



## **Penerapan Toksikologi Forensik dalam Mengungkap Penyebab Kematian dan Kedudukannya dalam Sistem Pembuktian Hukum Pidana**

### *The Application of Forensic Toxicology in Determining the Cause of Death and Its Role in the Criminal Justice System*

**Nadila Fitriyani<sup>1</sup>, Hudi Yusuf<sup>2</sup>**

Fakultas Hukum, Universitas Bung Karno

E-mail : [nadilafitriyani253@gmail.com](mailto:nadilafitriyani253@gmail.com)<sup>1</sup>, [hoedyjoesoef@gmail.com](mailto:hoedyjoesoef@gmail.com)<sup>2</sup>

#### Article Info

##### Article history:

Received : 04-05-2026

Revised : 06-05-2026

Accepted : 08-05-2026

Published : 10-05-2026

#### Abstract

*Forensic toxicology is a scientific discipline that plays a crucial role in the identification, analysis, and interpretation of the presence of toxic substances in the human body for legal evidentiary purposes, particularly in determining the cause of death. This study aims to analyze the role of forensic toxicology in forensic medicine, its position within the criminal evidentiary system, and its application in death cases based on case studies. The research method employed is a normative-juridical approach utilizing legislative, conceptual, and case-based methods, supported by a literature review as a technique for gathering legal materials. Various studies indicate that forensic toxicology serves a strategic function as a scientific tool in determining the cause of death and, at the same time, is crucial as evidence in court proceedings. However, the probative value of toxicological findings is not absolute. Rather, it depends heavily on expert interpretation and the context of other evidence in the judge's decision-making process. Furthermore, the practical application of forensic toxicology demonstrates that there is a difference in evidentiary value between cases that have gone through trial and those still in the investigative stage. From this, it can be concluded that forensic toxicology plays a crucial role in the criminal justice system. However, its effectiveness remains dependent on the integration of scientific and legal aspects in the presentation of evidence, as well as the accuracy of experts in interpreting results and of judges in evaluating the totality of the evidence.*

**Keywords:** *Forensic toxicology, criminal evidence, cause of death.*

#### Abstrak

Toksikologi forensik adalah disiplin ilmu yang memainkan peran penting dalam identifikasi, analisis, dan interpretasi keberadaan zat-zat beracun dalam tubuh manusia untuk tujuan pembuktian hukum, khususnya dalam menentukan penyebab kematian. Studi ini bertujuan untuk menganalisis peran toksikologi forensik dalam kedokteran hukum, posisinya dalam sistem pembuktian pidana, dan penerapannya dalam kasus kematian berdasarkan studi kasus. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan normatif-yuridis yang memanfaatkan metode legislatif, konseptual, dan berbasis kasus, didukung oleh tinjauan pustaka sebagai teknik pengumpulan bahan hukum. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa toksikologi forensik memiliki fungsi strategis sebagai alat ilmiah dalam menentukan penyebab kematian dan, pada saat yang sama, sangat penting sebagai bukti dalam proses persidangan. Namun, nilai pembuktian dari temuan toksikologi tidak bersifat mutlak. Sebaliknya, hal itu sangat bergantung pada interpretasi para ahli serta konteks bukti-bukti lain dalam proses pengambilan keputusan hakim. Selain itu, penerapan praktis toksikologi forensik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai pembuktian antara kasus yang telah melalui proses persidangan dan kasus yang masih berada pada tahap penyelidikan. Dari hal ini dapat disimpulkan



bahwa toksikologi forensik memainkan peran penting dalam sistem peradilan pidana. Namun, keefektifannya tetap bergantung pada integrasi aspek ilmiah dan hukum dalam pembuktian, serta ketepatan para ahli dalam menafsirkan hasil dan para hakim dalam menilai keseluruhan bukti.

**Kata Kunci: Toksikologi forensik, pembuktian pidana, penyebab kematian.**

## **PENDAHULUAN**

Toksikologi forensik adalah cabang ilmu yang berfokus pada identifikasi, analisis, dan penilaian zat beracun, obat-obatan, alkohol, serta zat kimia lainnya yang relevan dalam kasus-kasus hukum, terutama dalam penyelidikan penyebab kematian. Dalam kedokteran forensik, toksikologi memainkan peran yang sangat penting, karena tidak semua kasus kematian dapat dijelaskan hanya melalui pemeriksaan fisik atau otopsi. Banyak kasus kematian mendadak, overdosis, bunuh diri, pembunuhan, atau kecelakaan memerlukan pemeriksaan laboratorium toksikologi untuk menentukan adanya atau tidaknya zat beracun dalam tubuh korban (Wiraagni & Suhartini, 2021, hlm. 4-6).

Dalam kasus kriminal, temuan dari analisis toksikologi tidak hanya berperan dalam mengidentifikasi penyebab kematian, tetapi juga menjadi bukti ilmiah yang dapat memperkuat argumen di pengadilan. Dalam kerangka hukum pidana, penerapan hasil analisis toksikologi ini berhubungan dengan proses pengujian yang diatur dalam prosedur hukum pidana. Penyelidikan toksikologi berguna untuk mengungkapkan hubungan sebab-akibat antara zat beracun dan kematian, menentukan penyebab kematian, serta mendukung pembuatan laporan visum et repertum oleh ahli forensik.

Proses pemeriksaan toksikologi pada kasus kematian dilakukan secara sistematis, dimulai dari otopsi, pengambilan sampel, analisis laboratorium, dan evaluasi hasil, hingga penyusunan laporan forensik. Setiap tahap harus dilakukan dengan cermat, karena kesalahan dalam pengambilan sampel, penyimpanan, atau evaluasi hasil dapat merusak validitas bukti di pengadilan. Prinsip rantai bukti juga sangat penting untuk menjamin keaslian bukti, sehingga bukti tersebut dapat dipertimbangkan secara hukum. Toksikologi forensik berperan penting dalam mengidentifikasi tipe serta konsentrasi bahan kimia yang terdapat dalam tubuh guna berbagai tujuan penyelidikan hukum (Baselt, 2017, hlm. 1-6).

Pentingnya ilmu toksikologi dalam forensik dapat dilihat dari banyak kasus di Indonesia, contohnya kematian Wayan Mirna Salihin yang dicurigai disebabkan oleh keracunan sianida, serta kematian satu keluarga di Jakarta Utara yang diduga berhubungan dengan racun tikus. Kedua kasus tersebut menunjukkan bahwa hasil pemeriksaan toksikologi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap proses penyidikan, pembuktian selama persidangan, dan pada akhirnya terhadap putusan hakim. Namun demikian, hasil pemeriksaan toksikologi tidak dapat dijadikan satu-satunya dasar dalam pengambilan putusan. Sebaliknya, hasil tersebut harus dinilai dalam kaitannya dengan bukti-bukti lain.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini didasarkan pada metode normatif-yuridis, yaitu pendekatan yang mengacu pada sumber-sumber hukum yang relevan dengan objek penelitian, khususnya terkait penerapan toksikologi forensik dalam menentukan penyebab kematian serta perannya dalam kerangka



pembuktian pidana. Pendekatan yang digunakan meliputi pendekatan yuridis, pendekatan konseptual, dan pendekatan kasus, di mana ketentuan hukum dan konsep yang berlaku mengenai toksikologi forensik serta penyajian bukti dalam hukum pidana dianalisis.

Bahan hukum yang digunakan terdiri dari bahan hukum primer berupa undang-undang dan peraturan, khususnya Kitab Undang-Undang Hukum Acara Pidana, bahan hukum sekunder berupa buku dan jurnal ilmiah tentang toksikologi forensik dan hukum pembuktian, serta bahan hukum tersier sebagai bahan pelengkap. Sumber-sumber hukum dikumpulkan melalui penelitian bibliografi (penelitian perpustakaan), sedangkan teknik analisis yang digunakan adalah analisis kualitatif di mana sumber-sumber hukum yang diperoleh dijelaskan, dikontekstualisasikan, dan ditafsirkan, sehingga menghasilkan kesimpulan yang sistematis dan komprehensif.

## **PEMBAHASAN**

### **Pengertian dan ruang lingkup Toksikologi Forensik**

Toksikologi adalah ilmu yang mempelajari racun, termasuk karakteristik zat berbahaya, pengaruhnya terhadap tubuh, cara mendeteksinya, serta metode penanganan keracunan. Dalam bidang forensik, toksikologi memainkan peran penting dalam menentukan penyebab kematian dan mengungkap keadaan suatu tindak pidana, seperti kasus keracunan, pembunuhan, kecelakaan, atau kejahatan seksual. Secara khusus, toksikologi juga mencakup sumber racun, gejala yang ditimbulkannya, dosis mematikan, serta hubungan antara paparan racun dan kematian seseorang (Aflanie et al., 2017, hlm. 183-184).

Seiring dengan kemajuan pengetahuan, bidang toksikologi telah berkembang menjadi toksikologi forensik. Ini adalah disiplin yang mengintegrasikan prinsip-prinsip toksikologi dengan kimia, farmakologi, dan kedokteran forensik untuk mendukung penyelidikan hukum berkaitan dengan kematian, keracunan, dan penyalahgunaan obat terlarang. Toksikologi forensik memiliki peran penting dalam mengenali zat-zat berbahaya serta menjelaskan kaitannya dengan tindakan kriminal, sehingga hasil dari analisisnya dapat berfungsi sebagai bukti di persidangan (Amin et al., 2024, hlm. 1-2). Dalam ilmu toksikologi forensik, evaluasi terhadap toksisitas dipengaruhi oleh jumlah dosis, tingkat konsentrasi racun, serta keadaan korban. Elemen-elemen ini menentukan seberapa berbahaya racun tersebut dan menjadi aspek yang krusial dalam mengidentifikasi penyebab terjadinya keracunan (Aflanie et al., 2017, hlm. 184-186).

Toksikologi forensik tidak hanya mengidentifikasi zat berbahaya, tetapi juga menganalisis konteks keracunan untuk menentukan apakah keracunan terjadi karena kelalaian, kecelakaan, atau bunuh diri. Analisis ini dalam hukum pidana membantu menilai unsur perbuatan melawan hukum (*actus reus*) dan niat pelaku (*mens rea*). Ini mendukung proses pembuktian dan penentuan tanggung jawab pidana. Tergantung pada metode, jenis zat, dan tujuan utamanya, keracunan dapat terjadi secara cepat atau bertahap. Oleh karena itu, toksikologi forensik tidak hanya berfungsi sebagai pemeriksaan medis, tetapi juga sebagai alat ilmiah yang membantu mengungkap kebenaran dalam proses peradilan pidana (Pragst, 2025, hlm. 1-3).

Langkah berikutnya adalah pengumpulan serta analisis contoh biologis dan non-biologis, seperti darah, urine, muntah, dan bahan dari lambung untuk menentukan tipe racun. Hasil dari pemeriksaan tersebut akan dicatat dalam *Visum et Repertum* sebagai bagian dari bukti di pengadilan sesuai dengan Pasal 133 KUHAP. Pendekatan toksikologi forensik memiliki peran vital dalam



mengaitkan bukti medis dengan proses hukum dengan cara yang ilmiah dan objektif (Aflanie et al. , 2017, hlm. 188-189).

### **Jenis-jenis zat beracun dan dampaknya terhadap tubuh manusia**

Dalam ilmu toksikologi forensik, mengetahui berbagai macam racun dan pengaruhnya sangat krusial karena setiap racun memiliki cara kerja dan akibat yang tidak sama pada tubuh. Sebuah zat disebut beracun jika bisa mengganggu fungsi tubuh, merusak organ, atau bahkan menyebabkan kematian setelah masuk ke dalam tubuh. Seberapa berbahayanya zat tersebut dipengaruhi oleh jumlah yang masuk, lama terpapar, keadaan orang yang terkena, dan bagaimana perawatan medis yang diberikan.

Setiap jenis racun memiliki cara kerja yang berbeda. Ada racun yang langsung bekerja dengan cepat dan ada juga yang menumpuk perlahan di dalam tubuh. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui jenis keracunan dan kemungkinan adanya tindakan kriminal. Dalam dunia forensik, laboratorium melakukan pemeriksaan pada darah, urin, isi lambung, dan jaringan tubuh. Ini dilakukan untuk mengetahui jenis racun yang ada dan seberapa banyak racun itu serta hubungannya dengan penyebab kematian (Wirasuta et al., 2008, hlm. 52-53 ).

#### **Jenis-Jenis Racun dan Dampaknya Secara Khusus**

##### **1. Keracunan Karbon Monoksida (CO)**

Karbon monoksida (CO) adalah gas tak berwarna, tak berbau, dan beracun yang terbentuk akibat pembakaran yang tidak sempurna. CO menghalangi transportasi oksigen dalam darah, yang menyebabkan kekurangan oksigen; gejalanya berkisar dari sakit kepala, pusing, dan sesak napas hingga pingsan dan bahkan kematian. Diagnosis dikonfirmasi melalui pengukuran kadar karboksihemoglobin dalam darah.

##### **2. Keracunan Sianida (CN)**

Sianida, racun yang sangat berbahaya, dapat masuk melalui mulut atau pernapasan. Ini bekerja dengan menghentikan sel tubuh menggunakan oksigen, yang menyebabkan hipoksia dan kematian cepat (Aflanie et al., 2017, hlm. 192-193). Sesak napas, sianosis, busa di mulut, dan bau almond adalah gejalanya. Pemeriksaan toksikologi pada darah dan isi lambung korban dilakukan untuk memastikan diagnosis (Kuniyil et al., 2024, hlm. 4-5).

##### **3. Keracunan Insektisida**

Kecelakaan, bunuh diri, atau paparan kerja di pertanian adalah faktor utama penyebab keracunan insektisida. Organofosfat dan karbamat dapat memengaruhi sistem saraf dan menyebabkan gejala seperti sesak napas, muntah, kejang, hingga koma (Aflanie et al., 2017, hlm. 194). Gangguan pernapasan dan jantung adalah penyebab utama kematian.

##### **4. Keracunan Alkohol**

Keracunan alkohol dapat bersifat akut atau kronis. Keracunan akut menyebabkan gangguan kesadaran dan bahkan dapat menyebabkan koma, sedangkan keracunan kronis menyebabkan kerusakan hati dan saraf. Kadar alkohol yang tinggi dalam darah dapat menghambat pernapasan dan menyebabkan kematian. Dalam pemeriksaan forensik, biasanya terdeteksi bau alkohol dan kerusakan organ.



## 5. Keracunan Arsen

Arsenik berfungsi dengan mengganggu jaringan, menghalangi pernapasan sel, dan menekan sistem saraf. Tanda-tanda yang muncul termasuk mual, diare dengan darah, nyeri perut, kejang, hingga berujung pada kematian. Dalam pemeriksaan pasca kematian, umumnya ditemukan dehidrasi, pendarahan dari perut, dan pembengkakan paru, sementara diagnosis ditegakkan melalui analisis toksikologi.

## 6. Keracunan Narkotika dan Dampak NAPZA

Depresi pernapasan yang disebabkan oleh overdosis opioid, seperti morfin dan heroin, adalah penyebab utama kematian akibat narkoba. Untuk mengidentifikasi zat berbahaya, pemeriksaan toksikologi dilakukan pada darah, urin, isi lambung, dan jaringan tubuh lainnya (Aflanie et al., 2017, hlm. 195-198). Penyalahgunaan narkoba jangka panjang juga dapat menyebabkan ketergantungan, kerusakan organ, gangguan mental, dan kematian. (Wiraagni & Suhartini, 2021, hlm. 60-61).

### **Proses pemeriksaan toksikologi dalam kasus kematian**

Pemeriksaan toksikologi pada kasus kematian merupakan bagian yang sangat penting dalam kedokteran forensik, karena tujuannya adalah untuk mendeteksi keberadaan zat beracun, obat-obatan, alkohol, atau senyawa kimia lainnya dalam tubuh korban, serta menentukan apakah zat-zat tersebut memiliki hubungan langsung dengan penyebab kematian. Penyelidikan ini tidak hanya berfokus pada ada atau tidaknya racun, tetapi juga mencakup konsentrasi zat, cara racun masuk ke dalam tubuh, mekanisme kerja racun, dan dampaknya terhadap sistem biologis korban. Oleh karena itu, toksikologi forensik merupakan alat penting untuk mengungkap kebenaran faktual, terutama dalam kasus pidana yang melibatkan dugaan keracunan, overdosis, bunuh diri, pembunuhan, atau kematian mendadak yang mencurigakan (Levine, 2013, hlm 3-10).

Secara umum, penyelidikan toksikologi pasca kematian dilakukan melalui beberapa tahap yang saling terkait, dimulai dengan pemeriksaan awal terhadap jenazah, dilanjutkan dengan pengambilan sampel dan analisis laboratorium, serta diakhiri dengan evaluasi hasil dan penyusunan *Visum et Repertum*. Seluruh tahap ini harus dilaksanakan secara sistematis, berdasarkan kaidah ilmiah, dan sesuai dengan peraturan perundang-undangan, sehingga hasilnya memiliki keabsahan baik secara medis maupun hukum (Levine, 2013, hlm. 35-65).

Pemeriksaan toksikologi dilakukan sesuai dengan Undang-Undang Nomor 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 2013 tentang Cara Penyelenggaraan Laboratorium Klinik yang Baik. Pemeriksaan ini tidak hanya bertujuan untuk menentukan penyebab kematian, tetapi juga membantu menilai, melalui analisis jenis racun dan hubungannya dengan kematian korban, apakah kematian tersebut disebabkan oleh penyebab alami, kecelakaan, bunuh diri, atau tindak pidana (Levine, 2013, hlm. 11-15).

### 1. Pemeriksaan Forensik Kasus Keracunan terhadap Korban yang Sudah Meninggal

Pada korban yang telah meninggal dunia, pemeriksaan forensik dilakukan dalam rangka pemeriksaan postmortem, yang terdiri dari pemeriksaan luar dan pemeriksaan dalam (otopsi), diikuti dengan analisis toksikologi terhadap organ-organ dan pengumpulan barang bukti di tempat kejadian perkara. Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan apakah terdapat tanda-



tanda keracunan, jenis racun apa yang mungkin digunakan, apa mekanisme kematiannya, dan bagaimana racun tersebut berkaitan dengan penyebab kematian korban. Dalam praktiknya, diagnosis keracunan tidak dapat didasarkan pada satu temuan saja, melainkan harus didasarkan pada korelasi antara hasil pemeriksaan postmortem, hasil laboratorium, informasi dari tempat kejadian perkara, dan urutan kejadian.

Keracunan pada jenazah seringkali sulit dideteksi, karena beberapa gejalanya mirip dengan kematian alami atau penyakit tertentu. Oleh karena itu, dokter forensik harus melakukan pemeriksaan yang cermat dan sistematis untuk mencegah kesalahan dalam menentukan penyebab kematian. Pemeriksaan ini juga penting untuk membedakan apakah kematian tersebut disebabkan oleh bunuh diri, kecelakaan, pembunuhan, atau penyalahgunaan obat-obatan tertentu.

#### a. Pemeriksaan Post Mortem

##### 1) Pemeriksaan Luar

Pemeriksaan luar dilakukan untuk mencari indikasi keracunan. Untuk menentukan jenis racun dan bagaimana masuk ke dalam tubuh, ahli forensik memperhatikan bau khas, muntahan, cairan tubuh, atau luka yang disebabkan oleh zat korosif.

##### 2) Pemeriksaan Dalam

Pemeriksaan dalam atau autopsi dilakukan untuk mengetahui apakah racun telah merusak organ tubuh, terutama organ dalam seperti saluran pencernaan. Pemeriksaan ini membantu menentukan penyebab kematian dan mengevaluasi dampak racun pada tubuh korban.

#### b. Pemeriksaan Kimia/Toksikologi pada Organ Tubuh

Periksaan toksikologi menunjukkan keracunan dalam darah, urin, isi lambung, atau jaringan tubuh. Analisis laboratorium diperlukan untuk memastikan diagnosis keracunan, bukan hanya gejala atau hasil autopsi. Sesuai dengan jenis racun yang dicurigai, berbagai sampel biologis, seperti darah, urin, isi lambung, jaringan tubuh, dan cairan vitreous, diperiksa. Selanjutnya, hasil pemeriksaan diperiksa dengan mempertimbangkan kadar racun, kondisi korban, dan bukti forensik lainnya.

#### c. Pengumpulan Bukti dari Tempat Kejadian Perkara (TKP)

Untuk membantu menemukan sumber racun dan hubungannya dengan penyebab kematian, penyidik selain memeriksa jenazah juga harus mengumpulkan barang bukti seperti sisa makanan, minuman, obat-obatan, botol racun, atau jarum suntik. Untuk memperjelas kronologi kejadian, riwayat korban harus ditelusuri, termasuk kebiasaan minum obat, penggunaan zat tertentu, dan konflik atau peristiwa mencurigakan. Agar barang bukti tetap sah dan dapat digunakan sebagai bukti di pengadilan, semua barang bukti harus disimpan, diberi label, dan didokumentasikan sesuai dengan prinsip chain of custody.

#### 2. Pemeriksaan Toksikologi pada Kematian Akibat Keracunan

Kematian akibat keracunan biasanya diperiksa dalam tiga tahap yaitu pengumpulan riwayat dan sampel, analisis toksikologi, dan interpretasi hasil. Tahap-tahap ini saling berhubungan karena ketepatan pemeriksaan sangat penting untuk menghasilkan kesimpulan akhir yang akurat. Dalam kasus kematian mendadak, overdosis, kecelakaan, tindak pidana, atau



kematian setelah tindakan medis, pemeriksaan toksikologi dilakukan untuk menentukan pengaruh zat beracun terhadap kematian (Aflaniet al., 2017, hlm. 189-198).

a. Pengumpulan Riwayat Keracunan dan Spesimen yang Sesuai

Untuk mengetahui jenis racun yang terlibat, kami membutuhkan informasi tentang riwayat kesehatan korban, penggunaan obat, alkohol, dan penyalahgunaan zat, serta kondisi tempat kejadian. Selanjutnya, sampel seperti darah, urin, isi lambung, hati, cairan vitreous, rambut, dan kuku diambil untuk mengidentifikasi jenis racun yang diduga.

b. Analisis Toksikologi

Dimulai dengan pemeriksaan skrining untuk menentukan adanya zat berbahaya, pemeriksaan konfirmasi dilakukan dengan menggunakan metode yang lebih khusus, seperti kromatografi dan spektrometri massa (Moffat et al., 2011, hlm. 50-55). Karena setiap zat memiliki batas terapeutik, toksik, dan letal yang berbeda, selain identifikasi zat, dilakukan analisis kuantitatif untuk mengetahui tingkat racun dalam tubuh.

c. Interpretasi Hasil Analisis

Dengan mempertimbangkan kondisi korban, hasil autopsi, dan kondisi tempat kejadian, ahli toksikologi menilai hubungan antara zat yang ditemukan dengan penyebab kematian. Hasil toksikologi tidak dapat dinilai secara terpisah karena perubahan pascakematian dan faktor lain dapat memengaruhi hasil pemeriksaan. Akibatnya, untuk memastikan bahwa kesimpulan yang dibuat memiliki dasar ilmiah dan hukum yang kuat, interpretasi harus dikaitkan dengan bukti lain (Wiraagni & Suhartini, 2021, hlm. 105-115).

3. Spesimen untuk Pengujian Toksikologi

Ahli forensik mengambil sample toksikologi untuk mengetahui penyebab kematian, dan prosedur pengambilan dan penyimpanan harus diikuti agar hasilnya sah secara hukum. Salah satu sample yang paling umum adalah darah dan urin; darah digunakan untuk mengukur kadar zat beracun atau alkohol, dan urin untuk mengidentifikasi metabolit racun. Selain itu, cairan vitreous, isi lambung, dan hati juga penting untuk menentukan jenis racun dan membedakan antara keracunan akut dan kronis (Levine, 2013, hlm. 35-60). Dalam beberapa situasi, kuku dan rambut digunakan untuk mengidentifikasi paparan jangka panjang seperti logam berat atau obat terlarang. Oleh karena itu, agar hasil analisis lebih akurat dan dapat dipertanggungjawabkan, pemilihan sampel harus disesuaikan dengan kondisi kasus, jenis racun, dan mekanisme kematian.

4. Pemeriksaan Racun pada Jenazah

Pemeriksaan racun pada mayat adalah aspek krusial dalam bidang toksikologi forensik yang bertujuan untuk menentukan adanya atau tidaknya zat berbahaya yang berkaitan dengan penyebab kematian seseorang. Proses ini dilakukan dengan menganalisis sampel biologis untuk mengetahui jenis racun serta kaitannya dengan kematian individu tersebut. Dalam konteks hukum pidana, hasil uji toksikologi sangat penting sebagai bukti ilmiah untuk menilai apakah kematian disebabkan oleh faktor alami, kecelakaan, bunuh diri, overdosis, atau tindakan kriminal berupa pembunuhan melalui racun. Pemeriksaan toksikologi juga memiliki fungsi penting dalam membuktikan kejahatan penyalahgunaan obat terlarang yang diatur dalam Undang-Undang Nomor 35 Tahun 2009 mengenai Narkotika.



Pemeriksaan toksikologi dilaksanakan mulai dari fase penyelidikan di lokasi kejadian hingga analisis di laboratorium forensik. Temuan dari pemeriksaan ini selanjutnya dihubungkan dengan hasil autopsi, keadaan korban, serta barang bukti lainnya untuk menghasilkan kesimpulan yang obyektif mengenai penyebab kematian. Dengan demikian, pemeriksaan toksikologi tidak hanya berguna secara medis, tetapi juga memiliki peran krusial dalam proses pembuktian di bidang hukum pidana.

#### 5. Persyaratan Teknis Pemeriksaan Barang Bukti Keracunan

Pengumpulan barang bukti dalam kasus keracunan perlu memenuhi beberapa syarat teknis agar hasil analisisnya tepat dan memiliki validitas hukum. Jenis sampel yang sering dianalisis mencakup organ tubuh, darah, urin, serta barang bukti lainnya yang diduga berhubungan dengan racun, karena ini dapat membantu mengidentifikasi jenis serta asal zat berbahaya (Aflanier et al., 2017, hlm. 192-198). Semua sampel wajib dikemas, diberi label, dan disimpan dengan baik supaya terhindar dari kerusakan atau kontaminasi yang dapat memengaruhi hasil analisis (Amin et al., 2024, hlm. 80-90). Di samping itu, kolaborasi antara penyelidik, ahli forensik, dan laboratorium amat penting agar proses pemeriksaan dapat berlangsung sesuai dengan standar dan hasilnya dapat dipertanggungjawabkan di pengadilan.

#### 6. Interpretasi Hasil dan Visum et Repertum

Dalam penyelidikan toksikologi forensik, langkah terakhir adalah menjelaskan hasil analisis. Tidak selalu ada zat beracun dalam tubuh yang merupakan penyebab kematian. Oleh karena itu, ahli toksikologi harus menilai hubungan antara kondisi korban, hasil otopsi, riwayat penggunaan zat, dan kondisi kematian secara keseluruhan. Oleh karena itu, evaluasi hasil didasarkan pada konteks medis dan forensik serta nilai laboratorium (Wirasuta et al., 2008, hlm. 118-128). Analisis toksikologi harus mempertimbangkan kemungkinan perubahan zat setelah kematian (dikenal sebagai redistribusi postmortem) karena dapat memengaruhi konsentrasi zat dalam tubuh. Hasil pemeriksaan juga dapat dipengaruhi oleh pembusukan, kontaminasi, kesalahan dalam penyimpanan, dan tindakan medis sebelum kematian. Oleh karena itu, pemeriksaan toksikologi harus dilakukan dengan hati-hati agar tidak membuat kesimpulan yang salah.

Dalam praktik forensik, untuk menentukan penyebab kematian yang tepat, hasil toksikologi harus dikombinasikan dengan hasil pemeriksaan dalam dan luar tubuh. Temuan toksikologi juga sangat penting dalam hukum pidana karena dapat menunjukkan keracunan yang disengaja, overdosis, atau efek zat psikoaktif pada tindak pidana. Hasil pemeriksaan toksikologi kemudian dicatat dalam Visum et Repertum (VeR), yang berisi hasil pemeriksaan korban, analisis zat beracun, dan kesimpulan tentang penyebab kematian. Agar dapat digunakan dalam proses pembuktian di pengadilan, penyusunannya harus dilakukan secara obyektif dan berdasarkan fakta ilmiah. Untuk memperkuat keyakinan hakim, hasil toksikologi harus didukung dengan keterangan saksi dan barang bukti (Yudianto, 2020, hlm. 18-20).

#### **Peran toksikologi forensik dalam kedokteran forensik**

Peran toksikologi forensik dalam bidang kedokteran forensik sangat penting karena toksikologi bertugas untuk mengetahui adanya dan dampak zat kimia, racun, obat, alkohol, serta senyawa berbahaya lainnya dalam tubuh manusia, terutama dalam konteks hukum. Dalam praktik



kedokteran forensik, toksikologi tidak bekerja sendirian, tetapi menjadi bagian penting dalam proses menentukan penyebab kematian dan cara kematian seseorang. Hal ini terjadi karena tidak semua kematian bisa dijelaskan hanya melalui pemeriksaan fisik atau autopsi saja, sehingga diperlukan analisis tambahan dengan metode kimiawi agar mendapatkan gambaran yang lebih lengkap, objektif, dan akurat (Levine, 2013, hlm. 3-5). Dalam situasi keracunan, overdosis, atau penggunaan zat berbahaya, bidang toksikologi forensik memiliki peran krusial untuk mengidentifikasi keterkaitan zat dalam tubuh dengan penyebab kematian. Analisis ini memperkuat temuan autopsi lewat bukti laboratorium yang ilmiah dan dapat diandalkan (Yudianto, 2020, hlm. 35-42).

Salah satu tugas penting dari toksikologi forensik adalah membantu dokter forensik mengetahui secara jelas apa yang menjadi sebab kematian seseorang. Dalam beberapa kasus, hasil autopsi tidak menemukan luka atau kelainan pada organ yang berarti, sehingga penyebab kematian tidak bisa ditentukan secara pasti. Dalam situasi seperti ini, pemeriksaan toksikologi sangat penting karena bisa menemukan adanya bahan beracun atau obat dalam jumlah tertentu yang bisa menyebabkan kematian. Misalnya, dalam kasus overdosis narkotika, keracunan sianida, atau terpapar karbon monoksida, kematian biasanya hanya bisa diketahui lewat pemeriksaan toksikologi. Toksikologi forensik membantu menentukan penyebab dan jenis kematian, seperti bunuh diri, kecelakaan, atau pembunuhan, melalui analisis hubungan antara zat beracun, kondisi korban, dan lokasi kejadian. Selain itu, pemeriksaan toksikologi juga digunakan untuk mengidentifikasi jenis dan kadar racun dan menilai interaksi antarzat kimia yang dapat memperburuk kondisi korban sehingga menyebabkan kematian mendadak.

Selain digunakan untuk menentukan penyebab kematian, toksikologi forensik juga sangat penting dalam membantu proses pengadilan untuk memperkuat bukti. Hasil pemeriksaan toksikologi biasanya diberikan oleh ahli melalui laporan laboratorium dan penjelasan ahli di dalam persidangan. Dalam hukum acara pidana, hasil tersebut merupakan alat bukti yang memiliki kekuatan pembuktian tinggi karena didasarkan pada metode laboratorium yang objektif dan terukur. Oleh karena itu, hasil toksikologi sering kali menjadi dasar penting bagi penyidik, jaksa, atau hakim dalam membentuk keyakinan hukum terhadap suatu kasus tindak pidana (Moffat et al., 2011, hlm. 97-100). Toksikologi forensik membantu menentukan waktu, rute pemberian, dan penggunaan zat beracun dalam tubuh, sehingga toksikologi forensik sangat penting dalam mengungkap penyebab kematian mendadak atau keracunan serta hubungan antara racun dan tindak pidana secara ilmiah dan adil.

### **Kedudukan hasil toksikologi dalam sistem pembuktian hukum pidana**

Dalam sistem hukum pidana di Indonesia, proses pembuktian adalah elemen krusial untuk mengidentifikasi kesalahan dari pihak yang dituduh. Mekanisme yang diimplementasikan dalam hukum acara pidana kita berlandaskan pada teori pembuktian undang-undang secara negatif (negatief wettelijk bewijstheorie), sebagaimana yang dimandatkan dalam Pasal 183 KUHAP. Regulasi tersebut menegaskan batasan bahwa penjatuhan sanksi pidana hanya dapat dilakukan jika hakim memiliki keyakinan yang didasari oleh setidaknya dua alat bukti yang sah, yang membuktikan bahwa suatu tindak pidana memang benar terjadi dan terdakwa yang memiliki kesalahan atas perbuatan tersebut (Hamzah, 2016, hlm. 252-254).



Hasil dari uji toksikologi adalah informasi ilmiah yang diperoleh dari laboratorium forensik dan berfungsi sebagai bukti dalam penyelidikan kasus keracunan atau overdosis. Dalam bidang hukum, hasil dari toksikologi dapat berfungsi sebagai alat bukti yang berupa dokumen resmi dan penjelasan dari seorang ahli sesuai dengan Pasal 184 ayat (1) KUHAP. Hasil tersebut dicantumkan dalam dokumen laboratorium forensik yang juga tergolong sebagai bukti tertulis berdasarkan Pasal 187 KUHAP, yang memuat identifikasi bahan serta hasil uji dari sampel biologis milik korban.

Temuan toksikologi juga berfungsi sebagai bukti dalam laporan ahli, apabila ahli tersebut menyampaikannya secara langsung di hadapan pengadilan. Ahli tersebut tidak hanya melaporkan hasil pemeriksaan, tetapi juga memberikan penjelasan ilmiah mengenai hubungan antara zat-zat beracun dan penyebab kematian korban (Hiariej, 2012, hlm. 145-147). Dalam situasi dugaan pembunuhan menggunakan racun, informasi dari toksikologi dimanfaatkan untuk menunjukkan bahwa kematian korban diakibatkan oleh bahan berbahaya. Namun, pihak jaksa juga perlu menunjukkan bahwa zat beracun tersebut diberikan oleh terdakwa dan memiliki hubungan langsung dengan kematian korban. Karena setiap zat yang ditemukan belum tentu menjadi penyebab kematian, hasil toksikologi tidak dapat langsung dijadikan dasar penentuan keputusan. Oleh karena itu, hakim harus mempertimbangkan hasil tersebut bersama dengan bukti lain (Wirasuta et al., 2008, hlm. 48-49).

Selain itu, dalam kerangka sistem pembuktian pidana, terdapat prinsip batas minimum pembuktian yang mensyaratkan bahwa setiap putusan pemidanaan wajib bersandar pada minimal dua alat bukti yang sah. Dalam koridor ini, temuan toksikologi tidak memiliki kekuatan untuk berdiri sendiri dalam menetapkan kesalahan seorang terdakwa. Data tersebut harus dikolaborasikan dan disinkronisasikan dengan instrumen pembuktian lainnya, di antaranya:

1. Keterangan dari para saksi;
2. Pernyataan atau keterangan dari pihak terdakwa;
3. Petunjuk hukum yang relevan;
4. Maupun jenis alat bukti sah lainnya.

Oleh karena itu, posisi hasil toksikologi adalah sebagai instrumen pembuktian pendukung yang bersifat saintifik, yang eksistensinya berfungsi untuk memvalidasi dan memperkuat alat bukti lain dalam membangun keyakinan hakim yang utuh (Hamzah, 2016, hlm. 255-256). Pemanfaatan hasil analisis toksikologi harus tetap sesuai dengan kriteria ilmiah dan tata cara hukum untuk memiliki validitas sebagai bukti yang dapat diterima.

**Tabel 3.1 Kedudukan Hasil Toksikologi dalam Pembuktian**

Aspek Pembuktian	Kedudukan Toksikologi	Keterangan
Sebagai alat bukti surat	Kuat	Laporan laboratorium
Sebagai keterangan ahli	Sangat Kuat	Penjelasan ahli di persidangan
Pembuktian sebab kematian	Sangat Dominan	Sangat dominan dalam kasus racun
Pembuktian hubungan kausal	Kuat	Menghubungkan sebab-akibat
Penguatan keyakinan hakim	Sangat Kuat	Membantu pembentukan conviction

(Sumber: diolah dari Payne-James, J. & Byard, R. (Eds.). *Encyclopedia of Forensic and Legal Medicine*. Oxford: Elsevier; 2016; Levine, Barry (Ed.). *Principles of Forensic Toxicology*. 4th ed. Washington DC: AACC Press; 2013)



### Kekuatan keterangan ahli dalam pembuktian perkara pidana

Dalam mekanisme peradilan pidana, fase pembuktian merupakan tahapan yang sangat menentukan guna menetapkan status bersalah atau tidaknya seorang terdakwa. Instrumen pembuktian yang sah di Indonesia secara eksplisit telah diatur dalam Pasal 184 ayat (1) KUHP, yang mencakup keterangan saksi, keterangan ahli, surat, petunjuk, serta keterangan dari terdakwa. Dalam bidang yang membutuhkan pengetahuan khusus, seperti toksikologi forensik, keterangan ahli sangat penting. Keterangan ahli diizinkan oleh Pasal 186 KUHP untuk membantu hakim memahami dan menafsirkan temuan ilmiah yang diajukan di persidangan.

Secara konseptual, keterangan ahli adalah keterangan yang diberikan oleh seseorang yang memiliki pengetahuan khusus mengenai pokok permasalahan dalam suatu perkara. Keterangan ini disampaikan secara lisan di pengadilan atau secara tertulis dalam bentuk laporan. Dalam praktiknya, pernyataan ahli sering digunakan untuk menjelaskan masalah-masalah ilmiah, seperti penyebab kematian, kondisi mental terdakwa, atau analisis bukti-bukti tertentu (Hiariej, 2012, hlm. 145-147).

Kekuatan pembuktian dari keterangan ahli dalam perkara pidana tidak dapat dipisahkan dari hukum pembuktian yang berlaku, yaitu hukum pembuktian negatif. Berdasarkan sistem ini, hakim harus mendasarkan putusannya pada bukti-bukti yang sah dan keyakinannya sendiri. Artinya, meskipun keterangan ahli merupakan bukti yang sah, hakim tidak terikat tanpa syarat pada pendapat ahli tersebut. Hakim tetap memiliki kebebasan untuk menilai apakah keterangan ahli tersebut dapat diandalkan atau tidak (Muksin & Rochaeti, 2020, hlm. 348-349).

Keterangan ahli memiliki kekuatan yang kuat dalam toksikologi karena didasarkan pada fakta ilmiah, tetapi tidak mengikat (*non-binding*). Namun, kesaksian ahli harus didukung oleh bukti tambahan, seperti keterangan saksi, hasil autopsi, dan barang bukti fisik. Ini sesuai dengan ketentuan pembuktian dalam hukum pidana, yang memerlukan minimal dua bukti sah (Hamzah, 2016, hlm. 257-258).

**Tabel 3.2 Kekuatan Keterangan Ahli dalam Pembuktian**

Aspek Penilaian	Kekuatan	Keterangan
Relevansi dengan perkara	Sangat Kuat	Semakin relevan, semakin kuat
Kredibilitas ahli	Kuat	Ditentukan oleh pengalaman dan keahlian
Metode ilmiah	Kuat	Harus valid dan dapat diuji
Konsistensi dengan bukti lain	Sangat Kuat	Tidak boleh bertentangan
Pengaruh terhadap keyakinan hakim	Sangat Kuat	Membantu pembentukan conviction

(Sumber: diolah dari Payne-James, J. & Byard, R. (Eds.). *Encyclopedia of Forensic and Legal Medicine*. Oxford: Elsevier; 2016)

Dalam kasus keracunan, keterangan ahli toksikologi sangat penting untuk menjelaskan hubungan antara hasil laboratorium dan kondisi korban. Namun, untuk pembuktian pidana, pernyataan tersebut harus didukung oleh bukti tambahan.



### **Analisis penerapan toksikologi forensik dalam kasus kematian (studi kasus)**

Penerapan toksikologi forensik dalam kasus kematian tidak hanya mencakup identifikasi zat beracun dalam tubuh korban, tetapi juga bagaimana temuan tersebut digunakan dalam proses hukum pidana. Untuk mengilustrasikan penerapan praktisnya, dapat dilakukan perbandingan antara kasus Wayan Mirna Salihin dan kasus kematian dalam sebuah keluarga di Jakarta Utara (Warakas), sebuah kasus yang masih dalam proses persidangan.

Dalam kasus Wayan Mirna Salihin, racun yang diduga mematikan adalah sianida, yang ditemukan dalam kopi es Vietnam yang diminum korban di Olivier Café. Pemeriksaan forensik-toksikologi mendeteksi sianida dalam sampel minuman dan organ korban, yang mengindikasikan keracunan akut. Namun, dalam kasus ini, otopsi lengkap tidak dilakukan karena keluarga tidak menyetujuinya, sehingga penyelidikan terbatas pada sampel dari lambung dan organ-organ tertentu (Putusan PN Jakarta Pusat No. 777/Pid.B/2016/PN.JKT.PST).

Dalam rangka persidangan tersebut, Jessica Kumala Wongso dijatuhi hukuman berdasarkan putusan Pengadilan Negeri Jakarta Pusat No. 777/Pid.B/2016/PN. JKT.PST. Hakim memutuskan bahwa meskipun tidak ada bukti langsung berupa rekaman yang menunjukkan bagaimana racun dimasukkan ke dalam minuman, namun keseluruhan bukti tidak langsung (circumstantial evidence) yang didukung oleh hasil toksikologi, cukup untuk meyakinkan pengadilan (Hamzah, 2016, hlm. 259-260). Perbedaan pendapat para ahli mengenai konsentrasi sianida menunjukkan bahwa kesimpulan toksikologi harus dievaluasi bersama dengan bukti-bukti lain di pengadilan.

Dalam konteks hukum pidana, temuan- Karch, S.B. (2008). *Postmortem Toxicology of Abused Drugs*. Boca Raton: CRC Press toksikologis dalam kasus ini memiliki kekuatan pembuktian karena telah diperiksa selama proses persidangan dan, sesuai dengan Pasal 183 Kitab Undang-Undang Hukum Acara Pidana, telah dinilai bersama dengan bukti-bukti lainnya yaitu menurut pasal ini, hakim tidak boleh menjatuhkan hukuman kecuali ia, berdasarkan setidaknya dua bukti yang sah, yakin bahwa tindak pidana tersebut benar-benar telah dilakukan dan bahwa terdakwa adalah pelakunya (Hamzah, 2016, hlm. 252-254). Kasus ini menunjukkan bahwa toksikologi forensik dapat menjadi bukti yang sangat kuat ketika telah melalui uji hukum di pengadilan.

Lalu tragedi keluarga di Warakas, Jakarta Utara, membunuh ibu, anak tertua, dan anak bungsu. Hasil pemeriksaan toksikologi di Puslabfor Bareskrim Polri menunjukkan bahwa ada senyawa zinc phosphide pada organ korban. Racun tikus yang ditambahkan ke dalam teh korban diduga merupakan sumbernya. Hasilnya menunjukkan bahwa Abdullah Syauqi ditetapkan sebagai tersangka karena dugaan dendam pribadi (Anugrahadi, 2026).

Hasil pemeriksaan toksikologi dalam kasus Warakas masih dalam proses penyidikan dan belum diperiksa di pengadilan, berbeda dengan kasus Wayan Mirna Salihin. Oleh karena itu, hasil tersebut masih bersifat sementara dan secara hukum belum bisa digunakan sebagai bukti yang kuat. Kondisi ini menunjukkan bahwa hasil tes toksikologi baru memiliki nilai bukti yang kuat setelah diajukan dan diuji bersama dengan bukti-bukti lain serta kesaksian ahli di dalam persidangan (Mendrofa et al., 2022, hlm. 78-82).

**Tabel 3.3 Perbandingan Penerapan Toksikologi Forensik**

Aspek	Kasus Wayan Mirna Salihin	Kasus Warakas Jakarta Utara
Jenis racun	Sianida	Zinc phosphide (racun tikus)
Status autopsi	Tidak dilakukan autopsi penuh	Dilakukan autopsi lengkap
Pelaku	Jessica Kumala Wongso	Abdullah Syauqi
Status hukum	Sudah diputus pengadilan	Masih proses penyidikan
Korban meninggal	1 orang	3 orang
Pemeriksaan toksikologi	Lengkap dan diuji di persidangan	Ada, belum diuji di pengadilan
Kekuatan pembuktian	Sangat Kuat	Sedang
Kepastian sebab kematian	Relatif pasti	Masih dalam pendalaman

(Sumber: diolah dari Levine, Barry (Ed.). Principles of Forensic Toxicology. 4th ed. Washington DC: AACC Press; 2013; Moffat, A.C., et al. Clarke's Analysis of Drugs and Poisons. 4th ed. London: Pharmaceutical Press; 2011; Payne-James, J. & Byard, R. (Eds.). Encyclopedia of Forensic and Legal Medicine. Oxford: Elsevier; 2016)

Kedua kasus tersebut menunjukkan bahwa hasil toksikologi, setelah diuji di persidangan bersama dengan bukti lainnya, memiliki kekuatan pembuktian yang lebih besar.

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa toksikologi forensik merupakan disiplin ilmu yang memainkan peran penting, baik dari sudut pandang medis maupun hukum, dalam mengidentifikasi dan menganalisis zat-zat beracun yang berkaitan dengan penyebab kematian. Ruang lingkup kerjanya tidak hanya mencakup identifikasi zat beracun, tetapi juga penelitian mengenai toksisitas, pemeriksaan terhadap korban, serta penilaian hasil laboratorium untuk menetapkan hubungan antara zat beracun dan kematian.

Dalam praktiknya, pemeriksaan toksikologi dilakukan secara sistematis, mulai dari pengumpulan data, pengambilan dan analisis sampel biologis, hingga penyusunan laporan otopsi (*Visum et Repertum*). Hasil pemeriksaan ini menjadi landasan penting dalam menentukan penyebab kematian, terutama dalam kasus-kasus yang melibatkan zat berbahaya atau dugaan keracunan. Dari sudut pandang hukum pidana, temuan-temuan toksikologi dianggap sebagai bukti yang dapat diterima, baik berupa laporan ahli maupun dokumen tertulis. Namun, kekuatan pembuktiannya tidaklah mutlak, karena hakim harus menilainya bersama dengan bukti-bukti lain untuk mencapai kesimpulan yang objektif dalam proses peradilan.

Penerapan toksikologi forensik dalam berbagai kasus menunjukkan bahwa keberhasilannya sangat bergantung pada ketepatan prosedur penelitian dan integrasinya dalam proses hukum. Oleh karena itu, kerja sama antara tenaga medis, ahli forensik, dan lembaga penegak hukum diperlukan untuk memastikan bahwa temuan-temuan tersebut tidak hanya memiliki nilai ilmiah, tetapi juga memiliki kekuatan pembuktian yang sebesar-besarnya, sehingga keadilan dapat ditegakkan.

## Saran

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, ada beberapa saran yang bisa diberikan. Penegak hukum harus memperbaiki pemahaman mereka tentang pemeriksaan toksikologi forensik



untuk mengevaluasi dan mengurangi informasi yang kita gunakan dalam pembuktian kasus harus lebih baik dipahami oleh para penegak hukum, agar mereka bisa menggunakan bukti ilmiah dengan tepat selama proses penyidikan. Kedua, tenaga medis dan ahli toksikologi wajib tetap profesional dengan menerapkan prosedur yang baku dan memahami hasil secara hati-hati agar hasil pemeriksaan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah dan hukum.

Ketiga, diperlukan kerja sama yang baik antara tenaga medis, ahli forensik, dan penegak hukum, agar hasil tes toksikologi bisa digunakan dalam penyidikan dan persidangan dengan baik. Keempat, diperlukan adanya peraturan dan pedoman teknis yang lebih jelas mengenai pemeriksaan toksikologi forensik di Indonesia agar hasil pemeriksaan lebih berkualitas dan konsisten. Lima, penelitian lebih lanjut mengenai penerapan toksikologi forensik dalam berbagai kasus juga diperlukan untuk mendukung perkembangan ilmu hukum dan kedokteran forensik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ady Anugrahadi. (2026, February 6). *1 Keluarga di Warakas Jakut Keracunan Zinc Phosphide, Biasanya Dipakai untuk Racun Tikus*. Liputan6. <https://www.liputan6.com/news/read/6273489/1-keluarga-di-warakas-jakut-keracunan-zinc-phosphate-biasanya-dipakai-untuk-racun-tikus>. Diakses 26 April 2026.
- Aflanie, I., et al. (2017). *Ilmu Kedokteran Forensik & Medikolegal*. Depok: Rajawali Pers.
- Amin, A., et al. (2024). *Toksikologi Forensik*. Purbalingga: Eureka Media Aksara.
- Baselt, R.C. (2017). *Disposition of Toxic Drugs and Chemicals in Man* (11th ed.). California: Biomedical Publications.
- Hamzah, A. (2016). *Hukum Acara Pidana Indonesia*. Jakarta: Sinar Grafika.
- Hiariej, E.O.S. (2012). *Teori dan Hukum Pembuktian*. Jakarta: Erlangga.
- Kitab Undang-Undang Hukum Acara Pidana (KUHAP), khususnya Pasal 133, Pasal 183, Pasal 184 ayat (1), Pasal 186, dan Pasal 187.
- Kuniyil, P., et al. (2024). Detection of Cyanide in a Decomposed Exhumed Body: A Case Report. *Cureus*, 16(6).
- Levine, B. (Ed.). (2013). *Principles of Forensic Toxicology* (4th ed.). Washington DC: AACC Press.
- Mendrofa, A. F., et al. (2022). Penguatan Alat Bukti melalui Scientific Crime Investigation dalam Tindak Pidana Pembunuhan dengan Racun. *Suloh: Jurnal Fakultas Hukum Universitas Malikussaleh*, 10(1).
- Moffat, A.C., et al. (2011). *Clarke's Analysis of Drugs and Poisons* (4th ed.). London: Pharmaceutical Press.
- Muhsin, M.R.S., & Rochaeti, N. (2020). Pertimbangan Hakim dalam Menggunakan Keterangan Ahli Kedokteran Forensik Sebagai Alat Bukti Tindak Pidana Pembunuhan. *Jurnal Pembangunan Hukum Indonesia*, 2(3).
- Payne-James, J., & Byard, R. (Eds.). (2016). *Encyclopedia of Forensic and Legal Medicine*. Oxford: Elsevier.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 2013 tentang Cara Penyelenggaraan Laboratorium Klinik yang Baik.
- Pragst, F. (2025). Systematic Toxicological Analysis in Forensic and Clinical Laboratories: A Challenging Task of Analytical Chemistry. *ChemTexts*.



Putusan Pengadilan Negeri Jakarta Pusat Nomor 777/Pid.B/2016/PN.Jkt.Pst.

Undang-Undang Nomor 35 Tahun 2009 tentang Narkotika.

Undang-Undang Nomor 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan.

Wiraagni, I.A., & Suhartini. (2021). *Aplikasi Toksikologi dalam Ilmu Kedokteran Forensik*. Yogyakarta: UGM Press.

Wirasuta et al., I.M.A.G. (2008). Analisis Toksikologi Forensik dan Interpretasi Temuan Analisis. *Indonesian Journal of Legal and Forensic Sciences*, 1(1).

Yudianto, A. (2020). *Ilmu Kedokteran Forensik*. Surabaya: Scopindo Media Pustaka.