

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Tentang Alkohol

2.1.1 Definisi Alkohol

Alkohol Secara kimia didefinisikan sebagai senyawa organik yang mengandung satu atau lebih gugus hidroksil ($-OH$) yang terikat pada atom karbon dalam rantai alifatik, dengan formulasi umum ($R-OH$). Berdasarkan struktur molekulnya, alkohol diklasifikasikan menjadi kategori primer, sekunder, dan tersier, yang masing-masing menunjukkan tingkat reaktivitas berbeda. Dalam reaksi oksidasi, alkohol primer bertransformasi menjadi aldehida dan dapat berlanjut menjadi asam karboksilat, sementara alkohol sekunder menghasilkan keton melalui penggunaan agen pengoksidasi yang serupa. Secara neurobiologis, alkohol bekerja melalui mekanisme ganda yang kompleks: bertindak sebagai agonis pada reseptor *gamma-aminobutyric acid* (GABA) dan sebagai antagonis pada reseptor *N-methyl-D-aspartate* (NMDA) glutamat. Selain itu, alkohol juga memengaruhi sistem dopamin, serotonin, dan opioid endogen yang berkontribusi pada efek penguatan (*reinforcing effects*) dan ketergantungan (Hironaka, N. 2022).

Etanol (C_2H_5OH) merupakan senyawa organik golongan alkohol primer yang memiliki signifikansi ganda, baik sebagai pelarut industri yang dihasilkan melalui hidrasi etilena maupun sebagai zat psikoaktif hasil fermentasi ragi yang telah dikonsumsi manusia selama milenia. Secara farmakologis, molekul kecil ini memiliki kemampuan unik untuk menembus sawar darah otak melalui difusi

sederhana, di mana ia bertindak sebagai depresan sistem saraf pusat dengan memodulasi reseptor GABA dan NMDA. Meskipun penggunaannya bersifat rekreatif, karakteristik farmakokinetiknya yang sistemik dan potensi adiksinya menjadikan konsumsi etanol berlebih sebagai pemicu alkoholisme, sebuah kondisi klinis kronis yang memerlukan intervensi medis komprehensif akibat kerusakan jaringan intraseluler dan gangguan neurobiologis yang ditimbulkannya (Rajendram, R et al. 2022).



Gambar 2.1 jenis-jenis minuman beralkohol (Ilustrasi digital pribadi, 2026)

2.1.2 Jenis-Jenis Minuman Beralkohol

Minuman beralkohol adalah minuman yang mengandung etanol. Etanol ini dihasilkan melalui proses fermentasi atau destilasi bahan yang mengandung gula atau pati. Kandungan etanol dalam minuman beralkohol berbeda-beda, sehingga kita dapat mengklasifikasikan minuman beralkohol berdasarkan kadar alkoholnya. Klasifikasi ini membantu kita memantau, mengendalikan konsumsi, dan menilai risiko kesehatan yang timbul akibat konsumsi alkohol. Semakin tinggi kadar etanol

dalam minuman, semakin besar dampaknya pada sistem saraf pusat dan organ tubuh lainnya (Okaru et al, 2022).

Minuman beralkohol dapat dibagi menjadi tiga golongan berdasarkan kadar etanolnya. Golongan A adalah minuman dengan kadar alkohol rendah, Golongan B memiliki kadar alkohol sedang, dan Golongan C memiliki kadar alkohol tinggi. Penggolongan ini menunjukkan perbedaan kandungan etanol yang dapat memengaruhi tingkat absorpsi, metabolisme, dan efek fisiologis pada tubuh. Penelitian menunjukkan bahwa konsumsi minuman dengan kadar alkohol tinggi berkaitan dengan peningkatan risiko gangguan kesehatan fisik dan mental dibandingkan dengan minuman yang memiliki kadar alkohol lebih rendah (Alinsky et al, 2024).

2.1.2.1 Golongan A (Kadar Alkohol Rendah)

Minuman beralkohol Golongan A mengandung etanol sebesar 1%-5%. Minuman ini umumnya dihasilkan melalui proses fermentasi tanpa destilasi, sehingga menghasilkan kadar alkohol yang relatif rendah. Meskipun kadar alkoholnya lebih rendah, konsumsi berlebihan tetap dapat menimbulkan efek pada sistem saraf pusat, seperti penurunan konsentrasi, gangguan koordinasi, dan perubahan perilaku (Okaru et al, 2022).

Contoh minuman yang termasuk dalam Golongan A adalah bir, radler, shandy, dan beberapa jenis minuman fermentasi ringan lainnya. Minuman ini sering dikonsumsi dalam kegiatan sosial karena kandungan alkoholnya yang lebih rendah. Namun, konsumsi yang berulang dalam jumlah besar tetap dapat meningkatkan risiko gangguan kesehatan dan ketergantungan alkohol (Okaru et al, 2022).

2.1.2.2 Golongan B (Kadar Alkohol Sedang)

Golongan B adalah minuman beralkohol yang mengandung etanol lebih dari 5% hingga 20%. Minuman ini umumnya dihasilkan melalui proses fermentasi yang menghasilkan kadar alkohol lebih tinggi dibandingkan Golongan A. Kandungan etanol yang lebih tinggi menyebabkan efek fisiologis yang lebih kuat terhadap tubuh, terutama pada fungsi kognitif, koordinasi motorik, dan kemampuan pengambilan keputusan (Alinsky et al, 2024).

Beberapa contoh minuman yang termasuk Golongan B adalah *wine*, *sake*, *cider*, dan berbagai minuman fermentasi lainnya. Konsumsi minuman dengan kadar alkohol sedang secara berlebihan dapat meningkatkan risiko cedera, kecelakaan, serta gangguan kesehatan hati jika dilakukan dalam jangka waktu yang lama (Saalfeld et al, 2024).

2.1.2.3 Golongan C (Kadar Alkohol Tinggi)

Minuman beralkohol Golongan C memiliki kadar etanol lebih dari 20% hingga 55%. Sebagian besar minuman dalam kelompok ini diproduksi melalui proses destilasi, sehingga menghasilkan konsentrasi alkohol yang lebih tinggi. Kandungan alkohol yang tinggi menyebabkan alkohol lebih cepat mencapai konsentrasi yang signifikan dalam darah dan meningkatkan risiko keracunan alkohol jika dikonsumsi secara berlebihan (Okaru et al, 2022).

Contoh minuman Golongan C adalah *whisky*, *vodka*, *rum*, *gin*, *tequila*, dan *brandy*. Penelitian menunjukkan bahwa konsumsi minuman dengan kadar alkohol tinggi berhubungan dengan peningkatan risiko penyakit hati, gangguan kardiovaskular, gangguan kesehatan mental, serta ketergantungan alkohol yang

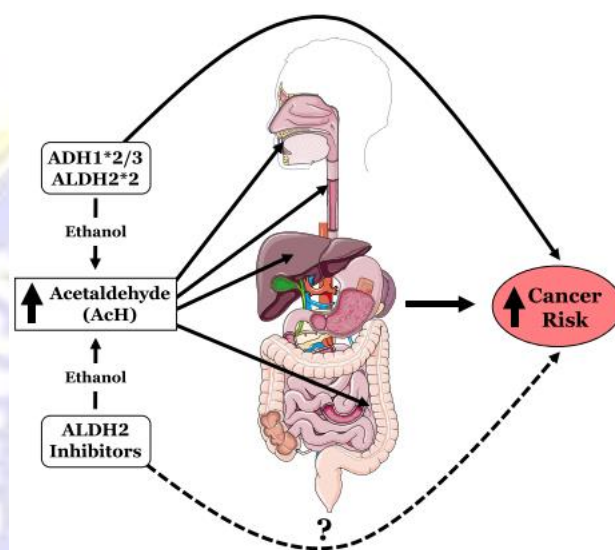
lebih berat dibandingkan konsumsi minuman dengan kadar alkohol rendah maupun sedang (Alinsky et al, 2024).

2.1.3 Metabolisme Alkohol dalam Tubuh

Setelah dikonsumsi, alkohol menjalani proses metabolisme kompleks yang terutama berlangsung di hati. Hati memetabolisme etanol melalui tiga jalur enzimatik: alkohol dehidrogenase (ADH), sitokrom P450 atau MEOS, dan katalase. Alkohol dehidrogenase kelas I (ADH1) dianggap sebagai enzim terpenting dalam metabolisme etanol, sedangkan MEOS dan katalase merupakan jalur alternatif yang bersifat minor. Dalam proses ini, asetaldehida yang dihasilkan bersifat toksik; proses metabolisme etanol menyebabkan penurunan rasio NAD^+/NADH dan pembentukan spesies oksigen reaktif. Di samping itu, kondisi AFLD menunjukkan penurunan metabolisme asam lemak akibat berkurangnya ekspresi PPAR- α dan peningkatan ekspresi SREBP-1c yang terlibat dalam sintesis asam lemak (Contreras-Zentella, M. L, et al. 2022).

Selain hepar, otak merupakan organ vital yang berkontribusi aktif dalam proses metabolik serta respons fisiologis terhadap konsumsi etanol. Fase oksidatif sekunder dalam metabolisme alkohol di serebral, yaitu konversi asetaldehida menjadi asetat, dikatalisis terutama oleh enzim mitokondrial *aldehyde dehydrogenase 2* (ALDH2). Variabilitas ekspresi ALDH2 pada area neuroanatomis yang berbeda secara signifikan memodulasi konsentrasi lokal asetaldehida dan asetat, yang berimplikasi pada perubahan perilaku; dalam konteks ini, muncul hipotesis bahwa etanol berfungsi sebagai *prodrug*, di mana asetaldehida yang disintesis secara intraserebral berperan sebagai mediator utama dalam mekanisme

penguatan (*reinforcing effects*) alkohol. Lebih lanjut, gangguan metabolik yang dipicu oleh alkohol memiliki dampak sistemik yang luas, termasuk peningkatan lipolisis pada jaringan perifer yang mempercepat progresi steatosis hepatic. Disfungsi metabolik ini memicu produksi berlebih spesies oksigen reaktif (*reactive oxygen species*) pada mitokondria, sebuah proses patologis yang menjadi faktor determinan dalam perkembangan diabetes hepatogenik (Pepino et al. 2025).



Gambar 2.2 gambaran metabolisme alkohol dalam tubuh (Lehner, T et al. 2024).

Metabolisme alkohol di dalam tubuh berlangsung melalui proses oksidasi etanol menjadi asetaldehida oleh enzim *alcohol dehydrogenase* (ADH), kemudian asetaldehida diubah menjadi asetat oleh enzim *aldehyde dehydrogenase* (ALDH2). Gangguan pada proses metabolisme tersebut, baik akibat polimorfisme genetik maupun hambatan kerja enzim ALDH2, dapat menyebabkan penumpukan asetaldehida di dalam tubuh. Asetaldehida merupakan senyawa toksik dan bersifat karsinogenik sehingga dapat memicu kerusakan DNA, stres oksidatif, serta inflamasi kronis pada berbagai organ tubuh seperti mulut, esofagus, hati, dan kolon.

Kondisi tersebut diketahui berhubungan dengan peningkatan risiko kanker akibat konsumsi alkohol. Oleh karena itu, mekanisme metabolisme alkohol menjadi faktor penting dalam memahami dampak biologis alkohol terhadap kesehatan manusia (Lehner, T et al. 2024).

2.1.4 Deteksi Alkohol dalam Urine

Pemeriksaan kadar alkohol melalui spesimen urin memiliki peranan krusial sebagai prosedur diagnostik, baik dalam ranah klinis maupun kedokteran forensik. Senyawa metabolit seperti etil glukoronida (EtG) dan etil sulfat (EtS) diketahui mulai diekskresikan melalui urin dalam kurun waktu kurang dari 60 menit pasca-konsumsi. EtG sendiri memiliki jendela deteksi yang persisten hingga kurang lebih 24 jam pada paparan alkohol volume rendah, dan rentang waktu tersebut dapat memanjang hingga 130 jam pada kasus konsumsi berlebih. Tingkat sensitivitas deteksi ini secara signifikan dipengaruhi oleh volume alkohol yang diabsorpsi, jeda waktu antara paparan dan pengambilan spesimen, serta nilai ambang batas (*cut-off*) dari metode analitik yang diaplikasikan. Selain pemanfaatan biomarker langsung seperti EtG dan EtS pada serum maupun urin, evaluasi juga dapat didukung oleh biomarker tidak langsung konvensional, di antaranya *carbohydrate-deficient transferrin* (CDT), *gamma-glutamyltransferase* (GGT), dan *mean corpuscular volume* (MCV). Sebagai instrumen diagnostik komplementer, fosfatidiletanol (PEth) kini diidentifikasi sebagai parameter yang sangat potensial untuk melengkapi spektrum pengujian yang telah ada, mengingat tingkat spesifisitasnya yang merentang antara 48-89% disertai sensitivitas yang mencapai 88-100% (Mirjami Jolma et al. 2023).

Kemajuan dalam bidang toksikologi forensik dan klinis telah mengukuhkan peran penting berbagai biomarker untuk mendeteksi paparan alkohol secara presisi, mulai dari pemanfaatan etil glukoronida (EtG) dan etil sulfat (EtS) yang memiliki jendela deteksi urin hingga 130 jam pasca-konsumsi, hingga penggunaan parameter tidak langsung seperti CDT, GGT, dan MCV. Di antara berbagai inovasi tersebut, fosfatidiletanol (PEth) muncul sebagai parameter unggulan karena spesifisitas dan sensitivitasnya yang tinggi, serta stabilitasnya yang tidak dipengaruhi oleh penyakit hati mengingat proses biosintesisnya terjadi pada membran eritrosit secara independen dari metabolisme hepatik. Berdasarkan Konsensus Basel 2022, telah ditetapkan sebagai analit referensi dengan standarisasi nilai ambang batas yang mampu mengategorikan pola konsumsi subjek secara akurat, di mana kadar di bawah 20 ng/mL mengindikasikan abstinensia, sementara konsentrasi yang melampaui 200 ng/mL secara klinis menunjukkan asupan alkohol berlebih yang bersifat kronis (Matteo Perilli et al. 2023).

Analisis biomarker alkohol merupakan instrumen krusial dalam mengevaluasi status paparan alkohol secara akurat. Perbedaan signifikansi antara biomarker langsung, seperti EtG dan EtS dalam urin, dengan penanda tidak langsung (misalnya GGT dan MCV) terletak pada tingkat sensitivitasnya terhadap dosis konsumsi alkohol. Penanda tidak langsung cenderung efektif hanya pada kasus peminum berat, namun kurang optimal untuk mendeteksi konsumsi skala menengah. Sementara itu, data empiris menunjukkan bahwa biomarker seperti PEth menawarkan akurasi yang lebih konsisten dalam memantau riwayat konsumsi

alkohol selama periode empat minggu, sehingga meminimalisasi risiko kesalahan diagnosis pada berbagai kondisi klinis (Judith A. Hahn et al. 2023).

2.1.5 Faktor Penyebab Penyalahgunaan Alkohol pada Remaja

2.1.5.1 Pengaruh Teman Sebaya

Kelompok sebaya memiliki kontribusi yang signifikan dalam mengarahkan pembentukan perilaku remaja. Karakteristik fase remaja yang cenderung mengalokasikan mayoritas waktunya berinteraksi dengan lingkungan sosial sebaya berimplikasi pada tingginya intensitas konformitas perilaku. Studi empiris mengonfirmasi adanya kecenderungan imitasi terhadap kebiasaan kelompok, termasuk dalam aktivitas konsumsi alkohol; peluang remaja untuk mengonsumsi alkohol meningkat secara linear apabila berada dalam lingkaran pertemanan yang memiliki kebiasaan serupa (Watts et al., 2024). Di samping itu, bias persepsi terhadap norma kelompok turut memegang peranan; ketika mengonsumsi alkohol dipandang sebagai sebuah norma yang wajar, intensitas untuk mencoba dan melanjutkan perilaku tersebut akan semakin tinggi. Kedekatan emosional dalam ikatan pertemanan ini memperkuat transmisi pengaruh sosial, yang pada akhirnya mempermudah keterlibatan remaja dalam penyalahgunaan alkohol (Cole et al., 2024; Rodríguez et al., 2025).

2.1.5.2 Lingkungan Keluarga

Sistem keluarga bertindak sebagai pondasi utama dalam determinasi perilaku remaja. Dinamika domestik yang diwarnai oleh minimnya pengawasan orang tua, hambatan komunikasi antargenerasi, serta konflik internal yang persisten dapat meningkatkan kerentanan remaja terhadap penyalahgunaan zat. Sebaliknya,

ikatan kekeluargaan yang kohesif didukung oleh pemenuhan kebutuhan afektif dari orang tua mampu berfungsi sebagai faktor protektif yang efektif dalam mereduksi perilaku berisiko (Rodríguez et al., 2025). Gaya pengasuhan (*parenting style*) secara langsung juga mentransmisikan nilai-nilai kebiasaan pada anak. Adanya pemodelan perilaku (*behavioral modeling*) dari anggota keluarga yang mengonsumsi alkohol secara eksekutif memperbesar peluang imitasi pada diri remaja. Dengan demikian, institusi keluarga merupakan agen sosialisasi primer yang mengonstruksi sikap dan persepsi awal remaja terhadap alkohol (Niu, 2023).

2.1.5.3 Faktor Sosial dan Psikologis

Penyalahgunaan alkohol pada remaja dipengaruhi oleh berbagai faktor psikologis dan sosial yang saling berinteraksi. Dari aspek psikologis, remaja dengan harga diri (*self-esteem*) rendah, sensitivitas terhadap kecemasan (*anxiety sensitivity*), serta impulsivitas tinggi cenderung merasakan tekanan yang lebih besar untuk minum alkohol (*perceived pressure*); remaja yang rentan terhadap kecemasan dan merasa tidak mampu mengendalikannya bahkan cenderung mengembangkan strategi koping yang maladaptif, seperti minum alkohol, untuk mengurangi tekanan psikologis yang dialami. Selain itu, harapan positif terhadap efek alkohol turut berhubungan dengan meningkatnya tekanan yang dirasakan remaja untuk minum, sejalan dengan kuatnya kebutuhan afiliasi dan pengakuan sosial dari kelompok teman sebaya (*peer pressure*) pada masa remaja. Oleh karena itu, tekanan untuk mengonsumsi alkohol pada remaja merupakan hasil interaksi antara faktor individu dan lingkungan sosial yang berperan dalam pengambilan keputusan serta perilaku berisiko pada masa remaja (Pérez-Fuentes et al., 2020). Selain itu, lingkungan sosial

yang bersifat permisif terhadap alkohol berpotensi mengaburkan pemahaman remaja mengenai konsekuensi negatifnya. Sinergi antara kerapuhan kondisi psikologis individu dan kelonggaran norma sosial ini secara akumulatif mengeskalasi kecenderungan remaja untuk terlibat dalam konsumsi alkohol (Rodríguez et al., 2025).

2.1.5.4 Kemudahan Akses terhadap Minuman Beralkohol

Keterjangkauan fisik terhadap produk alkohol merupakan determinan struktural yang memfasilitasi angka konsumsi di kalangan remaja. Densitas gerai ritel minuman beralkohol yang tinggi serta lemahnya penegakan regulasi terkait batasan usia pembeli memberikan keleluasaan bagi remaja untuk mengakses zat tersebut. Bukti empiris menunjukkan korelasi positif antara tingginya kepadatan tempat penjualan alkohol di suatu wilayah dengan prevalensi remaja yang mengonsumsi alkohol (Martín-Turrero et al., 2024). Faktor ini diperparah oleh suplai informal dalam jejaring sosial terdekat, di mana remaja dapat memperoleh alkohol melalui bantuan teman, anggota keluarga, atau lingkungan sekitar akibat longgarnya pengawasan. Oleh sebab itu, pembatasan aksesibilitas fisik melalui pengetatan regulasi pasar dan pengawasan distributif esensial dilakukan sebagai strategi preventif intervensi penyalahgunaan alkohol (Martín-Turrero et al., 2024).

2.1.6 Upaya Pencegahan dan Edukasi

2.1.6.1 Peran Keluarga

Keluarga merupakan faktor protektif yang penting dalam mencegah perilaku konsumsi alkohol pada remaja. Pengawasan orang tua, komunikasi yang baik, serta keterlibatan dalam aktivitas sehari-hari remaja dapat membantu

menurunkan risiko perilaku penggunaan zat adiktif. Dukungan keluarga yang positif juga berperan dalam membentuk kemampuan remaja untuk mengambil keputusan yang sehat dan menolak pengaruh negatif dari lingkungan pergaulan (Volkow et al., 2024).

Selain pengawasan, hubungan emosional yang baik antara orang tua dan anak berkontribusi terhadap pencegahan penyalahgunaan alkohol. Remaja yang merasa mendapatkan dukungan dan perhatian dari keluarga cenderung memiliki risiko lebih rendah untuk mencoba alkohol dibandingkan remaja yang mengalami konflik keluarga atau kurangnya keterlibatan orang tua dalam kehidupan mereka (Volkow et al., 2024).

2.1.6.2 Peran Sekolah

Sekolah merupakan lingkungan yang efektif untuk pelaksanaan program pencegahan penggunaan alkohol pada remaja. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa intervensi berbasis sekolah dapat meningkatkan pengetahuan siswa mengenai bahaya alkohol, memperkuat keterampilan sosial, dan membantu siswa menghadapi tekanan dari teman sebaya yang dapat mendorong perilaku konsumsi alkohol (Liu et al., 2023).

Program edukasi yang dilaksanakan secara terstruktur dan berkelanjutan di sekolah dapat membantu membentuk sikap negatif terhadap konsumsi alkohol. Selain melalui pembelajaran di kelas, kegiatan konseling, penyuluhan kesehatan, dan pelatihan keterampilan hidup (life skills) juga dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam membuat keputusan yang sehat dan menghindari perilaku berisiko (Liu et al., 2023).

2.1.6.3 Peran Masyarakat dan Pemerintah

Masyarakat memiliki peran penting dalam menciptakan lingkungan yang mendukung perilaku hidup sehat pada remaja. Kegiatan penyuluhan kesehatan, kampanye pencegahan penggunaan alkohol, serta keterlibatan organisasi masyarakat dapat meningkatkan kesadaran mengenai dampak negatif alkohol terhadap kesehatan dan perkembangan remaja (WHO, 2024).

Pemerintah berperan melalui penyusunan kebijakan pengendalian alkohol, termasuk pembatasan akses, pengawasan pemasaran, dan pelaksanaan program promosi kesehatan. Pengendalian ketersediaan alkohol dan pembatasan pemasaran merupakan strategi yang efektif untuk mengurangi paparan dan konsumsi alkohol pada kelompok usia muda. Selain itu, kebijakan kesehatan masyarakat yang didukung edukasi berkelanjutan dapat membantu menurunkan dampak buruk konsumsi alkohol pada remaja (WHO, 2024).

2.1.7 Konsumsi Alkohol pada Remaja dan Dampaknya

Konsumsi alkohol di kalangan remaja telah menjadi isu kesehatan masyarakat global yang krusial dengan tingkat prevalensi yang signifikan. Merujuk pada data *Global School-based Student Health Survey* yang melibatkan 288.385 subjek berusia 11 hingga 16 tahun, prevalensi konsumsi alkohol secara umum mencapai 25,2%, dengan distribusi 28,3% pada remaja laki-laki dan 22,4% pada remaja perempuan. Terdapat disparitas geografis yang tajam, di mana prevalensi tertinggi tercatat di Seychelles (57,9%) dan terendah di Tajikistan (0,7%). Faktor risiko yang bersifat multidimensi menunjukkan bahwa inisiasi konsumsi pada usia dini berkorelasi kuat dengan peningkatan risiko adiksi, gangguan neurobiologis,

serta degradasi kesehatan mental. Selain itu, perilaku ini memicu keterlibatan dalam aktivitas berisiko tinggi, seperti kecelakaan, tindakan kekerasan, dan penurunan performa akademik secara sistemik (Vahid Farnia et al. 2024).

Masa remaja merupakan periode krusial bagi pertumbuhan otak, di mana bagian-bagian penting seperti pusat ingatan dan kendali diri sedang mengalami proses "renovasi" besar-besaran. Jika remaja mengonsumsi alkohol, apalagi dalam jumlah banyak sekaligus, proses ini akan terganggu dan merusak struktur fisik otak; sel-sel saraf yang berfungsi untuk berpikir (materi abu-abu) akan rusak lebih cepat, sementara "kabel" penghubung antar bagian otak (materi putih) akan terhambat pertumbuhannya sehingga otak menjadi tidak efisien. Kerusakan struktur ini akhirnya berdampak pada perilaku sehari-hari, seperti membuat remaja menjadi lebih mudah cemas, sulit fokus saat belajar, hingga cenderung nekat dalam mengambil keputusan tanpa memikirkan risiko. Dalam jangka panjang, kondisi ini membuat mereka jauh lebih rentan mengalami kecanduan alkohol yang sulit disembuhkan saat beranjak dewasa (Tetteh-Quarshie, et al. 2023).

Konsumsi alkohol pada populasi remaja memberikan dampak luas yang melampaui gangguan neurologis, mencakup dimensi psikososial serta performa akademik. Secara klinis, remaja pengguna alkohol menunjukkan prevalensi gangguan kesehatan mental yang lebih tinggi dan lebih berat dibandingkan non-pengguna. Mengingat masa remaja adalah fase krusial bagi perkembangan biopsikososial, paparan alkohol pada periode ini dapat memicu manifestasi penyakit kronis seperti sirosis hati, penyakit kardiovaskular, dan keganasan (kanker) yang muncul jauh lebih dini daripada pada kelompok dewasa. Urgensi

masalah ini dipertegas oleh data fatalitas yang menunjukkan sekitar 4.000 kematian setiap tahunnya pada individu di bawah usia 21 tahun akibat penggunaan alkohol berlebih. Selain itu, terdapat interaksi kompleks antara faktor genetik individu dengan variabel lingkungan, seperti pola pengawasan orang tua dan kondisi sekolah, yang secara kolektif menentukan tingkat kerentanan remaja terhadap kecanduan zat dan penurunan kesehatan fisik jangka panjang (Maia Choi, et al. 2025).

2.1.8 Kategori Peminum Alkohol (Berat, Sedang, dan Rendah)

2.1.8.1 Kategori Ringan (*Light Drinker*)

Kategori peminum ringan ditandai dengan konsumsi alkohol dalam jumlah kecil dan jarang, sehingga risiko dampak kesehatannya relatif minimal. Secara umum, ambang batasnya sekitar 2,86-20 gram etanol/hari untuk pria dan 2,86-10 gram/hari untuk wanita (Ortolá et al., 2024), setara maksimal 27 gram/minggu menurut standar terbaru (Richter et al., 2025) jauh lebih ketat dari batas lama (140 gram/minggu untuk pria, 70 gram/minggu untuk wanita). Dalam satuan gelas, pedoman terbaru Kanada bahkan membatasi hanya 2 gelas standar/minggu (Belisario et al., 2025), turun drastis dari pedoman lama (10-15 gelas/minggu).

2.1.8.2. Kategori Sedang (*Moderate Drinker*)

Kategori peminum sedang berada satu tingkat di atas kategori rendah, namun belum masuk pada tingkat yang membahayakan kesehatan secara serius. Ortolá et al. (2024) menetapkan seseorang termasuk kategori ini bila mengonsumsi 20,00 hingga 40,00 gram etanol per hari untuk laki-laki, atau 10,00 hingga 20,00 gram per hari untuk perempuan. Angka ini relatif sejalan dengan hasil kajian

Richter et al. (2025), yang menempatkan konsumsi 27 hingga 81 gram alkohol murni per minggu ke dalam kategori risiko sedang, sebuah penyesuaian dari standar sebelumnya seiring makin banyaknya bukti epidemiologis mengenai dampak kesehatan pada tingkat konsumsi tersebut.

2.1.8.3 Kategori Berat (*Heavy Drinker*)

Kategori peminum berat menunjukkan tingkat konsumsi yang telah melampaui batas aman dan berkaitan erat dengan meningkatnya risiko gangguan kesehatan. Ortolá et al. (2024) mengategorikan konsumsi lebih dari 40,00 gram etanol per hari pada laki-laki, atau lebih dari 20,00 gram per hari pada perempuan, sebagai kategori berisiko tinggi. Hal serupa turut dikonfirmasi oleh Richter et al. (2025), yang menetapkan konsumsi di atas 81 gram alkohol murni per minggu sebagai kategori berisiko tinggi. Pada populasi remaja, kategori inilah yang justru paling banyak ditemukan.

2.2 Tinjauan Tentang Remaja

2.2.1 Pengertian Remaja

Remaja merupakan tahap perkembangan yang berada pada masa peralihan dari kanak-kanak menuju kedewasaan, yang ditandai oleh perubahan yang signifikan dan menyeluruh pada aspek fisik, kognitif, emosional, serta sosial. Pada fase ini, individu mengalami pertumbuhan yang pesat disertai dengan proses perkembangan yang kompleks, termasuk mulai terbentuknya identitas diri serta penentuan arah dan tujuan hidup di masa mendatang (Latifah Oriza, et al. 2024). Masa remaja dibagi menjadi tiga tahap, yaitu remaja awal (10-13 tahun), remaja pertengahan (14-16 tahun), dan remaja akhir (17-21 tahun), yang masing-masing

memiliki karakteristik perkembangan kognitif, emosional, moral, dan sosial yang berbeda (Sulhan et al., 2024).

Masa remaja merupakan tahap perkembangan yang menghubungkan masa anak-anak dengan masa dewasa. Pada tahap ini, individu mengalami berbagai perubahan yang mencakup aspek biologis, kognitif, emosional, dan sosial yang berlangsung secara bertahap serta saling memengaruhi. Perubahan tersebut membentuk karakteristik remaja, antara lain meningkatnya rasa ingin tahu, proses pencarian identitas diri, keinginan untuk menjadi lebih mandiri, serta kecenderungan mengeksplorasi pengalaman baru. Selain itu, remaja memiliki tingkat kerentanan yang lebih tinggi terhadap pengaruh lingkungan, baik yang berasal dari keluarga, teman sebaya, sekolah, maupun masyarakat. Oleh karena itu, dukungan, pembinaan, dan pengawasan dari lingkungan sekitar sangat diperlukan untuk membantu remaja berkembang secara optimal serta mengurangi risiko munculnya perilaku berisiko, termasuk penyalahgunaan minuman beralkohol (Mahesha, A et al.2024).

2.2.2 Perilaku Berisiko Kesehatan Pada Remaja

Konsumsi alkohol di kalangan remaja Indonesia telah menjadi permasalahan kesehatan masyarakat yang mendesak, tercermin dari data BNN yang mencatat 46% dari 3,2 juta pengguna NAPZA nasional mengonsumsi alkohol, serta laporan Dinas Kesehatan Jawa Tengah yang memperkirakan 25% remaja di wilayahnya telah mengonsumsi minuman keras. Fenomena ini sangat mengkhawatirkan karena mayoritas remaja, khususnya siswa SMA, kini masuk dalam kategori peminum risiko sedang (53,7%) yang rentan terhadap gangguan zat

adiktif, dengan motif sosial (46,3%) seperti pengaruh lingkungan sebagai pemicu utamanya. Akibatnya, kelompok usia muda ini tidak hanya dihadapkan pada ancaman kesehatan jangka pendek berupa mabuk dan keracunan serta kerusakan organ tubuh jangka panjang, tetapi juga peningkatan risiko kecelakaan fatal dan perilaku berbahaya akibat penurunan kesadaran saat berada di bawah pengaruh alkohol.

2.3 Tinjauan Tentang Urine

2.3.1 Definisi Urine

Urine merupakan cairan sisa yang dihasilkan oleh ginjal setelah menyaring darah dari zat-zat beracun dan sampah hasil metabolisme tubuh. Melalui sistem urinaria yang terdiri dari ginjal, saluran ureter, dan uretra tubuh membuang kelebihan air dan ion yang tidak diperlukan agar kondisi internal tetap stabil. Secara fisiologis, fungsi ginjal sebenarnya jauh lebih kompleks; tidak hanya sebagai saluran pembuangan, ginjal juga bekerja aktif menjaga keseimbangan kadar asam dan cairan tubuh, mengatur tekanan darah, hingga membantu pembentukan sel darah merah dan mengaktifkan vitamin D yang penting bagi kesehatan (Ogobuiro, I et al. 2023).

Pemeriksaan urine atau urinalisis adalah metode laboratorium yang sering digunakan dokter untuk mencari tahu penyebab suatu penyakit, baik yang baru muncul maupun yang sudah lama diderita. Melalui tes ini, tenaga medis dapat mendeteksi berbagai masalah kesehatan, seperti adanya kristal, gula, darah, hingga protein dalam urine yang menandakan gangguan pada tubuh. Selain prosedurnya yang mudah dan tidak menyakiti pasien, urinalisis sangat efektif untuk memantau

kesehatan ginjal, fungsi hormon, hingga melihat pola makan atau pengaruh zat tertentu yang dikonsumsi. Singkatnya, perubahan pada tampilan atau kandungan urine dapat menjadi petanda awal bahwa ada sesuatu yang tidak beres di dalam tubuh seseorang (Raina, R et al. 2023).

Dalam dunia medis dan hukum (forensik), urine sering dipilih sebagai sampel utama karena cara pengambilannya yang sangat mudah dan tidak menyakiti pasien (noninvasif). Urine dianggap sebagai "cermin" metabolisme tubuh karena di dalamnya terdapat sisa-sisa makanan, obat-obatan, dan zat lain yang pernah dikonsumsi seseorang. Meski begitu, kualitas hasil pemeriksaan sangat bergantung pada cara penanganannya. Hal-hal seperti cara pengambilan, suhu penyimpanan, hingga berapa lama sampel didiamkan sebelum diperiksa dapat memengaruhi hasil akhir. Walaupun peneliti sudah berusaha menyeragamkan prosedur, perbedaan kecil dalam menangani sampel urine tetap bisa menimbulkan perbedaan hasil yang harus diwaspadai (John Braisted et al. 2024).

2.3.2. Karakteristik Fisik Urin

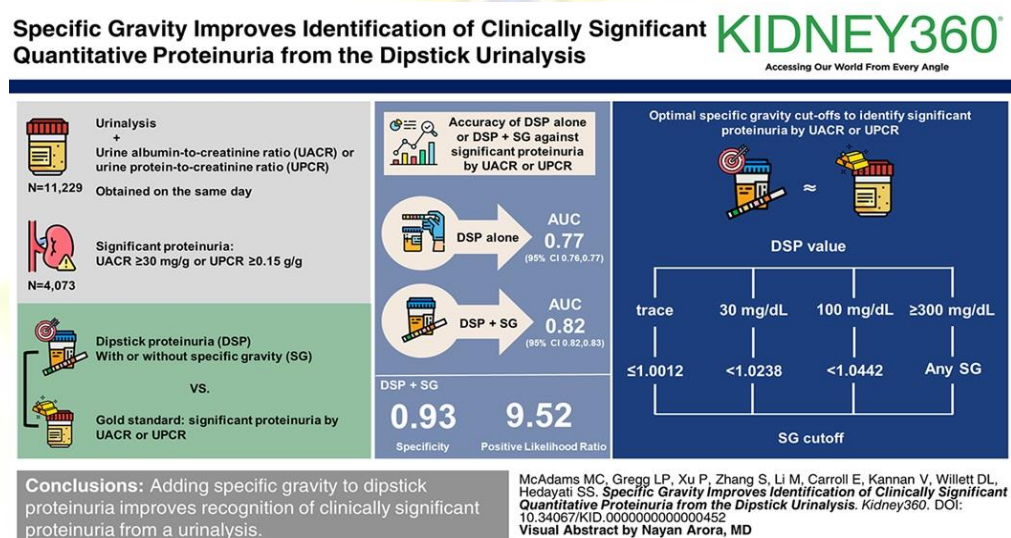
Umumnya urin terdiri dari campuran zat organik dan anorganik yang menggambarkan bagaimana metabolisme tubuh bekerja. Karena kandungannya sangat bergantung pada apa yang kita makan, minum, hingga obat-obatan yang dikonsumsi, maka sifat urine setiap orang bisa berbeda-beda. Lingkungan dan gaya hidup juga sangat memengaruhi tampilan fisik urine, seperti warna, bau, tingkat keasaman (pH), hingga kekentalannya. Oleh karena itu, agar hasil pemeriksaan akurat dan tidak berubah-ubah, pengambilan dan penanganan sampel urine harus

dilakukan dengan cara yang seragam dan mengikuti standar yang benar (Skrajnowska, D et al. 2024)

Kesehatan tubuh dapat dipantau melalui dua indikator utama dalam urine, yaitu tingkat keasaman (pH) dan berat jenis (kekentalan). Secara normal, berat jenis urine berkisar antara 1,003 hingga 1,030, di mana angka yang rendah menunjukkan tubuh terhidrasi dengan baik, sedangkan angka yang tinggi bisa menjadi tanda dehidrasi atau kondisi medis tertentu seperti kelebihan gula dalam urine. Secara fisiologis, pH urine cenderung bersifat asam sebagai manifestasi dari ekskresi produk sisa metabolisme tubuh. Namun, parameter tersebut bersifat dinamis dan dapat mengalami fluktuasi menjadi lebih asidik (asam) atau alkalis (basa) sebagai konsekuensi dari profil nutrisi yang dikonsumsi, seperti asupan protein yang meningkatkan keasaman atau konsumsi buah-buahan tertentu yang dapat meningkatkan kebasaan urine. Selain memperhatikan angka-angka tersebut, kecepatan pemeriksaan juga sangat penting; jika sampel urine didiamkan terlalu lama sebelum diuji di laboratorium, kandungan kimia dan struktur di dalamnya bisa berubah, sehingga hasil diagnosis dokter nantinya menjadi kurang akurat (Parikh, P. C et al. 2025).

Identifikasi zat Toksik dalam urine merupakan indikator krusial bagi kondisi patologis, termasuk deteksi paparan zat toksik seperti alkohol. Ginjal memiliki fungsi vital dalam ekskresi produk sisa metabolisme dan toksin seperti urea, kreatinin, dan asam urat serta bertanggung jawab dalam meregulasi volume cairan ekstraseluler, osmolalitas serum, dan keseimbangan elektrolit. Evaluasi fungsi ginjal sangat diperlukan untuk mendiagnosis patologi renal, memantau efektivitas

terapi, serta memprediksi progresi penyakit. Penggabungan parameter berat jenis melalui uji *dipstick* serta rasio UPCR/UACR merupakan metode yang akurat dalam memprediksi proteinuria klinis sebagai indikator kesehatan ginjal. Hal ini memungkinkan praktisi medis melakukan skrining dini terhadap penyakit ginjal yang berpotensi tidak terdeteksi pada pemeriksaan standar (Roberts, M. A et al.(2024).



Gambar 2.3 Identifikasi proteinuria dalam praktik klinis (Roberts, M. A et al. 2024)

Dari gambar di atas menunjukkan bahwa integrasi parameter berat jenis (SG) secara signifikan meningkatkan akurasi identifikasi proteinuria dalam praktik klinis. Berdasarkan studi terhadap 11.229 sampel, penggunaan tes *dipstick* (DSP) yang dikombinasikan dengan berat jenis mampu meningkatkan nilai akurasi (AUC) dari 0,77 menjadi 0,82 jika dibandingkan dengan penggunaan DSP secara tunggal. Peningkatan ini juga ditunjukkan dengan tingkat spesifisitas yang tinggi sebesar 0,93, yang secara akurat memprediksi proteinuria signifikan sesuai dengan metode rujukan utama UACR (≥ 30 mg/g) atau UPCR ($\geq 0,15$ g/g). Secara praktis, gambar

tersebut menetapkan ambang batas SG tertentu untuk setiap level hasil *dipstick*, seperti perlunya $SG \leq 1,0012$ untuk memvalidasi signifikansi klinis pada hasil *dipstick* "trace". Dengan demikian, penambahan berat jenis pada urinalisis rutin sangat direkomendasikan untuk meningkatkan pengenalan penyakit ginjal dini yang mungkin tidak terdeteksi melalui pemeriksaan standar saja.

2.3.3 Urin Sebagai Spesimen Deteksi Alkohol

Etil glukoronida (EtG) merupakan metabolit langsung etanol yang berfungsi sebagai indikator biologis utama dalam mendeteksi konsumsi alkohol melalui analisis urin. Senyawa ini, bersama dengan etil sulfat (EtS), mulai diekskresikan dalam waktu singkat, yakni kurang dari 60 menit setelah alkohol dikonsumsi. Kapasitas deteksi EtG sangat bervariasi tergantung pada volume asupan; pada konsumsi jumlah kecil, senyawa ini dapat teridentifikasi hingga 24 jam, sementara pada kasus konsumsi berlebihan, jendela deteksi dapat meluas hingga 130 jam atau sekitar 3-5 hari. Efektivitas pengujian ini secara teknis dipengaruhi oleh kuantitas alkohol, interval waktu pengambilan sampel, serta batasan nilai ambang (*cut-off*) metode yang digunakan. Dalam konteks penelitian terhadap populasi muda, studi tahun 2023 menunjukkan bahwa remaja peminum berat memiliki konsentrasi EtG rata-rata sebesar 3,64 pg/mg pada sampel rambut. Dengan karakteristik jendela deteksi yang diperpanjang, hasil uji urin positif dengan kadar ≥ 100 ng/mL menjadi instrumen objektif yang sangat bernilai untuk memantau kebiasaan konsumsi alkohol secara akurat (Mirjami Jolma et al. 2023).

Validasi etil glukoronida (EtG) sebagai biomarker objektif dalam mendeteksi konsumsi alkohol semakin diperkuat oleh berbagai penelitian terbaru,

khususnya pada populasi remaja dan dewasa muda. Sebuah studi tahun 2023 di Kampala, Uganda, terhadap 300 wanita berusia 18-24 tahun mengungkapkan adanya diskrepansi signifikan antara laporan mandiri (*self-report*) dan hasil uji laboratorium. Meskipun 58% partisipan mengaku pernah mengonsumsi alkohol, hasil analisis menunjukkan bahwa 10% dari total sampel memiliki kadar EtG positif dalam urin, di mana 40% dari kelompok positif tersebut sebelumnya mengklaim tidak pernah mengonsumsi alkohol. Fenomena ini menegaskan bahwa laporan subjektif sering kali tidak reliabel jika dibandingkan dengan penggunaan biomarker urin. Keunggulan teknis EtG terletak pada sensitivitasnya yang tinggi, di mana senyawa ini dapat terdeteksi hanya dalam waktu 45 menit setelah asupan alkohol. Selain itu, EtG memiliki rentang waktu deteksi yang fleksibel, mulai dari 24 jam untuk konsumsi dosis rendah hingga mencapai 130 jam bagi individu dengan tingkat konsumsi yang lebih tinggi (Nakasujja et al. 2024).

Standardisasi protokol pengumpulan dan penanganan sampel urin merupakan faktor krusial dalam menjamin akurasi hasil analisis deteksi alkohol. Berdasarkan tinjauan sistematis terhadap literatur mengenai stabilitas praanalitik zat penyalahgunaan pada basis data PubMed dan Embase, parameter seperti kondisi penyimpanan, fluktuasi suhu, dan prosedur pengiriman terbukti memiliki pengaruh signifikan terhadap integritas sampel sebelum dilakukan uji konfirmasi. Dalam cakupan teknologi analitik mutakhir, pemanfaatan etil glukoronida (EtG) dan etil sulfat (EtS) sebagai metabolit langsung etanol menawarkan keunggulan dalam mengidentifikasi konsumsi alkohol secara retrospektif, bahkan setelah etanol itu sendiri tereliminasi dari sistem tubuh. Kemampuan kedua biomarker ini dalam

memperpanjang jendela deteksi hingga tiga hari pasca-konsumsi memberikan nilai strategis bagi laboratorium klinis maupun forensik, khususnya untuk kepentingan pemantauan kepatuhan dan status abstinensi (penghentian konsumsi) individu secara objektif (Gasse & Beullens, 2025).

