

## **LITERATURE REVIEW: TRAUMA KIMIA OKULAR DAN PENATALAKSAAANNYA**

**Farid Hammadi<sup>1\*</sup>, Rani Himayani<sup>2</sup>, Putu Ristyning Ayu Sangging<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran Universitas Lampung

<sup>2</sup>Departemen Ilmu Kesehatan Mata, Fakultas Kedokteran Universitas Lampung

<sup>3</sup>Departemen Patolgi Klinik, Fakultas Kedokteran Universitas Lampung

<sup>\*</sup>Email korespondensi: faridhammadi@gmail.com

### **Abstract: Literature Review: Ocular Chemical Trauma and Its Management.**

*Chemical eye trauma is an eye emergency that requires immediate and intensive evaluation and treatment. The incidence of eye trauma reaches 55 million cases worldwide, of which 1.6 million cases are blind, 2.3 million cases have decreased bilateral vision, and 19 million cases have decreased unilateral vision each year. The proportion of chemical ocular trauma accounts for 10–22% of all injuries. The method used in writing this literature review is to use electronic searches through databases, namely pubmed, sciencedirect and google scholar. The keywords used were chemical trauma, ocular (eye), and management. The search strategy used in this study refers to the SPIDER framework (Sample, Phenomenon of Interest, Design, Evaluation, Research Type). In cases of chemical injury, eye irrigation should be performed immediately with saline or Ringer's lactate for 30 to 60 minutes. Ten minutes after irrigation, check the pH again with litmus paper. Irrigation was continued until it reached a neutral pH (pH 7.0-7.4). If a neutral pH has not been reached, the fornix conjunctiva is swabbed with a moistened cotton-tipped applicator or glass rod. After irrigation, given prophylactic antibiotics, cycloplegics and steroid eye drops.*

**Keywords:** chemical trauma, ocular, management

### **Abstrak: Literature Review: Trauma Kimia Okular Dan Penatalaksaaannya.**

Trauma kimia mata merupakan suatu keadaan darurat pada mata yang membutuhkan evaluasi dan perawatan yang segera dan intensif. Angka kejadian trauma mata mencapai 55 juta kasus di seluruh dunia, dimana 1,6 juta kasus mengalami kebutaan, 2,3 juta kasus mengalami penurunan visus bilateral, dan 19 juta kasus mengalami penurunan visus unilateral setiap tahunnya. Proporsi trauma kimia mata mencapai 10–22% dari semua trauma. Metode yang dilakukan dalam penulisan literature review ini adalah menggunakan penelusuran elektronik melalui database yaitu *pubmed*, *sciencedirect* dan *google scholar*. Kata kunci yang digunakan yaitu trauma kimia, okuli, dan tatalaksana. Strategi penelusuran yang dipakai pada penelitian ini merujuk pada kerangka SPIDER (*Sample, Phenomenon of Interest, Design, Evaluation, Research Type*). Pada kasus cedera kimia, irigasi mata harus segera dilakukan dengan menggunakan cairan saline atau ringer laktat selama 30 sampai 60 menit. Sepuluh menit setelah dilakukan irigasi, cek ulang pH dengan kertas lakmus. Irigasi diteruskan hingga mencapai pH netral (pH 7,0-7,4). Jika pH netral belum tercapai, konjungtiva forniks diswab dengan moistened *cotton-tipped applicator* atau *glass rod*. Setelah irigasi, diberikan antibiotik profilaksis, siklopegik dan steroid tetes mata.

**Kata kunci:** trauma kimia, okuli, tatalaksana

### **PENDAHULUAN**

Trauma kimia mata merupakan suatu keadaan darurat pada mata yang membutuhkan evaluasi dan perawatan

yang segera dan intensif (Court JH and Lu LM., 2019). Trauma kimia pada mata adalah trauma pada kornea dan konjungtiva yang disebabkan karena

adanya kontak dengan bahan kimia asam yang dapat menyebabkan kerusakan permukaan epitel bola mata, kornea dan segmen anterior yang cukup parah serta kerusakan visus (Jerkins and Fowler, 2020).

Angka kejadian trauma mata mencapai 55 juta kasus di seluruh dunia, dimana 1,6 juta kasus mengalami kebutaan, 2,3 juta kasus mengalami penurunan visus bilateral, dan 19 juta kasus mengalami penurunan visus unilateral setiap tahunnya. Proporsi trauma kimia mata mencapai 10–22% dari semua trauma. Sebanyak 2/3 dari kasus terjadi pada laki-laki (16–25 tahun) yang bekerja di tempat industri. Data dari RISKESDAS tahun 2018, menyatakan bahwa prevalensi trauma mata di Indonesia sebesar 0,5%, dengan prevalensi tertinggi dari Provinsi Bangka Belitung, yaitu 1,6%. Jenis kelamin laki-laki, usia 55-64 tahun, dan mereka yang tinggal di pedesaan merupakan kelompok yang paling banyak mengalami cedera mata (Anggriani, 2019).

Trauma mata tidak menyebabkan mortalitas secara langsung, namun meningkatkan risiko morbiditas penglihatan. Cedera mata akibat trauma penetrasi dapat menyebabkan ruptur orbita (35,6%), ablatio retina (15,8%), phthisis bulbi (9,9%), dan endoftalmitis (2,6%) (Samalo, 2017). Faktor risiko yang paling berperan dalam terjadinya cedera atau trauma mata adalah lingkungan pekerjaan, karena trauma mata lebih sering terjadi pada pekerja outdoor, seperti buruh, petani, nelayan dan tukang las (Gardiner, 2021).

Substansi kimia menyebabkan trauma pada mata digolongkan menjadi 2 kelompok, yaitu trauma akibat larutan basa (alkali) dan larutan asam (Akiyama dan Kishi, 2018). Larutan basa yang sering ditemukan pada cedera mata, antara lain ammonia, natrium hidroksida, kalium hidroksida, magnesium hidroksida dan kalsium hidroksida. Ammonia sering ditemukan pada bahan pembersih rumah tangga, zat pendingin, dan pupuk. Larutan basa lainnya, seperti natrium hidroksida, sering ditemukan pada pembersih pipa

(Gardiner, 2021). Kalium hidroksida, sering ditemukan pada sabun dan detergen. Kalsium hidroksida sering ditemukan pada perekat, mortar, semen, dan kapur. Trauma kimia yang paling sering ditemukan di rumah tangga disebabkan oleh desinfektan dan larutan pembersih (Harminder and Darren, 2020).

Larutan asam yang sering ditemukan pada trauma kimia mata, antara lain asam sulfat, asam sulfit, hidrogen fluorida atau asam flourida, asam asetat dan asam klorida dengan konsentrasi 31-38%. Asam sulfat sering ditemukan pada aki mobil dan bahan pembersih (deterjen, pembersih toilet, pembasmi serangga). Asam sulfit sering ditemukan pada pengawet sayur dan buah, pemutih pakaian dan sepatu, pendingin (*refrigerant*). Larutan asam fluorida memberikan efek yang mirip dengan trauma alkali dan sering ditemukan pada pembersih karat, pengilat aluminium, dan penggosok kaca. Asam asetat sering ditemukan pada cuka, sedangkan asam klorida dengan konsentrasi 31-38% sering ditemukan pada zat pembersih noda keramik, zat pengontrol pH di kolam renang dan pengawet baja (Harminder and Darren, 2020).

## METODE

Metode yang dilakukan dalam penulisan literature review ini adalah menggunakan penelusuran elektronik melalui database yaitu *pubmed*, *sciencedirect* dan *google scholar*. Kata kunci yang digunakan yaitu trauma kimia, okuli (mata), dan tatalaksana. Strategi penelusuran yang dipakai pada penelitian ini merujuk pada kerangka SPIDER (*Sample, Phenomenon of Interest, Design, Evaluation, Research Type*) (Samalo D, 2017).

Secara lebih jelas, SPIDER dijabarkan oleh (Nofityari, 2019). "*Sample*" merupakan subjek yang diteliti dalam penelitian atau literature. "*Phenomenon of Interest*" merujuk pada perilaku, pengalaman, atau intervensi yang diberikan atau dialami subjek. "*Design*" yakni desain penelitian yang digunakan dalam literatur. "*Evaluation*"

berarti hasil atau kondisi yang dihasilkan dari penelitian tersebut. Sedangkan "Research type" menunjukkan jenis metode penelitian yang digunakan pada *literature* (Gardiner, 2021).

## HASIL

Berdasarkan hasil artikel yang dikumpulkan dan analisa, penulis mendapatkan bahwa mekanisme trauma asam terjadi karena masuknya molekul hidrogen ke permukaan bola mata dan mengubah pH, sementara anion yang berikatan dengan hidrogen merusak mata dengan cara denaturasi, presipitasi, dan koagulasi protein (Samalo, 2017). Koagulasi protein umumnya menghambat penetrasi zat asam ke lapisan yang lebih dalam, dan membentuk gambaran ground glass pada lapisan stroma kornea, sehingga cedera mata yang disebabkan larutan asam cenderung lebih ringan daripada larutan basa (Gardiner, 2021). Bila mata terkena zat asam, pada minggu pertama akan terjadi koagulasi protein di epitel kornea dan konjungtiva bulbi. Koagulasi protein pada epitel kornea akan menyebabkan kornea menjadi keruh dan terkadang seluruh kornea menjadi terkelupas. Koagulasi protein dapat terjadi sampai ke stroma kornea, keratosit dan endotel kornea, sehingga menyebabkan edema kornea, iritis, katarak (Court JH and Lu LM., 2019).

Penetrasi zat asam ke jaringan bola mata yang lebih dalam dapat menyebabkan iritis dan katarak. Asam Fluorida adalah asam lemah yang sedikit berbeda dibandingkan yang lain (Samalo, 2017). Asam ini memiliki sifat seperti larutan alkali, yang dapat dengan cepat mempenetrasi membran sel. Ion fluorida yang masuk ke dalam sel menghambat enzim glikolitik dan berikatan dengan kalsium dan magnesium, sehingga membentuk senyawa yang tidak larut air (American Academy of Ophthalmology, 2021).

Cedera mata yang disebabkan oleh asam lemah biasanya dalam beberapa hari sudah regenerasi epitel dan kemudian sembuh. Sedangkan cedera yang diakibatkan larutan asam

kuat dapat menyebabkan stroma kornea menjadi kelabu karena infiltrasi sel-sel inflamatorik ke dalam lapisan ini dalam waktu 24 jam. Tekanan intraokular akan meningkat pada hari pertama, kemudian menurun dan menjadi normal. Klinis cedera mata biasanya mengalami perbaikan dalam 1-3 minggu kemudian sembuh, namun pada trauma asam kuat dapat menyebabkan terbentuknya ulkus kornea dan vaskularisasi progresif (Court JH and Lu LM., 2019).

Trauma yang disebabkan larutan basa atau alkali dapat menyebabkan kerusakan kornea karena perubahan pH (>7), proteolisis, dan ulserasi. Basa terdisosiasi menjadi ion hidroksida dan kation di permukaan bola mata. Ion hidroksida membuat reaksi saponifikasi pada membran sel, sedangkan kationnya berinteraksi dengan stroma kolagen dan glikosaminoglikan, lalu menyebabkan koagulasi protein di epitel (McCallum, 2019). Jaringan yang rusak menstimulasi respon inflamasi dan merangsang pelepasan enzim proteolitik, sehingga memperberat kerusakan jaringan. Keadaan ini menyebabkan penetrasi lebih dalam melalui kornea dan kamera okuli anterior, kemudian ke retina, sehingga memiliki manifestasi yang lebih berbahaya. Proses yang terjadi disebut necrosis liquefactive (Anggriani, 2019).

Interaksi kation dengan glikosaminoglikan menyebabkan kornea menjadi keruh. Hidrasi kolagen menyebabkan distorsi dan pemendekan fibrin sehingga terjadi perubahan pada anyaman trabekular yang selanjutnya dapat menyebabkan peningkatan tekanan intraokular. Kolagenase ini mulai dibentuk 9 jam sesudah trauma dan puncaknya terjadi pada hari ke 12-21. Proses ini melibatkan mediator inflamasi yang dapat merangsang pelepasan prostaglandin dan peningkatan tekanan intraokular (Nofityari, 2019).

## PEMBAHASAN

Trauma kimia pada mata adalah trauma pada kornea dan konjungtiva yang disebabkan karena adanya kontak

dengan bahan kimia sehingga mengakibatkan kerusakan pada permukaan kornea dan segmen anterior, serta penurunan visus dan kelainan lapang pandang (McCallum, 2019). Trauma kimia oleh larutan asam sebagian besar hanya akan mengenai batas epitel mata, namun bila penetrasi lebih dalam sampai di stroma dapat membahayakan visus. Trauma kimia yang disebabkan asam kuat membuat stroma kornea menjadi kelabu akibat infiltrasi sel radang ke dalamnya. Infiltrasi sel radang ke dalam stroma oleh bahan asam terjadi dalam waktu 24 jam (Anggriani, 2019).

Mekanisme trauma asam terjadi karena masuknya molekul hidrogen ke permukaan bola mata dan mengubah pH, sementara anion yang berikatan dengan hidrogen merusak mata dengan cara denaturasi, presipitasi, dan koagulasi protein (Samalo, 2017). Koagulasi protein umumnya menghambat penetrasi zat asam ke lapisan yang lebih dalam, dan membentuk gambaran *ground glass* pada lapisan stroma kornea, sehingga cedera mata yang disebabkan larutan asam cenderung lebih ringan daripada larutan basa (Gardiner, 2021). Bila mata terkena zat asam, pada minggu pertama akan terjadi koagulasi protein di epitel kornea dan konjungtiva bulbi. Koagulasi protein pada epitel kornea akan menyebabkan kornea menjadi keruh dan terkadang seluruh kornea menjadi terkelupas. Koagulasi protein dapat terjadi sampai ke stroma kornea, keratosit dan endotel kornea, sehingga menyebabkan edema kornea, iritis, katarak (Baradaran *et al.*, 2017).

Penetrasi zat asam ke jaringan bola mata yang lebih dalam dapat menyebabkan iritis dan katarak. Asam Fluorida adalah asam lemah yang sedikit berbeda dibandingkan yang lain (Samalo, 2017). Asam ini memiliki sifat seperti larutan alkali, yang dapat dengan cepat mempenetrasi membran sel. Ion fluorida yang masuk ke dalam sel menghambat enzim glikolitik dan berikatan dengan kalsium dan magnesium, sehingga membentuk

senyawa yang tidak larut air (Gardiner, 2021).

Cedera mata yang disebabkan oleh asam lemah biasanya dalam beberapa hari sudah regenerasi epitel dan kemudian sembuh. Sedangkan cedera yang diakibatkan larutan asam kuat dapat menyebabkan stroma kornea menjadi kelabu karena infiltrasi sel-sel inflamatorik ke dalam lapisan ini dalam waktu 24 jam. Tekanan intraokular akan meningkat pada hari pertama, kemudian menurun dan menjadi normal. Klinis cedera mata biasanya mengalami perbaikan dalam 1-3 minggu kemudian sembuh, namun pada trauma asam kuat dapat menyebabkan terbentuknya ulkus kornea dan vaskularisasi progresif (Court JH and Lu LM., 2019).

Trauma yang disebabkan larutan basa atau alkali dapat menyebabkan kerusakan kornea karena perubahan pH (>7), proteolisis, dan ulserasi. Basa terdisosiasi menjadi ion hidroksida dan kation di permukaan bola mata. Ion hidroksida membuat reaksi saponifikasi pada membran sel, sedangkan kationnya berinteraksi dengan stroma kolagen dan glikosaminoglikan, lalu menyebabkan koagulasi protein di epitel (McCallum, 2019). Jaringan yang rusak menstimulasi respon inflamasi dan merangsang pelepasan enzim proteolitik, sehingga memperberat kerusakan jaringan. Keadaan ini menyebabkan penetrasi lebih dalam melalui kornea dan kamera okuli anterior, kemudian ke retina, sehingga memiliki manifestasi yang lebih berbahaya. Proses yang terjadi disebut *necrosis liquefactive* (Anggriani, 2019).

Interaksi kation dengan glikosaminoglikan menyebabkan kornea menjadi keruh. Hidrasi kolagen menyebabkan distorsi dan pemendekan fibrin sehingga terjadi perubahan pada anyaman trabekular yang selanjutnya dapat menyebabkan peningkatan tekanan intraokular (Nofityari, 2019). Kolagenase ini mulai dibentuk 9 jam sesudah trauma dan puncaknya terjadi pada hari ke 12-21. Proses ini melibatkan mediator inflamasi yang dapat merangsang pelepasan

prostaglandin dan peningkatan tekanan intraokular (Gardiner, 2021).

Klasifikasi derajat luka pada cedera kimia ditentukan dengan klasifikasi *Roper-Hall*, yaitu derajat I dimana kerusakan kornea hanya sebatas pada lapisan epitel dan tidak ada iskemia limbus, derajat II kornea menjadi seperti berkabut, namun kamera okuli anterior dan struktur detail iris masih bisa terlihat serta diikuti iskemia kurang dari  $\frac{1}{3}$  limbus, derajat III lapisan epitel hilang semua, lapisan stroma kornea menjadi berkabut sampai struktur detail iris terhalang disertai iskemia  $\frac{1}{3}$  sampai  $\frac{1}{2}$  limbus, derajat IV kornea menjadi opak, iris dan pupil tidak dapat terlihat; disertai iskemia lebih dari  $\frac{1}{2}$  limbus (Bakara, 2020).

Jenis bahan kimia yang menyebabkan cedera mata sebaiknya digali, misalnya dengan menunjukkan botol bahan kimia. Waktu dan durasi pajanan, gejala yang timbul segera setelah pajanan, serta penatalaksanaan yang telah diberikan di tempat kejadian juga perlu ditanyakan. Keluhan pada cedera mata akibat bahan kimia biasanya meliputi penurunan penglihatan, nyeri sedang sampai berat pada mata, tidak dapat membuka kelopak mata atau blefarospasme, hiperemi konjungtiva, dan fotofobia (McCallum, 2019).

Pemeriksaan fisik pada trauma kimia idealnya dilakukan setelah irigasi mata sampai didapatkan pH netral. Pengecekan pH dilakukan dengan kertas lakmus setelah irigasi 30 menit. Pemeriksaan oftalmologi pada pasien trauma dimulai dari pemeriksaan ketajaman visus dan lapang pandang, kemudian dilanjutkan dengan inspeksi menggunakan *slit lamp* atau *lup* untuk melihat bagian anterior mata untuk mengidentifikasi luka, termasuk kedalaman dan ukuran luka (Bastuti et al., 2021).

Pemeriksaan bagian anterior bola mata dilakukan secara sistematis dari bagian luar dimulai dari bagian periorbita dan kelopak mata, konjungtiva, sklera, kornea, bilik mata depan, pupil (kesimetrisan, bentuk, dan tepi yang reguler atau ireguler), iris,

dan lensa. Pemeriksaan kemudian dilanjutkan dengan melihat segmen posterior bola mata dengan funduscopy dan penilaian posisi serta pergerakan bola mata (Kuhn and Morris, 2021). Pemeriksaan segmen posterior dapat dilakukan dengan oftalmoskop untuk melihat kejernihan *vitreous humor* dan memeriksa fundus. Pemeriksaan gerakan bola mata juga penting dilakukan untuk menilai otot-otot ekstraokular. Selain itu, tekanan intraokular (TIO) dapat dinilai dengan tonometri (Anggriani, 2019).

Indikasi kegawatdaruratan pada cedera mata, antara lain ketajaman visual awal kurang dari 20/200, adanya hifema, bentuk pupil dan uvea yang abnormal. Selanjutnya, pemeriksaan fisik mata dilakukan dengan melihat kejernihan, integritas kornea, iskemia limbus dan tekanan intraokular. Pada cedera mata yang disebabkan oleh bahan kimia, bentuk kornea dapat bervariasi dari jernih, defek epitel kornea, keratitis pungtata sampai kerusakan seluruh epitel, dan perforasi kornea. Hal ini juga dapat menyebabkan penurunan visus (Loon and Tay, 2019).

Pada pemeriksaan konjungtiva dan sklera dapat ditemukan inflamasi konjungtiva dan iskemia perilimbus. Pada bilik mata depan dapat dijumpai adanya flare dan cells, yang menunjukkan adanya reaksi inflamasi pada bilik mata depan (temuan ini biasa terjadi pada trauma basa dan biasanya menandakan penetrasi yang lebih dalam). Pada cedera kimia, dapat terjadi peningkatan tekanan intraokular akibat fibrosis anyaman trabekular dan debris inflamasi yang terjebak di dalamnya, serta kerusakan/jaringan parut akibat inflamasi konjungtiva dan rusaknya sel goblet (Iftikhar, 2019).

Tujuan penatalaksanaan pada kasus cedera mata yang diakibatkan bahan kimia, adalah untuk mengembalikan kejernihan kornea, memperbaiki permukaan mata, dan mencegah terjadinya kerusakan saraf optik akibat glaukoma. Prinsip tatalaksana pada cedera kimia adalah irigasi sampai pH netral (Bakara, 2020). Pada kasus cedera kimia, irigasi mata

harus segera dilakukan dengan menggunakan cairan saline atau ringer laktat selama 30 sampai 60 menit. Sepuluh menit setelah dilakukan irigasi, cek ulang pH dengan kertas lakmus (Nofityari, 2019). Irigasi diteruskan hingga mencapai pH netral (pH 7,0-7,4). Jika pH netral belum tercapai, konjungtiva forniks diswab dengan *moistened cotton-tipped applicator* atau *glass rod* (Mohseni *et al.*, 2020).

Setelah dilakukan irigasi, berikan antibiotik profilaksis. Pasien dengan trauma kimia derajat ringan hingga sedang, selain irigasi dan debridemen, siklopegik (scopolamine 0,25%, atropin 1%) 3-4x per hari, dapat diberikan untuk mencegah spasme siliar. Selain itu, setelah irigasi, pasien dengan cedera kimia juga perlu diberikan antibiotik topikal, seperti ofloxacin dan tetrasiklin topikal. Pasien dapat dipertimbangkan untuk diberikan steroid topikal, seperti *prednisolone acetate* 1%, *dexamethasone* 0,1% dapat mengurangi reaksi inflamasi dan edema, namun pemberian ini harus hati-hati mengingat efek samping peningkatan tekanan intraokular (Utomo dkk., 2021).

Pasien dengan cedera mata kimia juga dapat diberikan lubrikan atau *artificial tears* yang tidak mengandung pengawet, dengan tujuan untuk membantu reepitelisasi, sehingga diharap dapat meningkatkan penyembuhan jaringan pada permukaan mata, seperti kornea dan dapat membantu mengembalikan penglihatan. Trauma kimia mata termasuk *sight threatening*, sehingga harus segera dikonsulkan ke dokter spesialis mata. Jika terjadi peningkatan tekanan intraokular lebih besar dari 30 mmHg dapat diberikan *acetazolamide* (4x250 mg atau 2x500 mg peroral) maupun *beta blocker* (timolol 0,5% atau levobunolol 0,5%) (Kaushik and Bird S., 2022).

## KESIMPULAN

Trauma kimia mata adalah penyakit kegawatdaruratan mata. Penegakkan dan tatalaksana pada pasien ini sudah tepat. Tatalaksana

paling utama adalah irigasi pada mata yang terkena bahan kimia sebersih mungkin dilakukan dalam 60 menit sampai pemeriksaan kertas lakmus menunjukan pH netral (pH 7,0-7,4).

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggriani, A. 2019. *Antiseptik di era resistensi bakteri: Fokus pada povidone iodine*. JIKKE Klinik. 10(5):579-592.
- Akiyama H, Kishi S. 2018. *Optical coherence tomography patterns and outcomes of contusion maculopathy caused by impact of sporting equipment*. BMC Ophthalmol 18, 174. <https://doi.org/10.1186/s12886-018-0843-x>
- American Academy of Ophthalmology. 2021. *Clinical Aspects of Toxic and Traumatic Injuries of The Anterior Segment*. In: *American Academy of Ophthalmology*. External Disease and Cornea, 396.
- Bakara, Ahyanti. 2020. *Risiko Cedera Mata Pada Pekerja Industri Pipa Baja*. Jurnal Kesehatan Lingkungan Ruwa Jurai. Poltekkes Kemenkes Tanjung Karang.
- Baradaran A, Eslani M, Haq Z. 2017. *Current and upcoming therapies for ocular surface chemical injuries*. The ocular surface. Pg. 48-64.
- Bastuti S, Alfatiyah R, Syahabuddin A. 2021. *Menciptakan Safety Culture pada Lingkungan Rumah Tangga di Desa Cijengkol, Kecamatan Caringin, Sukabumi, Jawa Barat*. Adibrata Jurnal Vol 1 Nomor 1. ISSN: 2776-394.
- Court JH, Lu LM. 2019. *Visual and ocular morbidity in severe open-globe injuries presenting to a regional eye centre in New Zealand*. Clin Exp Ophthalmol. May;47(4):469-477. doi: 10.1111/ceo.13439.
- Harminder, Darren. 2020. *Chemical eye injury: pathophysiology, assessment and management*. Eye The Scientific Journal of The Royal College of Ophthalmology. PubMed. 47(4):469-477

- Gardiner MF. 2021. *Overview of eye injuries in the emergency department*. *Ophthalmology Uptodate*. 37: 362–367
- Iftikhar, Mustafa. 2019. Changes in the Incidence of Eye Trauma Hospitalizations in the United States From 2001-2014. *JAMA Ophthalmology*. 13. 2189-2194
- Jerkins B, Fowler BT. 2020. Pre-Ophthalmologist Management of Eye Trauma. *American Academy of Ophthalmology*. 43(2):25-34
- Kaushik S, Bird S. 2022. *Topical chemical burns: Initial assessment and management*. *American Academy of Ophthalmology*. 47(2):25-34.
- Kuhn F, Morris R. 2021. *Birmingham Eye Trauma Terminology (BETT): terminology and classification of mechanical eye injuries*. *Ophthalmol Clin North Am*.15(2):139.
- Loon SC, Tay WT. 2019. *Prevalence and risk factors of ocular trauma in an urban south-east Asian population: the Singapore Malay Eye Study*. *Clinical and Experimental Ophthalmology*; 37: 362–367 doi: 10.1111/j.1442-9071.02035.x
- McCallum, Ewan. 2019. *Orbital Compartment Syndrome: An Update With Review Of The Literature*. *Clinical ophthalmology*. vol. 13 2189-2194. doi:10.2147/OPHTH.S180058
- Mohseni M, Blair K, Bradley N. 2020. *Bragg: Blunt Eye Trauma*. *NCBI Journal*. 47(2):25-34.
- Nofityari. 2019. *Analisis karakteristik pasien trauma di RSUP Dr. M. Djamil tahun 2016*. *Jurnal Kesehatan Andalas*
- Samalo D. 2017. *Gambaran pasien trauma mata di IGD RSUP Dr. M. Djamil Padang*. Padang: Universitas Andalas.
- Utomo PT, Darmawan NE, Supartoto A. 2021. *Trauma Kimia Okuli Roper-Hall Derajat IV Bilateral*. *Ophthalmol Ina*;47(2):25-34.