

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Air

1. Pengertian Air

Air adalah kebutuhan dasar bagi semua makhluk hidup. Selain itu, manusia memerlukan air tidak hanya sebagai sumber bahan tetapi juga sebagai sarana produksi, untuk pertanian, bahan industri, dan sebagai sumber tenaga listrik. Air yang terdapat di bumi ini penting tidak hanya bagi manusia tetapi juga bagi alam untuk menjaga keseimbangan ekosistem. Dalam sistem sungai, selain memenuhi kebutuhan hidup, air berfungsi untuk mempertahankan stabilitas sungai melalui kemampuannya membawa dan mengendapkan sedimen, serta menjaga kualitas lingkungan dan sebagainya.

Secara keseluruhan, mutu air menentukan kualitas atau kondisi air yang terkait dengan kegiatan atau kebutuhan tertentu. Idealnya, air bersih memiliki ciri-ciri seperti jernih, tidak bewarna, tidak berasa, tidak berbau, dan bebas dari kuman yang dapat membahayakan kesehatan. Oleh karena itu, kualitas air dapat berbeda antara satu keperluan dan keperluan lainnya, misalnya kualitas air untuk irigasi berbeda dari kualitas air untuk minum. kualitas air harus memenuhi standart kesehatan yang mencakup kriteria Mikrobiologi, Fisika, Kimia, dan Radioaktif (Desti and Ula, 2020)

2. Jenis Jenis Air

a. Air Atmosfir

Air atmosfer adalah air yang berasal dari udara, seperti hujan yang jatuh ke permukaan bumi. Kualitasnya dapat dipengaruhi oleh pencemaran udara seperti debu dan limbah industri..

b. Air Permukaan

Air permukaan adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Air permukaan terbagi menjadi 2 macam, yaitu: Air sungai dan air rawa/danau. Air sungai yang digunakan sebagai air bersih dan air minum harus melewati proses pengolahan terlebih dahulu dengan sempurna. Sementara itu Air rawa/danau juga harus melewati pengolahan yang sama karena biasanya dengan air air rawa/danau banyak terkandung zat-zat organik yang telah membunuh yang menyebabkan warna air rawa/danau

menjadi kuning atau kecoklatan.

c. Air Tanah

Air tanah adalah air yang berada di bawah permukaan tanah di dalam zona jenuh dimana tekanan hidrostatiknya sama atau lebih besar dari tekanan atmosfer. Air tanah terbagi ke dalam air tanah dangkal dan air tanah dalam. Air tanah dangkal adalah air tanah yang terjadi karena adanya proses peresapan air ke dalam tanah. Sementara air tanah dalam adalah air tanah yang terdapat setelah lapis rapat air tanah yang pertama.

d. Mata Air

Mata air adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya dari permukaan tanah dengan hampir tidak dipengaruhi oleh perubahan musim yang kualitasnya tidak jauh berbeda dengan air dalam. Mata air terbagi kedalam dua jenis, yaitu rembesan yang merupakan mata air yang keluar dari lereng-lereng perbukitan atau pergunungan (Simanjuntak, Zai and Tampubolon, 2021)

3. Peran Air Bagi Kehidupan

a. Manfaat Air Bagi Manusia

Kegunaan air bagi manusia adalah untuk membantu proses pencernaan, mengatur metabolisme tubuh, mengangkut zat-zat makanan dalam tubuh, mengatur keseimbangan tubuh dan menjaga tubuh agar tidak kekeringan. Menurut dokter dan para ahli kesehatan, konsumsi air yang dibutuhkan oleh tubuh adalah sebanyak 2,5L atau setara dengan 8 gelas perharinya.

b. Manfaat Air Bagi Hewan

Hewan juga membutuhkan air sebagai alat bantu untuk proses pencernaan dan juga mengatur suhu tubuh serta menjaga metabolisme tubuh hewan. Dan khusus bagi hewan air, air adalah sebagai sarana utama bagi tempat tinggal hewan tersebut. Tanpa adanya air, hewan-hewan yang memiliki habitat air tidak akan mampu bertahan hidup, seperti ikan, mamalia laut dan amfibi.

c. Manfaat Air Bagi Tumbuhan

Kelangsungan hidup tumbuhan sangat bergantung pada jumlah air

yang tersedia. Kegunaan air bagi tumbuhan antara lain untuk menjaga proses pertumbuhan serta menjaga agar tumbuhan tidak mengalami kekeringan. Dan apabila tumbuhan kekurangan suplai air, maka tumbuhan akan mengalami kekeringan yang mengakibatkan tumbuhan akan mati (Simanjuntak et al. 2021)

4. Penyebab Tercemarnya Air

Pencemaran air merupakan suatu perubahan keadaan di suatu tempat penampungan air seperti danau, sungai, lautan, dan air tanah akibat aktivitas manusia. Dalam PP No 20/1990 tentang pengendalian Pencemaran Air, pencemaran air di didefinisikan sebagai: “Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas dari air tersebut turun hingga batas tertentu yang menyebabkan air tidak berguna lagi sesuai dengan peruntukannya.

Penyebab pencemaran air dapat berupa masuknya makhluk hidup, energy, zat ataupun komponen lain sehingga kualitas air menurun dan tercemar. Secara umum pencemaran air dibedakan menjadi 2, yaitu sumber kontaminan langsung dan tidak langsung.

- a. Sumber langsung meliputi efluen yang keluar industri, TPA, sampah rumah tangga, dan sebagainya.
- b. Sumber tak langsung adalah kontaminan yang memasuki badan air dari tanah, air tanah atau atmosfer berupa hujan.

Pada dasarnya, sumber pencemaran air berasal dari sumber, rumah tangga (pemukiman) dan pertanian. Tanah dan air mengandung sisa dari aktivitas pertanian seperti pupuk dan peptisida.

Selain itu pencemaran air dapat disebabkan dari erbagai hal yang memiliki karakteristik yang berbeda, seperti:

- a. Sampah organik seperti air comberan (sewage) menyebabkan peningkatan kebutuhan oksigen pada air yang menerimanya yang mengarah pada berkurangnya oksigen yang dapat berdampak parah terhadap seluruh ekosistem.

- b. Industri membuang berbagai macam polutan ke dalam air limbahnya seperti logam berat, toksin organik, minyak, nutrient dan padatan,
- c. Air limbah tersebut memiliki efek termal, terutama yang dikeluarkan oleh pembangkit listrik, yang dapat juga mengurangi oksigen dalam air. Seperti limbah pabrik yang mengalir ke sungai (Desti and Ula, 2020)

Pasang surut merupakan salah satu faktor hidrodinamika yang sangat berpengaruh terhadap perubahan kualitas air sungai. Fenomena tersebut menyebabkan terjadinya pergerakan massa air dari laut menuju sungai pada saat pasang, dan sebaliknya pada saat surut, sehingga terjadi perubahan fisik dan kimia pada air sungai. Beberapa studi menunjukkan bahwa saat air pasang, intrusi air laut membawa zat terlarut ke badan sungai sehingga meningkatkan salinitas dan Total Dissolved Solids (TDS), sedangkan pada saat surut penurunan volume air menyebabkan konsentrasi polutan meningkat akibat berkurangnya daya pengenceran aliran sungai. Parameter kualitas air seperti pH, TSS, BOD, COD, amonia, dan total koliform juga dilaporkan mengalami fluktuasi yang signifikan selama siklus pasang surut. Kondisi ini menunjukkan bahwa pasang surut tidak hanya mengubah tinggi permukaan air, tetapi juga memiliki peran langsung dalam meningkatkan tingkat pencemaran terutama pada sungai yang telah terpapar limbah domestik, pertanian, maupun industri.

Dengan demikian, dinamika pasang surut merupakan faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam analisis kualitas air sungai karena mampu mempercepat proses pencemaran maupun memperluas distribusi polutan di badan air (Sofarini *et al.*, 2024).

5. Syarat Air Bersih dan Air Minum

Air bersih adalah salah satu jenis sumber daya berbasis air yang bermutu baik dan biasa dimanfaatkan oleh manusia untuk dikonsumsi atau dalam melakukan aktivitas mereka sehari-hari dan memenuhi persyaratan untuk pengairan sawah, untuk *treatment* air minum dan untuk *treatment* air sanitasi. Persyaratan ditinjau dari persyaratan kandungan kimia, fisik dan biologis. Air Minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan yang dapat langsung

diminum. Syarat kesehatan yang di maksud meliputi :

- a. Parameter Fisik : Air tidak keruh, bewarna, ber-pH netral 6,7-7,5, tidak berasa atau rasanya tawar, tidak mengandung TDS
- b. Parameter Kimia : terdiri dari pH, *Dissolved Oxygen* (DO), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), Nitrat, Nitrit, Sulfat, Kesadahan, dan loham terlarut.
- c. Parameter Biologi : terdiri dari Total *Coliform* dan *Eschericia coli* (Permenkes, 2023)

B. Ginjal

1. Pengertian dan Fungsi Ginjal

Ginjal adalah organ sepasang yang berada di belakang rongga perut di samping tulang belakang. Setiap ginjal terdiri dari bagian korteks dan medula, yang mengandung nefron sebagai unit fungsional untuk menyaring darah. Ginjal juga memiliki saluran pengumpul yang mengalirkan urine ke ureter. Secara fungsi, ginjal berperan penting dalam membuang sisa metabolisme seperti ureum, mengatur keseimbangan cairan, elektrolit, dan asam-basa, mengontrol tekanan darah, serta menghasilkan hormon seperti eritropoietin dan kalsitriol (Garza and Leslie, 2025)

Gangguan fungsi ginjal dapat menyebabkan perubahan profil hormon reproduksi, seperti penurunan kadar estradiol dan gangguan sekresi Gonadotropin Releasing Hormone. Kondisi ini menunjukkan bahwa fungsi ginjal berperan dalam menjaga keseimbangan hormon reproduksi wanita (Ramesh et al., 2015).

Selain itu, ginjal berperan dalam metabolisme hormon estrogen dan progesteron. Gangguan fungsi ginjal dapat menyebabkan ketidakseimbangan hormon tersebut, yang berdampak pada terganggunya ovulasi, siklus menstruasi, serta penurunan fertilitas. Penelitian lain juga menyebutkan bahwa hormon estrogen memiliki hubungan timbal balik dengan fungsi ginjal, di mana perubahan kadar hormon dapat memengaruhi keseimbangan fisiologis tubuh (Juan Jesus Carrero et al., 2018).

Maka fungsi ginjal memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan hormonal dan kesehatan reproduksi wanita. Gangguan fungsi

ginjal dapat menyebabkan ketidakseimbangan hormon, gangguan siklus menstruasi, serta meningkatkan risiko gangguan fertilitas dan komplikasi kehamilan.

2. Faktor Yang Dapat Merusak Ginjal

Menurut Hasanah et al. (2023) ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan rusaknya fungsi ginjal antara lain :

a. Usia

Usia merupakan salah satu faktor yang memengaruhi fungsi ginjal. Seiring bertambahnya usia, terjadi penurunan fisiologis pada ginjal berupa berkurangnya jumlah nefron fungsional, penurunan laju filtrasi glomerulus (Glomerular Filtration Rate/GFR), serta menurunnya kemampuan tubulus dalam mempertahankan keseimbangan cairan dan elektrolit. Penurunan fungsi tersebut menyebabkan ginjal lebih rentan mengalami kerusakan apabila terpapar faktor risiko seperti hipertensi, diabetes melitus, maupun paparan zat nefrotoksik dari lingkungan (Stevens et al., 2024)

Menurut (BKKBN, 2023) dewasa awal (24–30 tahun), dewasa menengah (31–40 tahun), dan dewasa akhir (41–47 tahun) Kelompok usia yang lebih tua memiliki kecenderungan mengalami penurunan fungsi ginjal lebih cepat akibat proses penuaan fisiologis sehingga lebih rentan terhadap gangguan fungsi ginjal dibandingkan kelompok usia yang lebih muda.

b. Genetika

Genetika merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi nefropati diabetik dan glomerulonefritis kronis. Nefropati imunoglobulin A (IgA) adalah penyebab paling umum glomerulonefritis di negara berkembang, dengan 1 dari 7 penderita CKD memiliki korelasi antara riwayat keluarga dengan gagal ginjal kronis dan kejadian gagal ginjal kronis. Penyebab utama kelainan monogenik pada pasien gagal ginjal kronis adalah penyakit ginjal polikistik, yang diturunkan melalui autosomal dominan pada kromosom.

c. Diabetes

Riwayat diabetes melitus memiliki hubungan dengan stadium Gagal Ginjal Kronik. Penyakit mikrovaskuler merupakan salah satu akibat dari komplikasi diabetes mellitus yaitu nefropati diabetika yang menjadi

penyebab utama gagal ginjal kronis. Teori patogenesis nefropati seperti peningkatan produk glikosilasi dengan proses non-enzimatik yang disebut AGEs (*Advanced Glucosylation End Products*), peningkatan reaksi jalur poliol (*polyol pathway*), glukotoksisitas, dan protein kinase C menyebabkan kerusakan pada ginjal.

d. Hipertensi

Hipertensi merupakan faktor risiko utama penyakit jantung, penyakit jantung kongestif, stroke, kehilangan penglihatan dan penyakit ginjal. Secara klinis, pasien dengan riwayat faktor risiko hipertensi mempunyai kemungkinan 3,2 kali lipat lebih besar untuk menderita gagal ginjal kronis dibandingkan pasien tanpa riwayat faktor risiko hipertensi.

e. Merokok

Merokok lebih mungkin terkena penyakit ginjal kronis dibandingkan pasien tanpa ada kebiasaan merokok sebelumnya. Dampak merokok selama tahap awal dapat meningkatkan rangsangan saraf simpatik, tekanan darah meningkat, takikardia, dan akumulasi katekolamin dalam aliran darah. Pada tahap awal (akut), pembuluh darah sering mengalami penyempitan (vasokonstriksi), contohnya pada arteri koroner, sehingga pada pasien yang baru saja merokok sering diikuti dengan meningkatnya resistensi pembuluh darah ginjal yang menyebabkan laju filtrasi glomerulus dan laju filtrasi mengalami perlambatan.

f. Pengonsumsian Alkohol

Jika dikonsumsi, alkohol akan meracuni badan, baik langsung dan tidak langsung. Terlalu banyak mengonsumsi alkohol dapat meningkatkan risiko gagal ginjal dan penurunan fungsi hati

g. Pola Hidup

Pola hidup merupakan salah satu faktor yang memengaruhi kesehatan ginjal, salah satunya adalah kebiasaan mengonsumsi air minum yang berasal dari sumber yang tidak memenuhi persyaratan kesehatan. Menurut Kementerian Kesehatan RI, air minum yang aman harus memenuhi persyaratan fisik, kimia, mikrobiologi, dan radioaktivitas sehingga tidak menimbulkan gangguan kesehatan bagi masyarakat (Permenkes, 2023)

Konsumsi air sungai yang tercemar secara terus-menerus dapat menyebabkan paparan kronis terhadap berbagai zat nefrotoksik, seperti logam berat, nitrat, pestisida, maupun senyawa kimia lainnya. Paparan tersebut dapat menimbulkan stres oksidatif, inflamasi, dan kerusakan nefron yang berlangsung secara perlahan sehingga akhirnya menurunkan fungsi filtrasi ginjal. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa gangguan ginjal akibat paparan lingkungan umumnya tidak terjadi dalam waktu singkat, tetapi setelah paparan berlangsung selama 10–30 tahun, bergantung pada konsentrasi zat pencemar, jumlah air yang dikonsumsi setiap hari, usia, status gizi, serta penyakit penyerta (Uthayarajan et al, 2025)

C. Kreatinin

1. Pengertian dan Metabolisme Kreatinin

Kreatinin merupakan produk akhir metabolisme kreatin dan fosfokreatin yang terbentuk secara spontan (nonenzimatis) di dalam jaringan otot rangka. Sekitar 95% cadangan kreatin tubuh berada di otot dan berfungsi sebagai penyimpan energi dalam bentuk fosfokreatin untuk mempertahankan produksi adenosin trifosfat (ATP) selama kontraksi otot. Setiap hari sekitar 1–2% kreatin dan fosfokreatin mengalami siklus menjadi kreatinin yang kemudian dilepaskan ke dalam sirkulasi darah. Jumlah kreatinin yang dihasilkan setiap hari relatif konstan sehingga dipengaruhi terutama oleh massa otot, usia, jenis kelamin, dan aktivitas fisik, sehingga kreatinin menjadi salah satu biomarker yang banyak digunakan dalam penilaian fungsi ginjal (Imenez Silva and Mohebbi, 2022).

Setelah terbentuk di jaringan otot, kreatinin masuk ke dalam aliran darah dan dibawa menuju ginjal. Di ginjal, kreatinin dieliminasi hampir seluruhnya melalui proses filtrasi glomerulus. Dalam kondisi normal, kreatinin tidak mengalami metabolisme lebih lanjut, hanya sedikit disekresikan oleh tubulus proksimal, dan hampir tidak direabsorpsi kembali. Oleh karena itu, apabila laju filtrasi glomerulus (glomerular filtration rate/GFR) menurun akibat gangguan fungsi ginjal, ekskresi kreatinin akan berkurang sehingga kadar kreatinin dalam serum meningkat. Kondisi ini menjadikan pemeriksaan kreatinin sebagai indikator laboratorium yang

penting untuk mengevaluasi fungsi filtrasi ginjal (Hall and de Seigneux, 2022).

2. Faktor-faktor yang mempengaruhi kadar kreatinin

Menurut Wang et al. (2024) kadar kreatinin serum dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti:

a. Usia

Usia merupakan salah satu faktor yang memengaruhi kadar kreatinin. Seiring bertambahnya usia, massa otot cenderung mengalami penurunan (sarcopenia) sehingga produksi kreatinin harian juga menurun. Namun, pada kelompok usia lanjut sering terjadi penurunan fungsi ginjal akibat proses penuaan sehingga ekskresi kreatinin berkurang. Oleh karena itu, kadar kreatinin pada lansia dapat tetap normal meskipun laju filtrasi glomerulus telah menurun. Kondisi ini menyebabkan pemeriksaan kreatinin perlu diinterpretasikan bersama parameter lain seperti estimated glomerular filtration rate (eGFR)

Temuan tersebut didukung oleh penelitian Taufiq et al. (2022) pada 80 wanita sehat di Kota Malang, terdiri atas 40 wanita dewasa muda dan 40 wanita lansia. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa hasil pemeriksaan laju filtrasi glomerulus pada wanita lansia lebih rendah dibandingkan wanita dewasa muda. Selain itu, kadar kreatinin serum pada wanita dewasa muda sebesar $0,73 \pm 0,11$ mg/dL, sedangkan pada wanita lansia sebesar $0,80 \pm 0,12$ mg/dL. Hal ini menunjukkan bahwa kadar kreatinin pada kelompok lansia lebih tinggi dibandingkan kelompok dewasa muda. Hasil uji korelasi juga menunjukkan adanya hubungan antara usia dan kadar kreatinin serum ($r=0,205$; $p=0,017$), yang menunjukkan bahwa peningkatan usia berkaitan dengan peningkatan kadar kreatinin serum, meskipun kekuatan hubungannya lemah. Penelitian ini menunjukkan bahwa pertambahan usia berhubungan dengan penurunan fungsi ginjal fisiologis yang dapat memengaruhi kadar kreatinin serum.

b. Jenis Kelamin

Jenis kelamin berpengaruh terhadap kadar kreatinin karena laki-laki umumnya memiliki massa otot lebih besar dibandingkan perempuan. Massa

otot yang lebih tinggi menyebabkan pembentukan kreatinin lebih banyak sehingga kadar kreatinin serum pada laki-laki secara fisiologis lebih tinggi daripada perempuan. Sebaliknya, perempuan memiliki massa otot yang lebih rendah sehingga nilai kreatinin normalnya juga lebih rendah. Oleh sebab itu, nilai rujukan kreatinin dibedakan berdasarkan jenis kelamin untuk menghindari kesalahan interpretasi hasil laboratorium.

c. Massa Otot

Massa otot merupakan faktor utama yang menentukan jumlah kreatinin yang diproduksi setiap hari. Individu dengan massa otot besar, seperti atlet atau pekerja dengan aktivitas fisik berat, umumnya memiliki kadar kreatinin lebih tinggi dibandingkan individu dengan massa otot rendah. Sebaliknya, pasien yang mengalami malnutrisi, atrofi otot, atau sarkopenia cenderung memiliki kadar kreatinin lebih rendah meskipun fungsi ginjalnya mungkin telah mengalami penurunan. Oleh karena itu, kadar kreatinin tidak selalu mencerminkan fungsi ginjal secara akurat apabila terdapat perubahan massa otot yang signifikan.

d. Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik yang berat dapat meningkatkan pemecahan fosfokreatin di dalam otot sehingga produksi kreatinin meningkat sementara. Peningkatan tersebut biasanya bersifat sementara dan akan kembali normal setelah tubuh beristirahat. Aktivitas fisik intensitas tinggi yang dilakukan sebelum pengambilan sampel darah dapat menyebabkan hasil kreatinin sedikit lebih tinggi dibandingkan keadaan basal. Oleh karena itu, pasien dianjurkan menghindari aktivitas fisik berat sebelum pemeriksaan kreatinin untuk memperoleh hasil yang lebih representatif.

e. Asupan Makanan

Pola makan juga memengaruhi kadar kreatinin, terutama konsumsi daging merah atau makanan tinggi protein. Daging yang dimasak mengandung kreatinin hasil konversi kreatin akibat proses pemanasan sehingga konsumsi dalam jumlah besar sebelum pemeriksaan dapat meningkatkan kadar kreatinin serum secara sementara. Sebaliknya, pola makan vegetarian cenderung menghasilkan kadar kreatinin yang lebih

rendah dibandingkan individu yang rutin mengonsumsi protein hewani.

f. Penggunaan Obat-obatan

Beberapa obat dapat meningkatkan kadar kreatinin tanpa disertai penurunan fungsi ginjal yang sebenarnya. Obat seperti trimethoprim, cimetidine, cobicistat, dan dolutegravir dapat menghambat sekresi kreatinin di tubulus ginjal sehingga kadar kreatinin serum meningkat walaupun laju filtrasi glomerulus tidak berubah. Selain itu, obat-obatan yang bersifat nefrotoksik juga dapat menyebabkan kerusakan ginjal sehingga meningkatkan kadar kreatinin melalui penurunan fungsi filtrasi ginjal.

g. Paparan Logam Berat dan Air Sungai Tercemar

Paparan zat pencemar, terutama logam berat yang berasal dari air sungai atau sumber air minum yang terkontaminasi, merupakan salah satu faktor yang dapat memengaruhi kadar kreatinin serum. Logam berat seperti kadmium (Cd), timbal (Pb), merkuri (Hg), dan arsen (As) memiliki sifat nefrotoksik sehingga dapat terakumulasi pada jaringan ginjal, khususnya di tubulus proksimal. Akumulasi tersebut dapat memicu stres oksidatif, inflamasi, dan kerusakan sel ginjal yang menyebabkan penurunan laju filtrasi glomerulus. Akibatnya, ekskresi kreatinin menjadi berkurang sehingga kadar kreatinin dalam serum dapat meningkat.

Temuan tersebut didukung oleh penelitian Lin et al. (2023) pada 275 lansia di Beijing, Tiongkok, yang bertujuan menilai hubungan paparan logam dan metaloid dengan gangguan fungsi ginjal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan arsen, kadmium, timbal, dan logam lainnya berhubungan secara bermakna dengan peningkatan rasio albumin/kreatinin urin (Urinary Albumin-to-Creatinine Ratio/UACR), yang merupakan indikator awal kerusakan ginjal. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa paparan logam berat dalam jangka panjang berpotensi menyebabkan gangguan fungsi ginjal melalui mekanisme nefrotoksisitas sehingga dapat memengaruhi proses ekskresi kreatinin.

Selain itu, penelitian Kulathunga et al. (2022) yang dilakukan di daerah endemis penyakit ginjal kronis di Sri Lanka menunjukkan bahwa masyarakat yang mengonsumsi air minum dari sumber yang diduga

mengandung logam berat dan mineral dalam jangka waktu yang lama memiliki risiko lebih tinggi mengalami gangguan fungsi ginjal. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa paparan kronis terhadap zat pencemar memungkinkan terjadinya akumulasi logam berat di jaringan ginjal sehingga secara bertahap menurunkan kemampuan filtrasi ginjal. Meskipun penelitian tersebut tidak secara langsung mengukur kadar kreatinin serum sebagai luaran utama, hasilnya memperkuat bahwa konsumsi air yang tercemar dalam jangka panjang merupakan salah satu faktor risiko terjadinya gangguan fungsi ginjal yang dapat memengaruhi kadar kreatinin.

3. Kaitan Kreatinin dengan Sistem Reproduksi

Gangguan fungsi ginjal yang ditandai dengan peningkatan kadar kreatinin tidak hanya berdampak pada sistem ekskresi, tetapi juga berpengaruh terhadap sistem endokrin yang berperan dalam regulasi hormon reproduksi. Ginjal memiliki peran dalam menjaga keseimbangan hormon, cairan, dan tekanan darah yang secara tidak langsung memengaruhi fungsi reproduksi wanita. Pada kondisi gangguan ginjal, terjadi perubahan metabolisme hormon seperti estrogen, progesteron, dan hormon gonadotropin yang dapat menyebabkan gangguan siklus menstruasi dan ovulasi. Pada wanita usia produktif, peningkatan kadar kreatinin yang mencerminkan penurunan fungsi ginjal dapat menyebabkan ketidakseimbangan hormonal yang berdampak pada kesuburan dan kesehatan reproduksi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa gangguan ginjal kronis dapat menyebabkan amenore, infertilitas, serta komplikasi pada kehamilan seperti preeklampsia dan kelahiran prematur. Selain itu, paparan zat toksik dari lingkungan seperti nitrat dalam air minum dapat memperburuk fungsi ginjal dan meningkatkan stres oksidatif dalam tubuh. Kondisi ini tidak hanya memengaruhi fungsi filtrasi ginjal tetapi juga dapat berdampak pada sistem reproduksi melalui gangguan keseimbangan hormon dan kualitas sel reproduksi. Dengan demikian, terdapat hubungan yang erat antara kadar kreatinin sebagai indikator fungsi ginjal dengan kesehatan sistem reproduksi pada wanita usia produktif, terutama pada kelompok yang terpapar lingkungan dengan kualitas air yang kurang baik (Mbchb et al., 2022)

4. Jenis Jenis Pemeriksaan Kreatinin

a. Kreatinin Serum

Kreatinin serum merupakan pemeriksaan yang paling umum digunakan untuk menilai fungsi ginjal karena mudah, cepat, dan tersedia hampir di seluruh fasilitas kesehatan. Nilai kreatinin serum mencerminkan keseimbangan antara produksi kreatinin di otot dan eliminasi oleh ginjal, sehingga perubahan kadar biasanya menunjukkan gangguan filtrasi glomerulus. Hasil pemeriksaan sangat dipengaruhi oleh massa otot, di mana individu dengan massa otot besar (misalnya laki-laki atau atlet) memiliki kadar kreatinin lebih tinggi dibandingkan individu dengan massa otot rendah. Faktor lain seperti usia (kreatinin cenderung rendah pada lansia), jenis kelamin, dan asupan protein (khususnya konsumsi daging merah atau suplemen kreatin) juga dapat memengaruhi kadar kreatinin serum, sehingga interpretasinya harus mempertimbangkan kondisi klinis pasien (Isnaeni et al., 2025).

b. Kreatinin Urin

Pemeriksaan kreatinin urin dilakukan melalui dua metode, yaitu urin sewaktu dan urin 24 jam. Kreatinin urin sewaktu umum dipakai dalam perhitungan rasio albumin/kreatinin (ACR), sebuah parameter penting untuk skrining dan pemantauan penyakit ginjal kronis (PGK). Sementara itu, pengumpulan urin 24 jam digunakan untuk menilai jumlah ekskresi kreatinin harian dan merupakan metode yang lebih akurat untuk menghitung creatinine clearance secara langsung. Pemeriksaan urin ini membantu mengevaluasi fungsi ginjal terutama dalam kondisi di mana pemeriksaan serum saja tidak cukup akurat, misalnya pada pasien dengan massa otot sangat kecil atau pada kondisi kritis yang memengaruhi metabolisme kreatinin (Lubis et al., 2022)

c. Creatinine Clearance (Ccr)

Creatinine clearance (Ccr) merupakan metode yang digunakan untuk memperkirakan kemampuan ginjal dalam membersihkan kreatinin dari darah per satuan waktu (biasanya mL/menit). Pemeriksaan ini dapat dihitung menggunakan rumus (misalnya Cockcroft-Gault) atau melalui pengukuran

langsung menggunakan pengumpulan urin 24 jam. Ccr dianggap lebih akurat daripada kreatinin serum dalam kondisi tertentu, seperti pada pasien dengan perubahan massa otot yang ekstrem (malnutrisi, amputasi, atau atlet), pasien kritis, dan pasien dengan perubahan akut fungsi ginjal. Oleh karena itu, pemeriksaan Ccr sering direkomendasikan untuk pemantauan pasien yang mengonsumsi obat nefrotoksik atau obat yang sangat bergantung pada eliminasi ginjal (Nova, Sartika and Suratno, 2022).

5. Nilai Normal Kreatinin

nilai normal kadar kreatinin dewasa yang umum dipakai di banyak fasilitas kesehatan Indonesia biasanya berkisar sekitar 0,7–1,3 mg/dL pada pria dan 0,6–1,1 (atau 1,2) mg/dL pada wanita, meskipun beberapa laboratorium melaporkan rentang sedikit berbeda (mis. 0,8–1,3 mg/dL pada pria dan 0,6–1,2 mg/dL pada wanita) sehingga angka-angka ini harus dipandang sebagai panduan kasar dan dikonfirmasi dengan interval referensi lokal laboratorium (Dewi, Sartika and Faradila, 2025).

6. Metode Pemeriksaan Kreatinin

a. Metode Jaffe

Pemeriksaan kreatinin menggunakan metode Jaffe Reaction melibatkan reaksi asam pikrat dengan kreatinin dalam larutan basa yang menghasilkan kompleks berwarna kuning jingga yang diukur dengan spektrofotometer. Warna yang terbentuk diukur menggunakan fotometri pada panjang gelombang 505-520 nm. Intensitas warna ini berhubungan dengan konsentrasi kreatinin dalam sampel. Metode ini bisa menggunakan serum atau plasma yang sudah melewati proses penghilangan protein maupun belum.

Prinsip pemeriksaan kreatinin darah dengan metode Jaffe Reaction adalah: Kreatinin + Asam Pikrat → Kreatinin Prikat (kompleks berwarna kuning jingga). Metode Jaffe Reaction merupakan metode paling umum digunakan dalam praktis klinis untuk memantau fungsi ginjal karena dapat digunakan untuk banyak sampel secara otomatis dan lebih ekonomis (Nurfadilah, Arwie and Muriyati, 2024)

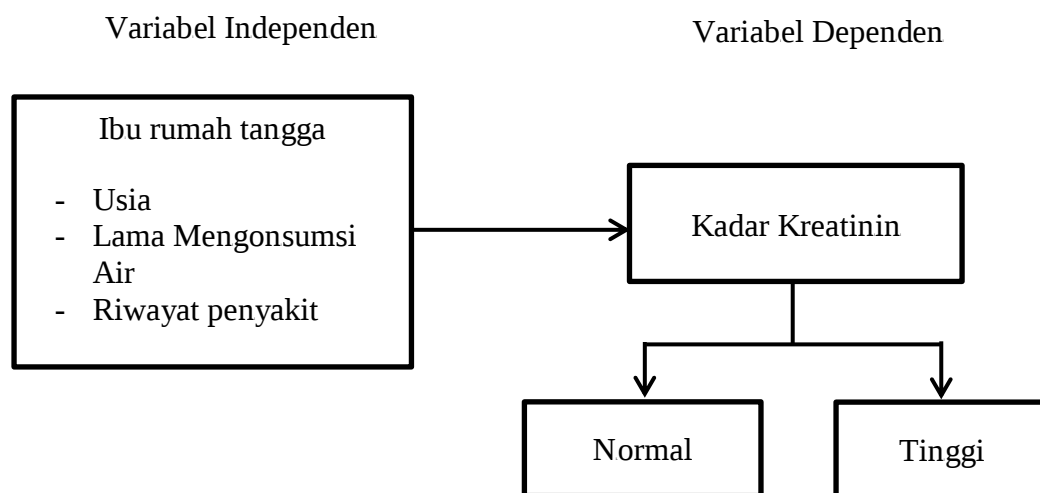
b. Metode Enzimatik

Metode ini menggunakan reaksi enzimatis untuk meningkatkan

spesifitas pengukuran kreatinin. Prinsip metode enzimatik dimulai dengan percepatan reaksi kreatinin dalam sampel oleh enzim kreatininase yang mengubahnya menjadi kreatinin. Selanjutnya, kreatinin dikonversi menjadi sarcosine oleh enzim kreatinase. Sarcosine kemudian direaksikan dengan sarcosine oksidase menghasilkan hidrogen proksida (H_2O_2). H_2O_2 ini kemudian bereaksi dengan zat berwarna seperti 4-aminoantipirin dibantu oleh enzim peroksidase untuk menghasilkan kompleks quinoneimina berwarna merah atau merah muda. Perubahan absorbansi yang dihasilkan pada 548 nm sebanding dengan konsentrasi kreatinin dalam sampel (Kamil and Putri, 2022)

Keunggulan metode ini adalah lebih spesifik dibandingkan metode Jaffe karena tidak terpengaruh oleh interferensi glukosa, protein atau zat lain. Metode ini juga lebih akurat untuk pasien dengan gangguan metabolisme atau kadar kreatinin rendah. Namun pada metode enzimatik ini, reagen lebih sensitif sehingga perlu disimpan dengan baik.

D. Kerangka Konsep



Gambar 1 Kerangka Konsep

E. Definisi Operasional

1. Usia : Umur hidup responden yang dihitung sejak lahir hingga saat penelitian dilakukan.
2. Lama mengonsumsi : Lamanya durasi waktu responden dalam mengonsumsi air sungai sebagai sumber air minum utama sehari-hari
3. Riwayat penyakit : Kondisi medis kronis atau penyakit degeneratif yang pernah atau sedang diderita responden berdasarkan diagnosis dari tenaga kesehatan.