



Analisis Kandungan Alkohol dalam Bahan Bukti Biologi Forensik

Khairul Adli Nikman

Bedah siasat bermaksud pemeriksaan yang dijalankan oleh pegawai perubatan ke atas mayat secara luaran dan dalaman. Prosedur ini dilakukan untuk mengenal pasti punca kematian serta melihat ciri dan tahap perubahan yang dihasilkan oleh sesuatu penyakit, kimia, radiasi, kemalangan, kecederaan, dan lain-lain.

Dalam mana-mana siasatan jenayah yang melibatkan kematian, bedah siasat menjadi elemen yang sangat penting untuk mengenal pasti sebab kematian dan memenuhi keperluan undang-undang. Semasa pemeriksaan bedah siasat dilakukan, pegawai perubatan dan pakar patologi forensik akan mengambil sampel bendalir badan yang bersesuaian dengan keadaan mayat. Pada masa tertentu, tiada bendalir badan dapat diperolehi daripada mayat disebabkan oleh kesan trauma yang sangat teruk. Dalam keadaan ini, sampel alternatif sebagai bahan spesimen untuk bedah siasat ialah organ dalaman

seperti otak, hempedu dan hati yang akan dipertimbangkan bagi ujian toksikologi forensik.

Antara ujian yang sering dipohon oleh pegawai penyiasat kes daripada pemeriksaan bedah siasat ialah sampel darah untuk ujian kandungan alkohol, dadah dan bahan terlarang lain. Paras alkohol dan dadah dalam darah ialah parameter yang kritikal dalam hampir semua siasatan kes jenayah, termasuklah kes kematian melibatkan kemalangan jalan raya. Namun begitu, adakah kehadiran alkohol dalam ujian yang dilaksanakan itu menunjukkan kehadiran alkohol sebelum kematian atau selepas kematian tersebut?

Peringkat persampelan bagi menentukan kehadiran alkohol adalah sangat kritikal. Kesilapan pada peringkat ini boleh memberikan keputusan analisis yang mengelirukan. Bagi pegawai perubatan berpengalaman, mereka mengetahui jenis sampel yang diperlukan dan lokasi persampelan yang perlu diambil. Sampel yang diperoleh daripada mayat adalah tidak sama dengan sampel yang diperoleh daripada individu yang masih bernyawa.

Terdapat beberapa faktor yang boleh mempengaruhi kestabilan sampel dan kandungan bahan kimia yang ada pada mayat berbanding dengan individu yang masih hidup. Dengan kata lain, apabila seseorang individu itu telah meninggal dunia, persekitaran dalam tubuhnya juga akan beransur-ansur berubah. Pada waktu ini, jutaan mikrob akan mendominasi persekitaran tersebut kerana tiada lagi sistem pertahanan badan yang boleh menghalangnya. Aktiviti mikrob ini akan menghasilkan bahan kimia baharu atau mengubah bahan kimia sedia ada dalam badan individu yang telah mati.

Jenis Spesimen bagi Analisis Toksikologi Forensik

Terdapat beberapa spesimen yang boleh dijadikan pilihan oleh pegawai perubatan yang menjalankan bedah siasat bagi tujuan analisis kehadiran alkohol. Spesimen tersebut ialah darah, urin atau air kencing dan humor vitreus.

Darah ialah sampel yang paling mudah untuk menguji kehadiran dadah, termasuklah alkohol sama ada sebelum atau selepas kematian berlaku. Spesimen

Humor vitreus ialah cecair yang terletak antara kanta dengan retina di bahagian belakang bebola mata. Cecair ini boleh menjadi sampel alternatif yang baik apabila ketiadaan darah atau air kencing. Kedudukannya di ruangan mata yang tertutup membolehkan cecair ini kekal steril selepas kematian.

darah yang paling baik ialah darah yang diambil daripada vena femoral yang merupakan spesimen yang paling sedikit terkesan dengan perubahan post-mortem. Spesimen darah ini amat sesuai untuk tujuan kuantitatif kandungan alkohol dan dadah dalam tubuh mayat.

Dalam beberapa keadaan, spesimen darah juga diambil dari jantung, arteri karotid dan juga vena jugular. Dalam situasi paling teruk akibat kesan trauma ke atas mayat, darah mungkin diambil daripada rongga dada. Spesimen darah ini bernilai rendah untuk tujuan kuantitatif, namun begitu boleh membantu untuk penilaian kualitatif bagi kehadiran dadah dan alkohol.

Darah yang disampel selain vena femoral cenderung untuk memberikan nilai kepekatan alkohol yang lebih tinggi berbanding dengan spesimen yang diambil daripada vena femoral. Nilai kepekatan yang meningkat ini dipengaruhi oleh keadaan persekitaran yang terdapat di sekitar darah di kawasan jantung, arteri karotid dan vena jugular.

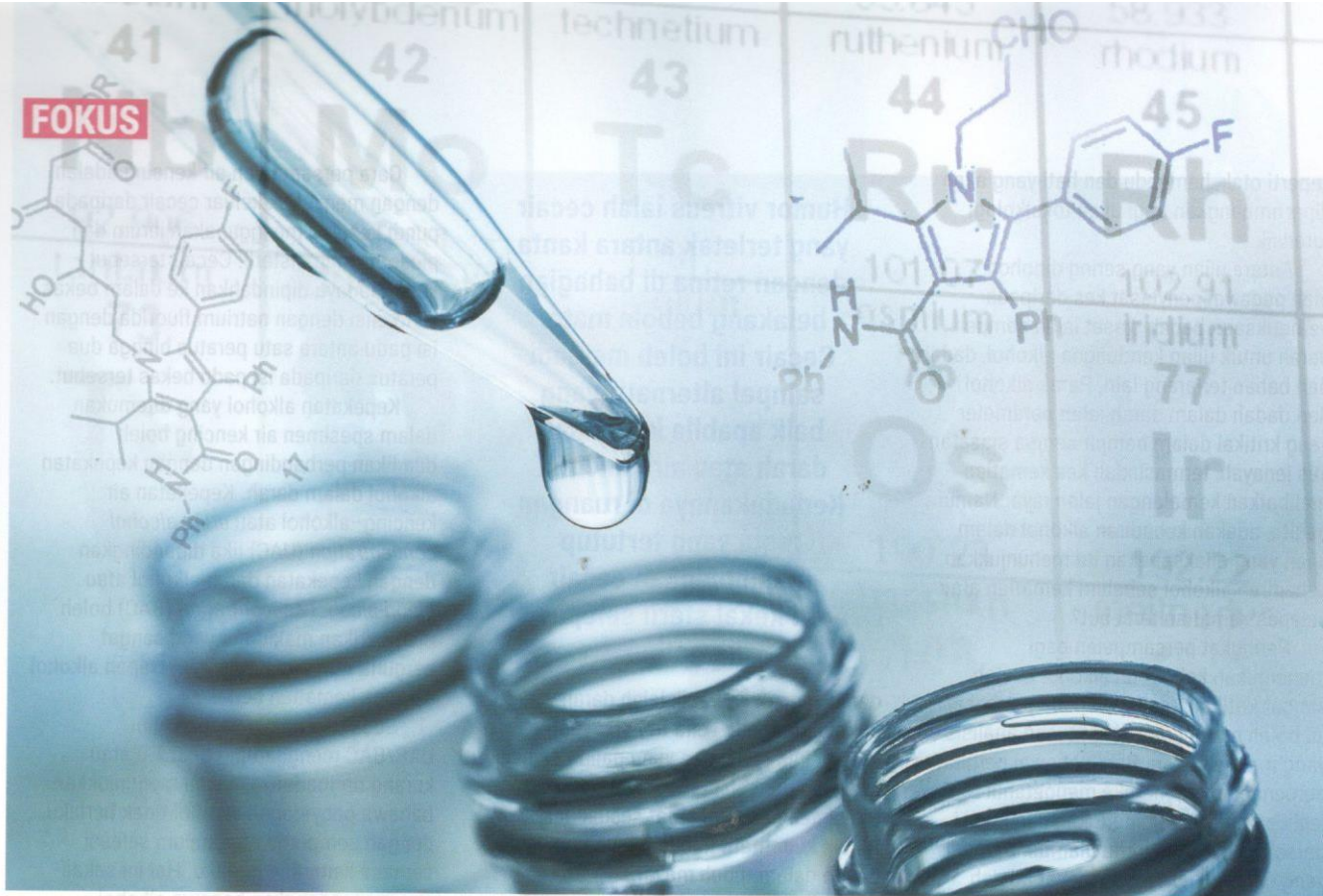
Urin atau air kencing ialah spesimen yang biasa disampel semasa pemeriksaan bedah siasat. Air kencing juga terbukti berkesan dalam membina hubungan antara pengambilan alkohol dengan kondisi sistem tubuh, baik kepada manusia hidup mahupun mayat. Air kencing sepatutnya disampel terus daripada pundi kencing yang masih kekal dalam bentuknya dan bukan yang telah dipotong atau dibelah.

Cara persampelan air kencing adalah dengan menyuntik keluar cecair daripada pundi kencing menggunakan jarum dan picagari yang disteril. Cecair tersebut kemudiannya dipindahkan ke dalam bekas yang diisi dengan natrium fluorida dengan isi padu antara satu peratus hingga dua peratus daripada isi padu bekas tersebut.

Kepekatan alkohol yang ditemukan dalam spesimen air kencing boleh dijadikan perbandingan dengan kepekatan alkohol dalam darah. Kepekatan air kencing-alkohol atau *urine-alkohol concentration* (UAC) jika dibandingkan dengan kepekatan darah-alkohol atau *blood-alkohol concentration* (BAC) boleh memberikan maklumat yang sangat berguna tentang status penyerapan alkohol semasa kematian berlaku.

Sebagai contohnya, jika nilai UAC/BAC menghampiri nilai 1.0 atau kurang daripadanya, hal ini menunjukkan bahawa penyerapan alkohol tidak berlaku dengan sempurna atau belum selesai semasa kematian berlaku. Hal ini sekali gus mencadangkan bahawa alkohol yang dikesan berpunca daripada aktiviti meminum atau pengambilan alkohol beberapa ketika sebelum kematiannya. Jika nilai UAC/BAC adalah pada 1.25 atau lebih, hal ini mencadangkan bahawa penyerapan dan peredaran alkohol dalam badan telah selesai pada waktu kematian berlaku. Walau bagaimanapun, dalam banyak keadaan seperti kes kemalangan jalan raya, air kencing tidak dapat diperoleh daripada mayat disebabkan oleh trauma yang teruk terjadi kepada mayat.

Humor vitreus ialah cecair yang terletak antara kanta dengan retina di bahagian belakang bebola mata. Cecair ini boleh menjadi sampel alternatif yang baik apabila ketiadaan darah atau air kencing. Kedudukannya di ruangan mata yang tertutup membolehkan cecair ini kekal steril selepas kematian. Sebagai contohnya, bagi mayat yang ditemukan selepas beberapa hari kematiannya dan proses pereputan telah berlaku, darah bukan lagi spesimen yang baik untuk analisis kehadiran alkohol antemortem atau sebelum kematian. Seandainya darah disampel dan dianalisis, kehadiran alkohol berkemungkinan besar dikesan, namun begitu kepekatannya dipengaruhi oleh aktiviti mikrob semasa



FOKUS

Selain darah, air kencing atau humor vitreus yang biasanya diambil untuk tujuan analisis kehadiran dan kepekatan alkohol dalam mayat, beberapa spesimen lain seperti cecair hempedu, hati serta kandungan perut juga boleh diambil untuk menguji kehadiran dadah, ubat dan racun.

proses pereputan. Hal ini menyebabkan kepekatan sebenar alkohol yang berada dalam sistem badan mayat itu pada waktu kematiannya sukar ditentukan. Hal ini mengakibatkan humor vitreus menjadi sampel yang paling sesuai untuk menggantikan darah jika cecair tersebut boleh diperolehi.

Humor vitreus kebiasaannya wujud dalam jumlah yang sedikit, iaitu lebih kurang dua mililiter hingga tiga mililiter sahaja. Cecair ini perlu diawetkan dalam bahan pengawet yang sama seperti darah dan air kencing, iaitu satu peratus natrium fluorida. Apabila analisis toksikologi dijalankan dan alkohol dikesan dalam humor vitreus, hal ini menunjukkan bahawa si mati telah menggunakan atau meminum alkohol sebelum kematiannya. Keputusan ini akan digunakan untuk menolak sebarang kemungkinan kepekatan alkohol yang dikesan hasil daripada proses penapaian yang berlaku dalam pereputan.

Selain darah, air kencing atau humor vitreus yang biasanya diambil untuk tujuan analisis kehadiran dan kepekatan alkohol dalam mayat, beberapa spesimen lain seperti cecair hempedu, hati serta kandungan perut juga boleh diambil

untuk menguji kehadiran dadah, ubat dan racun.

Cecair hempedu boleh dijadikan sampel bagi analisis toksikologi forensik sekiranya diperlukan. Cecair ini amat membantu dalam mengesan kehadiran dadah dan ubat seperti opioid, kanabinoid dan parasetamol. Namun demikian, spesimen ini pekat dan kaya dengan garam hempedu serta boleh memberikan banyak gangguan kepada analisis toksikologi forensik.

Tambahan pula, kepekatan dadah dan bahan yang diuji di dalam hempedu akan berubah selepas kematian disebabkan oleh tindak balas yang dipanggil sebagai pengagihan semula selepas kematian atau *post-mortem redistribution* yang berlaku antara pundi hempedu dengan hati dan kandungan di dalam perut. Oleh sebab itu, cecair hempedu lebih berguna dalam penilaian kualitatif berbanding dengan kuantitatif. Sebanyak kira-kira 20 mililiter daripada spesimen ini boleh diambil dan disimpan di dalam bekas yang sesuai tanpa bahan pengawet.

Hati ialah contoh tisu badan yang sering dijadikan sampel untuk analisis toksikologi forensik. Hati ialah organ yang terkumpulnya pelbagai jenis sebatian dan

bahan kimia, termasuklah toksik yang masuk ke dalam sistem badan melalui makanan, minuman, ubat-ubatan, makanan tambahan, dan alat kosmetik. Bahan kimia berbahaya dan toksik akan melalui hati terlebih dahulu untuk dineutralkan sebelum sampai ke buah pinggang untuk dikumuhkan.

Disebabkan oleh kehadiran pelbagai bahan termasuklah dadah dan metabolitnya serta sebatian lain dalam jumlah yang besar, hal ini menyukarkan interpretasi sampel ke atas keputusan analisis. Oleh sebab itu, persampelan hati lebih bernilai sebagai pengujian kualitatif berbanding dengan kuantitatif. Lebih kurang 100 gram tisu hati boleh diambil dan disimpan di dalam bekas plastik berpenutup dan tanpa sebarang bahan pengawet.

Kandungan perut pula berpotensi sebagai spesimen untuk analisis toksikologi forensik dijalankan. Makanan, ubat dan dadah yang ditelan melalui mulut akan terkumpul di dalam perut. Oleh sebab itu, analisis kandungan perut boleh membantu mengenal pasti dadah yang diambil sebelum kematian disebabkan oleh kepekatan dadah yang lebih tinggi di dalamnya berbanding dengan sampel yang lain. Sama seperti spesimen cecair hempedu, spesimen kandungan perut disampel ke dalam bekas yang sesuai tanpa bahan pengawet. Isi padunya pula adalah sebanyak mungkin yang boleh diperoleh atau dalam keadaan tertentu, kesemua kandungan perut tersebut digunakan sebagai spesimen untuk analisis toksikologi forensik.

Pada kebiasaannya, berenga dan serangga boleh ditemukan dalam kes yang melibatkan pereputan. Mayat yang telah lama mati akan dihurung lalat dan serangga lain. Berenga muncul selepas serangga ini bertelur di atas mayat, terutamanya di lokasi yang mempunyai bukaan seperti mulut dan hidung ataupun pada bukaan lain pada tubuh yang disebabkan oleh kecederaan.

Dalam bidang entomotoksikologi, berenga ialah spesimen yang terbaik untuk mendapatkan perkaitan antara kematian dengan penglibatan dadah dan bahan toksik lain. Berenga itu sendiri secara semula jadinya tidak mempunyai dadah dan bahan toksik dalam tubuhnya. Sekiranya

berenga tersebut diuji dan didapati mempunyai kandungan dadah atau bahan toksik, keputusan tersebut adalah hasil daripada daging dan cebisan mayat yang dimakan selepas telur lalat atau kumbang menetas.

Jelaslah bahawa berenga dapat membantu penyiasatan terhadap mayat yang sudah reput atau dalam proses pereputan. Walau bagaimanapun, kepekatan dadah yang diperoleh daripada berenga tidak boleh dijadikan sandaran secara kuantitatif. Hubungan kait antara jumlah kepekatan dalam mayat dengan jumlah yang diperoleh daripada berenga banyak dipengaruhi oleh pelbagai faktor seperti kawasan berenga tersebut dikutip atau dimakan, saiz berenga yang dikutip dan diuji serta beberapa faktor persekitaran lain.

Di samping itu, kuku dan rambut boleh digunakan untuk mengenal pasti sejarah penggunaan dadah yang berpanjangan atau logam berat lain. Selain itu, tisu badan seperti paru-paru, otak, jantung, buah pinggang, dan otot juga boleh dijadikan sebagai spesimen untuk analisis toksikologi forensik dan ujian lain seperti pemeriksaan radiologi, kaji kuman, kaji tisu, dan fotografi forensik.

Pengurusan Spesimen dan Penghasilan Alkohol

Alkohol seperti etanol dan isopropanol boleh terhasil selepas kematian disebabkan oleh proses pereputan mayat. Mayat menjadi reput disebabkan oleh faktor persekitaran di sekeliling mayat seperti cuaca, bahan kimia dan nutrisi yang terkandung dalam tubuh mayat serta peranan mikrob yang terlibat.

Untuk mengelakkan risiko keputusan analisis kandungan alkohol yang tidak tepat, mayat perlu dibawa ke rumah mayat dengan segera untuk disimpan di dalam peti penyimpanan mayat sebelum pemeriksaan bedah siasat dapat dilaksanakan. Kemudiannya, apabila sampel seperti spesimen darah, air kencing dan humor vitreus diambil semasa proses bedah siasat, bahan pengawet juga perlu ditambahkan pada spesimen yang terlibat mengikut kadar yang bersesuaian.

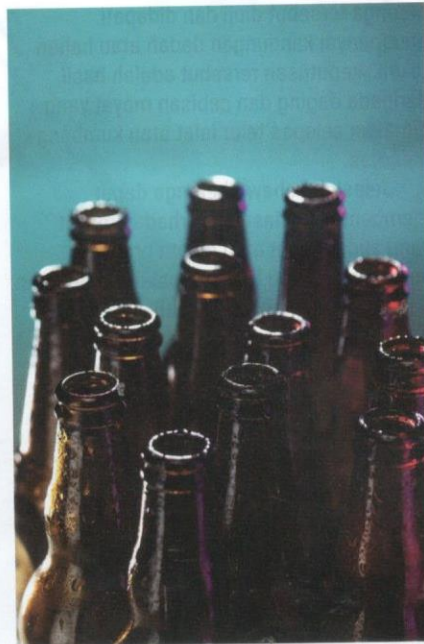
Bahan pengawet yang biasa digunakan ialah natrium fluorida pada kepekatan satu peratus daripada isi padu bekas yang mengandungi spesimen yang disampel. Bahan pengawet ini berfungsi untuk mengelakkan penghasilan alkohol secara post-mortem oleh mikrob yang turut masuk



ke dalam spesimen semasa persampelan. Aktiviti mikrob seperti bakteria akan terhenti disebabkan oleh bahan pengawet ini dan penghasilan alkohol dalam masa persampelan dan penghantaran ke makmal dapat dielakkan.

Jika sampel yang diambil tidak dapat dihantar dengan segera ke makmal untuk tujuan analisis, sampel tersebut perlu disimpan di dalam peti penyimpanan sampel dengan suhu yang terkawal, iaitu pada suhu lebih kurang empat darjah Celsius. Walau bagaimanapun, sampel ini tidak boleh dilengahkan penghantarannya ke makmal yang berkenaan. Menyimpan sampel bedah siasat untuk tempoh yang lama amat tidak digalakkan.

Pegawai penyiasat seharusnya bertanggungjawab untuk menguruskan penghantaran sampel dengan segera agar kualiti sampel sebagai bahan bukti kekal relevan. Penyimpanan sampel di dalam peti simpanan sampel pada jangka masa yang terlalu lama boleh mengurangkan kredibilitinya sebagai bahan bukti yang boleh dipercayai. Integritinya juga boleh diragui serta menjadi sasaran peguam bela dalam menimbulkan persoalan melampaui keraguan munasabah.



Dalam bidang analisis biokimia dan mikrobiologi, perkaitan antara mikrob atau bakteria dengan penghasilan etanol selepas kematian bukanlah sesuatu yang asing. Sekurang-kurangnya terdapat lebih daripada 60 spesies bakteria, yis dan kulat yang boleh menghasilkan etanol dalam pelbagai keadaan. Antaranya ialah *Candida albicans* dan *Escherichia coli*. Kedua-dua mikrob ini boleh masuk ke dalam sistem badan melalui bukaan pada kulit yang cedera atau telah hadir dalam persekitaran dalam badan si mati sejak awal lagi akibat pemakanan dan aktiviti harian lain.

Apabila berlakunya kematian, sistem dalam badan si mati juga turut terhenti. Pada masa ini, bakteria yang berada di dalam usus mayat juga boleh merentas masuk ke dalam sistem darah dengan menembusi dinding usus. Bakteria ini boleh masuk ke dalam vena portal hepatic dan sistem limpa lalu mengganggu spesimen darah yang sedia ada.

Oleh yang demikian, mayat yang dihantar ke bilik mayat atau Jabatan Perubatan Forensik perlu terus disimpan pada suhu rendah daripada suhu empat darjah Celsius atau dalam tempoh empat jam selepas kematiannya. Kelewatan dalam penyimpanan mayat ini boleh menyebabkan proses pembusukan atau pereputan segera berlaku. Kedua-dua proses ini boleh berlaku

dengan kadar yang cepat sehingga boleh meningkatkan aktiviti bakteria dalam menghasilkan etanol.

Bakteria dan mikrob lain berupaya untuk menghasilkan etanol dalam mayat yang mereput disebabkan oleh kehadiran sumber nutrien seperti glukosa, sukrosa dan laktosa. Tambahan pula, mikrob ini memiliki enzim yang memangkinkan proses tersebut, iaitu enzim alkohol dehidrogenase. Selain itu, mikrob ini juga dipercayai memiliki enzim seperti piruvat dekarboksilase dan laktat dehidrogenase yang mampu menghasilkan etanol daripada kandungan piruvat dan laktat.

Disebabkan oleh glukosa menjadi sumber utama penghasilan etanol dalam mayat, tisu dengan simpanan glukosa yang banyak akan menghasilkan paling banyak etanol. Hati ialah organ yang paling banyak menyimpan glukosa, diikuti dengan otot skeletal, paru-paru dan jantung. Oleh sebab itu, organ tubuh ialah sampel yang kurang bernilai dalam analisis kehadiran dan kepekatan etanol dalam mayat.

Humor vitreus pula ialah spesimen yang paling ideal bagi analisis kehadiran etanol dalam mayat. Hal ini kerana cecair vitreus tidak sepatutnya mengandungi glukosa dan mikrob. Oleh sebab itu, amat mustahil untuk berlakunya interaksi antara mikrob dengan glukosa yang boleh menghasilkan etanol dalam cecair vitreus. Struktur vitreus yang terlindung juga membolehkannya terselamat daripada proses pembusukan dan trauma untuk suatu jangka masa yang lebih panjang berbanding dengan organ dan tisu badan lain.

Berdasarkan keadaan ini, kehadiran etanol yang positif setelah diuji ke atas cecair vitreus menunjukkan bahawa kandungan alkohol itu adalah berasal daripada antemortem seperti melalui minuman, suntikan dan lain-lain serta bukan disebabkan oleh penghasilan etanol selepas kematiannya.

Kepentingan Penentuan Kehadiran dan Kepekatan Alkohol

Dalam kes kemalangan maut, penentuan kehadiran alkohol adalah amat penting. Selain maklumat awam seperti saksi kejadian dan video daripada kamera papan pemuka yang merakamkan kemalangan, siasatan pegawai penyiasat

Humor vitreus pula ialah spesimen yang paling ideal bagi analisis kehadiran etanol dalam mayat. Hal ini kerana cecair vitreus tidak sepatutnya mengandungi glukosa dan mikrob. Oleh sebab itu, amat mustahil untuk berlakunya interaksi antara mikrob dengan glukosa yang boleh menghasilkan etanol dalam cecair vitreus.

juga menumpukan kepada penemuan semasa pemeriksaan bedah siasat. Satu daripadanya ialah keputusan ujian makmal, termasuklah analisis kehadiran alkohol dalam darah.

Sekiranya alkohol ditemukan dalam darah dan air kencing si mati, kepekatan alkohol juga menjadi persoalan dalam sesuatu penyiasatan. Dalam sistem perundangan Malaysia, Akta Pengangkutan Jalan (Pindaan) 2020 (Akta 333) menyatakan bahawa had yang ditetapkan bagi alkohol yang tidak sepatutnya terdapat dalam tubuh ialah 50 miligram dalam 100 mililiter darah dan 67 miligram dalam 100 mililiter air kencing. Had ini adalah lebih rendah berbanding dengan yang sebelumnya, iaitu 80 miligram alkohol dalam 100 mililiter darah dan 107 miligram alkohol dalam 100 mililiter air kencing.

Jika kepekatan alkohol dalam darah si mati lebih tinggi daripada 50 miligram dalam 100 mililiter darah, maka keadaan tersebut boleh menimbulkan keraguan munasabah bagi pemanduan di bawah pengaruh minuman yang memabukkan dan seterusnya membawa kepada kemalangan maut. Hal ini jelas menjadi kesalahan di bawah Akta 333 dan pegawai penyiasat

boleh membuat rumusan berdasarkan bukti yang dikemukakan daripada keputusan analisis kandungan alkohol dalam darah dan air kencing si mati.

Keputusan penentuan kehadiran alkohol juga dapat membantu dalam penyiasatan kes jatuh dari bangunan atau tempat tinggi. Kandungan alkohol dalam tubuh si mati boleh menjelaskan punca si mati jatuh atau boleh menjadi faktor yang menyumbang kepada kemalangan berbanding dengan penglibatan orang ketiga yang lebih berunsurkan jenayah. Walau bagaimanapun, kecederaan pada tubuh si mati dalam kes jatuh dari bangunan tinggi juga perlu diberikan perhatian, terutamanya jika terdapat kesan lebam pada permukaan kulit di pergelangan tangan atau di belakang tubuh si mati yang tidak selari dengan trauma akibat jatuh.

Secara umumnya, bagi mendapatkan keputusan analisis kandungan alkohol yang baik dan berkredibiliti, perlu bermula daripada pengurusan mayat. Mayat perlu disimpan segera di bawah suhu yang rendah sementara menunggu pemeriksaan bedah siasat dilaksanakan. Semasa pemeriksaan

bedah siasat, persampelan spesimen untuk analisis alkohol perlu dilakukan dengan betul dan sempurna. Sampel yang telah diambil pula perlu disimpan di tempat yang sesuai sementara dihantar ke makmal atau sebelum analisis dijalankan.

Sebagai kesimpulannya, tidak ada yang konkrit dalam pentafsiran kandungan alkohol dalam sampel bedah siasat disebabkan oleh pelbagai faktor yang boleh menyumbang kepada keputusan yang salah. Setiap kes kematian dianggap sebagai unik dan tersendiri. Sehubungan dengan itu, adalah mustahil untuk menggunakan peraturan khusus dalam menentukan kepekatan sebenar alkohol yang diambil pada peringkat antemortem.

Bagi kes kematian, bukan sahaja keputusan analisis kandungan alkohol yang perlu dititikberatkan, namun begitu semua keputusan analisis toksikologi perlu dinilai dari segi pelbagai aspek lain seperti sejarah hidup si mati sebelum meninggal dunia, rakaman percakapan saksi atau waris yang melihat kejadian, penemuan semasa pemeriksaan bedah siasat, tempoh masa kematian hinggalah bedah siasat dilaksanakan dan pertimbangan akal yang disandarkan kepada pengetahuan. ⁽¹⁾

