

Analisis Perbedaan Mikroskopis Kateter Intravena Teflon dan Vialon Terhadap Risiko *Thrombophlebitis*: Pilot Study

Irvan Maulana¹, Luh Putu Wahyu Ernitya²

¹Department of Nursing, BIMC Hospital Nusa Dua, Badung, Bali, Indonesia

²Department of Laboratory, BIMC Hospital Nusa Dua, Badung, Bali, Indonesia

Email: irvanmaulana1986@gmail.com¹⁾, wahyuernitya20@gmail.com²⁾

Abstract - Intravenous catheters are widely used medical devices but carry risks of complications such as thrombophlebitis. Catheter material is considered an important factor, with Teflon (PTFE) being stiffer and more likely to irritate the endothelium, while Vialon (polyurethane) is smoother, more flexible, and potentially more biocompatible. This study aims to assess the microscopic differences in the surfaces of Teflon and Vialon IV catheters using light microscopy, and to find findings with potential clinical assistance regarding the risk of thrombophlebitis. This study was a descriptive observational pilot study. Samples included Teflon catheters (20G and 24G, both new and used) and Vialon 24G catheters. Observations were conducted using an Olympus CX31 light microscope at 10x magnification. Descriptive analysis compared surface characteristics such as texture, color, smoothness, scratches, and signs of degradation across materials and sizes. Vialon catheters demonstrated a smoother and more uniform surface compared to the rougher and irregular surface of Teflon. After use, Teflon 20G catheters appeared opaque, rough, and scratched, indicating higher structural degradation, while Teflon 24G remained more transparent and relatively intact. These differences suggest that Vialon and smaller gauge catheters may reduce endothelial irritation and vascular complications. Findings highlight the importance of material and size selection in clinical practice. Vialon showed better biocompatibility than Teflon, while larger diameter catheters were more prone to surface abrasion. Further studies with larger samples and higher-resolution microscopy are needed to validate these findings.

Keywords: Intravenous catheter, Teflon, Thrombophlebitis, Vialon

Abstrak - Kateter intravena merupakan perangkat medis yang banyak digunakan, namun berisiko menimbulkan komplikasi seperti *thrombophlebitis*. Material kateter diduga berperan penting, di mana Teflon (PTFE) lebih kaku dan berpotensi mengiritasi endotel, sedangkan Vialon (*polyurethane*) lebih halus dan fleksibel. Penelitian ini bertujuan untuk menilai perbedaan mikroskopis permukaan kateter IV berbahan Teflon dan Vialon dengan menggunakan mikroskop cahaya, serta mengaitkan temuan tersebut dengan potensi implikasi klinis terhadap risiko *thrombophlebitis*. Desain penelitian menggunakan deskriptif observasional. Sampel terdiri atas kateter Teflon 20G dan 24G (baru dan telah digunakan) serta Vialon 24G. Pengamatan dilakukan dengan mikroskop cahaya Olympus CX31 perbesaran 10x. Analisis deskriptif membandingkan tekstur, warna, kehalusan, serta adanya goresan atau degradasi antar material dan ukuran. Kateter Vialon memperlihatkan permukaan lebih halus dan homogen dibandingkan Teflon yang lebih kasar dengan ketidakraturan. Setelah digunakan, Teflon 20G tampak buram, kasar, dan bergaris, menunjukkan degradasi lebih tinggi, sedangkan Teflon 24G relatif lebih stabil dan transparan. Perbedaan ini mengindikasikan material Vialon serta ukuran kateter lebih kecil berpotensi mengurangi risiko iritasi vena dan komplikasi vaskular. Temuan ini menekankan pentingnya pemilihan material dan ukuran kateter dalam praktik klinis. Vialon lebih biokompatibel dibandingkan Teflon, sedangkan kateter berdiameter besar lebih rentan terhadap abrasi. Studi lanjutan dengan sampel lebih besar dan teknik mikroskopis resolusi tinggi diperlukan untuk memperkuat bukti.

Kata kunci: Kateter intravena, Teflon, *Thrombophlebitis*, Vialon

PENDAHULUAN

Kateter intravena merupakan salah satu perangkat medis yang paling sering digunakan di rumah sakit untuk terapi cairan, pemberian obat, nutrisi parenteral, maupun transfusi darah. Hampir 60–90% pasien rawat inap dipasang kateter intravena pada suatu tahap perawatan (Alexandrou et al., 2018). Tingginya angka penggunaan ini menunjukkan pentingnya peran kateter intravena

dalam pelayanan kesehatan modern. Penggunaan kateter intravena tidak terlepas dari risiko komplikasi. Salah satu komplikasi yang paling sering ditemukan adalah *thrombophlebitis*, yaitu inflamasi pada dinding vena yang disertai trombus akibat iritasi mekanik, kimia, atau infeksi (Maki et al., 2006). Selain *thrombophlebitis*, komplikasi lain yang dapat terjadi adalah infeksi aliran darah terkait

kateter (*catheter-related bloodstream infection*) serta kerusakan jaringan lokal (Zhang et al., 2016).

Prevalensi *thrombophlebitis* akibat dari pemasangan kateter intravena masih cukup tinggi. Penelitian *multicenter* melaporkan angka kejadian *thrombophlebitis* berkisar 20–50% pada pasien rawat inap, tergantung jenis kateter, lokasi pemasangan, dan durasi pemakaian (Marsh et al., 2020). Kondisi ini dapat menyebabkan rasa nyeri, peradangan, keterbatasan fungsi, bahkan berujung pada penggantian kateter yang meningkatkan biaya perawatan. Faktor penyebab *thrombophlebitis* cukup kompleks, meliputi durasi pemasangan kateter, jenis cairan atau obat yang diberikan, teknik pemasangan, hingga material kateter yang digunakan (Marsh et al., 2024). Material kateter diyakini berperan penting karena bersentuhan langsung dengan endotel vena, sehingga permukaan yang kasar atau kaku dapat meningkatkan risiko iritasi dan inflamasi (de Mel et al., 2012).

Material kateter intravena yang umum digunakan pada pemasangan IV therapy adalah berbahan Teflon (*polytetrafluoroethylene/ PTFE*) dan berbahan Vialon (*polyurethane based*). Teflon telah lama digunakan karena relatif kuat dan ekonomis. Beberapa laporan menyebutkan bahwa Teflon lebih kaku dan cenderung menyebabkan trauma mekanis pada endotel dibandingkan material lain (Tagalakakis et al., 2002). Sebaliknya, Vialon yang berbasis *poliuretan* dilaporkan memiliki tekstur lebih halus, fleksibel, dan dapat melunak dengan suhu tubuh, sehingga lebih “ramah” terhadap vena (Rivera et al., 2007). Studi eksperimental menunjukkan bahwa penggunaan material Vialon berhubungan dengan penurunan kejadian *thrombophlebitis* dibandingkan Teflon, meskipun perbedaan tersebut masih perlu dieksplorasi lebih lanjut melalui pendekatan mikroskopis (Kaplan et al., 2025).

Kajian mikroskopis terhadap material kateter penting dilakukan karena karakteristik permukaan seperti kehalusan, kekasaran, atau adanya residu produksi dapat menjadi faktor pencetus iritasi vena. Permukaan yang kasar meningkatkan turbulensi aliran darah dan memicu aktivasi faktor koagulasi, sehingga memperbesar risiko terbentuknya trombus (Jin et al., 2021). Penelitian dengan mikroskop

elektron scanning (SEM) memperlihatkan adanya perbedaan signifikan pada topografi permukaan kateter berbahan Teflon dibandingkan Vialon, di mana Teflon cenderung memiliki goresan dan pori-pori mikro yang lebih banyak (Khzam et al., 2023). Temuan ini sejalan dengan laporan klinis yang menunjukkan angka *thrombophlebitis* lebih rendah pada kateter berbahan Vialon (Gorski et al., 2021).

Studi perbandingan secara visual menggunakan mikroskop sederhana (non-SEM) masih terbatas. Pemeriksaan ini dapat menjadi langkah awal untuk menilai kualitas permukaan kateter dengan biaya lebih rendah dan dapat diaplikasikan di fasilitas kesehatan dengan keterbatasan alat (Corley et al., 2023). Penelitian *pilot study* ini bertujuan untuk menilai perbedaan mikroskopis permukaan kateter IV berbahan Teflon dan Vialon dengan menggunakan mikroskop cahaya, serta mengaitkan temuan tersebut dengan potensi implikasi klinis terhadap risiko *thrombophlebitis*. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah bagi studi lanjutan dengan jumlah sampel yang lebih besar, sekaligus menjadi bahan pertimbangan dalam pemilihan material kateter intravena di praktik klinis.

METODE

Penelitian ini merupakan *deskriptif observasional* dengan pendekatan *pilot study*, karena jumlah sampel yang terbatas dan tujuannya hanya memberikan gambaran awal. Sampel terdiri atas kateter intravena (IV) berbahan Teflon dengan ukuran 20G dan 24G (baik dalam kondisi baru maupun sudah digunakan), serta kateter Vialon berukuran 24G. Variasi ini dipilih untuk mengeksplorasi beberapa kemungkinan perbedaan karakteristik permukaan antar material maupun antar ukuran. Alat utama yang digunakan adalah mikroskop binokuler Olympus CX31 dengan perbesaran 10x. Pemilihan mikroskop cahaya sederhana didasarkan pada ketersediaan dan kemudahan akses, meskipun keterbatasan resolusi dibandingkan mikroskop elektron scanning (SEM) diakui sebagai salah satu kekurangan penelitian.

Prosedur pengamatan dilakukan secara sistematis. Setiap sampel kateter dibersihkan terlebih dahulu untuk menghilangkan sisa cairan

atau kontaminan, kemudian dipotong pada bagian distal yang paling relevan dengan aliran darah. Potongan tersebut diletakkan di atas preparat kaca dan diamati di bawah mikroskop. Fokus observasi meliputi tekstur permukaan, warna, tingkat kehalusan atau kekasaran, keberadaan gelembung atau deposit cairan, serta tanda-tanda abrasi atau goresan mekanis. Hasil pengamatan pada penelitian didokumentasikan melalui foto mikroskopis menggunakan kamera digital. Data yang diperoleh dianalisis dengan pendekatan deskriptif, tanpa uji statistik inferensial.

Analisis dilakukan dengan membandingkan temuan antara kateter berbahan Teflon dan Vialon, serta mengidentifikasi ciri-ciri yang berpotensi meningkatkan risiko *thrombophlebitis*, misalnya adanya kekasaran permukaan atau abrasi yang dapat mengiritasi endotel vena. Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Jumlah sampel yang sedikit membuat hasil tidak dapat digeneralisasi secara luas. Penggunaan mikroskop cahaya dengan perbesaran terbatas tidak memungkinkan observasi detail pada tingkat mikro yang lebih halus. Hasil studi ini bersifat eksploratif dan diharapkan menjadi dasar untuk penelitian lanjutan dengan jumlah sampel lebih besar, penggunaan SEM, serta desain analitik yang lebih kuat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbedaan Visual Permukaan Kateter IV



Gambar 1. Material Vialon: IV Cath 24G



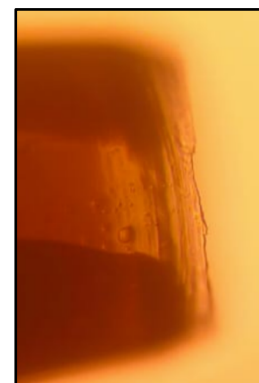
Gambar 2. Material Teflon: IV Cath 24G

Pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa material kateter Vialon pada gambar 1 memiliki permukaan lebih halus dan seragam, sedangkan material kateter Teflon pada gambar 2 tampak lebih kasar dengan ketidakraturan pada tepi. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa Vialon lebih berpotensi mengurangi gesekan dengan dinding vena, sementara Teflon dapat meningkatkan risiko iritasi endotel dan memicu *thrombophlebitis*.

Hasil Mikroskopis Material Teflon



Gambar 3. Material Teflon IV Cath 20G Setelah dipakai



Gambar 4. Material Teflon IV Cath 24G Setelah dipakai

Hasil pengamatan visual menunjukkan adanya perbedaan kondisi permukaan pada kateter intravena pasca penggunaan. Kateter 20G tampak lebih buram dengan warna gelap kemerahan, disertai permukaan kasar dan goresan yang mengindikasikan degradasi atau abrasi, kemungkinan akibat beban mekanis lebih tinggi serta akumulasi zat biologis. Kateter 24G terlihat lebih terang dan transparan dengan nuansa jingga, permukaan relatif halus, serta struktur material yang lebih utuh, menunjukkan stabilitas yang lebih baik dan kemungkinan paparan mekanis maupun durasi penggunaan yang lebih rendah dibandingkan 20G.

Perbedaan Visual Permukaan Kateter IV

Pengamatan mikroskopis memperlihatkan perbedaan permukaan yang nyata antara kateter berbahan Vialon dan Teflon. Kateter Vialon (Gambar 1) tampak memiliki permukaan yang lebih halus, seragam, dan relatif homogen. Karakteristik ini berhubungan dengan fleksibilitas material polyurethane yang mampu melunak pada suhu tubuh, sehingga menurunkan gesekan langsung dengan dinding vena (Azarmgin et al., 2024). Sebaliknya, Teflon (Gambar 2) memperlihatkan kekasaran dan ketidakrataan pada permukaan, terutama di bagian tepi. Kondisi ini dapat meningkatkan turbulensi aliran darah dan memicu adhesi platelet, yang menjadi faktor risiko terjadinya *thrombophlebitis* (Khizam et al., 2023).

Perbedaan tersebut memperkuat bukti bahwa material dengan struktur permukaan lebih halus seperti Vialon lebih unggul dalam aspek biokompatibilitas dibandingkan Teflon. Studi eksperimental menunjukkan bahwa polyurethane memiliki tingkat aktivasi trombosit dan leukosit yang lebih rendah, sehingga lebih aman dalam penggunaan jangka panjang (Bian et al., 2022).

Perubahan Permukaan Kateter Teflon Setelah Penggunaan

Hasil pengamatan terhadap kateter Teflon setelah digunakan menunjukkan adanya degradasi struktural yang berbeda berdasarkan ukuran. Kateter Teflon 20G (Gambar 3) tampak lebih buram, dengan warna kemerahan yang menandakan kemungkinan adanya akumulasi residu biologis

seperti fibrin atau hemoglobin. Permukaan kasar dan goresan yang terlihat mengindikasikan abrasi akibat beban mekanis yang lebih tinggi. Hal ini dapat meningkatkan risiko terjadinya mikrotrauma pada dinding vena serta memperbesar peluang kolonisasi bakteri (Sobczak et al., 2024).

Sebaliknya, kateter Teflon 24G (Gambar 4) tampak lebih stabil, dengan permukaan lebih halus dan transparan. Hal ini kemungkinan karena ukuran lebih kecil menimbulkan beban mekanis yang lebih rendah terhadap endotel. Studi terkait menunjukkan bahwa ukuran kateter dan lama pemakaian berhubungan erat dengan derajat degradasi permukaan, di mana kateter dengan diameter lebih besar cenderung lebih mudah mengalami abrasi (Chen et al., 2022).

Implikasi Klinis

Perbedaan kondisi permukaan antara material dan ukuran kateter memiliki dampak langsung pada risiko komplikasi klinis. Kateter dengan permukaan kasar berhubungan dengan meningkatnya risiko *thrombophlebitis* dan *catheter-related bloodstream infection* (CRBSI) karena permukaan yang tidak rata menjadi area predileksi untuk adhesi sel darah, fibrin, serta bakteri (Robinson, 2005). Sebaliknya, material seperti Vialon dengan permukaan lebih halus dapat mengurangi risiko ini, sekaligus memperpanjang durasi pemakaian yang aman.

Hasil ini mengimplikasikan bahwa pemilihan ukuran kateter tidak hanya dipertimbangkan dari aspek kebutuhan terapi cairan, tetapi juga dari sisi risiko kerusakan material. Kateter berdiameter besar (misalnya 20G) meskipun memfasilitasi aliran lebih cepat, ternyata lebih rentan terhadap degradasi permukaan dan komplikasi vaskular dibandingkan ukuran lebih kecil (24G).

Saran Penggunaan Material dan Arah Penelitian

Penggunaan kateter berbahan Vialon lebih disarankan untuk prosedur yang memerlukan pemasangan intravena jangka menengah hingga panjang, mengingat biokompatibilitas dan kehalusan permukaannya. Teflon masih relevan untuk penggunaan jangka pendek, namun perlu perhatian lebih pada pemantauan tanda-tanda awal *thrombophlebitis*.

Selain itu, pengembangan kateter dengan lapisan modifikasi permukaan seperti *heparin-bonded* atau *hydrogel-coated polyurethane* dapat menjadi solusi untuk menekan risiko komplikasi vaskular (Moureau, 2024; Patel, 2021). Penelitian lanjutan juga perlu diarahkan pada analisis mikroskopis lanjutan dengan SEM/AFM untuk menggambarkan detail topografi permukaan secara kuantitatif, serta uji klinis berskala besar untuk memastikan manfaat material baru terhadap angka kejadian *thrombophlebitis*.

KESIMPULAN

Perbedaan material dan ukuran kateter intravena berpengaruh langsung terhadap kondisi permukaan serta potensi komplikasi klinis. Kateter berbahan Vialon dengan permukaan halus dan fleksibel lebih biokompatibel, sehingga cenderung menurunkan risiko iritasi endotel dan *thrombophlebitis* dibandingkan Teflon yang permukaannya lebih kasar. Pada kateter Teflon, kerusakan permukaan lebih nyata terjadi pada ukuran 20G akibat beban mekanis lebih besar, sedangkan ukuran 24G menunjukkan stabilitas yang lebih baik. Temuan ini menegaskan pentingnya pemilihan material dan ukuran kateter secara tepat dalam praktik klinis untuk meminimalkan risiko komplikasi vaskular dan memperbaiki kualitas perawatan pasien.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami tujukan kepada seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung terlaksananya penelitian ini, khususnya rekan-rekan yang menyediakan sarana dan prasarana. Dukungan tersebut sangat berarti sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Alexandrou, E., Ray-Barruel, G., Carr, P. J., Frost, S. A., Inwood, S., Higgins, N., Lin, F., Alberto, L., Mermel, L., & Rickard, C. M. (2018). Use of Short Peripheral Intravenous Catheters: Characteristics, Management, and Outcomes Worldwide. *Journal of Hospital Medicine*, 13(5).
<https://doi.org/10.12788/jhm.3039>
Azarmgin, S., Torabinejad, B., Kalantarzadeh, R.,

Garcia, H., Velazquez, C. A., Lopez, G., Vazquez, M., Rosales, G., Heidari, B. S., & Davachi, S. M. (2024). Polyurethanes and Their Biomedical Applications. *ACS Biomaterials Science & Engineering*, 10(11), 6828–6859.

<https://doi.org/10.1021/acsbiomaterials.4c01352>

Bian, Q., Chen, J., Weng, Y., & Li, S. (2022). Endothelialization strategy of implant materials surface: The newest research in recent 5 years. *Journal of Applied Biomaterials & Functional Materials*, 20.
<https://doi.org/10.1177/22808000221105332>

Chen, Y.-M., Fan, X.-W., Liu, M.-H., Wang, J., Yang, Y.-Q., & Su, Y.-F. (2022). Risk factors for peripheral venous catheter failure: A prospective cohort study of 5345 patients. *The Journal of Vascular Access*, 23(6), 911–921.
<https://doi.org/10.1177/11297298211015035>

Corley, A., Ullman, A. J., Marsh, N., Genzel, J., Larsen, E. N., Young, E., Booker, C., Harris, P. N. A., & Rickard, C. M. (2023). A pilot randomized controlled trial of securement bundles to reduce peripheral intravenous catheter failure. *Heart & Lung*, 57, 45–53.
<https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2022.07.015>

de Mel, A., Cousins, B. G., & Seifalian, A. M. (2012). Surface modification of biomaterials: a quest for blood compatibility. *International Journal of Biomaterials*, 2012, 707863.
<https://doi.org/10.1155/2012/707863>

Gorski, L. A., Hadaway, L., Hagle, M. E., Broadhurst, D., Clare, S., Kleidon, T., Meyer, B. M., Nickel, B., Rowley, S., Sharpe, E., & Alexander, M. (2021). Infusion Therapy Standards of Practice, 8th Edition. *Journal of Infusion Nursing : The Official Publication of the Infusion Nurses Society*, 44(1S Suppl 1), S1–S224.

<https://doi.org/10.1097/NAN.0000000000000396>

Kaplan, F., Çelik, H., Aslan, H., & Aktura, S. Ç. (2025). Comparison of peripheral intravenous catheterization applied to different anatomical sites in terms of pain, phlebitis and infiltration. *BMC Nursing*, 24(1), 393.
<https://doi.org/10.1186/s12912-025-02979-0>

Khzam, A., Saunier, J., Carpentier, L., Mignot, A., Tortolano, L., & Yagoubi, N. (2023). Surface and mechanical properties of polyurethane central venous catheters after repeated contact with chemotherapy excipient solutions. *Journal of Biomedical Materials Research*

- Part B: Applied Biomaterials*, 111(6), 1182–1196. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.35224>
- Maki, D. G., Kluger, D. M., & Crnich, C. J. (2006). The risk of bloodstream infection in adults with different intravascular devices: a systematic review of 200 published prospective studies. *Mayo Clinic Proceedings*, 81(9), 1159–1171. <https://doi.org/10.4065/81.9.1159>
- Marsh, N., Larsen, E. N., Ullman, A. J., Mihala, G., Cooke, M., Chopra, V., Ray-Barruel, G., & Rickard, C. M. (2024). Peripheral intravenous catheter infection and failure: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Nursing Studies*, 151, 104673. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2023.104673>
- Marsh, N., Webster, J., Ullman, A. J., Mihala, G., Cooke, M., Chopra, V., & Rickard, C. M. (2020). Peripheral intravenous catheter non-infectious complications in adults: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Advanced Nursing*, 76(12), 3346–3362. <https://doi.org/10.1111/jan.14565>
- Moureau, N. (2024). Hydrophilic biomaterial intravenous hydrogel catheter for complication reduction in PICC and midline catheters. *Expert Review of Medical Devices*, 21(3), 207–216. <https://doi.org/10.1080/17434440.2024.2324885>
- Patel, H. (2021). Blood biocompatibility enhancement of biomaterials by heparin immobilization: a review. *Blood Coagulation & Fibrinolysis*, 32(4), 237–247.
- Rivera, A. M., Strauss, K. W., van Zundert, A. A. J., & Mortier, E. P. (2007). Matching the peripheral intravenous catheter to the individual patient. *Acta Anaesthesiologica Belgica*, 58(1), 19–25.
- Robinson, J. (2005). Practical approach to catheter-related bloodstream infections in paediatrics. *Paediatrics & Child Health*, 10(8), 465–470.
- Sobczak, A., Kowalik, A., Homa, M., Turalska, P., & Kwinta, P. (2024). Changes in umbilical catheters' microstructure in vivo: A prospective study. *The Journal of Vascular Access*, 25(1), 158–164. <https://doi.org/10.1177/11297298221100441>
- Tagalakakis, V., Kahn, S. R., Libman, M., & Blostein, M. (2002). The epidemiology of peripheral vein infusion thrombophlebitis: a critical review. *The American Journal of Medicine*, 113(2), 146–151. [https://doi.org/10.1016/s0002-9343\(02\)01163-4](https://doi.org/10.1016/s0002-9343(02)01163-4)
- Zhang, L., Cao, S., Marsh, N., Ray-Barruel, G., Flynn, J., Larsen, E., & Rickard, C. M. (2016). Infection risks associated with peripheral vascular catheters. *Journal of Infection Prevention*, 17(5), 207–213. <https://doi.org/10.1177/1757177416655472>