidak ada partisipan yang mengalami gejala hipersensitivitas meskipun mengonsumsi MSG dalam jumlah besar. Walau demikian, masyarakat tetap saja percaya bahwa konsumsi MSG dapat menimbulkan masalah. Selama puluhan tahun MSG masih dikaitkan dengan penyebab penyakit kanker, serangan jantung, obesitas, asma, serta penyakit lainnya, bahkan berpengaruh pada kecerdasan (Risksedas, 2018).

Berdasarkan beberapa penelitian pada hewan coba yang didapatkan membuktikan adanya pengaruh pemberian Monosodium glutamate terhadap kerusakan organ tubuh, tetapi artikel yang menjelaskan mengenai dampak pemberian Monosodium glutamate terhadap kesehatan manusia sangat kurang. Penulisan artikel ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana dampak dari pemberian MSG terhadap kesehatan manusia.

METODE

Penulisan artikel ini menggunakan studi literatur review. Sumber pustaka yang digunakan dalam menyusun literatur ini menggunakan buku pedoman dan penelitian-penelitian terbaru yang didapat melalui proses *literature searching* terkait monosodium glutamate dan kesehatan. Tahun penerbitan

beberapa artikel yang didapatkan adalah antara tahun 2000-2018 sebanyak 20 sumber yang digunakan.

HASIL

Monosodium glutamat atau MSG merupakan zat aditif makanan yang digunakan secara luas diberbagai negara untuk memberi tambahan rasa pada makanan yang akan disajikan (El-Shobaki et al., 2016). *Monosodium glutamat* bila dikonsumsi melampaui batas maksimum dan terus-menerus dalam jangka waktu yang lama tentu akan menimbulkan berbagai macam efek samping tanpa disadari (Alatas, 2011). Badan-badan kesehatan dunia saat ini, seperti JEFCA, Komunitas Kesehatan Eropa, US FDA dan BPOM memberikan batas asupan harian dalam penggunaan MSG adalah *NOT SPECIFIED* atau secukupnya. Di Amerika, penggunaan MSG dimasukkan dalam kategori GRAS sama seperti penggunaan garam, gula dan soda kue. FAO/WHO mencatat batas maksimum konsumsi MSG yang dapat diterima dan dianggap memenuhi batas keamanan (*safety level*) adalah 120mg/kg berat badan per hari. Kadar glutamat dalam darah baru akan meningkat signifikan hanya jika glutamate dikonsumsi dalam jumlah besar (>5 g MSG), itupun akan kembali ke kadar normal dalam waktu dua jam.

Joint Expert Committee on Food Additive (JECFA-FAO/WHO) suatu lembaga yang mengkaji tentang penggunaan dan keamanan Bahan Tambahan Pangan (BTP) dibawah FAO dan WHO dalam review tim ahlinya pada tahun 1988 menyimpulkan bahwa MSG aman, dan uji klinis dikontrol dan secara acak buta ganda tidak menunjukkan MSG menimbulkan *Chinese Restaurant Syndrome* dan MSG tidak memperparah penyakit

asma. Komite ilmiah Masyarakat Eropa yang dikenal dengan sebutan *The Scientific Committee for Food of the Commission of the European Communities (SCF)* juga melakukan kajian ilmiah yang mendalam pada tahun 1991, dan menyimpulkan bahwa MSG aman dikonsumsi sebagai BTP. Selanjutnya *Federation of American Societies of Experimental Biology (FASEB)* pada tahun 1995 berdasarkan *review* terhadap bukti-bukti ilmiah yang telah dilakukan tentang keamanan MSG menyimpulkan bahwa tidak ada bukti ilmiah bahwa penambahan MSG dalam makanan dalam jangka panjang menyebabkan kerusakan sel saraf (Fao, 2000).

Di Indonesia, lembaga yang berwenang dalam hal ini adalah Kementerian Kesehatan dan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM). Pemerintah Indonesia berdasarkan *review* terhadap kajian ilmiah dari mancanegara, dan ditetapkan oleh lembaga-lembaga yang berwenang secara internasional tersebut, menetapkan melalui PerMenkes 722/1988 bahwa MSG adalah BTP penguat rasa yang diizinkan dengan penggunaan secukupnya. Selanjutnya berbagai penelitian setelah kesimpulan berbagai lembaga tadi masih banyak penelitian klinis dengan desain yang lebih kokoh dilakukan, seperti penelitian multisenter oleh (Geha et al., 2000) di Amerika dan penelitian klinis oleh (Prawirohardjono et al., 2000) di Yogyakarta yang membuktikan bahwa penambahan MSG pada pangan adalah aman dan terdapat segelintir individu yang sensitif. Individu yang sensitif, seperti alergi, tidak dianjurkan untuk menggunakan MSG pada makanannya.

PEMBAHASAN

Monosodium glutamat atau MSG merupakan zat aditif makanan yang digunakan secara luas diberbagai negara untuk memberi tambahan rasa pada makanan yang akan disajikan (El-Shobaki et al., 2016). *Monosodium glutamat* bila dikonsumsi melampaui batas maksimum dan terus-menerus dalam jangka waktu yang lama tentu akan menimbulkan berbagai macam efek samping tanpa disadari (Alatas, 2011) Jika MSG dikonsumsi oleh seseorang yang tidak toleransi dengan jumlah lebih dari 3gr/hari akan dapat menimbulkan efek yang merugikan bagi kesehatan. Gejala yang timbul akibat konsumsi MSG disebut dengan sindrom kompleks MSG. Gejala sindrom kompleks antara lain: rasa terbakar pada daerah leher bagian belakang menjalar ketangan dan dada, mati rasa pada daerah belakang leher, rasa kaku pada wajah, nyeri dada, mual, dan mengantuk (Ardyanto, 2004).

Food and Agriculture Organization (FAO) dan *World Health Organization (WHO)* menyebutkan dosis harian MSG sekitar 120 mg/kgBB/hari (Kurtanty et al., 2019). (Food and Drug Administration, 2012) menyatakan bahwa rata-rata konsumsi harian pada dewasa sekitar 13 gram glutamat dari protein dalam makanan, sementara tambahan MSG sekitar 0,55 gram. Survei yang dilakukan oleh Persatuan Pabrik Monosodium Glutamat dan Asam Glutamat Indonesia memperkirakan konsumsi MSG pada tahun 2004 mencapai 1,53 gram/kapita/hari di Indonesia (Kurtanty et al., 2019). Kementerian Kesehatan atau (Kemenkes, 2018), menganjurkan untuk membatasi penggunaan MSG maksimal 1-2 sendok teh/hari dimana

dalam 1 sendok teh setara dengan 4-6 gram.

Asam glutamat (asam bebas dari MSG) adalah unsur pokok dari protein yang terdapat secara alamiah pada bermacam-macam sayuran seperti kacang kedelai, daging, unggas, susu, *seafood*, dan air susu ibu (ASI). Asam glutamat terdapat sekitar 8-10% pada makanan yang mengandung protein tidak termasuk glutamin. Akan tetapi, asam glutamat bebas hanya terdapat pada kadar yang rendah di dalam makanan kecuali pada beberapa makanan seperti tomat (246 mg/100 g makanan, atau sekitar 300 mg dalam tomat ukuran sedang), jagung (106 mg/100 g makanan, atau sekitar 150 mg dalam jagung ukuran besar), dan beberapa keju (keju parmesan, 1520±1680mg/100 g makanan, atau 152±168 mg dalam 2 sendok makan keju parut; keju Roquefort, 1620 mg/100 g makanan, atau sekitar 500 mg/1 dalam sekali penyajian; keju gouda, 580 mg/100 g makanan, atau sekitar 175 mg/1 dalam sekali penyajian). Konsumsi tomat maupun satu atau dua macam keju di atas akan meningkatkan jumlah MSG yang dimakan sebesar 10mg/kg. Jumlah ini lebih kecil dibandingkan kadar asam glutamat yang terdapat secara alami dalam makanan yang mengandung protein. Jumlah asam glutamat yang melalui proses pencernaan dari sumber alami yang berasal dari makanan sekitar 100±150 mg/kg/hari. Oleh karena itu, rerata asam glutamat yang terdapat pada tubuh manusia terdiri atas 10 g glutamat bebas (2,3 g terdapat di otak) dan 2 g dalam bentuk terikat.

Adapun manfaat dari MSG bagi tubuh sebagai berikut: (1)memperkuat rasa pada makanan. (2)menambah total intensitas rasa pada makanan. Kualitas

rasa yang dibawa oleh MSG adalah berbeda dengan 4 macam rasa dasar. (3)mempertinggi karakteristik rasa tertentu pada makanan dalam hal kontinuitas, pengaruh yang kuat, kelembutan,dan kekentalan. (4)mempertinggi rasa yang khas pada makanan jenis daging (sapi atau ayam). (5)mempunyai efek rasa yang sama pada air kaldu daging meskipun dikatakan MSG tidak memberikan efek aroma. (6)menambah kelezatan pada makanan.

Glutamat dalam sirkulasinya akan memiliki reseptor yang bersifat *inotropic* dan *metabotropic*. *Inotropic* memiliki tiga reseptor, yaitu *N-methyl-D-aspartate-receptor* (NMDA), *α-amino-3-hydroxy-5-methyl-4-isoxazolepropionate receptor* (AMPA) dan *kainite receptor* (KA). Reseptor NMDA dapat ditemui pada organ dan jaringan ekstraneuronal. Organ yang paling dominan ialah otak pada bagian *cortex cerebral* dan *hippocampus*, sedangkan jaringan ekstraneuronal seperti sel β pankreas, ginjal, limfosit (Gao et al., 2014; Zakaria et al., 2016). Reseptor NMDA, AMPA, *kainite receptor* dan *metabotropic receptor* akan teraktivasi oleh glutamat mengakibatkan pembukaan kanal ion Ca^{2+} dan influks Na^{+} , masuknya ion Ca^{2+} akan memicu ekskresi beberapa enzim seperti protease, fosfolipase dan endonuklease. Enzim tersebut berperan penting dalam penyusunan membran sel. Influks Na^{+} mengakibatkan terjadinya fase osmotik awal pada kerusakan sel berupa lisis sel atau ledakan sel (Mehta et al., 2013). Peningkatan ekskresi enzim-enzim tersebut mengakibatkan pelepasan radikal oksigen bebas (ROS) dalam bentuk radikal superoxide (O_2^{-}), *hydroxyl* (OH) dan *perhydroxyl* (H_2O_2) yang dapat mengakibatkan kematian sel

secara exitotoksik dan terjadinya peroksidasi lipid, peroksidasi protein dan kerusakan DNA. Kadar ROS yang tinggi dan adanya gangguan regulasi antioksidan mengakibatkan kerusakan sel neuron sehingga memicu beberapa penyakit, yaitu penyakit saraf degeneratif. Penyakit saraf degeneratif yang terjadi akan menyebabkan gangguan aktifitas tubuh termasuk keseimbangan memori, koordinasi, pernafasan, pembicaraan dan fungsi jantung (Lee et al., 2009).

Selama puluhan tahun, MSG memang masih selalu dikaitkan dengan penyebab kanker, serangan jantung, obesitas selain berbagai penyakit yang telah dipaparkan di atas. Meskipun bukti penelitian yang diberikan menuai banyak kritik dan dianggap meragukan, namun ada spekulasi bahwa dengan mengonsumsi MSG dalam jumlah besar dalam makanan dapat meningkatkan reseptor glutamat dalam tubuh akan selalu dijadikan sebagai acuan. Bila terjadi gangguan fungsi pada reseptor glutamat maka dianggap akan menyebabkan gangguan persarafan, akan tetapi banyak ahli yang menyatakan bahwa kondisi ini bukan disebabkan oleh konsumsi glutamat dalam makanan.

SIMPULAN

Berdasarkan *review* terhadap bukti-bukti ilmiah yang telah dilakukan tentang keamanan MSG menyimpulkan bahwa tidak ada bukti ilmiah bahwa penambahan MSG dalam makanan dalam jangka panjang menyebabkan kerusakan sel saraf.

DAFTAR PUSTAKA

Alatas, S. S. S. (2011). *Status Gizi Anak Usia Sekolah (7-12 Tahun) dan Hubungannya dengan Tingkat Asupan Kalsium Harian di*

Yayasan Kampungkids Pejaten Jakarta Selatan. 16–27.

Ardyanto, T. (2004). MSG dan Kesehatan: Sejarah, Efek dan Kontroversinya. *Inovasi*, 1(XVI), 52–56.

diniz YS, Fernandes AAH, Campos KE, Mani F, Ribas BO, N. E. (2004). toxicity of hypercaloric diet and monosodium glutamate: oxidative stress and metabolic shifting in hepatic. *Food and Chemical Toxicology*, 42(2), 313–317. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2003.09.006>

El-Shobaki, F. A., Mahmoud, M. H., Attia, A. E.-R. M., Refaat, O. G., & El-Haggar, E. F. (2016). The Effect of Monosodium Glutamate (msg) on Brain Tissue, Oxidation State, True Cholinesterase and Possible Protection against Health Hazards Using Natural Spices. *Der Pharma Chemica*, 8(23), 44–50.

Fao. (2000). *Monosodium L-glutamate*. Journal or Nutrition.

Farombi, E. O., & Onyema, O. O. (2006). Monosodium glutamate-induced oxidative damage and genotoxicity in the rat: Modulatory role of vitamin C, vitamin E and quercetin. *Human and Experimental Toxicology*, 25(5), 251–259. <https://doi.org/10.1191/0960327106ht621oa>

Food and Drug Administration. (2012). *Questin and Answers on Monosodium glutamate (MSG)*. U.S. Food & Drug Administration.

Gao, H., Mejhert, N., Fretz, J. A., Arner, E., Lorente-Cebrián, S.,

- Ehrlund, A., Dahlman-Wright, K., Gong, X., Strömblad, S., Douagi, I., Laurencikienė, J., Dahlman, I., Daub, C. O., Rydén, M., Horowitz, M. C., & Arner, P. (2014). Early B cell factor 1 Regulates adipocyte morphology and lipolysis in white adipose tissue. *Cell Metabolism*, *19*(6), 981–992.
<https://doi.org/10.1016/j.cmet.2014.03.032>
- Geha, R. S., Beiser, A., Ren, C., Patterson, R., Greenberger, P. A., Grammer, L. C., Ditto, A. M., Harris, K. E., Shaughnessy, M. A., Yarnold, P. R., Corren, J., & Saxon, A. (2000). Glutamate Safety in the Food Supply Review of Alleged Reaction to Monosodium Glutamate and Outcome of a Multicenter Double-Blind Placebo-Controlled Study 1,2. *J. Nutr*, *130*(April), 1058–1062.
- Kazmi, Z., Fatima, I., Perveen, S., & Malik, S. S. (2017). Monosodium glutamate: Review on clinical reports. *International Journal of Food Properties*, *20*(2), 1807–1815.
<https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1295260>
- Kemenkes. (2018). *Berbahayakah MSG Bagi Tubuh?* Yankes Kemenkes.
- Kurtanty, D., Faqih, D. M., & Upa, N. P. (2019). Review Monosodium Glutamat How to Understand it Properly? In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Lee, H. gon, Zhu, X., Casadesus, G., Pallàs, M., Camins, A., O'Neill, M. J., Nakanishi, S., Perry, G., & Smith, M. A. (2009). The effect of mGluR2 activation on signal transduction pathways and neuronal cell survival. *Brain Research*, *1249*, 244–250.
<https://doi.org/10.1016/j.brainres.2008.10.055>
- Mehta, A., Prabhakar, M., Kumar, P., Deshmukh, R., & Sharma, P. L. (2013). Excitotoxicity: Bridge to various triggers in neurodegenerative disorders. *European Journal of Pharmacology*, *698*(1–3), 6–18.
<https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2012.10.032>
- Pavlovic, V., Pavlovic, D., Kocic, G., Sokolovic, D., Sarac, M., & Jovic, Z. (2009). Ascorbic acid modulates monosodium glutamate induced cytotoxicity in rat thymus. *Bratislava Medical Journal*, *110*(4), 205–209.
- Prawirohardjono, W., Dwiprahasto, I., Astuti, I., Hadiwandowo, S., Kristin, E., Muhammad, M., & Kelly, M. F. (2000). The administration to Indonesians of monosodium L-glutamate in Indonesian foods: An assessment of adverse reactions in a randomized double-blind, crossover, placebo-controlled study. *Journal of Nutrition*, *130*(4 SUPPL.), 1074–1076.
<https://doi.org/10.1093/jn/130.4.1074s>
- Risikesdas. (2018). Potret sehat indonesia dari risikesdas 2018. *Risikesdas*, *10*(2), 1–15.
- Sharma, A. (2015). Monosodium glutamate-induced oxidative kidney damage and possible mechanisms: A mini-review.

Journal of Biomedical Science,
22(1), 1–6.
<https://doi.org/10.1186/s12929-015-0192-5>

Zakaria, A. E., Marwa, A. A., Manal, R. A. E.-H., Reda, A. A. H., & Hebatallah, H. A. (2016). Spirulina protects against tacrolimus-induced hepatic and renal toxicity in rats: A biochemical and histological study. *Journal of Toxicology and Environmental Health Sciences*, 8(7), 46–56.
<https://doi.org/10.5897/jtehs2016.0363>