

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Asam Urat

Asam urat merupakan metabolit akhir dari katabolisme purin yang terbentuk di hati dan diekskresikan melalui saluran kemih. Peningkatan konsentrasi asam urat di plasma darah berpotensi menimbulkan hiperurisemia serta penyakit ginjal kronis. Kondisi hiperurisemia ini memicu penumpukan kristal asam urat, dan apabila pengendapan terjadi pada ginjal, dapat mengakibatkan kerusakan struktural serta fungsional ginjal (Shiyama et al., 2022).

B. Proses Metabolisme Purin dan Pembentukan Asam Urat

Proses metabolisme purin dalam tubuh melibatkan dua jalur utama, yaitu jalur *de novo* yang mensintesis purin dari prekursor molekul kecil dan jalur *salvage* yang mendaur ulang basa purin dari pemecahan asam nukleat seluler (Yunia & Rahmawati, 2025). Asam urat sendiri merupakan produk akhir dari katabolisme purin (adenin dan guanin) yang dimediasi oleh peran krusial enzim xanthine oxidase (XO) yang mengubah hipoxantin menjadi xantin, dan kemudian xantin menjadi asam urat (Setiawati, 2025). Sebagian besar produksi asam urat ini terjadi di organ hati dan usus, di mana asam urat yang terbentuk kemudian dilepaskan ke dalam aliran darah untuk diekskresikan. Secara fisiologis, manusia tidak memiliki enzim urikase yang dapat memecah asam urat menjadi allantoin, sehingga asam urat tetap

menjadi produk akhir yang harus dikeluarkan secara efisien, dengan kontribusi sekitar 70% melalui filtrasi ginjal dan sisanya melalui saluran pencernaan. Ketidakseimbangan antara laju produksi asam urat melalui metabolisme purin dan laju ekskresinya oleh ginjal inilah yang menjadi pemicu utama kondisi hiperurisemia yang sering ditemukan dalam pemeriksaan laboratorium (Sudrajat & Fuady, 2024).

C. Kadar normal asam urat dalam darah

Kadar normal asam urat dalam darah dibedakan berdasarkan jenis kelamin dan kelompok usia karena adanya pengaruh hormon dan massa otot terhadap metabolisme purin. Secara umum, nilai rujukan normal untuk laki-laki dewasa berkisar antara 3,4 hingga 7,0 mg/dL, sedangkan untuk perempuan dewasa berkisar antara 2,4 hingga 6,0 mg/dL. Perbedaan ini disebabkan oleh peran hormon estrogen pada perempuan yang membantu meningkatkan ekskresi asam urat melalui ginjal secara lebih efisien dibandingkan laki-laki (Yunia & Rahmawati, 2025). Pada kelompok lansia, rentang normal ini sering kali bergeser atau menjadi perhatian khusus karena penurunan fungsi filtrasi glomerulus yang secara alami terjadi seiring bertambahnya usia, sehingga pemantauan rutin menjadi krusial untuk mencegah komplikasi hiperurisemia. Hasil pemeriksaan dikatakan abnormal atau menunjukkan kondisi hiperurisemia apabila kadar asam urat dalam serum melebihi ambang batas 7,0 mg/dL, yang jika berlangsung kronis dapat memicu pengendapan kristal monosodium urat pada jaringan sendi. Ketepatan dalam merujuk pada nilai

normal ini sangat penting dalam interpretasi hasil, baik menggunakan metode spektrofotometri laboratorium maupun alat mandiri berbasis POCT (Ermiyanti et al., 2022).

D. Faktor faktor yang mempengaruhi kadar asam urat

1. Jenis kelamin

Faktor jenis kelamin merupakan salah satu penentu utama kadar asam urat dalam tubuh. Pria memiliki risiko lebih tinggi mengalami peningkatan kadar asam urat dibandingkan wanita, terutama karena pria tidak memiliki hormon estrogen yang berperan penting dalam memfasilitasi ekskresi asam urat melalui urin. Sebaliknya, wanita juga rentan terhadap kondisi ini setelah memasuki masa menopause, saat kadar hormon estrogen menurun drastis, sehingga kemampuan tubuh untuk membuang asam urat menurun secara signifikan. Selain itu, perbedaan ini juga dipengaruhi oleh faktor fisiologis lain seperti massa otot yang lebih besar pada pria, yang dapat meningkatkan produksi purin endogen (Widodo & Adhila Fayasari, 2025)

2. Usia

Faktor usia merupakan salah satu penentu penting yang mempengaruhi kadar asam urat dalam darah. Semakin bertambahnya usia seseorang, risiko terjadinya peningkatan kadar asam urat semakin tinggi, terutama karena penurunan fungsi ginjal yang alami seiring bertambahnya tahun, sehingga ekskresi asam urat menjadi kurang efisien. Selain itu, penuaan juga sering disertai dengan perubahan

metabolisme purin endogen dan akumulasi faktor risiko komorbiditas seperti hipertensi atau diabetes, yang semakin memperburuk kondisi hiperurisemia (Widodo & Fayasari, 2025).

3. Pola makan dan gaya hidup

Semua jenis daging serta tumbuhan yang bisa dikonsumsi mengandung purin, meskipun beberapa makanan memiliki kadar purin yang lebih tinggi. Konsumsi makanan kaya purin secara berlebihan, seperti jeroan hewan, makanan laut, dan beberapa jenis daging merah, dapat menyebabkan peningkatan metabolit purin dalam tubuh. Kondisi ini memicu asam urat berlebih (hiperurisemia), yang jika berlangsung terus-menerus dapat meningkatkan risiko terjadinya penyakit asam urat, batu ginjal, dan gangguan fungsi ginjal. Selain itu, pola makan tinggi purin sering kali diperparah oleh faktor lain seperti konsumsi alkohol, obesitas, dan kurangnya aktivitas fisik, sehingga berkontradiksi (Liu et al., 2024). Gaya hidup merupakan pola tingkah laku sehari-hari yang patut dijalankan oleh suatu kelompok sosial di tengah masyarakat yang meliputi pola makan tinggi purin, aktivitas fisik dan alkohol. Gaya hidup mempengaruhi perilaku seseorang yang pada akhirnya menentukan pola konsumsi seseorang. Gaya hidup memiliki hubungan yang signifikan dengan kadar asam urat dalam tubuh. Pola makan yang tidak sehat, kurang aktivitas fisik dan kurangnya istirahat meningkatkan risiko asam urat. Sebaliknya gaya hidup yang sehat seperti menjaga pola makan seimbang, rutin berolahraga dapat mengontrol kadar asam urat (Mahendra et al., 2025).

4. Kondisi fisiologis dan patologis

Pemeriksaan kadar asam urat dalam tubuh sangat dipengaruhi oleh dinamika kondisi fisiologis dan perkembangan kondisi patologis yang dapat mengubah keseimbangan antara produksi dan ekskresi urat. Secara fisiologis, kadar asam urat dipengaruhi oleh faktor usia, jenis kelamin, massa otot, serta pola diet tinggi purin yang secara langsung meningkatkan *pool* asam urat dalam darah. Aktivitas fisik yang ekstrem juga dapat memicu peningkatan kadar asam urat sementara akibat pemecahan ATP yang berlebihan, sedangkan kondisi hidrasi tubuh menentukan efisiensi filtrasi ginjal dalam membuang sisa metabolisme tersebut (Setiawati, 2025). Secara patologis, hiperurisemia atau peningkatan kadar asam urat yang abnormal sering kali menjadi indikator klinis utama bagi penyakit *Gout Arthritis*, di mana terjadi pembentukan kristal monosodium urat pada persendian. Selain itu, kondisi patologis seperti gangguan fungsi ginjal kronis menghambat proses ekskresi, sementara penyakit metabolik seperti diabetes melitus dan sindrom metabolik sering kali menunjukkan korelasi kuat dengan gangguan transportasi urat di tubulus ginjal. Penyakit keganasan yang melibatkan lisis sel secara masif, seperti leukemia, juga dapat memicu peningkatan kadar asam urat secara patologis akibat pemecahan asam nukleat yang tidak terkendali (Setiawati, 2025).

5. Pemeriksaan Kadar Asam Urat

Pemeriksaan kadar asam urat memiliki tujuan utama untuk menilai keseimbangan metabolisme purin dalam tubuh serta mendeteksi adanya gangguan yang dapat memengaruhi proses pembentukan maupun pembuangan asam urat. Pemeriksaan kadar asam urat bertujuan utama untuk mendiagnosis hiperurisemia secara klinis, menyatukan risiko artritis asam urat, serta mendeteksi pembentukan benjolan. Tes ini berperan sebagai biomarker biokimia yang menilai keseimbangan produksi purin endogen (dari metabolisme sel tubuh) dengan kemampuan ginjal mengekskresi asam urat. Deteksi dini melalui laboratorium sangat penting karena hiperurisemia kronis tidak hanya merusak sendi, tetapi juga merupakan faktor risiko independen untuk penyakit kardiovaskular (seperti hipertensi dan infark miokard), gagal ginjal kronis (Timsans et al., 2024). Hiperurisemia didefinisikan sebagai >7 mg/dL pada pria dan >6 mg/dL pada wanita, meskipun gejala asam urat biasanya muncul pada kadar >9 – 10 mg/dL. Faktor pemicu utama meliputi diet tinggi purin (daging merah, makanan laut, alkohol), obesitas, terapi diuretik, serta kondisi seperti sindrom lisis tumor atau psoriasis (Mustafa et al., 2025)

6. Metode Pemeriksaan *Point Of Care Testing*

a. Pengertian dan Prinsip Kerja POCT

Metode *Point of Care Testing* (POCT) merupakan pendekatan pemeriksaan laboratorium yang dilakukan langsung di sisi pasien atau dekat tempat tidur untuk mempercepat diagnosis dan inisiasi terapi yang tepat waktu (Aziz & Soewondo, 2025). Keunggulan utamanya terletak pada kemampuan menghasilkan data secara real-time dengan akurasi diagnostik tinggi, sehingga ideal untuk kondisi darurat, pemantauan mandiri, pengelolaan penyakit kronis, dan skrining cepat yang meminimalkan waktu penyelesaian (Jarnda et al., 2025). Alat POCT dirancang portabel dengan kebutuhan sampel minimal, seperti satu tetes darah layar, yang tidak hanya mengurangi kenyamanan pasien tetapi juga meningkatkan pemenuhan pengujian di berbagai pengaturan klinis (Khan et al., 2024). Salah satu alat yang menggunakan metode Point of Care Testing (POCT) adalah AutoChek.



Gambar 2.1 POCT Autocheck (Dokumentasi pribadi, 2025).

AutoCheck adalah perangkat POCT 3-in-1 yang dapat mengukur kadar gula darah, kolesterol, dan asam urat dalam satu alat dengan sampel darah kapiler dari ujung jari. Alat ini menggunakan biosensor/strip test yang akan memberikan hasil kadar asam urat dalam waktu singkat (± 15 detik) setelah darah kapiler ditetaskan ke strip, sehingga sangat cocok untuk pemeriksaan cepat di fasilitas kesehatan primer atau skrining mandiri (Tamalsir et al., 2026)

b. Kelebihan dan Kekurangan Metode POCT

Keunggulan pokok teknologi POCT adalah efisiensi waktu penyelesaian *Turn Around Time* (TAT) yang luar biasa singkat, karena pemeriksaan dilakukan langsung tanpa birokrasi pengiriman sampel ke lab sentral, sehingga mendukung pengambilan keputusan klinis cepat. Selain itu, prosedurnya sederhana dengan kebutuhan sampel minimal hanya mikroliter darah layar yang meningkatkan kenyamanan pasien dan kepatuhan pengujian. Dari aspek pra-analitik, POCT secara efektif mengurangi risiko identifikasi spesimen serta degradasi sampel akibat transportasi non-standar, sekaligus menekan biaya operasional dan akurasi diagnostik secara keseluruhan (Khan et al., 2024). penggunaan POCT memiliki batasan pada tingkat akurasi dan presisi yang sering kali tidak setara dengan instrumen *auto-analyzer* di laboratorium sentral. Kelemahan lainnya adalah biaya operasional yang lebih tinggi per tes akibat harga strip reagen mahal, tidak seperti reagen bulk di lab besar. Hasil POCT rentan dipengaruhi faktor lingkungan (suhu, kelembaban), variasi teknik operator, serta risiko kontaminasi

silang, yang berpotensi menyebabkan kesalahan diagnosis jika tanpa kalibrasi rutin. Oleh karena itu, penerapan POCT memerlukan sistem kontrol kualitas dan dokumentasi hasil yang terintegrasi secara digital untuk menjamin keamanan pasien dan validitas data klinis (Khan et al., 2024).

c. Faktor Yang Mempengaruhi Hasil Akurasi POCT

Akurasi hasil pemeriksaan kadar asam urat menggunakan metode POCT sangat dipengaruhi oleh integritas strip reagen, di mana paparan udara akibat botol stik yang tidak segera ditutup rapat dapat menyebabkan kerusakan akibat kelembapan tinggi dan suhu penyimpanan yang tidak stabil. Faktor teknis pada fase pra-analitik, seperti pemilihan lokasi penusukan kapiler yang tidak tepat atau adanya sisa alkohol yang belum kering pada kulit, dapat memicu hemolisis atau pengenceran sampel yang mendistorsi hasil pembacaan alat. Selain itu, kondisi fisiologis pasien seperti status hidrasi, volume hematokrit, serta konsumsi obat-obatan tertentu (seperti vitamin C dosis tinggi atau obat diuretik) diketahui dapat memberikan pengaruh interferensi pada sensor elektrokimia alat POCT. Alat sensor harus bersih, operator rajin kalibrasi, dan memakai kode chip strip yang benar agar hasil tetap tepat dan stabil (Yunia & Rahmawati, 2025)

7. Metode Pemeriksaan Spektrofotometer

a. Pengertian dan Prinsip Kerja Spektrofotometri

Metode **spektrofotometri** merupakan teknik analisis kuantitatif yang digunakan untuk menentukan konsentrasi suatu zat dalam suatu larutan dengan cara

mengukur intensitas cahaya yang diserap atau diteruskan oleh sampel pada panjang gelombang tertentu (Patel, 2022). Salah satu alat dengan metode spektrofotometri yaitu alat Biosystems BA200.



Gambar 2.2 Biosystem BA200 (Sumber Primer, 2026)

Biosystems BA200 adalah alat analyzer kimia klinik otomatis (*fully automated clinical chemistry analyzer*) yang digunakan di laboratorium untuk mengukur berbagai parameter kimia darah, serum, plasma, dan urin secara cepat, akurat, dan terstandar. Alat ini bekerja dengan prinsip fotometri (colorimetri dan turbidimetri). BA200 dirancang untuk melakukan proses analisis mulai dari pengambilan sampel, penambahan reagen, pencampuran, inkubasi, pembacaan hasil, hingga pencucian sistem secara otomatis, sehingga mengurangi kesalahan manual dan meningkatkan efisiensi kerja laboratorium klinik (Gupta et al., 2026)

b. Kelebihan dan Kekurangan Spektrofotometri

Metode **spektrofotometri** menawarkan berbagai keunggulan yang menjadikannya salah satu teknik analisis yang banyak digunakan di laboratorium, termasuk untuk pengukuran kadar asam urat. Salah satu

kelebihannya adalah kemudahan penggunaan dan biaya yang relatif rendah, karena alat yang diperlukan sederhana dan lebih ekonomis dibandingkan metode analisis lain seperti kromatografi atau spektrometri massa (Talath & Hani, 2024). Selain itu, spektrofotometri bersifat non-destruktif, sehingga sampel tetap utuh selama pengukuran dan memungkinkan dilakukan pengujian ulang jika dibutuhkan (Talath & Hani, 2024). Metode ini juga memiliki sensitivitas dan akurasi yang tinggi, mampu mendeteksi perubahan kecil dalam absorbansi cahaya yang berkaitan langsung dengan konsentrasi zat di dalam sampel (Patel, 2022).

Selain itu, spektrofotometri memiliki cakupan aplikasi yang luas, dapat digunakan untuk menganalisis berbagai jenis senyawa baik organik maupun anorganik, termasuk dalam bidang klinik, farmasi, lingkungan, dan biokimia (Patel, 2022). Dalam konteks pemeriksaan kadar asam urat, kelebihan ini membuat metode spektrofotometri mampu memberikan hasil yang cepat, akurat, dan dapat diandalkan dalam mendeteksi kadar asam urat dalam darah dengan sensitivitas tinggi.

c. Faktor Yang Mempengaruhi Akurasi Spektrofotometri

Akurasi pemeriksaan asam urat menggunakan metode spektrofotometri sangat bergantung pada kontrol kualitas yang ketat pada tahap pra-analitik hingga analitik guna memastikan hasil yang valid sebagai standar referensi. Salah satu faktor teknis utama adalah stabilitas reagen enzimatis dan suhu inkubasi yang harus terjaga tepat pada 37°C agar reaksi pembentukan

senyawa kwinonimina berjalan sempurna. Secara biologis, keberadaan zat pengganggu (*interfering substances*) dalam sampel serum seperti bilirubin (ikterik), hemoglobin (hemolisis), atau lipid (lipemik) dapat menyebabkan peningkatan absorbansi semu yang mengakibatkan hasil positif palsu pada pembacaan spektrofotometer (Sudrajat & Fuady, 2024). Selain itu, kebersihan kuvet dan akurasi pemilihan panjang gelombang pada instrumen sangat krusial, karena goresan pada kuvet atau penyimpangan monokromator dapat mengganggu transmisi cahaya sesuai Hukum Beer-Lambert). Kualitas sampel serum, termasuk waktu pemisahan dari sel darah merah yang tepat, juga menjadi faktor penentu agar kadar asam urat tidak mengalami degradasi sebelum dianalisis. Terakhir, ketepatan pemipetan reagen dan volume sampel oleh tenaga laboratorium secara presisi sangat mempengaruhi konsistensi hasil akhir pada metode manual maupun semi-otomatis (Patel, 2022).