

Potensi Ekstrak Jagung Sebagai Pencegahan Katarak

Sri Mariati^{1*}, Danang Diasrullah Bhekti², Alfa Sylvestris³, Risma Karlina Prabawati⁴

¹Rumah Sakit Umum Daerah dr. Soedomo dr. Soedomo Trenggalek, mariati@umm.ac.id

²Universitas Muhammadiyah Malang, danangbhekti@gmail.com

³Universitas Muhammadiyah Malang, alfa@umm.ac.id

⁴Universitas Muhammadiyah Malang, risma@umm.ac.id

ABSTRAK

Katarak senilis merupakan katarak yang disebabkan dengan proses penuaan yang dimulai pada usia lebih dari 50 tahun yang disebabkan oleh radikal bebas, seperti spesies oksigen reaktif (ROS), terbentuk sebagai akibat dari paparan eksternal dan internal. Pemanfaatan potensi ekstrak jagung ini memiliki kelebihan dengan efek samping yang minimal dengan memanfaatkan ekstrak jagung yaitu lutein zeaxanthin sebagai pencegahan dari katarak senilis. Tujuan utama dari Literature review ini untuk mengetahui adanya potensi ekstrak jagung (*Zea mays* sp.) terhadap pencegahan katarak senilis. Penelitian ini merupakan kajian pustaka yang menggunakan jurnal nasional sinta dan internasional berindeks Scopus terpublikasi tahun 2016-2021 serta buku literatur diperoleh dari mesin pencarian Google Scholar dan pubmed NCBI. Informasi yang diperoleh untuk menjadi pendukung dalam tujuan penelitian. Katarak disebabkan oleh Reaktif Oksidatif Stres (ROS). Senyawa zeaxanthin bekerja dengan sifat antioksidannya dengan cara mengaktifkan sintesis glutathione (GSH) dalam sel RPE manusia. Zeaxanthin meningkatkan translokasi faktor reseptor Nuklir 2 (Nrf2) dengan mengurangi aktivitas pengikatan Nrf2 ke protein 1 (Keap1) terkait ECH seperti Kelch dalam sel ARPE-19. Nrf2 kemudian menginduksi ekspresi -glutamil-sistein ligase, enzim pembatas laju yang mengatur sintesis GSH, dan dengan demikian meningkatkan jumlah GSH dalam sel. Selanjutnya, penghambatan sintesis GSH oleh buthionine sulphoximine menghapuskan efek perlindungan zeaxanthin terhadap pengurangan potensial membran mitokondria yang diinduksi stres oksidatif dan apoptosis sel dalam sel ARPE-19 sehingga membantu dapat mencegah pembentukan stres oksidatif penyebab katarak senilis. Ekstrak Jagung (*Zea mays* sp.) memiliki potensi dalam pencegahan katarak senilis karena memiliki aktivitas antioksidan yang baik.

Kata kunci: Katarak Senilis, Ekstrak Jagung, Lutein, Zeaxanthin

ABSTRACT

Senile cataract is a cataract caused by the aging process that begins at the age of more than 50 years caused by free radicals, such as reactive oxygen species (ROS), formed as a result of external and internal exposure. Utilization of the potential of this corn extract has advantages with minimal side effects by utilizing corn extract, namely lutein zeaxanthin as a prevention of senile cataract. The main purpose of this literature review is to determine the potential of corn extract (*Zea mays* sp.) on the prevention of senile cataract. This research is literature study using national and international journals with the Scopus index published in 2016-2021 as well as literature books. Journals were obtained from search engines Google Scholar and Pubmed NCBI. Data and information obtained to support the research objectives. Cataracts are caused by Reactive Oxidative Stress (ROS). Zeaxanthin compounds work with their antioxidant properties by activating the synthesis of glutathione (GSH) in human RPE cells. Zeaxanthin increases the translocation of Nuclear receptor factor 2 (Nrf2) by reducing the binding activity of Nrf2 to Kelch like ECH-associated protein 1 (Keap1) in ARPE-19 cells. Furthermore, inhibition of GSH synthesis by buthionine sulphoximine abolished the protective effect of zeaxanthin against oxidative stress-induced reduction of mitochondrial membrane potential and cell apoptosis in ARPE-19 cells thereby helping to prevent the formation of oxidative stress causing senile cataract. Corn extract (*Zea mays* sp.) has potential in the prevention of senile cataract because it has good antioxidant activity

Keywords: Senile Catharact, Corn Extract, Lutein, Zeaxanthin

*Korespondensi Author: Sri Mariati, Rumah Sakit Umum Daerah dr. Soedomo dr. Soedomo Trenggalek, mariati@umm.ac.id, (0355) 793118.

I. PENDAHULUAN

Katarak senilis adalah proses kekeruhan pada lensa yang berhubungan dengan penuaan. Katarak senilis merupakan katarak yang disebabkan dengan proses penuaan yang dimulai

pada usia lebih dari 50 tahun. Katarak senilis adalah jenis katarak yang paling umum. Estimasi kasus prevalensi adalah 90% dari semua kasus katarak. Terapi katarak senilis adalah pembedahan. Katarak senilis lebih baik dilakukan

pembedahan sesegera mungkin. Komplikasi serius lainnya dapat disebabkan oleh waktu operasi yang tertunda.¹ Faktor risiko pembentukan katarak dapat bersifat multifaktorial, antara lain usia, faktor genetik, merokok, paparan sinar matahari, diabetes mellitus (DM), hipertensi, penggunaan steroid, dan obat sistemik. Di antara mereka, usia masih merupakan satu-satunya faktor risiko terpenting untuk katarak.²

Hasil survei di Indonesia tahun 2000 menyebutkan bahwa prevalensi kebutaan di Indonesia memiliki 1,5% dari total populasi, yaitu sekitar 20 juta. Total 1,5% dari penyakit ini, 0,78% pasien yang disebabkan oleh katarak, glaukoma 0,2%, 0,14% kelainan refraksi dan 0,38% disebabkan oleh usia lanjut. Jumlah kebutaan di Indonesia adalah tertinggi di Asia Tenggara. Persentase dari Prevalensi kebutaan di Bangladesh adalah 1%, India 0,7%, Thailand 0,3%.¹

Pertumbuhan ilmu pengetahuan disaat ini memberikan imbas pada pertumbuhan formulasi obat, tidak terkecuali yang memanfaatkan bahan dari tanaman. Salah satunya adalah jagung (*Zea mays*) yang saat ini banyak sekali penelitian tentang jagung. Jagung ialah salah satu komoditas yang diprogramkan pemerintah Indonesia buat menggapai swasembada serta sasaran ekspor. Perihal tersebut disebabkan oleh kebutuhan jagung dalam negara yang bertambah 3,77% tiap tahun.³

Lutein dan Zeaxanthin adalah satu-satunya karotenoid yang ditemukan dalam lensa manusia, meskipun dalam konsentrasi yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan retina. Sekitar 74% dari Lutein dan Zeaxanthin terletak di epitel dan korteks, di mana lensa terkena oksigen dalam humor aqueous di sekitarnya.⁴ Lutein dan zeaxanthin adalah karotenoid paling berlimpah yang ditemukan di kernel jagung.⁵ Dalam tubuh manusia lutein disimpan di mata (retina, segmen luar batang, dan lensa).⁶ Mengonsumsi karotenoid dapat mencegah beberapa degeneratif kronis penyakit, seperti kanker, peradangan, penyakit kardiovaskular, katarak, makula terkait usia.⁷ Tulisan ini diharapkan dapat dijadikan referensi untuk pengkajian yang lebih dalam terkait dengan penelitian potensi ekstrak Jagung sebagai pencegahan katarak senilis.

II. METODOLOGI

Kajian pustaka ini dilakukan dengan metode kajian literatur (*literature review*) dengan mengambil pustaka dari *textbook* yang diterbitkan dalam 10 tahun terakhir dan jurnal yang terakreditasi sinta maupun jurnal yang terindeks scopus Q1-Q2 yang terbit paling lama dalam 5 tahun terakhir. Jurnal didapatkan dari mesin pencarian Hindawi, NCBI, Pubmed, elsevier dan Google Scholar dengan kata kunci *lutein and zeaxanthin for cataract prevention*, dan *effectivity of extract corn*. Kajian dilakukan dengan mengidentifikasi dan melakukan interpretasi-interpretasi hasil penelitian-penelitian sebelumnya

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Fraksi utama lutein dan zeaxanthin sebagian besar ditemukan di biji jagung dan memainkan peran utama dalam kesehatan manusia yang terkait dengan mata. Pada manusia, karotenoid ditemukan di lensa manusia, epitel pigmen retina / koroid (RPE / koroid), itu makula, iris, dan badan siliaris.^{8,9} Oksidasi kumulatif protein atau lipid dalam lensa telah ditemukan terlibat dalam patogenesis katarak, dan antioksidan nutrisi mungkin melindungi lensa terhadap pembentukan katarak. Kerusakan oksidatif yang dipicu oleh cahaya dihipotesiskan sebagai mekanisme yang terlibat dalam katarak senilis dan antioksidan mungkin mencegah atau meminimalkan kerusakan oksidatif pada lensa.

Sebagai satu-satunya karotenoid yang ada dalam lensa, Lutein dan isomernya Zeaxanthin mampu menyaring sinar ultraviolet dan sinar biru, menangkap radikal bebas, dan dengan demikian mungkin mengurangi kerusakan oksidatif akibat cahaya pada lensa, yang menunjukkan bahwa mereka mungkin berperan sebagai pelindung. berperan dalam pencegahan katarak.¹⁰ Zeaxanthin dapat mengaktifkan sifat antioksidannya dengan cara menonaktifkan ROS secara langsung, zeaxanthin mengandung rantai residu isoprena yang mengandung ikatan rangkap terkonjugasi. Ikatan rangkap ini memungkinkan karotenoid untuk menerima elektron ekstra dan menyerap energi dari molekul yang tereksitasi, diikuti dengan disipasi energi yang diserap sebagai panas pada tumbuhan. Selain itu, zeaxanthin juga dapat

bekerja dengan sifat antioksidannya dengan cara mengaktifkan sintesis glutathione (GSH) dalam sel RPE manusia.¹¹

Hanya dua karotenoid, yaitu lutein dan zeaxanthin yang terakumulasi secara selektif di retina mata manusia dari plasma darah di mana lebih dari dua puluh karotenoid yang ada. Lensa dan retina mata manusia terus-menerus terpapar cahaya dan oksigen. Transduksi foto in situ dan fosforilasi oksidatif dalam fotoreseptor menghasilkan tingkat stres fototoksik dan oksidatif yang tinggi, lutein dan zeaxanthin melindungi Retinal Pigment Epithelium (RPE) dari stres ini.¹¹

Dalam retina manusia, lutein adalah karotenoid penting yang dapat menyaring cahaya biru fototoksik dan mengurangi stres oksidatif karena beberapa ikatan gandanya. Lutein tidak dapat disintesis dalam vivo. Setelah dicerna, lutein dikirim ke berbagai jaringan, termasuk jaringan retina dan adiposa.^{12,13}

Terletak di depan mata, lensa ini terus-menerus mengalami stres oksidatif oleh sinar UV dan sumber lainnya. Sejumlah sistem pertahanan antioksidan termasuk enzim antioksidan seperti superoksida dismutase dan antioksidan digunakan dalam lensa untuk melindungi terhadap kerusakan yang dimediasi stres oksidatif. Glutathione adalah antioksidan utama dalam lensa. Berkurangnya glutathione (GSH) hadir pada konsentrasi yang sangat tinggi pada lensa muda, namun tingkat glutathione turun secara signifikan seiring bertambahnya usia, terutama di wilayah tengah lensa. Ini menghasilkan peningkatan stres oksidatif, agregasi protein lensa kemudian, dan akhirnya opacifikasi lensa dan katarak.¹³

Karena katarak dikaitkan dengan stres oksidatif, suplementasi antioksidan telah dipertimbangkan dalam pengobatan katarak. Antioksidan lain yang ada dalam lensa adalah lutein. Menjadi filter cahaya biru, antioksidan ampuh dan suplemen makanan, peran lutein yang mungkin dalam manajemen katarak telah menarik bagi banyak peneliti.¹⁴

Baru-baru ini, studi epidemiologis dan eksperimental telah memberikan bukti bahwa stres oksidatif adalah mekanisme penting yang bertanggung jawab atas inisiasi dan

perkembangan katarak. Stres oksidatif terlibat dalam patogenesis beberapa penyakit mata, seperti katarak. Istilah oksidatif stres telah didefinisikan sebagai gangguan dalam keseimbangan status sistem oksidan/antioksidan dengan akumulasi spesies oksigen reaktif (ROS) dalam sel utuh. ROS tidak hanya dapat membunuh patogen dan mikroba yang menyerang, tetapi juga merusak komponen sel, termasuk protein, lipid, karbohidrat, dan DNA.^{15,16}

Di mata, subtype ROS seperti radikal hidroksil (OH⁻) dan peroksininitrit (ONOO⁻) dapat menyerang molekul biologis yang disebutkan di atas, yang mengarah ke peroksidasi lipid dan berkurangnya antioksidan superoksida dismutase (SOD) dan glutathione (GSH), yang selanjutnya memperburuk stres oksidatif. ROS sebagian besar dihasilkan dalam mitokondria dalam sel epitel lensa dan sel serat superfisial, yang sangat reaktif dan dapat merusak makromolekul dalam sel hidup, seperti lipid, protein, dan asam nukleat, menyebabkan mutagenesis dan kematian sel.¹⁵

ROS ini secara signifikan berkontribusi pada patogenesis banyak gangguan mata-mata termasuk katarak, dan dinetralkan oleh adanya antioksidan endogen di mata. Namun, jika sistem antioksidan endogen tidak cukup ampuh untuk melawan stres oksidatif yang berlebihan, surplus ROS pasti menimbulkan gangguan pada lensa. Namun, jika stres oksidatif berturut-turut menumpuk di mata dan perlindungan dari antioksidan endogen tidak cukup untuk menetralkan ROS surplus atau mempertahankan homeostasis seluler, ROS yang berlebihan ini akan menghasilkan efek yang merugikan dan pada akhirnya menyebabkan kematian sel.¹⁵

Karotenoid adalah pigmen tanaman yang biasanya dapat ditemukan pada tanaman, buah-buahan, dan sayuran yang menyumbang pigmentasi merah, oranye, dan kuning. Mereka terdiri dari dua kelompok-kelompok besar, yaitu, xanthophylls (lutein, zeaxanthin, dan β -cryptoxanthin) dan karoten (β -karoten dan α -karoten). Fraksi utama lutein dan zeaxanthin sebagian besar ditemukan dalam kernel jagung dan memainkan peran utama dalam kesehatan manusia yang terkait dengan mata, terutama

sebagai antioksidan atau filter cahaya biru yang dapat melindungi jaringan okular dari kerusakan fototoksik. Dengan demikian, jagung adalah sumber yang baik dari non-provitamin A karotenoid dengan lutein dan zeaxanthin sebagai komponen utama. Lutein dan zeaxanthin ditemukan dalam kadar tinggi dalam kuning telur, jagung, lada jeruk, Kiwi, anggur, bayam, zucchini, dan labu.^{8,17}

Wanita dan pria dengan asupan karotenoid (lutein/zeaxanthin) sekitar 4 sampai 6 mg/hari telah mengurangi tingkat ekstraksi katarak, menunjukkan bahwa asupan makanan tidak hanya dapat mengurangi kejadian tetapi menunda perkembangan penyakit.¹⁸

Baik penelitian pada hewan maupun in vitro menunjukkan bahwa beberapa karotenoid adalah senyawa dengan aktivitas antioksidan. Lutein telah ditunjukkan untuk mengerahkan tindakan antioksidan yang sangat kuat dengan *quenching singlet oxygen* dan radikal bebas, meskipun tampaknya kurang kuat dari Zeaxanthin. Subczynski dkk. berhipotesis bahwa sifat Lutein mungkin diperkuat oleh lokalisasi di daerah yang paling rentan dari retina dan spesifik orientasi dalam membran. Khususnya, beberapa penelitian telah mengamati bahwa Lutein menghambat kaskade sitokin pro-inflamasi dan faktor transkripsi faktor nuklir-kB (NF-kB). Ada juga bukti kuat bahwa Lutein mengurangi produksi spesies oksigen reaktif (ROS). Efek perlindungan lain dari Lutein terdiri dari kemampuan menyaring cahaya biru, sehingga mengurangi kerusakan fototoksik pada sel fotoreseptor. Beberapa penelitian observasional telah menemukan korelasi yang signifikan antara konsentrasi plasma Lutein yang tinggi dan risiko rendah untuk mengembangkan katarak, dan *Negative association* juga telah dilaporkan antara asupan lutein harian dan risiko katarak, terutama katarak nuklear. Secara khusus, pada lebih dari 30.000 peserta Brown dkk mengamati pengurangan yang signifikan (-19%) dalam risiko katarak dalam kuantil tertinggi asupan Lutein dibandingkan dengan kuantil terendah.¹⁹

Saat ini, studi mengenai efek lutein pada katarak relatif kontroversial. Studi Mata Beaver Dam menunjukkan bahwa subjek dengan kuantil tertinggi asupan lutein memiliki 50%

pengurangan kemungkinan insiden katarak dibandingkan dengan yang ada di kuantil terendah.

Studi lain di antara populasi lansia Finlandia juga melaporkan hasil yang sama, di mana subjek dengan tertile tertinggi konsentrasi plasma lutein memiliki risiko 42% lebih rendah terkena katarak nuklir dibandingkan dengan yang berada di tertile terendah. Namun, satu studi membandingkan kadar karotenoid antara lensa normal dan lensa karactous populasi Amerika dan menemukan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dalam isi lutein dan zeaxanthin.

Studi lain menunjukkan bahwa meskipun kemampuan lutein dalam mengurangi kerusakan oksidatif, efeknya tidak dapat mengkompensasi penipisan glutathione pada katarak terkait usia. Dalam studi AREDS2 baru-baru ini, disimpulkan bahwa bukti suplementasi lutein harian dalam mengurangi risiko operasi katarak atau kehilangan penglihatan tidak signifikan secara statistik. Namun, suplementasi lutein mampu mengurangi risiko operasi di antara subjek yang memiliki kuantil terendah asupan lutein diet. Temuan ini setuju dengan pengetahuan yang sudah ada sebelumnya bahwa kekurangan nutrisi adalah salah satu faktor risiko katarak, menunjukkan bahwa peran bermanfaat lutein paling menonjol diamati di antara populasi yang kurang gizi.¹⁴

Berbagai enzim antioksidan dan protein, seperti *catalase*, *peroxiredoxin 6*, *superoxide dismutase*, *glutathione peroxidase*, dan *glutathione*, telah dilaporkan hadir dalam lensa dan terlibat dalam mempertahankan homeostasis lentikular.

Telah dilaporkan bahwa pemberian antioksidan mengurangi risiko perkembangan katarak. Misalnya, lutein dan zeaxanthin, yang secara alami terjadi karotenoid di mata, berpotensi mengurangi perkembangan katarak dengan menyerap cahaya yang terlihat panjang gelombang pendek dan memuaskan ROS. Meskipun uji coba acak skala besar telah melaporkan bahwa baik multivitamin dan lutein memiliki efek pencegahan katarak, buktinya belum meyakinkan. Hasil menunjukkan bahwa lutein memiliki peran potensial dalam mengurangi risiko katarak. Fungsi antioksidan

lutein, bersama dengan kemampuannya untuk menekan cahaya biru yang mencapai fotoreseptor, dapat disebabkan oleh sifatnya yang mencegah katarak.²⁰

Lutein memainkan peran antioksidan kunci di retina dan dengan demikian melindungi mata dari peradangan dan sampai saat ini, sebagian besar data telah diperoleh pada fungsi pelindung lutein dalam kesehatan mata dalam kaitannya dengan degenerasi makula terkait usia.

Menurut Manayi et.al., generasi ROS dan spesies nitrogen reaktif (NOS) di mata menimbulkan sebagai faktor risiko dalam inisiasi dan perkembangan katarak yang dapat diperbaiki dengan asupan antioksidan dari makanan. Padmanabha dan Vallikannan, 2018 menyelidiki efek kombinasi asam lutein-lemak pada pembentukan katarak pada tikus laboratorium. Dari penelitian tersebut, dilaporkan bahwa risiko perkembangan katarak berkurang dengan pemberian antioksidan diet terutama lutein dan zeaxanthin. Aktivitas anti-katarak lutein diyakini disumbangkan oleh tingginya kandungan asam eicosapentaenoic dan docosahexaenoic, relatif terhadap asam linoleat atau oleat. Aktivitas antioksidan lutein dikombinasikan dengan mediator inflamasi eikosanoid asam lemak, menghasilkan efek perlindungan yang terlihat terhadap perkembangan katarak. Hasilnya menunjukkan bahwa kombinasi penggunaan lutein dan asam lemak omega-3 untuk mencegah katarak dapat secara efektif mengatur OS dan peradangan.^{21,22}

IV. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan kajian terhadap studi terdahulu dan pembahasan, dapat ditarik kesimpulan bahwa Zeaxanthin berpotensi dapat mengurangi stres oksidatif penyebab katarak dengan cara mengaktifkan sintesis glutathione (GSH) dan Pemberian suplemen teratur Lutein dan zeaxanthin dapat menghasilkan kadar pigmen makula yang lebih tinggi sehingga berpotensi mencegah secara langsung terhadap stres oksidatif penyebab katarak senilis.

Perlu penelitian lebih lanjut terkait pengaruh ekstrak jagung terhadap pencegahan katarak. Dengan ditemukannya beberapa literatur mengenai potensi lutein dan zeaxanthin

diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui potensi bahan lain yang terkandung pada ekstrak jagung apakah berpengaruh terhadap pencegahan katarak senilis.

REFERENSI

1. Suryathi NMA. Juliari IGAM. Andayani A. Jayanegara IWG. Ratnasari N. Putrawati AAM. Barriers of Cataract Surgery in South Timor Tengah, East Nusa Tenggara-Indonesia. *The Open Public Health Journal*. 2019; 12(1): 7–10. Available from: <https://doi.org/10.2174/1874944501912010007>
2. Yu HJ. Kuo MT. Wu PC. Clinical characteristics of presenile cataract: Change over 10 years in southern Taiwan. *BioMed Research International*. 2021. Available from: <https://doi.org/10.1155/2021/9385293>
3. Kementan RI. Katarak penyebab kebutaan terbanyak. 2019. Available from: <https://www.kemkes.go.id/article/view/2010060004/katarak-penyebab-terbanyak-kebutaan.html>
4. Scripsema NK. Hu D. Rosen RB. The Clinical Management of Eye Disease. *Journal of Ophthalmology*. 2015;
5. Baseggio M. Murray M. Magallanes-Lundback M. Kaczmar N. Chamness J. Buckler ES. et al. (2020). Natural variation for carotenoids in fresh kernels is controlled by uncommon variants in sweet corn. *Plant Genome*. 2020; 13(1): 1–19. Available from: <https://doi.org/10.1002/tpg2.20008>
6. Perrone S. Tei M. Longini M. Buonocore G. The Multiple Facets of Lutein: A Call for Further Investigation in the Perinatal Period. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2016. Available from: <https://doi.org/10.1155/2016/5381540>
7. Song J. Li D. Liu, N. Liu C. He M. Zhang Y. Carotenoid composition and changes in sweet and field corn (*Zea mays*) during kernel development. *Cereal Chemistry*. 2016; 93(4): 409–413. Available from: <https://doi.org/10.1094/CCHEM-11-15-0230-N>
8. Sukto S. Lomthaisong K. Sanitchon J. Chankaew S. Scott MP. Lübberstedt T. Suriharn B.. Zeaxanthin of Yellow Small-Ear Waxy Corn Germplasm. *International Journal of Agronomy*. Available from: <https://doi.org/10.1155/2020/8818768>
9. Roberts J. E. Dennison J. The Photobiology of Lutein and Zeaxanthin in the Eye. *Journal of Ophthalmology*. 2015. Available from: <https://doi.org/10.1155/2015/687173>

10. Jia YP. Sun L. Yu HS. Liang LP. Li W. Ding H. et al. The pharmacological effects of lutein and zeaxanthin on visual disorders and cognition diseases. *Molecules*. 2017; 22(4): 1–22. Available from: <https://doi.org/10.3390/molecules22040610>
11. Hirdyani H. Lutein – the Less Explored Carotenoid. *World Journal of Pharmaceutical Research*. 2017 Jun;528–553. Available from: <https://doi.org/10.20959/wjpr20176-8671>
12. Jeon S. Neuringer M. Kuchan MJ. Erdman J W. Relationships of carotenoid-related gene expression and serum cholesterol and lipoprotein levels to retina and brain lutein deposition in infant rhesus macaques following 6 months of breastfeeding or formula feeding. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 2018; 654: 97–104. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.abb.2018.07.004>
13. Yang J. Li D. Zhang Y. Zhang L. Liao Z. Aihemaitijiang SMY. et al. Lutein protected the retina from light induced retinal damage by inhibiting increasing oxidative stress and inflammation. *Journal of Functional Foods*. 2020; 73: 104107. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.104107>
14. Li LH. Lee JCY. Leung HH. Lam WC. Fu Z. Lo ACY. Lutein supplementation for eye diseases. *Nutrients*. 2020; 12(6): 1–27. Available from: <https://doi.org/10.3390/nu12061721>
15. Qin L. Tao Y. Wang L. Chen H. Liu Y. Huang YF. Hydrogen- rich saline as an innovative therapy for cataract: A hypothesis. *Medical Science Monitor*. 2016; 22: 3191–319. Available from: <https://doi.org/10.12659/MSM.899807>
16. Dogru M. Kojima T. Imsek C. TsubotavxK. Potential role of oxidative stress in ocular surface inflammation and dry eye disease. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*; 59(14 Special Issue): DES163–DES168. Available from: <https://doi.org/10.1167/iovs.17-23402>
17. Milani A. Basirnejad M. Shahbazi S. Bolhassani A. Carotenoids: biochemistry, pharmacology and treatment. *British Journal of Pharmacology*. 2017; 174(11): 1290–1324. Available from: <https://doi.org/10.1111/bph.13625>
18. Braakhuis AJ. Donaldson CI. Lim JC. Donaldson PJ. Nutritional strategies to prevent lens cataract: Current status and future strategies. *Nutrients*. 2019; 11(5). Available from: <https://doi.org/10.3390/nu11051186>
19. Buscemi S. Corleo D. Di Pace F. Petroni M. L. Satriano A. Marchesini G. The effect of lutein on eye and extra-eye health. *Nutrients*. 2018; 10(9): 1–24. Available from: <https://doi.org/10.3390/nu10091321>
20. Ishida H. Shibata T. Shibata S. Tanaka Y. Sasaki H. Kubo E. Lutein plus Water Chestnut (*Trapa bispinosa* Roxb.) Extract Inhibits the Development of Cataracts and Induces Antioxidant Gene Expression in Lens Epithelial Cells. *BioMed Research International*. 2020. Available from: <https://doi.org/10.1155/2020/9204620>
21. Fuad NIN. Sekar M. Gan SH. Lum PT. Vaijanathappa J. Ravi S. Lutein: A comprehensive review on its chemical, biological activities and therapeutic potentials. *Pharmacognosy Journal*. 2020; 12(6): 1769–1778. Available from: <https://doi.org/10.5530/pj.2020.12.239>
22. Padmanabha S. Vallikannan B. Fatty acids modulate the efficacy of lutein in cataract prevention: Assessment of oxidative and inflammatory parameters in rats. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 2018; 500(2): 435–442. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2018.04.098>