

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Tekanan Darah

Tekanan darah merupakan gaya yang dibutuhkan untuk mendorong aliran darah melalui pembuluh darah agar dapat mencapai seluruh jaringan tubuh. Peredaran darah yang lancar memainkan peran penting sebagai sarana transportasi oksigen dan berbagai zat lainnya ke seluruh organ tubuh. Secara fisiologis, tekanan darah merujuk pada tekanan yang terjadi dalam arteri selama sirkulasi darah sistemik. Tekanan ini terbagi menjadi dua jenis, yaitu tekanan sistolik, yaitu tekanan yang terjadi saat jantung berkontraksi (menguncup), dan tekanan diastolik, yaitu tekanan saat jantung dalam fase relaksasi (mengendur) (Alifariki, 2022).

Klasifikasi tekanan darah dibagi menjadi empat kelompok, yaitu kategori normal, prehipertensi, hipertensi derajat 1, dan hipertensi derajat 2. Nilai tekanan darah yang dianggap normal pada orang dewasa berada di angka 120/80 mmHg, di mana nilai 120 menunjukkan tekanan sistolik dan angka 80 menunjukkan tekanan diastolik. Prehipertensi ditandai dengan tekanan sistolik antara 120–139 mmHg dan diastolik antara 80–89 mmHg. Sementara itu, hipertensi tingkat 1 ditetapkan jika tekanan sistolik berada pada kisaran 140–159 mmHg dan tekanan diastolik 90–99 mmHg. Adapun hipertensi tingkat 2 didefinisikan ketika tekanan darah mencapai atau melebihi 160/100 mmHg (Rehena dan Wael, 2023).

1. Peningkatan tekanan darah/ Hipertensi

Hipertensi adalah suatu kondisi medis yang ditandai dengan peningkatan tekanan darah arteri secara terus-menerus melebihi ambang batas normal. Pengukuran tekanan darah dilakukan dalam satuan milimeter air raksa (mmHg),

dan umumnya dinyatakan dalam dua nilai: sistolik dan diastolik. Tekanan sistolik menggambarkan tekanan maksimum dalam arteri ketika jantung berkontraksi untuk mengalirkan darah ke seluruh tubuh. Sebaliknya, tekanan diastolik menunjukkan tekanan dalam pembuluh darah saat jantung berada dalam fase relaksasi, yaitu ketika darah mengalir kembali untuk mengisi ruang jantung (Marni *et.al*, 2023).

Hipertensi, yang juga dikenal sebagai tekanan darah tinggi, merupakan gangguan pada sistem peredaran darah yang menghambat distribusi oksigen dan zat gizi melalui pembuluh darah ke jaringan tubuh yang memerlukannya. Kondisi ini seringkali merupakan manifestasi dari suatu sindrom yang menyebabkan kekakuan atau pengerasan pembuluh darah, sehingga berpotensi merusak fungsi organ-organ tertentu. Secara klinis, hipertensi sering tidak menimbulkan gejala yang khas, namun ditandai oleh peningkatan tekanan darah pada arteri. Akibatnya, penderita hipertensi memiliki risiko lebih besar untuk mengalami gangguan kardiovaskular seperti penyakit jantung, gagal ginjal, stroke, serta kerusakan ginjal (Handayani *et al.*, 2024).

2. Penyebab Hipertensi

Terdapat beragam penyebab yang berkontribusi terhadap terjadinya hipertensi. Salah satu penyebab utama yang paling umum adalah aterosklerosis, yaitu kondisi penebalan pada dinding arteri yang mengurangi elastisitas pembuluh darah. Faktor lain yang juga berperan meliputi riwayat genetik, peningkatan volume darah yang dipompa oleh jantung, gangguan fungsi ginjal, kelainan pada kelenjar adrenal, serta aktivitas sistem saraf simpatis. Selain itu, kondisi seperti kelebihan berat badan, tekanan mental, stres, dan ketegangan emosional yang dialami oleh ibu hamil juga dapat memicu peningkatan tekanan darah (Rehena dan Wael, 2023).

3. Hipertensi dalam kehamilan

Hipertensi termasuk dalam kategori faktor risiko utama yang berkaitan dengan gangguan sistem kardiovaskular seperti jantung koroner, gangguan aliran darah perifer, stroke, serta kerusakan ginjal. Untuk mencegah terjadinya komplikasi lebih lanjut, diperlukan pengaturan tekanan darah agar tetap berada dalam rentang normal, baik melalui terapi obat-obatan maupun pendekatan tanpa obat. Di Indonesia, hipertensi yang terjadi selama masa kehamilan menjadi salah satu dari lima penyebab utama kematian ibu (Kemkes RI, 2023). Tekanan darah tinggi selama masa kehamilan dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis, yaitu preeklampsia, eklampsia, hipertensi kronis yang terjadi selama kehamilan, kombinasi antara hipertensi kronis dengan preeklampsia, serta hipertensi gestasional.

Tekanan darah tinggi pada masa kehamilan merupakan kondisi yang cukup umum terjadi dan menjadi salah satu penyebab utama kematian ibu saat melahirkan, serta dapat menimbulkan berbagai komplikasi serius lainnya. Diperkirakan sekitar 5% kehamilan mengalami kondisi ini. Di Amerika Serikat, prevalensi hipertensi pada ibu hamil berkisar antara 6 hingga 10%. Dari sekitar 4 juta wanita yang menjalani kehamilan setiap tahunnya, sekitar 240.000 di antaranya mengalami tekanan darah tinggi. Hipertensi juga menjadi salah satu faktor risiko terjadinya stroke, dengan angka kematian ibu hamil akibat perdarahan otak mencapai 15% (Haidar, 2019).

4. Penyebab Hipertensi dalam kehamilan

Selama masa kehamilan, terdapat empat faktor utama yang menjadi pemicu terjadinya tekanan darah tinggi:

a) Preeklampsia

Preeklampsia adalah suatu kondisi khas yang terjadi selama kehamilan dan ditandai oleh gangguan fungsi plasenta serta respons tubuh ibu terhadap peradangan sistemik, yang melibatkan aktivasi endotel dan sistem pembekuan darah. Diagnosis preeklampsia ditegakkan bila terdapat tekanan darah tinggi yang dipicu oleh kehamilan, disertai dengan gangguan pada organ tubuh lainnya, umumnya setelah usia kehamilan lebih dari 20 minggu. Dahulu, preeklampsia secara klasik didefinisikan sebagai munculnya hipertensi baru selama kehamilan yang disertai dengan keberadaan protein dalam urin (proteinuria) (Veri *et al.*, 2024).

b) Hipertensi Gestasional

Hipertensi gestasional merupakan kondisi tekanan darah tinggi yang muncul setelah kehamilan mencapai usia 20 minggu tanpa disertai adanya protein dalam urin (proteinuria), dengan prevalensi sekitar 6%. Sekitar 25% dari wanita dengan kondisi ini berpotensi mengalami perkembangan menjadi preeklampsia. Hipertensi gestasional yang tergolong berat ditandai dengan peningkatan tekanan darah melebihi 160 mmHg. Umumnya, tekanan darah akan kembali ke nilai normal sekitar 10 hari setelah proses persalinan. Peningkatan kasus hipertensi gestasional berkaitan dengan berbagai faktor risiko, seperti jenis kelamin, riwayat hipertensi dalam keluarga, kelebihan berat badan (obesitas), kurangnya aktivitas fisik, konsumsi garam yang tinggi, stres, serta gaya hidup tidak sehat seperti kebiasaan merokok dan mengonsumsi alkohol (Malka, 2022).

c) Hipertensi kronis

Hipertensi kronis adalah kondisi tekanan darah tinggi yang telah ada sebelum terjadinya kehamilan, baik wanita tersebut sedang menjalani terapi maupun tidak.

Kondisi ini juga perlu dicurigai apabila peningkatan tekanan darah terdeteksi sebelum kehamilan mencapai usia 20 minggu, meskipun penegakan diagnosis definitif umumnya baru dapat dilakukan setelah proses kehamilan selesai (Khodijah *et al.*, 2024).

d) Hipertensi kronik dengan superimposed preeklampsia

Hipertensi kronis dengan preeklampsia superimposed merupakan kondisi tekanan darah tinggi yang sudah ada sebelumnya dan kemudian berkembang dengan gejala-gejala khas preeklampsia, seperti munculnya protein dalam urin atau manifestasi lain yang menunjukkan keterlibatan organ (Munawarah *et al.*, 2025).

3. Pengobatan hipertensi dalam kehamilan

Pengobatan hipertensi pada kehamilan:

- a) Pemberian anti hipertensi (Nifedipine, MetylDopa, dll).
- b) Pemberian obat anti kejang (Magnesium Sulfat).
- c) Pada kasus tertentu jika terjadi perburukan atau tekanan darah tetap tidak terkontrol terminasi kehamilan pada usia kehamilan berapapun harus dilakukan (Ranggis, 2024).

4. Tanda dan gejala hipertensi dalam kehamilan

- a) Pada ginjal terjadi proteinuria – rasio protein: kreatinin urin spot 30 mg/mmol atau lebih, cedera ginjal akut dengan kreatinin serum >90 mikromol/L dan oliguria: <80 mL/4 jam.
- b) Hasil pemeriksaan hematologi menunjukkan trombositopenia – jumlah trombosit <100.000/microliter, hemolysis dan koagulasi intravaskular diseminata.

- c) Fungsi hati mengalami gangguan yang ditandai dengan peningkatan kadar enzim transaminase dalam darah, seperti alanine aminotransferase (ALT) atau aspartate aminotransferase (AST), dengan nilai melebihi 40 IU/L. Kondisi ini juga dapat disertai keluhan nyeri hebat di area epigastrium atau pada bagian kanan atas perut (kuadran kanan atas).
- d) Secara neurologis terjadi kejang eclampsia, klonus berkelanjutan (hiperrefleksia sering ditemukan dan tidak diagnostik), sakit kepala parah, gangguan penglihatan – fotopsia, skotoma, kebutaan kortikal, stroke.
- e) Edema paru.
- f) Disfungsi uteroplasenta dengan hambatan pertumbuhan janin, kelainan pada pencitraan doppler arteri umbilikalis, lahir mati (Beech dan Mangos, 2021).

B. Protein Urine

Proteinuria merupakan kondisi di mana urin mengandung kadar protein yang melebihi ambang batas normal. Dalam keadaan fisiologis, jumlah protein yang diekskresikan melalui urin sangat minimal, yakni kurang dari 150 mg per hari, di mana sekitar dua pertiga berasal dari sekresi tubulus ginjal. Kehadiran protein dalam urin dalam jumlah signifikan sering kali menjadi petunjuk paling sensitif terhadap adanya gangguan fungsi ginjal (Rini dan Pujiana, 2022).

1. Patofisiologi proteinuria

Meskipun membran dasar glomerulus berfungsi sebagai penghalang yang sangat selektif terhadap molekul berukuran besar seperti protein plasma terutama albumin masih terdapat sebagian kecil protein yang dapat melewatinya dan masuk ke dalam filtrat glomerulus. Sebagian protein yang berhasil difiltrasi akan dipecah

dan diserap ulang oleh tubulus proksimal, meskipun sejumlah kecil tetap diekskresikan melalui urin. Nilai normal ekskresi protein urin per hari tidak melebihi 150 mg, yang dapat diketahui melalui pengumpulan urin selama 24 jam atau dengan menggunakan rasio protein terhadap kreatinin pada sampel urin acak (nilai $> 0,3$ dianggap tidak normal). Untuk albumin sendiri, batas ekskresinya berkisar di angka 30 mg/hari. Jika ekskresi albumin berada antara 30–300 mg/hari (setara dengan 20–200 mcg/menit), maka kondisi ini dikategorikan sebagai peningkatan albuminuria tingkat sedang (mikroalbuminuria). Sementara kadar yang lebih tinggi tergolong sebagai peningkatan albuminuria berat, sesuai dengan klasifikasi terminologi terbaru. Secara umum, proteinuria dapat disebabkan oleh empat mekanisme, yaitu gangguan pada glomerulus, tubulus, kelebihan beban, serta faktor fungsional (Maddukuri, 2024).

- a) Proteinuria glomerulus disebabkan oleh kerusakan barier filtrasi glomerulus atau peningkatan tekanan hidrostatik. Disfungsi barier muatan yang terdiri dari kolagen dan laminin menyebabkan hilangnya muatan negatif, yang bermanifestasi sebagai munculnya protein bermuatan negatif dalam urin. Selain itu, pertumbuhan sel mesangial di glomerulus, produksi matriks ekstraseluler, dan infiltrasi sel inflamasi juga dapat menyebabkan proteinuria. Podosit merupakan barier esensial terhadap proteinuria, dan disfungsi molekuler nefrin dan podosin pada tingkat podosit dapat menyebabkan perkembangan proteinuria. Kation potensial reseptor transien (TRPC) adalah protein yang terlibat dalam influks kalsium dan telah terbukti berhubungan dengan cedera podosit melalui jalur pensinyalan yang dimediasi NFAT. Ginjal juga memproduksi protein membran yang dikenal sebagai Klotho. Dalam

sebuah studi terbaru, klotho telah terbukti menekan TRPC dan oleh karena itu dapat menawarkan manfaat terapeutik untuk proteinuria di masa mendatang (Liu and Lv, 2019).

- b) Disfungsi Tubulointertial hal ini disebabkan oleh disfungsi pada tubulus proksimal yang mengakibatkan gangguan penyerapan protein yang disaring. Disfungsi tubulointertisial biasanya menyebabkan proteinuria yang lebih ringan dibandingkan disfungsi glomerulus, dengan kadar protein urin 24 jam kurang dari 2 gram (Verma *et al.*, 2012).
- c) Proteinuria jenis overload atau luapan terjadi akibat peningkatan sintesis protein dalam tubuh yang melebihi kemampuan sistem reabsorpsi di tubulus proksimal. Ketika kadar protein plasma dengan berat molekul rendah meningkat secara signifikan, proses filtrasi glomerulus tetap berlangsung, namun jumlah protein yang tersaring tidak dapat sepenuhnya diserap kembali oleh tubulus, sehingga kelebihannya akan dikeluarkan melalui urin sebagai proteinuria (Leung, Wong and Barg, 2017).
- d) Proteinuria fungsional muncul akibat peningkatan sementara aliran darah ke ginjal yang dapat disebabkan oleh aktivitas fisik berat, demam, atau kondisi seperti gagal jantung dengan curah jantung tinggi sehingga lebih banyak protein mencapai nefron dan terdeteksi dalam urin, umumnya kurang dari 1 gram per hari. Kondisi ini bersifat sementara dan akan membaik setelah aliran darah ginjal kembali ke tingkat normal (Maddukuri, 2024).

2. Jenis- jenis proteinuria

Secara anatomi, proteinuria dibedakan menjadi tiga jenis utama, yakni proteinuria prerenal, proteinuria yang berasal dari ginjal (renal), dan proteinuria pascarenal.

a) Pre-renal proteinuria

Salah satu jenis proteinuria spesifik adalah proteinuria prerenal, yang terjadi akibat faktor eksternal seperti dehidrasi atau peningkatan pemecahan protein. Penting untuk membedakan proteinuria prerenal dari jenis proteinuria lainnya karena mengidentifikasi dan mengatasi penyebab yang mendasarinya seringkali dapat menyelesaikan masalah tanpa intervensi medis yang tidak perlu (Aaliyah, 2023).

b) Renal proteinuria

Kondisi ini dapat disebabkan oleh peradangan pada glomerulus (glomerulonefritis), sindrom nefrotik, kerusakan otot (lisis muskular), serta gangguan ginjal baik yang bersifat akut maupun kronis (Ali dan Arianto, 2020).

c) Pasca renal proteinuria

Inflamasi pada saluran kemih, yang umumnya dipicu oleh infeksi saluran kemih, dapat memicu peningkatan jumlah protein yang dikeluarkan melalui urin, meskipun mekanisme pastinya belum sepenuhnya dipahami. Jenis protein yang ditemukan dalam urin umumnya bukan albumin, melainkan imunoglobulin seperti IgA atau IgG, dengan jumlah ekskresi yang relatif kecil. Pada kondisi ini, leukosit juga sering terdeteksi dalam urin (leukosituria) (Dasgupta, 2021).

3. Pemeriksaan protein urine

Pemeriksaan kadar protein dalam urin dilakukan untuk mengevaluasi seberapa banyak protein yang terkandung dalam sampel urin seseorang. Kelebihan kadar protein dalam urin bisa menjadi tanda adanya masalah kesehatan, terutama gangguan pada fungsi ginjal. Ketika ginjal mengalami kerusakan dan tidak mampu menyaring darah dengan baik, sebagian protein dapat keluar bersama urin. Oleh karena itu, pemeriksaan ini penting untuk mendeteksi adanya kelainan ginjal yang ditandai oleh keluarnya protein melalui urin (Rini dan Pujiana, 2022).

Pemeriksaan protein dalam urine merupakan salah satu uji diagnostik yang penting dalam dunia medis untuk mengevaluasi fungsi ginjal dan mendeteksi masalah kesehatan tertentu. Penyakit ginjal, diabetes, tekanan darah tinggi, atau kondisi medis lainnya dapat menyebabkan protein keluar dari ginjal ke dalam urine, yang dapat menjadi indikasi gangguan kesehatan yang serius (Purwaningsih, 2023).

Analisis protein dalam urin dapat dilakukan menggunakan pendekatan kualitatif maupun kuantitatif dengan bantuan alat khusus. Deteksi proteinuria umumnya dilakukan melalui berbagai teknik pemeriksaan, antara lain:

a) Metode kualitatif

1) Metode Carik Celup memanfaatkan prinsip kolorimetri dengan reagen tetrabromofenol biru yang bereaksi terhadap keberadaan protein dalam urine melalui perubahan warna. Sensitivitas deteksi dimulai pada konsentrasi proteinuria sekitar 10 mg/dL (hasil negatif), menunjukkan reaksi +1 pada kadar sekitar 30 mg/dL, +2 untuk 100 mg/dL, +3 jika mencapai 300 mg/dL, dan +4 apabila kandungan proteinuria sama dengan atau melebihi 1000 mg/dL. Pengujian ini secara spesifik mendeteksi albumin dan kurang peka terhadap jenis

protein lainnya. Strip uji urine ini memiliki tingkat sensitivitas sekitar 70% dan spesifisitas sebesar 68%. Nilai prediktif positif pada hasil +3 hingga +4 dalam memperkirakan kadar proteinuria lebih dari 1 gram/m²/hari adalah sebesar 89%, sedangkan nilai prediktif negatif pada hasil 0 digunakan untuk memprediksi tidak adanya proteinuria secara signifikan (Charisma, 2020).

2) Metode ini bekerja dengan prinsip bahwa protein dalam urine akan mengalami koagulasi saat berada dekat dengan titik isoelektriknya. Proses ini dipicu oleh penambahan asam asetat 6% serta pemanasan, yang menyebabkan protein menggumpal dan membentuk kekeruhan. Derajat kekeruhan atau munculnya butiran hingga gumpalan akan meningkat sebanding dengan konsentrasi protein yang terdapat dalam sampel urine (Rizalatul, 2020). Berikut interpretasi hasil pemeriksaan metode asam asetat 6% dijelaskan pada tabel 1:

Tabel 1
Interpretasi Hasil Pemeriksaan Protein Urine Metode Asam Asetat 6%

No	Pengamatan	Hasil	Simbol	Kisaran Kadar Protein
1	Tidak ada kekeruhan	(-)	-	Tidak ada
2	Kekeruhan sedikit sekali	(±)	±	0,01–0,05%
3	Kekeruhan sedikit	(+)	+	10–50 mg%
4	Kekeruhan jelas	(++)	++	50–200 mg%
5	Kekeruhan hebat	(+++)	+++	200–500 mg%
6	Kekeruhan menggumpal	(++++)	++++	>500 mg%

(Rini dan Pujiana, 2022)

3) Metode ini digunakan untuk mendeteksi keberadaan protein dalam urine secara kualitatif. Prinsip pemeriksaan ini didasarkan pada sifat protein yang akan mengalami perubahan struktur (denaturasi) dan menggumpal (koagulasi) saat dipanaskan pada titik isoelektriknya. Hasil pemeriksaan diinterpretasikan berdasarkan tingkat kekeruhan yang terbentuk. Nilai normal ditandai dengan hasil negatif (-), yaitu tidak ditemukannya kekeruhan pada sampel urine (Rini dan Pujiana, 2022).

b) Metode kuantitatif

Metode Esbach digunakan untuk mengukur kadar protein dalam urine secara kuantitatif. Prinsip kerjanya didasarkan pada pengendapan protein yang terjadi dalam kondisi asam. Jumlah endapan yang terbentuk di dalam tabung Esbach mencerminkan konsentrasi protein dalam urine, di mana tinggi endapan berkorelasi langsung dengan jumlah gram protein per liter (Kustiningsih *et al.*, 2020).

Normalnya, urine tidak mengandung protein dalam jumlah yang berarti karena ginjal berfungsi sebagai penyaring yang efektif untuk menjaga protein tetap berada dalam sirkulasi darah. Apabila ditemukan kadar protein yang tinggi dalam urine, hal ini bisa menjadi indikasi adanya gangguan atau kerusakan pada ginjal maupun sistem saluran kemih (Purwaningsih, 2023).

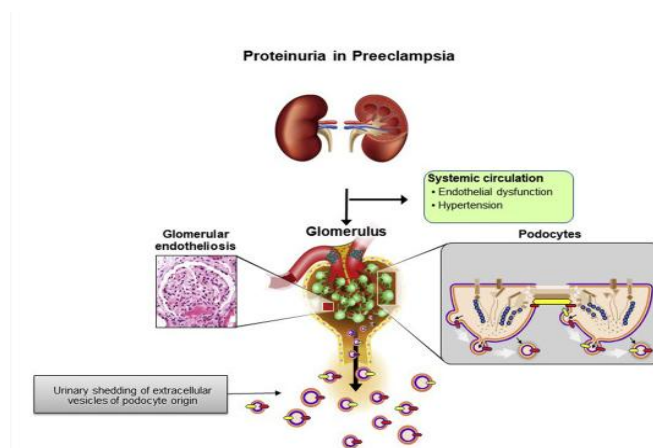
3. Protein urine sebagai indikator Preeklampsia

Proteinuria menjadi indikator penting dalam mengevaluasi fungsi ginjal serta dapat berfungsi sebagai petunjuk awal terjadinya preeklampsia. Pada kondisi preeklampsia, peningkatan kadar protein dalam urin disebabkan oleh penurunan

perfusi ginjal dan kerusakan pada membran glomerulus, yang menyebabkan meningkatnya permeabilitas terhadap protein (Mutiara *et al.*, 2018).

Proteinuria memiliki peran sentral dalam menegakkan diagnosis preeklampsia. Selain itu, kadar protein dalam urin juga sempat dijadikan indikator tingkat keparahan kondisi tersebut. Seseorang dikategorikan mengalami preeklampsia ringan apabila terdapat hipertensi gestasional ringan yang disertai dengan adanya proteinuria. Sementara itu, preeklampsia berat didiagnosis jika ditemukan salah satu tanda berikut, misalnya tekanan darah melebihi 160/110 mmHg.

Kriteria preeklampsia berat juga mencakup tekanan darah sistolik ≥ 160 mmHg atau diastolik >110 mmHg yang tercatat pada dua kali pengukuran dalam selang waktu 4 jam, atau adanya satu kali pengukuran tekanan darah diastolik di atas 110 mmHg yang memerlukan penanganan dengan antihipertensi. Selain itu, ekskresi protein dalam urin selama 24 jam yang melebihi 5 gram, adanya penurunan jumlah trombosit, sindrom HELLP (hemolisis, peningkatan kadar enzim hati, dan trombositopenia), timbulnya edema paru, serta kejadian kejang juga menjadi indikator penting dari bentuk preeklampsia berat (Fishel, Lindheimer and Sibai, 2022).



(Fishel, Lindheimer and Sibai, 2022)

Gambar 1. Proteinuria pada preeklampsia

C. Ibu Hamil Trimester III

Kehamilan merupakan rangkaian proses biologis yang berlangsung sejak terjadinya pembuahan hingga persalinan. Proses ini diawali dengan pembuahan sel telur oleh sperma yang kemudian menempel pada lapisan endometrium dan berkembang menjadi embrio hingga janin. Trimester ketiga kehamilan mencakup usia kehamilan antara 28 hingga 40 minggu. Pada periode ini, ibu hamil sering kali mengalami berbagai keluhan fisik dan emosional yang menimbulkan kekhawatiran. Beragam ketidaknyamanan tersebut meliputi nyeri punggung, kesulitan bernapas, gangguan tidur, sering buang air kecil, kontraksi pada perut, pembengkakan pergelangan kaki, kram pada tungkai, serta meningkatnya rasa cemas (Ridhatullah dan Afiah, 2023).

1. Perubahan fisiologis pada ibu hamil trimester III

Transformasi fisik dan psikologis selama kehamilan berkaitan erat dengan perubahan biologis yang terjadi secara alami dalam setiap proses kehamilan. Selama masa ini, tubuh ibu akan mengalami berbagai adaptasi, baik dari segi fisiologis maupun emosional. Sebagian besar perubahan ini dipicu oleh aktivitas hormonal, terutama hormon estrogen dan progesteron, yang awalnya diproduksi oleh korpus luteum yang kemudian berkembang menjadi korpus graviditatum dan selanjutnya dilanjutkan oleh plasenta setelah organ tersebut terbentuk secara sempurna (Natalia dan Faraswati, 2023).

a. Perubahan sistem Reproduksi

Penyesuaian pada sistem reproduksi selama kehamilan mencakup serangkaian perubahan fisiologis yang berlangsung dalam tubuh wanita guna menunjang perkembangan janin. Adaptasi ini berperan penting dalam mempersiapkan tubuh

menghadapi proses persalinan dan fase menyusui pasca melahirkan. Perubahan tersebut dipengaruhi oleh aktivitas hormonal yang berdampak pada berbagai bagian sistem reproduksi, seperti ovarium, rahim, payudara, vulva, dan perineum (Aprilianti *et al.*, 2023).

b. Perubahan sistem Kardiovaskular

Selama kehamilan, adaptasi fisiologis yang terjadi dapat menimbulkan perubahan besar pada sistem kardiovaskular guna memenuhi peningkatan kebutuhan metabolik akibat pertumbuhan janin. Perempuan dengan struktur jantung yang sehat umumnya mampu menyesuaikan diri dengan perubahan ini, sedangkan mereka yang memiliki gangguan jantung berisiko mengalami dekompensasi, yang berpotensi menimbulkan komplikasi kehamilan hingga mengancam keselamatan ibu dan janin. Apabila perubahan kardiovaskular yang mulai terjadi sejak trimester pertama tidak terdeteksi, maka kemampuan cadangan jantung dapat menurun. Peningkatan beban kerja jantung ini dipicu oleh beberapa faktor, antara lain:

- 1) Kebutuhan oksigen meningkat secara signifikan sebagai akibat dari perkembangan janin di dalam rahim
- 2) Bertambahnya ukuran uterus dan kelenjar payudara menyebabkan peningkatan kebutuhan oksigen jaringan tubuh ibu
- 3) Terjadinya penambahan massa tubuh ibu hamil sekitar 10 hingga 14 kilogram turut memperbesar beban kerja sistem kardiovaskular
- 4) Plasenta yang terbentuk memiliki karakteristik menyerupai hubungan arterio-vena, sehingga meningkatkan aliran darah dan beban jantung (Rampengan, 2019).

c. Perubahan sistem Urinari

Seiring dengan bertambahnya usia kehamilan, terjadi dilatasi yang lebih dominan pada pelvis ginjal dan ureter sisi kanan dibandingkan sisi kiri. Pada awal masa gestasi, terjadi peningkatan pada laju filtrasi glomerulus (glomerular filtration rate/GFR) serta aliran plasma ginjal (renal plasma flow/RPF) ibu. Kenaikan GFR mencapai sekitar 50% dibandingkan kondisi tidak hamil dan berlangsung stabil hingga akhir kehamilan. Selain itu, jumlah natrium yang difiltrasi juga mengalami peningkatan yang cukup signifikan, yakni sekitar 60–70% (Zahrah, 2020).

d. Perubahan sistem Hematologi

Selama kehamilan, volume darah ibu mengalami peningkatan sekitar 1.500 mL, yang terdiri atas kurang lebih 1.000 mL komponen plasma dan sekitar 450 mL sel darah merah (eritrosit). Perluasan volume ini umumnya terjadi mulai minggu ke-10 hingga minggu ke-12 kehamilan. Adaptasi ini berperan penting dalam mendukung perubahan fisiologis, seperti hipertrofi sistem vaskular akibat pertumbuhan uterus, peningkatan hidrasi jaringan pada ibu dan janin, menjaga sirkulasi saat posisi tubuh berubah (misalnya berdiri atau berbaring), serta menyediakan cadangan cairan untuk mengimbangi kehilangan darah selama proses persalinan maupun masa nifas (Ulya, Ariendha dan Zulfiana, 2020).

e. Perubahan sistem Respiratori

Seiring bertambahnya usia kehamilan, ukuran uterus yang semakin besar menyebabkan posisi istirahat diafragma bergeser sekitar 5 cm ke arah kranial, sebagaimana ditunjukkan melalui pemeriksaan radiografi toraks. Perubahan ini berdampak pada sejumlah adaptasi diafragma, termasuk meningkatnya kapasitas menghasilkan tegangan akibat pemanjangan serabut ototnya, bertambahnya area

kontak diafragma dengan tulang rusuk bagian bawah (aposisi), serta membesarnya radius kelengkungan karena ekspansi progresif pada tulang rusuk bawah guna mengakomodasi paru-paru. Pergerakan diafragma ke arah atas ini juga turut menyebabkan penurunan kapasitas residual fungsional (Functional Residual Capacity/FRC) (Lomauro and Aliverti, 2015).

f. Perubahan sistem Gastrointestinal

Perubahan fisiologis pada sistem gastrointestinal selama kehamilan kerap memicu keluhan berupa mual dan muntah, yang dapat mengganggu aktivitas harian ibu hamil. Secara psikologis, kondisi ini berdampak pada lebih dari 80% wanita hamil dan diketahui memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap kualitas hidup mereka selama masa kehamilan (Widya, 2021).

3. Hubungan tekanan darah dengan protein urin pada ibu hamil trimester III

Korelasi antara tekanan darah dan kadar protein dalam urin pada ibu hamil trimester ketiga memiliki signifikansi tinggi, khususnya dalam kaitannya dengan kondisi preeklampsia. Preeklampsia merupakan gangguan kesehatan yang eksklusif terjadi selama kehamilan maupun setelah persalinan, dan ditandai dengan munculnya hipertensi baru disertai indikasi serta gejala gangguan fungsi organ seperti kerusakan ginjal, hati, paru, otak, atau penurunan jumlah trombosit yang biasanya terdeteksi setelah usia kehamilan lebih dari 20 minggu. Hipertensi dalam hal ini dikonfirmasi apabila tekanan darah sistolik melebihi 140 mmHg dan/atau tekanan darah diastolik melampaui 90 mmHg secara berkelanjutan, karena satu kali pengukuran tekanan darah tinggi belum cukup untuk menegakkan diagnosis hipertensi. Istilah lain yang kerap digunakan untuk menyebut preeklampsia

meliputi hipertensi akibat kehamilan, toksemia, atau keracunan kehamilan (Khodijah *et al.*, 2024).

Di Indonesia, preeklampsia dilaporkan terjadi pada sekitar 3 hingga 15% kehamilan. Sebagian besar kasus yakni 90% muncul setelah kehamilan mencapai usia 34 minggu, dan mayoritas di antaranya terjadi pada kehamilan cukup bulan, yaitu setelah usia gestasi melampaui 37 minggu. Tekanan darah tinggi pada ibu hamil trimester ketiga memiliki kaitan erat dengan peningkatan kadar protein dalam urin. Ditemukannya proteinuria (+) pada masa kehamilan trimester akhir dapat menjadi indikator adanya gangguan fungsi ginjal, preeklampsia, atau infeksi saluran kemih. Kondisi ini mencerminkan bahwa kenaikan tekanan darah merupakan faktor resiko terjadinya peningkatan kadar protein urin (Aris, Yanti, dan Adnan 2024). Hasil penelitian Wulandari *et al.*, (2022) menunjukkan bahwa terdapat hubungan signifikan antara protein urin (+) dengan tekanan darah tinggi pada ibu hamil TM III.