

Implementasi Praktik Lapangan di Laboratorium Forensik sebagai Upaya Peningkatan Kompetensi Mahasiswa dalam Analisis Barang Bukti

Reva Lina^{1*}, Firnanelty¹, Surya Pranowo²

^{1,2}Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Gowa, Indonesia

²Laboratorium Forensik Polda Sulsel, Makassar, Indonesia

*Corresponding author: revlinn0129email@gmail.com

Abstract

The Internship Program (PKL) was conducted at the Makassar Regional Forensic Laboratory with the aim of providing students with practical experience in applying chemical knowledge to forensic laboratory examinations. The examinations included the presumptive testing of methamphetamine using the Marquis and Simon reagents, confirmatory analysis using the Portable TruNarc analyzer, presumptive testing of cannabis using the vanillin-HCl reagent, and the detection of methamphetamine in urine samples using the immunochromatographic method. This internship provided an understanding of the working principles of various forensic analytical instruments, procedures for examining evidence, and the application of analytical methods to support scientific evidence in forensic investigations. In addition to enhancing technical laboratory skills, the internship also provided experience in implementing laboratory procedures, maintaining accuracy, and fulfilling responsibilities in the handling of evidence in accordance with forensic laboratory standards.

Keywords: Forensik Laboratory, Narkotika, TruNarc, GC-MS.

Abstrak

Praktik Kerja Lapangan (PKL) dilaksanakan di Laboratorium Forensik Cabang Makassar dengan tujuan memberikan pengalaman praktis kepada mahasiswa dalam menerapkan ilmu kimia pada pemeriksaan laboratorium forensik. Pemeriksaan yang dilakukan meliputi uji pendahuluan metamphetamine menggunakan pereaksi Marquis dan Simon dan uji lanjutan menggunakan Portable TruNarc, uji pendahuluan ganja menggunakan pereaksi vanilin-HCl, pemeriksaan metamphetamine dalam sampel urine dengan metode imunokromatografi. Kegiatan PKL ini memberikan pemahaman mengenai prinsip kerja berbagai instrumen analisis forensik, prosedur pemeriksaan barang bukti, serta penerapan metode analisis dalam mendukung proses pembuktian ilmiah di bidang forensik. Selain meningkatkan keterampilan teknis laboratorium, PKL juga memberikan pengalaman mengenai penerapan prosedur kerja, ketelitian, dan tanggung jawab dalam penanganan barang bukti sesuai standar laboratorium forensik.

Kata Kunci: Laboratorium Forensik, Narkotika, Trunarc, GC-MS.

A. PENDAHULUAN

Forensik menjadi salah satu penerapan ilmu pengetahuan untuk kepentingan hukum dan peradilan. Forensik secara sederhana bertujuan untuk mengungkapkan fakta-fakta yang berkaitan dengan suatu tindakan pidana melalui analisis ilmiah terhadap bukti-bukti fisik. Ilmu forensik mencakup berbagai disiplin ilmu seperti kedokteran, kimia, fisika, biologi dan ilmu komputer yang di terapkan dalam konteks hukum. Forensik dalam praktiknya berperan penting dalam membantu penyidik mengungkapkan kebenaran suatu

kasus. Misalnya dalam kasus pembunuhan, ahli forensik dapat menganalisis suatu DNA dari sampel darah atau rambut untuk mengidentifikasi pelaku (Widowati, 2021: 2).

Secara etimologis narkotika berasal dari bahasa Inggris *narcose* atau *narcosis* yang berarti menidurkan dan pembiusan. Narkotika berasal dari bahasa Yunani yaitu *narke* atau *narkam* yang berarti terbius sehingga tidak merasakan apapun. Narkotika berasal dari perkataan *narcotic* yang artinya sesuatu yang dapat menghilangkan rasa nyeri dan dapat menimbulkan efek stupor (bengong), bahan- bahan pembius dan obat bius. Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) mengistilahkan narkoba atau narkotika adalah obat yang dapat menenangkan syaraf, menghilangkan rasa sakit, menimbulkan rasa mengantuk atau merangsang (Indraswara, 2024).

Instrumentasi laboratorium forensik merupakan bagian penting dalam proses pemeriksaan barang bukti karena membantu memperoleh hasil analisis yang lebih akurat, cepat, dan objektif. Penggunaan instrumen modern dalam laboratorium forensik memungkinkan identifikasi senyawa, unsur, maupun karakteristik suatu material dilakukan secara ilmiah dengan tingkat sensitivitas dan selektivitas yang tinggi. Berbagai instrumen digunakan sesuai jenis pemeriksaan yang dilakukan, seperti identifikasi narkotika, analisis unsur logam, pemeriksaan morfologi material, hingga identifikasi gugus fungsi suatu senyawa.

Portable TruNarc Handheld Narcotics Analyzer merupakan instrumen identifikasi narkotika portabel yang dikembangkan berdasarkan prinsip spektroskopi Raman. Alat ini digunakan sebagai sarana skrining awal untuk mengidentifikasi narkotika, prekursor, bahan kimia, serta zat pencampur pada sampel yang dicurigai. *TruNarc* mampu menganalisis berbagai bentuk sampel, seperti serbuk, kristal, tablet, kapsul, dan cairan, bahkan tanpa membuka kemasan selama kemasan tersebut bersifat transparan atau semi-transparan. Kemampuan tersebut mendukung proses identifikasi dilakukan secara cepat, non-destruktif, serta mengurangi risiko paparan petugas terhadap bahan berbahaya (Bumrah dan Sharmah, 2016).

Prinsip kerja *TruNarc* didasarkan pada spektroskopi Raman. Pada proses analisis, instrumen memancarkan sinar laser monokromatik ke permukaan sampel melalui nose cone. Interaksi antara sinar laser dan molekul sampel menghasilkan hamburan Raman yang memiliki karakteristik khas bagi setiap senyawa. Cahaya hasil hamburan tersebut kemudian ditangkap oleh detektor dan diolah menjadi spektrum Raman. Selanjutnya, spektrum yang diperoleh dibandingkan dengan basis data *TruNarc Substance Library* menggunakan algoritma kemometrik sehingga sistem dapat mengenali dan menampilkan identitas senyawa yang paling sesuai dengan spektrum hasil pengukuran (Undoc, 2019).

Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) merupakan metode analisis instrumental yang menggabungkan teknik kromatografi gas dan spektrometri massa untuk memisahkan serta mengidentifikasi senyawa kimia. Pada tahap kromatografi gas, komponen volatil dipisahkan berdasarkan tingkat volatilitas dan interaksinya dengan fase diam di dalam kolom pada kondisi pemanasan dan tekanan tertentu, sehingga setiap senyawa memiliki waktu retensi yang berbeda. Senyawa yang telah terpisah kemudian dianalisis menggunakan spektrometri massa melalui proses ionisasi yang menghasilkan fragmen ion bermuatan untuk menentukan massa molekul, pola fragmentasi, serta perkiraan rumus kimia suatu senyawa. GC-MS memiliki sensitivitas dan selektivitas yang tinggi sehingga mampu mendeteksi senyawa dalam campuran kompleks bahkan pada konsentrasi rendah dengan tingkat ketelitian yang baik. Selain itu, GC-MS dapat menghasilkan spektrum massa yang spesifik sehingga membantu proses identifikasi dan penentuan struktur (Nuriah, 2023: 797).

Prinsip kerja *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) diawali dengan penginjeksian sampel cair ke dalam port injeksi, kemudian sampel mengalami proses vaporisasi secara cepat dan terkontrol. Uap sampel dibawa oleh gas pembawa menuju kolom kromatografi untuk dipisahkan berdasarkan perbedaan volatilitas dan interaksi fisikokimia antara analit dengan fase diam pada kolom. Komponen yang telah terpisah kemudian masuk ke ruang ionisasi dan dibombardir menggunakan elektron berenergi

tinggi sehingga terbentuk ion molekul dan fragmen ion. Fragmen ion tersebut dideteksi oleh spektrometer massa dan diolah menjadi spektrum massa yang menunjukkan pola fragmentasi khas suatu senyawa. Pada kromatografi gas, fase gerak berupa gas inert berfungsi membawa analit dalam bentuk uap melewati kolom yang berisi fase diam, sedangkan proses elusi dipengaruhi oleh titik didih komponen (Surani, 2023: 21).

Scanning Electron Microscopy (SEM) merupakan instrumen mikroskop elektron yang dirancang khusus untuk mengamati permukaan objek padat secara langsung, dengan nilai perbesaran mencapai 10-3.000.000x dan resolusi antara 1-10 nm. Instrumen ini terdiri dari electron gun yang menghasilkan berkas elektron pada tegangan 2-30 kV, yang kemudian dilewatkan melalui beberapa lensa elektromagnetik untuk menghasilkan gambar berukuran kurang dari 10 nm pada sampel. Hasil gambarnya dapat ditampilkan dalam bentuk film fotografi atau pada layar (Fitrah, 2024).

Prinsip kerja SEM-EDS terjadi ketika berkas elektron dipancarkan dari *electron gun* berinteraksi dengan permukaan sampel yang menghasilkan sinar-X karakteristik dari unsur-unsur yang terdapat pada sampel. Sinar-X tersebut muncul akibat kehilangan energi elektron ketika memasuki medan *Coulomb* spesimen dan kemudian dipancarkan dalam bentuk foton yang bersifat khas untuk setiap unsur. Pada sistem EDS, detektor *solid-state* berfungsi memisahkan sinar-X karakteristik dari berbagai unsur dalam sampel, kemudian perangkat lunak menganalisis spektrum energi yang dihasilkan untuk menentukan jenis serta komposisi unsur. Hasil analisis SEM-EDS dapat berupa citra morfologi permukaan dan peta distribusi unsur. Teknik ini digunakan dalam analisis forensik seperti residu tembakan, partikel logam, serat, kaca, cat, dan berbagai material mikro (Ali, 2023).

B. METODE PENGABDIAN

Praktik Kerja Lapangan dilaksanakan mulai tanggal 19 Januari sampai 19 Februari 2026 pada pukul 07.30-16.00 WITA di Laboratorium Forensik Makassar jalan Sultan Alauddin 1 Pa'baeng-baeng, Sulawesi Selatan. Pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan dilakukan melalui observasi, praktik langsung, serta pendampingan oleh pembimbing lapangan pada setiap subbidang yang menjadi tempat pelaksanaan kegiatan. Mahasiswa mengikuti proses administrasi penerimaan barang bukti di Subbidang Rencana dan Administrasi (Renmin), kemudian mempelajari prosedur pemeriksaan barang bukti pada Subbidang Narkoba. Kegiatan yang dilakukan meliputi pengamatan alur penerimaan dan pelabelan barang bukti, pelaksanaan uji pendahuluan terhadap sampel menggunakan metode imunokromatografi untuk pemeriksaan urine, uji reagen Marquis dan Simon untuk identifikasi awal metamfetamin, uji vanilin-HCl untuk identifikasi awal ganja, serta pengenalan penggunaan instrumen Portable TruNarc sebagai uji konfirmasi. Seluruh kegiatan dilaksanakan sesuai dengan standar operasional prosedur (SOP) Laboratorium Forensik dengan tetap memperhatikan keselamatan dan keamanan kerja selama proses pemeriksaan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pemeriksaan Narkotika Jenis *Metamphetamie* dalam Sampel *Urine*

Urine merupakan salah satu spesimen biologis yang paling sering digunakan dalam pemeriksaan narkotika karena proses pengambilannya mudah, bersifat noninvasif, serta mengandung metabolit obat yang dapat dideteksi dalam jangka waktu tertentu setelah penggunaan.

Hasil pemeriksaan sampel *urine* dengan menggunakan tes Imunokromatografi pada suatu sampel memberikan hasil positif yang ditandai dengan munculnya satu garis pada alat, sedangkan sampel menunjukkan hasil negatif yang ditandai dengan munculnya dua garis. Pemeriksaan menggunakan tes Imunokromatografi merupakan metode skrining awal yang didasarkan pada prinsip *chromatographic immunoassay*, yaitu reaksi spesifik antara antigen dan antibodi untuk mendeteksi keberadaan *metamphetamine* atau metabolitnya

dalam *urine*. Metode ini banyak digunakan karena proses pemeriksaannya cepat, mudah dilakukan, serta memiliki sensitivitas yang baik sebagai uji pendahuluan.

Barang bukti berupa biji, batang dan daun diperiksa menggunakan pereaksi vanilin sebagai uji pendahuluan. Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengidentifikasi secara awal adanya senyawa kanabinoid melalui perubahan warna yang terjadi setelah penambahan pereaksi. Berdasarkan hasil pemeriksaan, sampel menunjukkan perubahan warna menjadi ungu violet setelah ditambahkan pereaksi vanilin dan asam klorida (HCl) pekat. Perubahan warna tersebut menunjukkan hasil positif terhadap senyawa kanabinoid yang terkandung dalam ganja. Reaksi ini terjadi karena senyawa kanabinoid bereaksi dengan pereaksi vanilin dalam suasana asam sehingga membentuk kompleks berwarna ungu violet. Pemeriksaan menggunakan pereaksi vanilin merupakan uji skrining yang memberikan indikasi awal terhadap keberadaan kanabinoid, sehingga apabila diperlukan dapat dilanjutkan dengan pemeriksaan konfirmasi menggunakan instrumen seperti GC-MS.



(a) Ket. Pemeriksaan Urine



(b) Pemeriksaan Ganja

Pemeriksaan pendahuluan terhadap barang bukti kristal bening yang diduga mengandung *metamphetamine* dilakukan menggunakan pereaksi Marquis dan pereaksi Simon. Uji ini bertujuan untuk memberikan identifikasi awal berdasarkan perubahan warna yang dihasilkan setelah penambahan pereaksi. Pereaksi Marquis digunakan sebagai uji pendahuluan untuk mengidentifikasi adanya senyawa metamfetamin. Pereaksi ini terdiri atas formaldehida (CH_2O) dan asam sulfat pekat (H_2SO_4). Dalam suasana asam yang disediakan oleh asam sulfat pekat, formaldehida bereaksi dengan cincin aromatik pada molekul metamfetamin. Reaksi tersebut menghasilkan produk kondensasi yang menghubungkan dua molekul. Produk kondensasi yang terbentuk memiliki sifat penyerapan cahaya yang berbeda dari metamfetamin awal sehingga menghasilkan warna oranye hingga cokelat. Oleh karena itu, perubahan warna oranye-cokelat pada uji Marquis digunakan sebagai indikasi awal adanya metamfetamin dalam sampel.

Reagen Simon digunakan sebagai uji pendahuluan untuk mengidentifikasi senyawa yang mengandung gugus amina sekunder, termasuk metamfetamin. Pada tahap awal reaksi, gugus amina sekunder pada metamfetamin bereaksi dengan asetaldehida (CH_3CHO) melalui reaksi kondensasi yang disertai pelepasan molekul air (H_2O), sehingga terbentuk senyawa antara berupa enamina. Senyawa enamina yang terbentuk kemudian bereaksi dengan ion nitroprusida $[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]^{2-}$ yang terdapat dalam reagen Simon dan menghasilkan kompleks nitroprusida yang berwarna biru. Kompleks ini selanjutnya dapat mengalami hidrolisis membentuk dimetilamina serta senyawa turunan nitroprusida seperti yang ditunjukkan pada mekanisme reaksi. Perubahan warna menjadi biru terjadi karena terbentuknya kompleks antara enamina dan ion nitroprusida yang memiliki sistem elektron terdelokalisasi. Sistem elektron tersebut mampu menyerap cahaya pada daerah tampak sehingga menghasilkan warna biru yang khas.



(a) Uji Pendahuluan Kristal Bening



(b) Hasil Pengujian Kristal Bening

Pelayanan forensik adalah tahapan awal dalam pemeriksaan forensik. Tata naskah forensik mencakup berbagai dokumen seperti laporan hasil pemeriksaan, berita acara serah terima, dan surat permintaan analisis. Dokumen-dokumen ini harus ditulis secara rapi, jelas, dan sesuai standar formal, karena akan menjadi bagian dari proses hukum. Sementara itu, pelabelan barang bukti bertujuan untuk mengidentifikasi setiap bukti secara unik dan menjaga agar tidak tertukar atau hilang. Label biasanya berisi informasi seperti nomor barang bukti, tanggal, nama petugas, dan lokasi pengambilan.

Pengujian menggunakan Portable TruNarc merupakan metode analisis non-destruktif yang memanfaatkan teknologi spektroskopi Raman untuk mengidentifikasi jenis zat narkotika secara cepat dan akurat. Alat ini bekerja dengan memancarkan sinar laser ke permukaan sampel, kemudian mendeteksi hamburan cahaya yang dihasilkan sebagai spektrum khas setiap senyawa. Spektrum tersebut selanjutnya dibandingkan dengan basis data yang tersimpan dalam perangkat sehingga identitas zat dapat ditentukan tanpa memerlukan preparasi sampel maupun penggunaan pereaksi kimia. Dalam pemeriksaan forensik, Portable TruNarc digunakan sebagai uji lanjutan setelah uji pendahuluan guna meningkatkan keandalan identifikasi barang bukti narkotika serta mendukung proses analisis yang efisien dan aman.



(a) Pelayanan Penyidik



(b) Pengujian Kristal Bening Menggunakan Portable TruNarc

D. PENUTUP

Simpulan

Selama pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan di Laboratorium Forensik Cabang Makassar, diperoleh pemahaman mengenai proses penerimaan dan pemeriksaan barang bukti yang dilakukan secara sistematis sesuai standar operasional. Pada Subbidang Rencana dan Administrasi (Renmin), barang bukti diterima melalui tahapan registrasi, pelabelan, dan pengelompokan berdasarkan jenis pemeriksaan. Selanjutnya, pada Subbidang Narkoba, pemeriksaan dilakukan melalui uji pendahuluan dan uji lanjutan, meliputi identifikasi awal metamphetamine menggunakan pereaksi Marquis dan Simon yang dilanjutkan dengan analisis menggunakan Portable TruNarc, identifikasi awal ganja menggunakan pereaksi vanilin-HCl, serta pemeriksaan metamphetamine dalam sampel

urine menggunakan metode imunokromatografi sebagai metode skrining cepat. Secara keseluruhan, kegiatan Praktik Kerja Lapangan ini memberikan pengalaman langsung dalam menerapkan ilmu kimia di bidang forensik, meningkatkan keterampilan penggunaan instrumen laboratorium, serta memperluas pemahaman mengenai prosedur pemeriksaan dan penanganan barang bukti sesuai standar operasional yang berlaku di Laboratorium Forensik.

Saran

Saran pada pengujian selanjutnya sebaiknya menggunakan *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA)* untuk meningkatkan sensitivitas dan spesifisitas pada tahap skrining sebelum konfirmasi GC-MS.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Ali, A., Zhang, N., & Santos, R. M. (2023). *Mineral Characterization Using Scanning Electron Microscopy (SEM): A Review of the Fundamentals, Advancements, and Research Directions. Applied Sciences*, 13(23), 12600.
- Bumbrah, G. S., & Sharma, R. M. (2016). Raman Spectroscopy: Basic Principles, Instrumentation and Selected Applications for the Characterization of Drug of Abuse. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 6(3), 209–215.
- Fitrah, M. A., Balfas, M., Utami, H. H., Thahir, M. T., & Hafid, H. (2024). Karakterisasi Inklusi Terak pada Pengelasan Pipa SA 106 Grade B Menggunakan Mikroskop Elektron Pemindai. *Journal of Chemical Process Engineering*, 9(1), 52–59.
- Indraswara, F. S., Anggi, B., & Marwiyah, S. (2024). Penyalahgunaan Narkoba Serta Upaya Pencegahan dan Penanggulangannya Oleh Polri. *COURT REVIEW: Jurnal Penelitian Hukum*, e-ISSN 2776-1916, 4(03), 36–47.
- Nuriah, S., Putri, M. D., Rahayu, S., Advaita, C. V., Nurfadhila, L., & Utami, M. R. (2023). Analisis Kualitatif Senyawa Parasetamol pada Sampel Biologis Menggunakan Metode Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC-MS). *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 795–803.
- Surani, C. P., & Kadarohman, A. (2023). Penentuan Suhu Terprogram Optimum pada Analisis Asam Lemak Hasil Ekstrak Mikroalga Chlorella Menggunakan Instrumen GC-MS. *UNESA Journal of Chemistry*, 12(1).
- Unodc. (2019). Guidelines on Handheld Raman Field Identification Devices for Seized Material. Laboratory and Scientific Section, United Nations Office on Drugs and Crime.
- Widowati, W., Ohoiwutun, Y. T., Nugroho, F. M., Samsudi, S., & Suyudi, G. A. (2021). Peranan Autopsi Forensik dan Korelasinya dengan Kasus Kematian Tidak Wajar. Refleksi Hukum: *Jurnal Ilmu Hukum*, 6(1), 1–18.