

## Efek Toksisitas Paparan Subkronis Zat Warna Sintetis Golongan Azo Congo Red terhadap Kadar Kreatinin Tikus Putih Galur Wistar

Nayla Nida Syafitri \*, Meta Maulida Damayanti, Meike Rachmawati

Prodi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

naylansyafitri@gmail.com, met\_md@unisba.ac.id, meikerachmawati@unisba.ac.id

**Abstract.** The Indonesian industrial sector has experienced very rapid development in the last 1 year with the use of dyes that are often used, namely congo red. Congo red produces aromatic compounds that can cause oxidative stress conditions that disrupt many organs such as the kidneys. However, the effects of this dye on the kidneys have not been widely studied. This study aims to analyze the effects of subchronic exposure to congo red on changes in serum creatinine levels. This study is an experimental study using 28 white Wistar rats. The white rats were divided into 4 groups, namely the control group, group P1, group P2, and group P3 equivalent to doses of 0, 190, 375, and 750 mg/kgBW. The duration of exposure to congo red in this study was 91 days. Analysis of creatinine levels in white rats was processed using the one-way ANOVA statistical test. The results of this study showed that the average creatinine levels were almost the same in each group. Statistical analysis showed a P value > 0.05 for creatinine levels in white rats. It was concluded that oral exposure to Congo Red in the subchronic period at doses of 190, 375, and 750 mg/kgBW did not reduce kidney filtration function, the normal average creatinine levels of white mice could be caused by the absence of sufficient damage to interfere with the kidneys in excreting blood creatinine related to the toxic effects of subchronic exposure to Congo Red.

**Keywords:** *Azo Dye, Congo Red, Kidney.*

**Abstrak.** Sektor industri Indonesia mengalami perkembangan yang sangat pesat dalam 1 tahun terakhir dengan penggunaan pewarna yang sering digunakan yaitu congo red. Congo red menghasilkan senyawa aromatic yang dapat menyebabkan kondisi stres oksidatif yang banyak mengganggu organ seperti ginjal. Akan tetapi, efek pewarna ini terhadap ginjal belum banyak diteliti. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efek paparan subkronis congo red terhadap perubahan kadar kreatinin serum. Penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan menggunakan 28 ekor tikus putih Galur Wistar. Tikus putih dibagi menjadi 4 kelompok, yaitu kelompok kontrol, kelompok P1, kelompok P2, dan kelompok P3 setara dengan dosis 0, 190, 375, dan 750 mg/kgBB. Durasi paparan congo red pada penelitian ini yaitu selama 91 hari. Analisis kadar kreatinin tikus putih diolah menggunakan uji statistik one way ANOVA. Hasil penelitian ini menunjukkan rerata kadar kreatinin yang hampir sama pada setiap kelompok. Analisis statistik menunjukkan nilai  $P > 0,05$  untuk kadar kreatinin tikus putih. Diperoleh kesimpulan bahwa paparan congo red secara oral dalam periode subkronis dengan dosis 190, 375, dan 750 mg/kgBB tidak menurunkan fungsi filtrasi ginjal, nilai rerata kadar kreatinin tikus putih yang normal dapat disebabkan belum terjadinya kerusakan yang cukup untuk mengganggu ginjal dalam mengekskresikan kreatinin darah terkait efek toksisitas paparan subkronis congo red.

**Kata Kunci:** *Azo Dye, Congo Red, Ginjal.*

## A. Pendahuluan

Sektor industri di Indonesia mengalami perkembangan yang sangat pesat dalam 1 tahun terakhir. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), industri tekstil memiliki Produk Domestik Bruto (PDB) berdasarkan harga konstan di industri tekstil dan pakaian jadi mengalami peningkatan yang semula 180.217 miliar rupiah pada tahun 2021 meningkat menjadi 201.643 miliar rupiah pada tahun 2022 (Direktorat Diseminasi Statistik Badan Pusat Statistik, 2023). Pemenuhan kebutuhan zat warna untuk keberlangsungan terlaksananya industri ini cenderung menggunakan jenis bahan pewarna sintetis (Hirarosa, 2014).

Salah satu jenis pewarna sintetis yang biasa digunakan dalam industri adalah pewarna azo. Zat warna azo menempati total 70% dari seluruh jenis pewarna yang digunakan dalam industri tekstil, kosmetik, farmasi, kertas, cat, dan makanan (Benkhaya et al., 2020). Salah satu contoh pewarna azo yang banyak digunakan pada industri saat ini yaitu zat warna *congo red* (Siddiqui et al., 2023). Salah satu jenis pewarna sintetis yang biasa digunakan dalam industri adalah pewarna azo. Zat warna azo menempati total 70% dari seluruh jenis pewarna yang digunakan dalam industri tekstil, kosmetik, farmasi, kertas, cat, dan makanan (Benkhaya et al., 2020).

Zat warna azo dapat berisiko masuk ke dalam tubuh melalui saluran pernafasan karena sifat fisiknya yang berupa bubuk, pencernaan, atau kontak dengan kulit, terutama bagi masyarakat yang bekerja di manufaktur pewarna azo (Roth GmbH, n.d.). Pewarna ini memberikan warna khas dalam larutan air karena memiliki struktur azo, dimana apabila terjadi pembelahan pada gugus azo-nya dapat membentuk konstituen amina seperti *benzidine*. *Benzidine* merupakan sebuah karsinogen yang cukup umum beredar, sehingga penggunaannya dikhawatirkan dapat menyebabkan efek toksik pada manusia (Siddiqui et al., 2023).

Salah satu contoh pewarna azo yang banyak digunakan pada industri saat ini yaitu zat warna *congo red* (Siddiqui et al., 2023). *Congo red* banyak digunakan dalam pembuatan karet, plastik, tekstil, dan kertas (Oladoye et al., 2022). Zat warna azo dapat berisiko masuk ke dalam tubuh melalui saluran pernafasan karena sifat fisiknya yang berupa bubuk, pencernaan, atau kontak dengan kulit, terutama bagi masyarakat yang bekerja di manufaktur pewarna azo (Roth GmbH, n.d.) (Azzahra et al., 2024). Pewarna ini memberikan warna khas dalam larutan air karena memiliki struktur azo, dimana apabila terjadi pembelahan pada gugus azo-nya dapat membentuk konstituen amina seperti *benzidine*. *Benzidine* merupakan sebuah karsinogen yang cukup umum beredar, sehingga penggunaannya dikhawatirkan dapat menyebabkan efek toksik pada manusia (Siddiqui et al., 2023).

*Congo red* dapat menghasilkan suatu senyawa *aromatic amine* yang dapat tereduksi dalam tubuh dapat membentuk senyawa radikal bebas berupa *reactive electrophilic species* yang dapat menyebabkan kondisi stres oksidatif (Siddiqui et al., 2023). Stres oksidatif paling banyak mengganggu organ seperti ginjal (Utami & Sitompul, 2023). Kadar kreatinin serum cenderung mengalami peningkatan apabila terjadi kerusakan pada glomerulus (Suryawan et al., 2016). Terdapat berbagai macam stimulus yang dapat menyebabkan ginjal kehilangan sel-selnya dan menimbulkan efek merugikan terhadap fungsi ginjal yang disebut dengan nefrotoksisitas (Barnett & Cummings, 2018). Indikasi nefrotoksisitas dapat dinilai berdasarkan parameter biokimia darah seperti kadar urea nitrogen dan kreatinin (Rahayu et al., 2022).

Kerusakan ginjal yang terjadi dapat menyebabkan penurunan fungsi ginjal karena terdapat gangguan pada nefron sebagai unit fungsional ginjal. Beberapa fungsi ginjal yang terganggu adalah dalam proses penyaringan darah dan eksresi dari zat-zat yang sudah tidak diperlukan oleh tubuh. Akibat dari penurunan fungsi ginjal tersebut, terjadilah perubahan parameter berupa laju filtrasi glomerulus (GFR) yang menurun dan kenaikan dari kadar ureum dan kreatinin sebagai zat sisa metabolisme yang seharusnya diekskresikan melalui ginjal (Hutagaol, 2017).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hussain dkk. pada tahun 2022, penggunaan zat warna azo lain seperti *trypan blue* menunjukkan efek hepatotoksik dan nefrotoksik yang besar pada hewan. Penelitian ini menggunakan *Freshwater fish species Cirrhinus mrigala* yang dipaparkan dengan 5 mg/L, 10 mg/L, dan 20 mg/L *trypan blue*. Pada penelitian ini disimpulkan bahwa *trypan blue* yang merupakan salah satu jenis pewarna azo memiliki dampak yang buruk pada ginjal dan hepar, bahkan pada konsentrasi rendah (Hussain et al., 2022).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hussain dkk. pada tahun 2022, penggunaan zat warna azo lain seperti *trypan blue* menunjukkan efek hepatotoksik dan nefrotoksik yang besar pada hewan. Penelitian ini menggunakan *Freshwater fish species Cirrhinus mrigala* yang dipaparkan

dengan 5 mg/L, 10 mg/L, dan 20 mg/L *trypan blue*. Pada penelitian ini disimpulkan bahwa *trypan blue* yang merupakan salah satu jenis pewarna azo memiliki dampak yang buruk pada ginjal dan hepar, bahkan pada konsentrasi rendah (Hussain et al., 2022). Pewarna azo *congo red* merupakan zat warna yang banyak digunakan dalam bidang industri. Akan tetapi, efek zat warna ini terhadap organ seperti ginjal belum banyak diteliti. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk meneliti efek nefrotoksitas dari zat warna azo *congo red* terhadap tikus putih galur Wistar.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana efek toksisitas subkronis paparan zat warna sintetis golongan azo *congo red* terhadap ginjal tikus putih galur Wistar dinilai berdasarkan kadar kreatinin serum?

Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini yaitu untuk menganalisis efek toksisitas subkronis paparan zat warna sintetis golongan azo *congo red* terhadap ginjal tikus putih galur Wistar dinilai dari kadar kreatinin serum.

## B. Metode

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan teknik *random sampling* untuk menganalisis efek toksisitas paparan subkronis zat warna *congo red* terhadap kadar kreatinin serum tikus putih. Subjek penelitian adalah tikus putih galur wistar jantan yang dipilih berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi.

Kriteria inklusi meliputi jenis kelamin jantan, usia 4 minggu, berat badan 100-150 gram, dalam kondisi sehat, dan tidak pernah digunakan dalam penelitian sebelumnya. Kriteria eksklusi meliputi tikus putih yang mengalami penurunan berat badan 10% saat masa adaptasi dan mati saat masa adaptasi. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu zat warna sintetis golongan azo *congo red*, organ ginjal tikus putih, sampel darah tikus putih, pakan ternak, *aquadest*, ketamine, dan xylazine. Alat yang digunakan meliputi kandang pemeliharaan hewan, dispenser air, timbangan analitik, gunting, *sputit*, dan tabung *Eppendorf*.

Percobaan diawali dengan membagi subjek menjadi 4 kelompok perlakuan yang masing-masing akan diberikan paparan dosis *congo red* yang berbeda. Zat warna *congo red* diberikan kepada 28 ekor tikus secara oral dengan dicampurkan pada makanan harian tikus putih. Tikus putih tersebut dibagi menjadi 4 kelompok berbeda, yaitu kelompok kontrol, kelompok P1 (dosis rendah), kelompok P2 (dosis sedang), dan kelompok P3 (dosis tinggi) yang setara dengan dosis 0, 190, 375, dan 750 mg/kgBB masing-masing. Durasi paparan *congo red* pada penelitian ini yaitu selama 91 hari dan termasuk ke dalam paparan subkronis.

Setelah 91 hari pemberian paparan, sampel darah diambil untuk menilai fungsi ginjal sesuai dengan kerusakan yang terjadi pada ginjal. Tikus putih akan menjalani tindakan *euthanasia*. Tikus diinjeksi dengan campuran dari ketamine dan xylazine dengan dosis 0,4 mL secara intraperitoneal. Tikus putih akan diobservasi hingga kehilangan kesadarannya. Setelah dipastikan tikus putih telah tidak sadar, maka akan segera dilakukan pembedahan untuk diambil sampel darah dari jantung. Sampel darah diambil untuk dilakukan uji analisis kadar kreatinin dalam serum darah tikus putih. Nilai normal dari kadar kreatinin pada tikus yaitu 0,4-1,4 mg/dl. (Badan Pengawas Obat dan Makanan, 2022) Analisis data menggunakan SPSS dengan uji statistik *oneway ANOVA*. Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan etik dengan nomor 182/KEPK-Unisba/VI/2024.

## C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

### Toksisitas Subkronik Zat Warna Azo *Congo Red* terhadap Ginjal Putih Tikus Melalui Analisis Kadar Kreatinin Serum Tikus Putih

Berdasarkan hasil analisis kadar kreatinin serum pada tikus putih tidak didapatkan adanya perbedaan yang nyata antar kelompok. Dengan hasil rata-rata kadar kreatinin yang hampir sama pada setiap kelompok perlakuan yang tertera pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kadar Kreatinin Serum Tikus Putih

Kelompok Perlakuan	Kreatinin (mg/dl)	Nilai p
Kontrol	0,47 ± 0,043	0,745
P1	0,45 ± 0,042	
P2	0,47 ± 0,080	
P3	0,48 ± 0,077	

Tabel 1 di atas menunjukkan nilai rata-rata dari kadar kreatinin pada setiap kelompok perlakuan. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai rata-rata kadar kreatinin tertinggi yaitu pada kelompok perlakuan P3, yakni sebesar 0,48 mg/dl sementara rata-rata kadar kreatinin paling rendah yaitu pada kelompok P1 dengan total sebesar 0,45 mg/dl. Berdasarkan hasil analisis kadar kreatinin pada tikus putih didapatkan hasil  $P > 0,05$  yang menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata antar kelompok tikus. Tidak ditemukan adanya peningkatan dari kadar kreatinin pada seluruh kelompok perlakuan. Sebaliknya, ditemukan adanya sedikit penurunan kadar kreatinin pada satu ekor tikus di kelompok perlakuan P1, satu ekor tikus di kelompok perlakuan P2, dan satu tikus di kelompok perlakuan P3.

Pada penelitian ini didapatkan hasil analisis darah yang menunjukkan tidak adanya peningkatan kadar kreatinin pada seluruh kelompok perlakuan. Kreatinin merupakan hasil dari penguraian keratin otot dengan bantuan kreatinin kinase. Kreatinin lebih banyak ditemukan pada otot rangka, dimana kreatinin akan disimpan dalam bentuk kreatinin fosfat. Kreatinin fosfat akan dikatalisis menggunakan enzim kreatinin kinase dan diubah menjadi kreatinin. Pada otot, kreatinin ini digunakan untuk menyediakan energi bagi otot. Kreatinin akan dibawa menuju ginjal oleh aliran darah. Sebagian besar kreatinin akan diekskresikan oleh ginjal melalui urin. (Suryawan et al., 2016)

Penurunan dari kadar kreatinin dapat diakibatkan oleh berkurangnya massa otot, penyakit pada hepar, kelebihan cairan yang signifikan, dan status gizi yang buruk. (Ostermann et al., 2016). Ginjal bertanggung jawab dalam menjaga keseimbangan internal tubuh seperti air, elektrolit, nitrogen, dan keseimbangan asam basa. Ginjal terlibat dalam proses eliminasi zat kimia berbahaya bagi tubuh. (Damayanti et al., 2022) Kerusakan pada glomerulus dapat menyebabkan penurunan dari fungsi filtrasi ginjal, sehingga kadar kreatinin cenderung akan mengalami peningkatan. (Suryawan et al., 2016)

Berbeda dengan kreatinin, ginjal memerlukan usaha lebih besar dalam mengekskresikan ureum dalam tubuh, sehingga penurunan dari aliran darah serta urin berdampak lebih besar pada kadar ureum dalam darah dibandingkan dengan kreatinin. (Nuroini et al., 2022) Terdapat beberapa derajat kerusakan ginjal, dimana pada derajat pertama kerusakan dapat terjadi kerusakan ginjal dengan fungsi ginjal yang masih normal, sementara pada derajat kedua sampai keempat mulai ditemukan adanya kerusakan ginjal dengan penurunan fungsi ginjal. (Sulistiowati et al., n.d.)

Kadar kreatinin yang normal dapat disebabkan oleh fungsi ginjal yang masih mampu mengompensasi kerusakan yang terjadi. Kreatinin akan mengimbangi penurunan laju filtrasi glomerulus (LFG) sehingga kadarnya tetap stabil hingga terjadi penurunan sekitar 50% dari LFG. Kadar kreatinin baru akan meningkat jika kapasitas sekresi melalui tubulus telah sepenuhnya terpakai. (Hartati & Sekarwana, n.d.)

Berdasarkan penelitian Reza MS, dkk. pada tahun 2019 terkait paparan pewarna makanan sintetis karmoisin yang diberikan dalam waktu 120 hari dengan dosis 0, 4, 200, dan 400 mg/KgBB menunjukkan terdapat adanya efek dari pewarna dengan perubahan kadar kreatinin darah pada tikus putih. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa peningkatan dosis paparan memberikan efek kerusakan fungsi ginjal yang lebih tinggi. (Reza et al., 2019) Hal ini menunjukkan bahwa hasil penelitian menggunakan zat warna *congo red* yang telah dilaksanakan tidak sejalan dengan penelitian tersebut. Faktor yang dapat berpengaruh dapat berupa perbedaan durasi paparan dan jenis zat warna yang diberikan.

Penggunaan pewarna golongan azo *congo red* dalam jangka waktu subkronis tidak terbukti mampu menyebabkan penurunan fungsi ginjal yang telah diberikan paparan *congo red* selama 91 hari. Efek paparan subkronis dari pewarna *congo red* tidak memiliki efek toksisitas terhadap fungsi ginjal dinilai dari kadar kreatinin serum tikus putih galur Wistar. Beberapa keterbatasan pada penelitian ini adalah kurangnya *literature* rujukan yang membahas mengenai mekanisme pewarna *congo red* dalam merusak ginjal, hanya dapat dilakukannya pemberian paparan subkronis akibat terbatasnya waktu penelitian, dan tidak dapat dilakukan penilaian pasti bahwa seluruh dosis zat warna yang dicampurkan pada pakan tikus putih benar dikonsumsi oleh tikus per harinya.

#### **D. Kesimpulan**

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan subkronis zat warna sintetis golongan azo *congo red* pada ketiga dosis tidak memberikan efek toksisitas terhadap fungsi ginjal dinilai dari perubahan kadar kreatinin serum

ginjal tikus putih galur Wistar. Berdasarkan kesimpulan ini peneliti menyarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut untuk mengkaji efek *congo red* terhadap organ lain atau terhadap ginjal dengan dosis berbeda untuk menambah literatur mengenai *congo red*.

### Ucapan Terimakasih

Peneliti ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak Laboratorium Farmasi Unisba dan Laboratorium Biopath yang telah membantu peneliti dalam menjalankan penelitian.

### Daftar Pustaka

- Azzahra, A. S., Tejasari, M., & Hikmawati, D. (2024). Gambaran Karakteristik Pasien Dan Jenis Dermatitis Kontak Di Poliklinik Kulit Dan Kelamin Rsud Majalengka. *Jurnal Riset Kedokteran*, 4(1), 1–6. <https://doi.org/10.29313/jrk.v4i1.3687>
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. (2022). *Pedoman uji toksisitas praklinik secara in vivo*.
- Barnett, L. M. A., & Cummings, B. S. (2018). Nephrotoxicity and renal pathophysiology: A contemporary perspective. In *Toxicological Sciences* (Vol. 164, Issue 2). <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfy159>
- Benkhaya, S., M'rabet, S., & El Harfi, A. (2020). Classifications, properties, recent synthesis and applications of azo dyes. *Heliyon*, 6(1), e03271. <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2020.E03271>
- Damayanti, M. M., Indriyanti, R. A., Kharisma, Y., Andriane, Y., Lantika, U. A., Damailia, R., & Rachmawati, M. (2022). Histopathology of nephrotoxicity associated with administered water extract purple sweet potato (*Ipomoea batatas*) in mice (*Mus musculus*) in stratified phases of dose. *Global Medical & Health Communication (GMHC)*, 10(3). <https://doi.org/10.29313/gmhc.v10i3.9662>
- Direktorat Diseminasi Statistik Badan Pusat Statistik. (2023). *Statistik Indonesia 2023*. 678–681.
- Hartati, A., & Sekarwana, N. (n.d.). *Perbedaan Laju Filtrasi Glomerulus Berdasarkan Kadar Kreatinin dan Cystatin C Serum pada Sindrom Nefrotik Anak*.
- Hirarosa, H. N. (2014). *Eksplorasi teknik heat transfer printing dengan zat warna dispersi pada kain sintetis*.
- Hussain, B., Sajad, M., Usman, H., A. Al-Ghanim, K., Riaz, M. N., Berenjian, A., Mahboob, S., & Show, P. L. (2022). Assessment of hepatotoxicity and nephrotoxicity in *Cirrhinus mrigala* induced by trypan blue - An azo dye. *Environmental Research*, 215, 114120. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114120>
- Hutagaol, E. V. (2017). *Peningkatan kualitas hidup pada penderita gagal ginjal kronik yang menjalani terapi hemodialisa melalui psychological intervention di unit hemodialisa RS Royal Prima Medan Tahun 2016* (Vol. 2, Issue 1).
- Nuroini, F., Wijayanto, W., Kunci, K., Galal, :, Kronik, G., Kreatinin, K., & Ureum, K. (2022). *Gambaran Kadar Ureum dan Kreatinin Pada Pasien Gagal Ginjal Kronis di RSUD Wirdadi Husada* (Vol. 4, Issue 2). <http://ejurnal.ung.ac.id/index.php/jjhsr/index>

- Oladoye, P. O., Bamigboye, M. O., Ogunbiyi, O. D., & Akano, M. T. (2022). Toxicity and decontamination strategies of congo red dye. *Groundwater for Sustainable Development*, 19, 100844. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2022.100844>
- Ostermann, M., Kashani, K., & Forni, L. G. (2016). The two sides of creatinine: both as bad as each other? *Journal of Thoracic Disease*, 8(7), E628–E630. <https://doi.org/10.21037/jtd.2016.05.36>
- Rahayu, M. S., Wahyuni, S., Fitriani, I., & Agung, H. B. (2022). Effect of tartrazine on blood urea nitrogen, creatinine levels, and renal tubular necrosis in adult male Wistar rats (*Rattus norvegicus*): an experimental study. *Bali Medical Journal*, 11(3), 1755–1759. <https://doi.org/10.15562/bmj.v11i3.3623>
- Reza, M. S. Al, Hasan, M. M., Kamruzzaman, M., Hossain, M. I., Zubair, M. A., Bari, L., Abedin, M. Z., Reza, M. A., Khalid-Bin-Ferdaus, K. M., Haque, K. M. F., Islam, K., Ahmed, M. U., & Hossain, M. K. (2019). Study of a common azo food dye in mice model: Toxicity reports and its relation to carcinogenicity. *Food Science and Nutrition*, 7(2), 667–677. <https://doi.org/10.1002/fsn3.906>
- Roth GmbH, C. (n.d.). *Safety Data Sheet: Congo red*. [www.carlroth.de](http://www.carlroth.de)
- Siddiqui, S. I., Allehyani, E. S., Al-Harbi, S. A., Hasan, Z., Abomuti, M. A., Rajor, H. K., & Oh, S. (2023). Investigation of congo red toxicity towards Different Living Organisms: A Review. *Processes*, 11(3), 807. <https://doi.org/10.3390/pr11030807>
- Sulistiowati, E., Teknologi, P., Kesehatan, T., Klinik, E., & Percetakan, J. (n.d.). *Faktor Risiko Penyakit Ginjal Kronik Berdasarkan Analisis Cross-sectional Data Awal Studi Kohort Penyakit Tidak Menular Penduduk Usia 25-65 Tahun di Kelurahan Kebon Kalapa, Kota Bogor*.
- Suryawan, D. G. A., Arjani, I. A. M. S., & Sudarmanto, I. G. (2016). *Gambaran kadar ureum dan kreatinin serum pada pasien gagal ginjal kronis yang menjalani terapi hemodialisis di RSUD Sanjiwani Gianyar*.
- Utami, A. R., & Sitompul, D. T. (2023). *Artikel review: Stres oksidatif dan penyakitnya*. <https://www.researchgate.net/publication/366903090>