



UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA

Pidato Pengukuhan Profesor

Apoteker dan Keamanan Terapi Parenteral: Fondasi Keselamatan Pasien di Unit Perawatan Intensif

Prof. apt. **Suci Hanifah**, S.F., M.Si., Ph.D.

Profesor Bidang Farmasi Klinis
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

27 Jumadilakhir1447/
18 Desember 2025

Pidato Pengukuhan Profesor

**Apoteker dan Keamanan Terapi
Parental: Fondasi Keselamatan
Pasien di Unit Perawatan Intensif**

Prof. apt. Suci Hanifah, S.F., M.Si., Ph.D.

Profesor Bidang Farmasi Klinis
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

27 Jumadilakhir 1447/18 Desember 2025

Kata Pengantar

Naskah ini disusun sebagai materi pidato pada Pengukuhan Guru Besar yang disampaikan pada hari Kamis, 18 Desember 2025 di Universitas Islam Indonesia. Tema yang diangkat merupakan sebuah refleksi perjalanan profesi apoteker yang telah mengucapkan sumpah jabatan lebih dari dua puluh tahun yang lalu, sekaligus kesadaran akan pentingnya kontribusi nyata bagi pasien serta perbaikan mutu pelayanan kesehatan di Indonesia.

Tulisan ini menggambarkan perjalanan penelitian yang berawal dari panggilan kemanusiaan, direalisasikan sejak pendidikan doktor (S-3) hingga saat ini. Pada tahun 2013, penelitian disertasi difokuskan pada permasalahan terapi di Intensive Care Unit (ICU), khususnya kajian mengenai inkompatibilitas intravena. Pada masa tersebut, topik ini relatif belum banyak mendapat perhatian dalam diskursus ilmiah di bidang farmasi. Oleh karena itu, hasil identifikasi masalah menunjukkan bahwa kebutuhan praktik di ICU terhadap kajian inkompatibilitas intravena sangat tinggi dan mendesak.

Dalam perjalanan akademik tersebut, penulis berkesempatan dibimbing oleh Prof. Patrick A. Ball sebagai promotor studi doktoral. Beliau merupakan akademisi sekaligus praktisi berpengalaman sebagai apoteker klinis di ICU rumah sakit di Inggris, serta anggota tim ahli penyusun pedoman Terapi Parenteral yang digunakan secara luas di dunia kedokteran dan kefarmasian. Bimbingan tersebut memberikan landasan ilmiah dan perspektif praktik yang kuat dalam pengembangan riset

selanjutnya. Paska pendidikan doktoral, penelitian dilanjutkan pada berbagai aspek terapi ICU, meliputi standardisasi formula pencampuran intravena termasuk nutrisi parenteral, kajian obat-obat vesikan dan kejadian flebitis, pemantauan terapi antibiotik, penggunaan obat analgesik-sedatif dan penstabil hemodinamik pada pasien ICU. Luaran penelitian diarahkan tidak hanya pada publikasi ilmiah, tetapi juga pada penyusunan rekomendasi praktis berupa algoritma pencegahan komplikasi terapi parenteral yang aplikatif di layanan kesehatan.

Untuk memudahkan pemahaman, naskah ini terbagi jadi dua, gaya bahasa tutur yang ditandai dengan huruf miring (*italic*) dan kajian ilmiah berisi landasan dan bukti ilmiah. Bagian dengan gaya tutur akan disampaikan dalam pidato pengukuhan, sedangkan kajian ilmiahnya disertakan sebagai dokumen tertulis agar dapat dibaca lebih lanjut oleh apoteker dan tenaga kesehatan lain yang berkepentingan.

Akhir kata, segala puji dan syukur dipanjatkan ke hadirat Allah Swt. Semoga upaya pencarian ilmu dan pengabdian ini senantiasa mendapat bimbingan-Nya, serta memberikan manfaat bagi pengembangan keilmuan dan pelayanan kesehatan.

Al-Faqir.

Bismillahirrahmaanirrahiim.

Assalamualaikum warahmatullah wabarakatuh

Yang saya hormati,

1. Kepala Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi Wilayah V Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Ketua Pembina, Pengawas, dan Pengurus Yayasan Badan Wakaf Universitas Islam Indonesia.
3. Ketua dan Anggota Senat Universitas Islam Indonesia
4. Ketua dan Anggota Majelis Guru Besar Universitas Islam Indonesia
5. Rektor dan para Wakil Rektor Universitas Islam Indonesia.
6. Pimpinan Perguruan Tinggi sahabat.
7. Sekretaris Eksekutif, Kepala Badan, Direktur di lingkungan Universitas Islam Indonesia.
8. Para Dekan, Wakil Dekan, Ketua dan Sekretaris Jurusan, serta Ketua dan Sekretaris Program Studi di lingkungan Universitas Islam Indonesia.
9. Pimpinan lembaga dan instansi pemerintah atau swasta.
10. Segenap sivitas akademika Universitas Islam Indonesia
11. Tak lupa, dokter, perawat, dan apoteker yang sering saya repoti selama saya penelitian. Dokter Naning, Dokter Tunjung, Dokter Desi, dokter Alifah, Dokter Novi Zain.
12. Para tamu undangan, sejawat, sahabat, keluarga serta seluruh hadirin yang saya muliakan

Puji syukur bagi Allah Swt. Selawat serta Salam teruntuk baginda Nabi Agung Muhammad saw., *Robbisyrohlii shodrii wayassirly amry wahlul* “*uqdatan min lisaani yafqohu qouli.*

Pada hari ini, izinkan saya untuk menyampaikan pidato singkat, dengan tema;

Apoteker dan Keamanan Terapi Parenteral: Fondasi Keselamatan Pasien di Unit Perawatan Intensif

Pendahuluan

Mengapa saya memilih tema ini?

Saya memilih tema ini bukan semata karena riset, tetapi karena kegelisahan yang sangat manusiawi: pengalaman kehilangan orang-orang yang kita sayangi teman, saudara yang berpulang di Intensive Care Unit (ICU). Saking banyaknya peristiwa tersebut, ruang ICU seolah menjadi “ruang antrean pencabutan nyawa” dan gerbang terdekat dengan kematian. Puncaknya, putra sahabat kami Ahmad Baliya Eka, yang juga meninggal dunia di PICU beberapa waktu yang lalu. Wafatnya putra sahabat, kian menyemangati saya untuk meneruskan bidang penelitian yang masih jarang digeluti peneliti farmasi.

Bagi banyak keluarga, ICU sering terasa seperti ruang yang berada di antara dua hal: harapan dan ketidakpastian. Harapan muncul karena di ruang inilah teknologi terbaik, tenaga kesehatan terlatih, dan upaya maksimal dikerahkan untuk menyelamatkan nyawa; sementara ketidakpastian hadir karena setiap bunyi alarm, setiap aliran obat di selang, sekaligus mengingatkan bahwa kondisi pasien sangat lemah dan dapat berubah kapan saja. Dalam situasi ini, saya kerap bertanya dalam hati: seandainya ada satu risiko kecil yang bisa dicegah, satu kesalahan kecil yang bisa

dihindari, bukankah itu bagian dari ikhtiar yang seharusnya diupayakan secara optimal?

Saya juga berpikir, dalam Islam, bukankah kewajiban manusia adalah menyempurnakan sebab-sebab keselamatan sebelum berserah pada hasil? sebagaimana firman Allah: “*wa laa tulquu bi aidiikum ilat-tahlukah*”(QS. al-Baqarah [2]: 195), yang artinya “dan janganlah kamu menjatuhkan dirimu sendiri ke dalam kebinasaan” yang menegaskan larangan membiarkan risiko yang sebenarnya dapat dicegah.

Saya juga teringat dengan salah satu qa’idah *Ushul Fiqh* yang berbunyi, “*Adh-dhararu Yuzaalu*”. Risiko terapi parenteral, merupakan bagian dari *darar* yang wajib dicegah. Setiap mudarat harus diusahakan pencegahannya.

Tema ini juga merupakan refleksi pribadi saya sebagai seorang apoteker yang telah disumpah lebih dari 20 tahun lalu; sebuah perjalanan profesi yang pada satu titik justru menghadirkan kegelisahan, terutama ketika saya merasa bahwa kontribusi saya belum cukup nyata bagi pasien, terutama bagi mereka yang paling rentan, yakni pasien kritis di ICU, yang berada pada batas tipis antara pulih dan kehilangan. Dari kegelisahan itulah saya memilih untuk “mendekat” dan “memberanikan diri” hadir di ruang yang dulu saya anggap “menyeramkan”, untuk memahami persoalan yang terjadi di balik selang dan pompa infus, serta mencari cara memperbaiki dari sisi yang paling dekat dengan profesi saya, yaitu obat dan terapi parenteral, tempat di mana keputusan kecil sering kali menentukan keselamatan besar.

Mengapa ICU menjadi fokus?

Hadirin yang saya muliakan,

ICU adalah unit pelayanan bagi pasien dengan kondisi yang mengancam nyawa, di mana perubahan fisiologis dapat terjadi sangat cepat sehingga menuntut pemantauan ketat dan dukungan teknologi tinggi. Dalam konteks seperti ini, keputusan medis tidak cukup hanya benar secara teoritis, tetapi harus tepat waktu karena intervensi yang terlambat dapat kehilangan maknanya dan tepat cara karena pilihan obat, dosis, jalur pemberian, serta urutan tindakan yang keliru justru dapat menimbulkan risiko baru. Dengan kata lain, di ICU, “kebenaran klinis” harus bertemu dengan “ketepatan eksekusi”

Satu hal yang membuat ICU sangat berbeda dibandingkan unit perawatan lainnya adalah dominannya terapi parenteral, yaitu; terapi melalui infus dan injeksi, karena kondisi pasien sering kali tidak memungkinkan penggunaan obat oral. Banyak pasien ICU berada dalam keadaan tersedasi, mengalami syok, atau gangguan pernapasan, dan pencernaan, sehingga obat tidak dapat diabsorpsi, dan harus langsung masuk ke sirkulasi darah. Selain itu, pada kondisi kritis, efek terapi sering kali dibutuhkan segera sekaligus mudah diatur sehingga pemberian infus menjadi pilihan.

Masalah global: terapi parenteral bisa menyelamatkan, tetapi juga bisa mencelakakan

Persoalan keamanan obat di ICU bukan hanya isu melainkan masalah global. Salah satu laporan yang mengguncang dunia pelayanan kesehatan adalah peringatan dari Food and Drug

Administration (FDA) Amerika Serikat mengenai kematian 7 bayi secara beruntun di Neonatal Intensive Care Unit akibat pemberian *ceftriaxone* yang dikombinasikan dengan kalsium, yang memicu terbentuknya presipitasi dan menyumbat di paru-paru (Bradley et al., 2009).

ARTICLES | APRIL 01 2009

Intravenous Ceftriaxone and Calcium in the Neonate: Assessing the Risk for Cardiopulmonary Adverse Events

John S. Bradley, MD; Ronald T. Wassel, PharmD; Lucia Lee, MD; Sumathi Nambiar, MD, MPH

Address correspondence to John S. Bradley, MD, 3020 Children's Way, Mail Code 5041, San Diego, CA 92123. E-mail: jbradley@rchsd.org

Pediatrics (2009) 123 (4): e609–e613.

<https://doi.org/10.1542/peds.2008-3080> **Article history** 

METHODS. Nine reported cases were assessed. The Food and Drug Administration Adverse Event Reporting System database was searched for potential drug interactions in patients who were receiving concomitant ceftriaxone and calcium therapy.

RESULTS. Eight of the reported 9 cases (7 were ≤ 2 months of age) represented possible or probable adverse drug events. There were 7 deaths. None of the cases were reported from the United States. The dosage of ceftriaxone that was administered to 4 of 6 infants for whom this information was available was between 150 and 200 mg/kg per day. The rate of occurrence of these serious adverse drug reactions cannot be accurately determined from available data.

Gambar 1. Laporan kematian di NICU akibat pemberian Seftriakson dan Kalsium (Bradley et al., 2009)

Selama dua dekade terakhir, persoalan terapi parenteral di ICU sering dilaporkan oleh berbagai lembaga, di antaranya adalah organisasi internasional nirlaba seperti Institute for Safe Medication Practices (ISMP). ISMP secara konsisten melaporkan berbagai kesalahan penggunaan obat di ICU, mulai dari obat-obat berisiko tinggi (*high-alert medications*), kesalahan pengaturan dosis, hingga kesalahan dalam penyiapan dan pemberian obat injeksi. Laporan-laporan ini menegaskan satu hal penting: bahwa terapi parenteral di ICU adalah area dengan risiko tinggi, dan

setiap detail, mulai dari penyiapan hingga pemberian, memiliki implikasi langsung terhadap keselamatan pasien.

Lalu, di mana posisi apoteker?

Hadirin sekalian,

Dalam tim ICU, kita mengenal banyak peran mulia: dokter yang mengambil keputusan klinis, perawat yang setia mendampingi pasien sepanjang waktu, ahli gizi dan terapis yang menopang pemulihan. Namun harus saya sampaikan dengan jujur, peran apoteker ICU di Indonesia sering kali belum hadir secara optimal—bukan karena perannya tidak penting, tetapi karena berlapis faktor: keterbatasan jumlah apoteker klinis, sistem pelayanan yang belum memberi ruang memadai, dukungan manajemen yang belum merata, serta belum adanya model peran apoteker ICU yang baku dan disepakati secara luas. Padahal, bukti ilmiah global secara konsisten menunjukkan bahwa keterlibatan apoteker klinis dalam tim ICU berkorelasi nyata dengan perbaikan hasil terapi, penurunan kejadian efek samping obat, peningkatan efisiensi biaya, pemendekan lama rawat, bahkan penurunan angka kematian.

Karena itu, dalam pidato pengukuhan ini, saya tidak bermaksud memaparkan seluruh spektrum keilmuan kefarmasian di ICU, melainkan dengan sengaja memilih **tiga fokus besar** yang saya pandang paling berdampak, paling nyata risikonya, dan paling relevan dengan konteks pelayanan di Indonesia.

Pertama, **farmakoterapi pasien kritis**, dengan dua contoh yang sangat dekat dengan praktik sehari-hari di ICU, yaitu pengelolaan analgesik–sedatif dan penggunaan antibiotik, dua kelompok obat

yang bekerja cepat, menyelamatkan nyawa, tetapi sekaligus menyimpan risiko besar bila tidak dikelola dengan cermat.

Kedua, pencegahan **komplikasi terapi parenteral**, yang sering luput dari perhatian karena dianggap teknis, padahal dapat berujung fatal; di sini saya membahas flebitis dan obat vesikan, persoalan inkompatibilitas obat, serta kontaminasi partikel.

Ketiga, **pemastian mutu sediaan steril dan standarisasi formula**, termasuk nutrisi parenteral, yang menjadi fondasi keamanan terapi sejak tahap paling awal, sebelum obat menyentuh tubuh pasien.

Ketiga fokus ini akan saya jelaskan satu per satu secara ringkas, sambil saya tekankan satu benang merah: apa masalah yang terjadi di lapangan, apa dampaknya bagi keselamatan pasien, dan—yang paling penting—apa peran konkret yang bisa dan seharusnya diambil oleh apoteker agar risiko dapat dicegah sebelum menjadi tragedi.

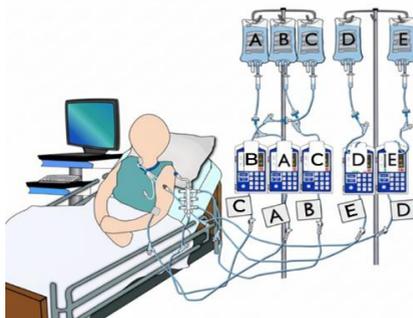
Kajian ilmiah

Unit perawatan intensif atau sering dikenal sebagai ICU adalah unit pelayanan di rumah sakit untuk pasien yang membutuhkan perawatan dan terapi yang kompleks karena penyakit yang mengancam nyawa sehingga membutuhkan intervensi teknologi yang spesifik dan pemantauan secara intensif.

Sejarah ICU dimulai dari banyaknya kematian pasca operasi, sehingga pada abad 19, Florence Nightingale menyarankan monitoring pasien dilakukan di ruang-ruang khusus. Selain itu,

munculnya pandemi seringkali memicu komplikasi depresi pernapasan, sehingga pada sekitar tahun 1850-an dibuatlah ventilator pertama yang dapat menyelamatkan pasien yang membutuhkan bantuan pernapasan. Sejak saat itulah, ruangan khusus dengan penyediaan ventilator mulai ada, dan dikenal sebagai *intensive care unit*.

Pasien di ICU memiliki karakteristik penyakit yang kompleks, berbahaya dan atau mengancam nyawa (Rashed, 2012). Indikasi pasien yang membutuhkan perawatan ICU adalah pasien yang membutuhkan intervensi perawatan khusus misalnya ventilator, serta pasien yang memerlukan terapi khusus dengan dosis *titrasi*¹ dan *tapering*² untuk mencapai respons terapi yang akurat dan menjaga stabilitas hemodinamik pasien, sebagaimana Gambar 2.



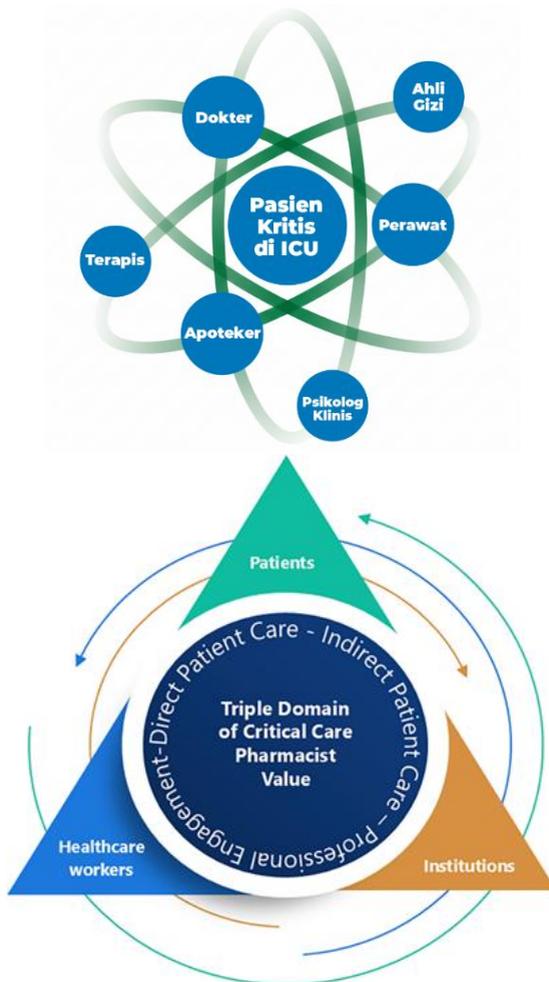
Gambar 2. Ilustrasi pemberian obat infus yang banyak di ICU

¹ Titrasi adalah pemberian obat dengan dosis meningkat secara bertahap dimulai dari dosis kecil ke besar

² Tapering adalah pemberian obat dengan dosis menurun secara bertahap untuk mencegah penghentian tiba-tiba

Kompleksitas permasalahan di ICU menuntut kerja kolaboratif antara tenaga kesehatan. Harus diakui, bahwa peran apoteker di Indonesia pada proses terapi di rumah sakit, terlebih ICU secara umum belum banyak terlihat baik akibat keterbatasan jumlah apoteker ataupun dukungan manajemen serta belum jelasnya peran apoteker yang disepakati di sebuah rumah sakit. Meskipun demikian, tidak ada satupun studi yang meragukan dampak kontribusi apoteker klinis di rumah sakit baik secara statistik maupun praktis (Costello et al., 2023). Apoteker klinis terbukti memberikan perbaikan hasil terapi, penurunan kejadian reaksi yang tidak dikehendaki, biaya, lama rawat, dan angka kematian (Atey et al., 2023; Mahmood et al., 2021; Shrestha et al., 2022). Terlebih untuk kondisi di ICU, intervensi apoteker dapat menurunkan risiko pasien yang mengalami reaksi yang tidak dikehendaki ataupun kegagalan respons terapi lebih dari 60% (dari 100% pasien berisiko), dengan tingkat penerimaan tenaga kesehatan lain sangat tinggi, yaitu lebih dari 90% (dari 100% rekomendasi) (Lat et al., 2020) (Crosby et al., 2023; Simonetti et al., 2025).

Sementara itu, konsensus para ahli dibidang pelayanan intensif telah menyusun sebanyak 82 rekomendasi praktik apoteker ICU (Sikora et al., 2025). Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas praktik apoteker di ICU sebenarnya sangat banyak, meliputi 34 rekomendasi terkait ranah pelayanan kepada pasien, 21 terkait penjaminan mutu untuk menjaga keselamatan pasien dan pengobatan, 9 rekomendasi terkait riset, 10 rekomendasi terkait pendidikan, 8 rekomendasi terkait pengembangan profesional (Lat et al., 2020).



Gambar 3. Rekomendasi konsensus integrasi apoteker dalam tim ICU (Sikora et al., 2025)

Asosiasi Apoteker Pelayanan Intensif di Amerika telah menegaskan peran penting apoteker di ICU (Sikora et al., 2025). Gambar 3. di atas mengibaratkan tiga domain apoteker itu seperti bangku berkaki tiga—yang harus berjalan seimbang—, memprioritaskan satu hal secara berlebihan akan mengganggu keseimbangan dua pihak lainnya. Ketiga domain tersebut adalah pasien kritis dan keluarganya, institusi (rumah sakit, sistem kesehatan, dan asuransi), sekaligus pihak apoteker pelayanan intensif sendiri. Apoteker pelayanan intensif adalah apoteker yang berlisensi dan berkomitmen memberikan praktik kefarmasian klinis terbaik untuk pasien kritis, baik anak maupun dewasa.

Ketiga prioritas tersebut seharusnya menjadi dasar dalam melakukan tiga pekerjaan utama apoteker di ICU yaitu, pelayanan langsung kepada pasien, pelayanan tidak langsung yang berarti untuk rumah sakit, dan pengembangan profesi untuk kepentingan apoteker itu sendiri (Sikora et al., 2025). Pada domain pelayanan pasien langsung, apoteker terlibat langsung baik dalam keputusan terapi, rekonsiliasi, pemberian informasi dan konseling obat, monitoring hasil terapi, serta pemberian layanan manajemen dan dispensing obat yang komprehensif. Apoteker pelayanan intensif dapat melakukan evaluasi dan informasi pada aspek farmasetis dan klinis secara akurat dan terkini kepada pasien-keluarga pasien ataupun tenaga kesehatan. Pemastian mutu terapi seharusnya dikawal mulai dari sebelum peresepan, skrining, dispensing, hingga obat diberikan. Pelayanan pasien tidak langsung berfokus pada sistem dan infrastruktur yang mendukung pelayanan langsung, seperti penyusunan protokol atau SPO, pembuatan

daftar obat potensial risiko dan penanganannya, penyiapan model pencegahan inkompatibilitas, dan standarisasi formula untuk pencegahan risiko terapi parenteral. Pada domain profesionalisme, apoteker seharusnya terus mengembangkan diri baik dalam hal kompetensi profesional, riset, maupun kepemimpinan.

Bagian I. Farmakoterapi pasien kritis; nyeri dan infeksi

Para hadirin yang kami hormati, peran apoteker pertama yang saya angkat adalah terkait peran dalam pelayanan pasien secara langsung, khususnya farmakoterapi. Berdasarkan jenis terapi yang diberikan, pasien di ruang ICU paling banyak menerima obat golongan analgesik-sedatif dan antibiotik. Oleh karena itu, pembahasan ini akan difokuskan pada kedua golongan obat yang paling banyak digunakan tersebut.

Analgesik-sedatif: menenangkan pasien, tapi jangan sampai ‘menidurpanjangan’

Di ICU, nyeri bukan sekadar rasa tidak nyaman. Nyeri berat dapat memicu stres fisiologis: detak jantung naik, kebutuhan oksigen meningkat, napas terganggu, sistem imun tertekan. Pada pasien kritis, nyeri yang tidak tertangani bisa memperburuk kondisi.

Masalahnya, pasien ICU sering tidak bisa menyampaikan nyeri. Karena disedasi, pakai ventilator, atau tidak sadar. Maka penilaian nyeri harus menggunakan alat observasi yang tepat.

Nyeri itu seperti alarm kebakaran. Kalau alarm menyala, kita tidak boleh mengabaikan. Tetapi kalau kita mematikan alarm dengan cara memutus listrik seluruh gedung, memang alarm berhenti, namun gedung jadi gelap total.

Analgesik-sedatif bisa mengurangi nyeri dan kecemasan, tetapi jika berlebihan, pasien bisa terlalu dalam sedasinya, napas menurun, tekanan darah turun, dan pasien akan terdiam dalam tidur yang panjang. Maka tantangannya adalah **menemukan titik seimbang**: cukup nyaman, namun tetap memungkinkan detak jantung pasien tetap normal dan sesekali bernapas secara spontan.

Pengelolaan analgesia oleh pasien (PCA) memberikan kontrol yang sesuai dengan kebutuhan pasien. Namun kesalahan pernah dilaporkan, hingga pasien mengalami gagal napas akibat dosis yang tidak terkontrol (ISMP, 2013). Kasus tersebut terjadi akibat kombinasi ketidaktepatan pemberian dosis, kurangnya penilaian sedasi yang akurat, dan monitoring yang tidak adekuat.

Di sinilah apoteker perlu berperan bersama tim:

- Memastikan penilaian nyeri dan sedasi dilakukan dengan tepat
- memastikan pilihan obat sesuai skala nyeri
- menyiapkan dan rekonsiliasi obat diberikan dengan dosis dan cara yang tepat
- memonitor hasil terapi dan potensi reaksi yang tidak dikehendaki

Jadi, kontribusi apoteker di sini bukan sekadar “menghitung dosis”, tetapi mengawal sebuah proses: **asesmen pasien—skrining obat—menyiapkan dan rekonsiliasi—memonitor—dan mengevaluasi.**

Kajian Ilmiah

Pasien yang dirawat di ICU sering mengalami nyeri, baik yang disebabkan oleh penyakit dasarnya maupun akibat intervensi medis dan prosedur yang diterima. Nyeri yang dialami dapat bervariasi, dengan intensitas mulai dari sedang hingga berat, baik dalam kondisi istirahat maupun selama prosedur perawatan standar. Nyeri didefinisikan sebagai 'pengalaman sensorik dan emosional yang tidak menyenangkan, yang timbul akibat kerusakan jaringan, baik yang aktual maupun potensial. Nyeri hebat dapat memengaruhi kondisi klinis pasien, berkontribusi terhadap ketidakstabilan jantung, gangguan pernapasan, dan penurunan fungsi sistem imun.

Rasa sakit harus mempertimbangkan "apapun dan kapanpun" keluhan yang disampaikan pasien. Walaupun standar utama penilaian nyeri adalah laporan diri pasien, namun ketidakmampuan pasien untuk berkomunikasi tidak berarti tidak ada nyeri. Oleh karena itu, diperlukan penggunaan berbagai alternatif skala nyeri. Skala Penilaian Numerik Horizontal (Numeric Rating Scale/NRS) dapat digunakan untuk mengukur intensitas nyeri pada pasien yang masih mampu melakukan self report. Sementara itu, pada pasien di ICU, penilaian nyeri perlu didasarkan pada parameter yang dapat diamati atau diukur tanpa keluhan verbal pasien, misalnya dengan instrumen COMFORT,

Behavior Pain Scale (BPS), atau Critical-Care Pain Observation Tool (CPOT) (Pota et al., 2022).

Berdasarkan hasil studi prospektif pada 120 pasien di salah satu ICU rumah sakit, rata-rata pasien ICU dewasa memiliki skor COMFORT pada rentang 30–40 sebelum mendapatkan analgesik. Setelah pemberian analgesik berupa kombinasi opioid dan analgesik non-opioid, skor COMFORT menurun ke rentang 16–24, yang mencerminkan penurunan agitasi dan nyeri dengan sedasi yang lebih terkendali. Pola serupa juga terlihat pada pasien ICU anak, yang umumnya menerima terapi kombinasi analgesik opioid dan sedatif untuk mencapai tidur dalam dan mencegah trauma selama perawatan intensif.

Pengelolaan nyeri yang adekuat memberikan manfaat yang penting terhadap proses terapi di ICU. Pemberian terapi analgesik terbukti meningkatkan imunitas tubuh, mengurangi morbiditas, meningkatkan hasil terapi, dan meminimalkan dampak traumatis dari tindakan dan intervensi selama perawatan ICU (Cassano Piche, 2012). Sebaliknya, nyeri yang tidak terkontrol dapat menimbulkan konsekuensi serius yang meluas ke berbagai sistem tubuh. Pada sistem kardiovaskular, nyeri menyebabkan hiperaktivitas simpatis dengan peningkatan denyut jantung dan konsumsi oksigen miokard. Pada sistem respirasi, nyeri dapat memicu takipnea dan hipoksemia. Selain itu, nyeri juga memengaruhi motilitas *gastrointestinal*, fungsi *genitourinari*, *viskositas* darah dan agregasi trombosit, serta menurunkan fungsi imun dan menghambat proses penyembuhan luka (Zakeri et al., 2024).

Untuk mengatasi nyeri pada pasien kritis, opioid merupakan salah satu obat analgesik lini pertama selain rekomendasi intervensi lainnya, khususnya pada pasien dengan nyeri non-neuropatik. Pemberian opioid secara intravena direkomendasikan sebagai strategi penanganan nyeri optimal, dengan pilihan bervariasi mulai dari morfin hingga golongan fentanyl yang memiliki potensi antinyeri hingga seratus kali lebih kuat. Untuk memaksimalkan efektivitas analgesik, penggunaan propofol dan benzodiazepin sebagai agen sedatif direkomendasikan untuk dikombinasikan dengan opioid, sehingga mencapai sedasi dan kontrol nyeri yang optimal.

Analgesik dan sedatif memiliki peran krusial dalam memastikan kenyamanan dan keamanan pasien di ICU. Tanpa manajemen nyeri yang adekuat, respons stres yang tidak terkontrol dapat menyebabkan perubahan signifikan pada berbagai fungsi tubuh, termasuk fungsi endokrin, hipermetabolisme, retensi natrium dan air, pemecahan simpanan energi, dan peningkatan lipolisis (Ahsan et al., 2020). Perubahan fisiologis ini tidak hanya memperburuk kondisi pasien, tetapi juga dapat menghambat proses penyembuhan dan memperpanjang masa pemulihan. Dengan demikian, manajemen nyeri dan sedasi yang tepat menjadi sangat penting untuk mencegah dampak negatif dari respons stres dan mempertahankan stabilitas fisiologis pasien selama perawatan intensif. Namun, pemberian sedatif juga membawa risiko efek negatif yang perlu dipertimbangkan secara matang. Sedasi yang berlebihan dapat menimbulkan berbagai komplikasi, termasuk peningkatan risiko trombosis vena, penurunan motilitas usus, hipotensi, berkurangnya kemampuan

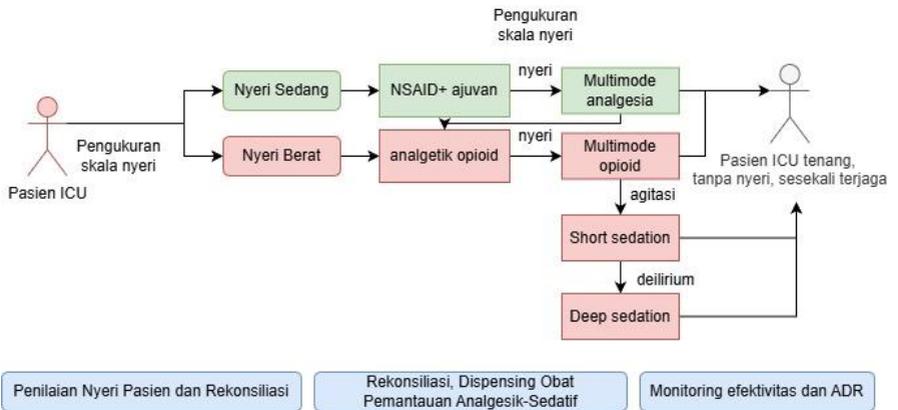
oksigenasi jaringan, dan perpanjangan durasi perawatan di ICU (Foster, 2016). *Withdrawal syndrome*³ yang terjadi setelah setelah penggunaan obat sedasi atau analgesik dalam jangka waktu lama juga merupakan risiko yang perlu diantisipasi dengan strategi penatalaksanaan yang tepat. Strategi pemberian sedasi yang ideal harus bersifat aplikatif dan disesuaikan dengan kebutuhan individual pasien. Tujuannya adalah memastikan pasien merasa nyaman, bebas nyeri, dan dapat beristirahat dengan optimal sambil tetap mempertahankan kontrol pernapasan. Sedasi yang terlalu dalam dan tidak perlu tidak hanya meningkatkan biaya perawatan rumah sakit, tetapi juga memperpanjang lama tinggal pasien di ICU, yang berakibat pada penurunan kualitas hidup dan peningkatan risiko komplikasi (Zakeri et al., 2024). Oleh karena itu, pendekatan yang seimbang dan individual terhadap manajemen analgesik-sedatif merupakan kunci kesuksesan terapi di ICU.

Kesalahan pemberian *analgesik opioid* dalam penggunaan PCA dapat terjadi pada berbagai tahap: *prescribing errors* (penetapan dosis tidak sesuai untuk *opioid-naïve patients*), kegagalan farmasis dalam mengidentifikasi risk factors, kurangnya edukasi pasien dan keluarga (komunikasi yang tidak efektif), monitoring yang tidak adekuat, serta tidak adanya penilaian sedasi menggunakan skala standar. Komplikasi ini dapat diperburuk dengan kemungkinan pemberian obat oleh pasien/keluarga pasien saat pasien tidur (ISMP, 2013) (Gambar 4). Selain itu *monitoring*

³ Withdrawal syndrome adalah reaksi tubuh yang muncul akibat penghentian obat

pasca penggunaan obat juga tidak dilakukan dengan baik. Hal ini berdampak pada risiko gagal napas yang terlambat.

Fakta ini mengingatkan kita pentingnya apoteker berperan dalam terapi nyeri bersama dengan tenaga kesehatan lain di ICU. Ibarat satu tubuh, maka semua bagian bagian harus saling mengisi untuk mencapai kesetimbangan. Hasil metaanalisis dari total 4725 artikel selama 10 tahun, menunjukkan pengaruh keterlibatan apoteker di ICU terhadap peningkatan keberhasilan terapi, mengurangi lawa rawat, efek samping obat, dan angka kematian (Lee et al., 2019). Partisipasi apoteker pelayanan intensif dapat berupa pemastian pemberian analgesik sesuai dengan tingkat nyeri pasien; penggunaan instrumen pengukuran yang sesuai dengan kondisi pasien; memastikan dan memonitor penggunaan analgesia sesuai onset dan durasi obat sehingga tidak menimbulkan rasa sakit; serta monitoring hasil terapi (Gambar 5). Strategi "*analgesia*-dahulu" untuk menghindari dampak sedasi yang berlebihan, seharusnya diperhitungkan dengan cermat sesuai kondisi pasien. Analgesik yang tidak adekuat dapat memicu traumatis, sementara analgesik yang berlebih akan memicu tidur dalam yang panjang atau bahkan reaksi yang tidak dikehendaki, seperti gagal napas, pada laporan di atas. Oleh karena itu, penyiapan dan pemberian analgesik sedatif dipastikan menggunakan dosis dan cara pemberian yang tepat serta waktu yang tepat sesuai dengan kondisi pasien dan profil farmakokinetik-dinamik obat.



Keterangan: warna biru adalah peran apoteker

Gambar 4. Penatalaksanaan nyeri pada pasien dan peran apoteker pada setiap tahap

Antibiotik: menyelamatkan hari ini, tanpa merusak hari esok

Hadirin yang saya muliakan,

Infeksi adalah salah satu penyebab tersering pasien masuk ICU. Banyak pasien ICU mendapat antibiotik. Namun tantangannya besar: pasien butuh terapi cepat, namun kultur butuh waktu. Pemberian antibiotik segera pada pasien ICU yang terbukti infeksi, seperti sepsis, signifikan mengurangi angka kematian. Oleh karena itu, antibiotik empiris spektrum luas disarankan.

Dengan analogi yang sederhana: Antibiotik spektrum luas itu seperti **bom air besar** untuk memadamkan api. Bermanfaat saat kita belum tahu titik api tepatnya. Tetapi kalau terlalu lama memakai bom air besar, maka bisa merusak banyak bagian lain—

dan pada level mikrobiologi, kita memberi peluang tumbuhnya kuman yang resisten.

Karena itu dikenal strategi **de-eskalasi antibiotik**: Mulai dengan yang luas ketika perlu, lalu setelah data kultur dan kondisi klinis lebih jelas, kita “turunkan” menjadi antibiotik yang lebih sempit, lebih tepat sasaran, atau beralih dari injeksi ke oral bila memungkinkan.

Kesalahan pemberian antibiotik pernah dilaporkan akibat sisa volume residu di selang infus yang mencapai 50% dari total dosis (ISMP, 2020). Kekurangan dosis pada antibiotik tidak hanya berdampak pada pasien seorang, namun dapat menyebabkan resistensi yang luas.

Peran apoteker di sini sangat konkret:

- membantu memastikan indikasi antibiotik benar,
- menyusun dan mengawal protokol de-eskalasi,
- memastikan cara pemberian tidak menimbulkan kehilangan dosis
- membantu individualisasi terapi untuk mencegah reaksi tidak dikehendaki misalnya dengan penyesuaian dosis dan monitoring untuk obat indeks terapi sempit,
- dan menjadi bagian dari tim antibiotik stewardship untuk menjaga agar antibiotik tetap efektif untuk generasi berikutnya.

Kajian Ilmiah

Infeksi adalah penyebab paling sering pasien masuk ICU dan penyebab pasien mengalami perpanjangan lama perawatan

(Jurlina et al., 2025; Rodriguez-Garcia et al., 2024). Studi yang dilakukan di 88 negara dan 1150 fasilitas kesehatan menunjukkan 54% pasien ICU mengalami infeksi sementara itu 70% pasien mendapatkan antibiotik (Vincent et al., 2020). Dari 70 % pasien yang mendapatkan antibiotik, 67% mengalami infeksi gram negatif, sementara hanya 37% yang mengalami infeksi gram positif, sisanya 16 % mengalami infeksi jamur (Yin et al., 2020). Berdasarkan tujuan pemberian antibiotik, 51% antibiotik diberikan secara empiris⁴, 35%nya definitif⁵, dan 28% sebagai profilaksis (Yin et al., 2020). Jenis infeksi yang paling sering adalah pneumonia dan sepsis dengan hasil kultur tertinggi adalah *E Coli*, *pseudomonas*, *acinetobacter*, dan *staphylococcus* (Hanifah, 2020).

Hasil studi yang sedang kami lakukan di dua rumah sakit di Indonesia menunjukkan angka kematian akibat infeksi di ICU masih cukup tinggi. Angka ini hampir tiga kali lipat dibandingkan dengan data yang kami kumpulkan di salah satu rumah sakit di Malaysia, walaupun dengan jenis infeksi bakteri yang hampir sama. Yang menarik, terdapat publikasi yang menunjukkan bahwa kematian akibat *Enterococcus resisten vankomisin*, *sefalosporin* generasi ketiga, atau carbapenem, serta *acinetobakter* resisten *carbapenem* lebih tinggi dibandingkan dengan infeksi akibat mikroorganisme yang lebih poten (Yin et al.,

⁴ Terapi antibiotik empiris adalah pemberian antibiotic secara umum sebelum diketahui jenis infeksiya

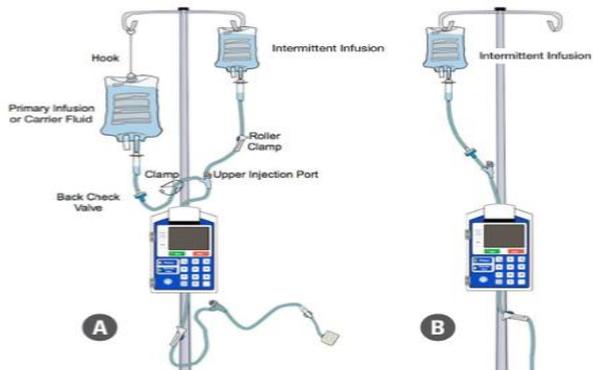
⁵ Terapi antibiotik definitif adalah pemberian antibiotik yang berdasarkan hasil kultur bakteri, sehingga dapat disesuaikan dengan jenis bakteri yang sensitif.

2020). Hal ini menunjukkan kematian di ICU sangat erat kaitannya dengan kegagalan terapi antibiotik akibat resistensi. Tingginya angka kematian akibat infeksi dan resistensi antibiotik di ICU, mengingatkan kita pentingnya pengelolaan terapi antibiotik yang tepat dan cermat. Sebelum mendapatkan antibiotik, pasien ICU seharusnya ditetapkan dulu apakah dalam kondisi infeksi atau tidak. Pemeriksaan biomarker dapat membantu memisahkan pasien dengan kondisi sepsis dan tanpa sepsis dan menginformasikan kapan antibiotik harus dimulai. Pemberian terapi antibiotik berdasarkan pemeriksaan biomarker terbukti meningkatkan angka kesembuhan dan durasi penggunaan antibiotik (Saxena et al., 2024). Kekurangan atau kelebihan penggunaan antibiotik dapat memicu resistensi dan kegagalan terapi, peningkatan biaya, ataupun perpanjangan lama rawat (Bassetti et al., 2020). Penyebab kematian ini banyak dipengaruhi oleh keterlambatan hasil kultur, sehingga pasien hanya mendapatkan antibiotik empiris. Tidak jarang, sampel pasien bahkan hanya dilakukan cat gram sehingga tidak muncul hasil sensitivitas. Akibatnya pasien tidak sempat mendapatkan terapi antibiotik definitif, atau meninggal sebelum hasil kultur keluar. Sebagaimana hasil studi menggunakan metode *Gyssens*, ketidakrasionalan antibiotik tertinggi adalah pada kategori IVA artinya pemilihan antibiotik yang tidak tepat disebabkan akar masalah berupa terlambatnya hasil kultur (Hanifah, 2020). Hal ini menyebabkan sebagian besar pasien ICU mendapatkan antibiotik yang tidak sesuai dengan jenis infeksi.

Mengingat hasil kultur bakteri membutuhkan waktu, maka terapi antibiotik di ICU disarankan dengan pendekatan de-eskalasi; yaitu mengawali dengan antibiotik empiris spektrum luas dan mengganti menjadi spektrum sempit setelah diketahui hasil kultur, atau dari antibiotik potensi tinggi, yang biasanya digunakan untuk kasus-kasus sulit menjadi antibiotik standar, atau dari terapi parenteral menjadi enteral (Kollef et al., 2021). Antibiotik spektrum luas ibarat instrumen yang tumpul, memengaruhi beragam bakteri, dan menyediakan lingkungan yang memungkinkan strain yang resisten berkembang biak. Sebaliknya, de-eskalasi menyeleksi strain bakteri yang kurang resisten, sehingga membatasi kemunculan dan penyebaran gen resisten antibiotik (Kollef et al., 2021). De-eskalasi antibiotik selama ini dianggap sebagai jalan tengah untuk mengatasi dua tujuan: pemberian terapi infeksi yang cepat, serta mengurangi penggunaan antibiotik yang berlebihan dan dampak bahaya antibiotik yang tidak perlu setelah diketahui hasil kulturnya. Meskipun implementasi de-eskalasi antibiotik tampaknya belum cukup optimal karena definisi dan implementasi de-eskalasi yang belum seragam, namun praktik de-eskalasi ini merupakan upaya untuk menjaga efektivitas antibiotik yang saat ini digunakan, sekaligus memperpanjang umur efektivitas antibiotik. Dengan pendekatan de-eskalasi, data mikrobiologi dan hasil uji resistensi antibiotik menjadi landasan untuk peralihan antibiotik. Tanpa informasi ini, penerapan strategi de-eskalasi menjadi sulit dan bahkan berisiko gagal terapi, atau berpotensi menyebabkan infeksi sekunder. Sudah mafhum diketahui, bahwa penegakan diagnosis dan pemastian infeksi pada pasien ICU merupakan hal

yang menantang. Saat ini, belum tersedia tes cepat ditempat pelayanan (*point-of-care*) yang dapat secara andal membedakan individu yang membutuhkan antibiotik dan yang tidak membutuhkan apalagi sampai memastikan jenis bakteri dan sensitivitasnya. Pengembangan biomarker dan uji diagnostik yang lebih cepat menjadi harapan besar bagi keberhasilan terapi antibiotik.

Selain persoalan farmakoterapi, ISMP juga mengidentifikasi persoalan yang terkait pemberian antibiotik secara parenteral (Gambar 6). Hal ini terjadi pada obat-obatan yang banyak diberikan melalui infus IV intermiten yaitu antibiotik yang biasanya diencerkan dalam volume kecil sekitar 50 mL. Apoteker mengidentifikasi volume residual yang tertinggal di selang hingga 25 mL setelah pemberian antibiotik 50 mL melalui minibag dan pompa sebagai infus primer (Gambar B). Oleh karena itu, untuk mencegah residu di selang, pemberian antibiotik volume kecil lebih baik diberikan melalui infus sekunder dengan posisi yang lebih tinggi dari infus primer (Gambar A).



December 3, 2020 • Volume 25 Issue 24



Acute Care

ISMP Medication Safety Alert!

Educating the Healthcare Community About Safe Medication Practices

Hidden medication loss when using a primary administration set for small-volume intermittent infusions



While covering for a colleague during patient rounds in an adult medical unit, a pharmacist noticed two empty 50 mL minibags of **ZOSYN** (piperacillin and tazobactam) hanging on a patient's intravenous (IV) pole, each attached to a primary administration set. Each primary administration set (BD Alaris pump infusion set) holds about 25 mL of residual volume in the tubing. The implication for this 49-year-old patient with pneumonia was that he had only received about half of the total volume contained in each 50 mL bag, and therefore only half of the Zosyn dose with each intermittent infusion. Additionally, while an extended infusion time of 4 hours had been prescribed for each Zosyn dose, each intermittent infusion was completed in about 2 hours since only half of the volume infused while the other half remained in the tubing. Later, in the room of a 57-year-old patient with cellulitis, the pharmacist found an empty 50 mL minibag of clindamycin, again attached to a primary administration set filled with a residual volume in the tubing, meaning that this patient, too, had only received about half of the dose. Such significant underdoses could have a clinical impact on patient outcomes.¹

SAFETY briefs

Anatomy of a conventional vs. liposomal DOXOrubicin mix-up. Since 1996, we have warned about accidental administration of DOXOrubicin liposomal injection (DOXL) instead of the conventional form, DOXOrubicin injection solution or lyophilized powder (ADRAMYCIN). Dosing guidelines for the liposomal and conventional formulations differ significantly. Conventional DOXOrubicin is used to treat a greater variety of cancers and it can be given at higher doses than the liposomal form, which has slower plasma clearance. Mix-ups have sometimes resulted in harm and even death, so the two forms should never be interchanged on a milligram (mg) for mg basis.

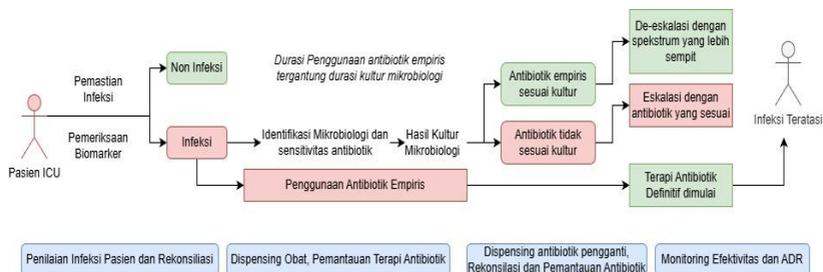
Gambar 5. Laporan kehilangan volume obat di selang infus (ISMP, 2020)

Faktor lain yang menjadi salah satu isu terkait antibiotik adalah kecepatan pemberian dan risiko anafilaksis. Obat antibiotik khususnya golongan beta laktam banyak yang disediakan oleh industri dalam bentuk serbuk injeksi karena stabilitas yang rendah. Obat-obat seperti ini perlu direkonstitusi dalam vial (wadah) sebelum pemberian dalam volume yang kecil, umumnya

hanya sekitar 10 mL saja. Dengan pertimbangan untuk mencegah risiko alergi dan anafilaksis, pemberian antibiotik seperti ini disarankan secara perlahan. Oleh karena itu, antibiotik dalam volume kecil disarankan untuk diencerkan dalam volume lebih besar dan diberikan secara perlahan atau intermiten. Namun pemberian secara perlahan ternyata memberikan kerugian pada penundaan efek antibiotik khususnya pada pasien dengan kondisi sepsis yang butuh penanganan antibiotik secara cepat. Selain itu, pemberian dengan volume besar mungkin juga memberikan dampak negatif pada pasien dengan kebutuhan restriksi cairan. Oleh karena itu, pengaturan kecepatan pemberian antibiotik juga membutuhkan justifikasi yang tepat. Tanpa ada risiko alergi, pemberian antibiotik secara cepat banyak memberikan keuntungan secara efikasi dan risiko yang tidak dikehendaki (Gregorowicz et al., 2020).

Masalah lainnya, bisa terjadi akibat penggunaan antibiotik dengan indeks terapi sempit misalnya aminoglikosida. Aminoglikosida masih menjadi antibiotik pilihan untuk banyak kasus sepsis (Hanifah, 2020). Sementara itu, pasien ICU yang umumnya mengalami penurunan atau gagal multi organ, sangat berpotensi mengalami toksisitas aminoglikosida jika tidak dilakukan penyesuaian dosis. Fakta ini mengingatkan kompleksitas pertimbangan pemberian antibiotik butuh kerja multidisiplin; pemilihan antibiotik, de-eskalasi, cara pemberian dan ketepatan dosis. Justifikasi apoteker dalam hal ini sangat dibutuhkan untuk melakukan penyesuaian dosis, mengoptimalkan penggunaan antibiotik yang efektif dan rendah

risiko, meningkatkan luaran pasien, dan berkontribusi pada upaya global untuk memerangi resistensi antibiotik dengan memstandarisasi dan memastikan monitoring yang ketat terhadap penerapan de-eskalasi antibiotik yang tepat (Gambar 7).



Keterangan: warna biru adalah peran apoteker

Gambar 6. De-eskalasi Antibiotik pada pasien di ICU

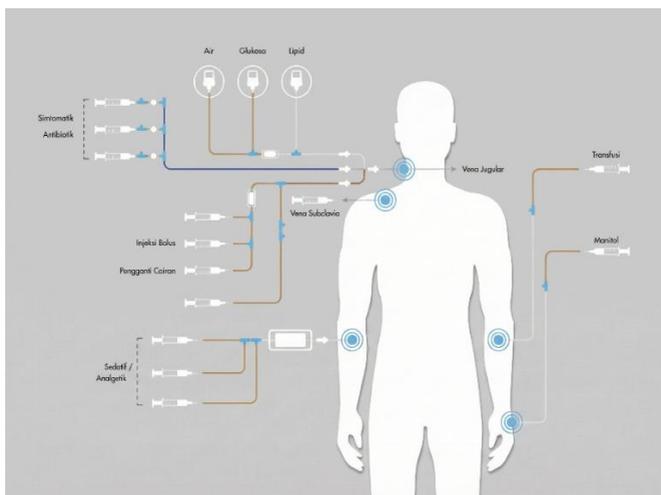
Bagian II: Pencegahan Komplikasi Terapi Parenteral; flebitis, inkompatibilitas, dan partikel

Hadirin yang saya hormati,

Terapi parenteral haruslah sediaan steril yang harus bebas dari kontaminasi fisik, kimia, dan biologis. Karena begitu masuk pembuluh darah, ia tidak melewati “filter” pertahanan seperti asam lambung, enzim pencernaan, dan metabolisme pertama di hati. Terapi parenteral obat injeksi dapat memberikan risiko komplikasi berupa 1). Invasif, infiltrasi, ekstrasvasasi dan risiko flebitis, 2). persoalan inkompatibilitas, 3). risiko kontaminasi yang berdampak sistemik.

Kajian Ilmiah

Terapi utama dan paling banyak digunakan untuk pasien ICU adalah melalui jalur parenteral⁶, karena kondisi pasien yang lemah, tidak sadar, syok, kegagalan fungsi digestif, ataupun tersedasi. Terapi parenteral adalah pemberian intervensi melalui jalur di luar saluran cerna, misalnya injeksi. Pemberian obat parenteral yang utama adalah injeksi karena memberikan efek yang cepat, mudah dalam pengaturan dosis, tepat untuk obat-obat dengan berat molekul besar dan tidak stabil dalam saluran cerna, serta obat-obat dengan waktu paruh pendek.



Gambar 7. Ilustrasi Terapi Parenteral pada Pasien di ICU yang kompleks (Hanifah, 2018)

⁶ Parenteral secara bahasa bermakna para (di sisi/di luar) dan enteral (pencernaan) diluar jalur pencernaan; misalnya injeksi intravena

Obat injeksi merupakan sediaan steril yang harus bebas dari kontaminasi fisik, kimia, dan biologis (Clark et al., 2020). Hal ini menandakan bahwa pemberian obat injeksi memiliki risiko lebih tinggi dibandingkan dengan sediaan oral atau enteral. Kontaminasi pada obat sediaan oral atau enteral akan dilawan oleh sistem imunitas pertama di saluran cerna berupa asam lambung, enzim, dan flora normal. Sementara itu, obat-obat injeksi akan masuk ke pembuluh darah tanpa barrier. Kontaminasi berupa fisik, kimia, maupun biologis akan langsung masuk ke pembuluh darah dan terdistribusi secara luas di seluruh tubuh, sehingga dampak kontaminasi ini cenderung cepat, sistemik, dan berakibat fatal.

Seluruh pasien ICU menggunakan obat injeksi dengan frekuensi yang sangat dominan (>90%) (Hanifah et al., 2018; Mahendra et al., 2023). Dalam satu waktu pemberian, pasien ICU umumnya mendapatkan lebih dari 2 obat injeksi; sehingga dalam satu hari bisa mencapai 8-10 obat injeksi dalam satu jalur infus. Hasil studi yang kami lakukan selama 2012-2014 dan 2020-2022, jumlah obat injeksi dalam satu waktu pemberian berkorelasi positif dengan angka mortalitas (Hanifah, 2016). Hal ini didukung oleh relasi yang erat antara jumlah obat dengan tingkat keparahan penyakit. Hal ini tentunya memberikan konsekuensi risiko yang lebih besar. Berbagai risiko dari pemberian obat injeksi, yaitu 1). Invasif, infiltrasi, ekstrasvasasi, dan risiko flebitis, 2). persoalan inkompatibilitas, 3). risiko kontaminasi yang berdampak sistemik, 4) risiko hipervolemia, dan 5). risiko kesalahan pengobatan atau *medication errors*.

Dari keempat persoalan tersebut, yang akan saya bahas lebih dalam hanya no 1 dan 2. Risiko hipervolemia umumnya diantisipasi dengan standarisasi formula yang juga akan saya bahas pada bagian lain dari naskah ini. Sementara itu, kesalahan pengobatan dapat melibatkan semua risiko dan tahapan dari mulai farmakoterapi, komplikasi parenteral maupun penjaminan mutu sediaan. Hasil kajian sistematis dari empat benua menunjukkan angka kejadian kesalahan pengobatan bervariasi dari 8.1-2344 per 1000 pasien/hari sementara kejadian efek obat yang tidak dikehendaki sebesar 5.1-87.5 per 1000 pasien/hari (Wilmer et al., 2010). Kesalahan pengobatan paling banyak dijumpai pada tahap persiapan dan pemberian obat; meliputi ketiadaan tindakan pencegahan, ketidakpatuhan pada protokol, terjadinya reaksi yang tidak dikehendaki terkait dengan obat dan cairan intravena termasuk produk darah. Kesalahan pemberian meliputi kesalahan pasien, dosis, rute pemberian, waktu dan kecepatan pemberian, teknik pemberian serta inkompatibilitas. Sementara itu, kejadian reaksi yang tidak dikehendaki paling sering terjadi akibat komplikasi dan cedera akibat obat injeksi (Wilmer et al., 2010). Selanjutnya, hasil survei yang kami lakukan pada sejumlah perawat dan tenaga kefarmasian di Indonesia dan Libya melaporkan bahwa mereka pernah menjumpai kesalahan pengobatan (ME) sebanyak 13% dan 33% (Albusht, 2024). Kesalahan pengobatan bertanggung jawab pada sedikitnya 1 kematian per hari dan 1.3 juta orang per tahun (Alblowi et al., 2021). Hal ini menjadi dasar pentingnya peran apoteker dalam pencegahan kesalahan pengobatan dalam semua domain dan aktivitas.

Pengelolaan Obat Vesikan dan Flebitis: luka kecil yang bisa menjadi masalah besar

Para hadirin yang kami hormati,

Salah satu penyulit dari terapi injeksi adalah terjadinya peradangan pada tempat injeksi yang sering disebut flebitis. Risiko flebitis akan jauh lebih besar apabila obat bersifat vesikan, yaitu obat yang memiliki sifat iritatif tinggi sehingga dapat menimbulkan nyeri hebat, peradangan, bahkan nekrosis jaringan. Obat-obat vesikan ini umumnya memiliki karakteristik pH yang ekstrem—terlalu asam atau terlalu basa—atau osmolaritas yang sangat tinggi, sehingga ketika bersentuhan langsung dengan dinding vena atau jaringan di sekitarnya, dapat “melukai” jaringan yang secara fisiologis tidak dirancang untuk menerima paparan zat sepekat itu.

Ilustrasinya sederhana: Kalau kita menyiram tanaman dengan air biasa, daun akan tetap segar; tetapi jika tanaman disiram dengan cairan yang terlalu asam, daun bisa tampak “terbakar”, layu, bahkan mati. Pembuluh darah vena bekerja dengan prinsip yang serupa: ia dirancang untuk menerima cairan dengan pH dan osmolartias tertentu, sehingga ketika terpapar obat atau larutan yang terlalu iritatif, dinding vena dapat mengalami peradangan. Dampaknya pun tidak berhenti pada nyeri atau kemerahan lokal, karena flebitis dapat berkembang menjadi tromboflebitis, memicu sumbatan pembuluh darah, dan pada kondisi tertentu berlanjut menjadi komplikasi sistemik.

Apa peran apoteker?

- mengidentifikasi obat vesikan dan memberi panduan cara pemberiannya (pengenceran, laju infus, durasi),
- merekomendasikan pemilihan jalur (perifer/sentral) sesuai osmolaritas dan karakter obat,
- membantu menyusun kebijakan rotasi lokasi infus,
- mendorong pencegahan inkompatibilitas dan partikel yang juga bisa memicu flebitis,
- dan membuat protokol pencegahan berbasis bukti bersama perawat dan dokter supaya tersedia pedoman yang seragam.

Tujuannya satu: **mencegah masalah di hulu**, BUKAN sibuk **mengobati di hilir**.

Kajian Ilmiah

Flebitis adalah peradangan pada dinding pembuluh darah vena (*tunica intima*) sementara extravasasi adalah peradangan pada jaringan sekitar vena akibat bocornya obat-obat vesikan yang mengiritasi. Ekstravasasi dalam terapi IV dapat digambarkan sebagai kebocoran larutan IV vesikan atau obat-obatan ke dalam jaringan sekitar atau kulit lokasi kateter. Ekstravasasi dapat menyebabkan nyeri, peradangan, dan lepuh pada kulit lokal dan struktur di bawahnya. Jika tidak ditangani, bahkan dapat mengakibatkan kerusakan jaringan permanen dan nekrosis. Ekstravasasi dapat menjadi kelanjutan dari adanya flebitis yang berdampak pada lokasi sekitar vena. Ekstravasasi dan infiltrasi dibedakan berdasarkan obat vesikan non vesikan serta dampak

yang ditimbulkan. Extravasasi dapat menyebabkan rasa nyeri, bengkak, serta jika tidak tertangani dapat memicu nekrosis jaringan. Flebitis dapat terjadi karena faktor mekanik, kimiawi, dan infeksi. Literatur saat ini menambahkan kategori flebitis pasca infus yang justru terjadi setelah kateter dilepaskan; biasanya setelah penggunaan lebih dari 72 jam (Zhu et al., 2023). *Flebitis* mekanik lebih banyak dipengaruhi oleh pemilihan kateter dan teknik serta durasi pemberian. Faktor kimiawi meliputi karakteristik obat, pelarut, pH, omolaritas, dan kontaminasi partikel.

Data dari WHO 2019 menyebutkan kejadian *flebitis* di 4 benua berada pada rentang 7.7% hingga 11.8%, sementara itu data di Indonesia menunjukkan angka sekitar 9.8% pada tahun 2018 (WHO, 2019). Hasil *scoping review* yang kami kumpulkan dari 23 penelitian di beberapa negara, termasuk Singapura, Korea, Uganda, Spanyol, Amerika Serikat, Brazil, Taiwan, Turki, India, Iram, Inggris dan Jepang mulai dari tahun 2012 hingga 2020. menunjukkan angka kejadian sebesar 0.7% dari hampir 230 ribu pasien (Toyyibah S, 2024).

WHO memperkirakan kejadian infeksi akibat penanganan di rumah sakit mencapai 24%, sementara itu, di ICU bisa mencapai hingga 52% (WHO, 2024). Diantara penyebab infeksi akibat penanganan di rumah sakit adalah infeksi akibat kateter (CRBSI; Catheter related bloodstream infection) dan kateter vena sentral (CLABSI: Central line associated bloodstream infection). CRBSI erat kaitannya dengan kejadian pemasangan kateter dan flebitis.

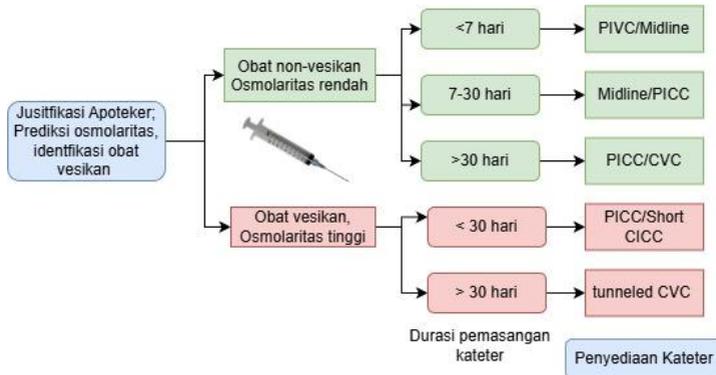
Kelompok pasien yang paling banyak mengalami flebitis dialami oleh lansia dan wanita, hal ini dikarenakan tingkat elastisitas fungsional dari pembuluh darah vena yang lebih rendah dan pengaruh hormonal. Kejadian flebitis lebih sering terjadi di ICU terutama pada bangsal bayi dan anak-anak. Hasil studi retrospektif menunjukkan, kelompok umur yang paling berisiko adalah neonatus. Kejadian ini berhubungan dengan obat vesikan, potensi inkompatibilitas, dan aspek teknis seperti jenis kateter, cara penyuntikan dan durasi infus (Annisa et al., 2024). Sekitar 70% pasien rawat inap dipasang kateter perifer di tempat yang sama selama perawatan, sehingga sangat rentan terkena infeksi. Kateter *midline* memiliki risiko *flebitis* lebih rendah dibandingkan perifer, serta memiliki risiko infeksi yang lebih rendah dibandingkan *vena central* (O'grady et al., 2011)

Selain faktor kateter, peradangan di tempat suntikan juga sangat erat kaitannya dengan faktor obat. Obat vesikan adalah obat yang bersifat iritatif. Obat vesikan dapat memicu *flebitis* dan *ekstravasasi*. Obat vesikan memiliki ciri pH ekstrim (<5 atau >9), osmolaritas tinggi atau hipertonis (>600 mOsm/L), sehingga mudah mengalami kebocoran dan keluar dari vena. Hal ini dapat memicu terjadinya *flebitis* maupun ekstravasasi. Contoh obat yang dilaporkan sering memicu reaksi flebitis (angka kejadian >12%) adalah *nikardipin*, *amfoterisin*, *amiodaron* dan antibiotik serta antikanker (kemoterapi). Semakin banyak obat vesikan dan semakin lama durasi infus, semakin besar potensi *flebitis*. Obat-obat seperti ini seharusnya diberikan dengan cara diencerkan atau memperlambat kecepatan pemberian. Laporan dari WHO terbaru mengonfirmasi adanya peran inkompatibilitas obat yang besar

pada kejadian *flebitis* dan kerusakan endotel (WHO, 2024). Di antara obat yang sering menyebabkan adalah antibiotik, antivirus, vasoactive amines, obat dengan pH ekstrim dan hyperosmolar seperti nutrisi parenteral.

Dampak negatif dari *flebitis* adalah terjadinya *thromboflebitis* dan infeksi yang dapat mengancam nyawa. Thromboflebitis dapat memicu sumbatan vena (*trombus*) dan atau infeksi (WHO, 2024). Meskipun jarang, risiko trombus ini bisa berbahaya jika memicu *trombosis* vena yang lebih dalam atau *trombosis* paru. Dampak lain berupa infeksi sebagaimana sepsis *Tromboflebitis* didefinisikan oleh adanya trombus endovaskular akibat infeksi bakteri atau jamur. Infeksi vena dapat timbul akibat kateter intravena, kerusakan kulit, atau invasi dari struktur nonvaskular di sekitarnya. Meskipun proses ini dapat terjadi pada pembuluh darah superfisial maupun bagian tubuh yang lebih dalam, kondisi ini paling sering terjadi pada struktur vena (misalnya, vena perifer, vena pelvis, vena kava superior, vena jugularis interna, vena porta, atau sinus dural). Dampak pada pasien dapat bervariasi dari infeksi ringan pada vena superfisial hingga infeksi sistemik yang parah. Setelah sepsis tromboflebitis muncul, beberapa komplikasi yang berkaitan dengan penyebaran bakteri hematogen dan tromboemboli septik dapat berkembang, seperti endokarditis, artritis septik, dan bahkan uveitis septik (King., 2023). Morbiditas dan mortalitas sepsis tromboflebitis cukup tinggi, meskipun risiko morbiditas dan mortalitas yang signifikan bergantung pada lokasi trombus (King., 2023). Berbagai jenis infeksi bisa mengikuti kejadian tromboflebitis di antaranya infeksi virus, parasit, dan jamur, bahkan polimikrobia, dengan

jenis bakteri paling sering adalah *Staphylococcus sp* (King., 2023).



Keterangan: warna biru adalah peran apoteker

Gambar 8. Pemilihan kateter dan tempat injeksi berdasarkan sifat vesikan obat dan osmolaritas

Mengingat dampak dari flebitis, maka diperlukan kehati-hatian dalam pemberian obat vesikan, pemilihan kateter yang tepat, penggantian infus setiap 72 jam, serta pencegahan inkompatibilitas untuk mengurangi kejadian phlebitis pada pasien ICU. Studi prospektif yang kami lakukan di dua rumah sakit dengan pengamatan pada tiga serial kasus flebitis memiliki karakteristik yang sama yaitu, mendapatkan obat vesikan, mendapatkan obat lebih dari tiga dalam satu kali pemberian, serta adanya reaksi inkompatibilitas karena pemberian dua obat dengan pH ekstrim secara bersama; di antaranya yaitu; fenobarbital-amikasin, asiklovir-dobutamin, dan fenitoin-epinefrin, dengan durasi pemberian lebih dari tiga hari.

Flebitis sebagai komplikasi paling umum terapi infus intravena, berdampak besar pada luaran klinis, kepuasan pasien, biaya perawatan, dan beban kerja tenaga kesehatan. Apoteker dapat mengurangi risiko flebitis melalui strategi nonfarmakologis seperti pemilihan obat dan alkes yang tepat, penyesuaian konsentrasi atau kecepatan infus pada obat-obatan vesikan, rotasi lokasi infus, dan penggunaan filter infus. Pemberian terapi untuk pengatasan flebitis meliputi agen antiinflamasi dan analgesik topikal atau sistemik dapat mengurangi gejala dan mencegah komplikasi lanjutan. Apoteker memiliki peran yang unik dan strategis dalam kerja kolaboratif dengan tenaga kesehatan lain dengan membuat kebijakan untuk memitigasi risiko flebitis (Johnson et al., 2023). Apoteker membuat pedoman pemberian obat-obat vesikan, pemilihan dan pemberian kateter infus, pencegahan kontaminasi partikel, dan pencegahan infeksi (Johnson et al., 2023).



Gambar 9. Berbagai faktor flebitis dan peran tenaga kesehatan

Sementara apoteker memastikan obat-obat vesikan, tenaga medis melakukan pemilihan kateter, memasang kateter dengan higienis, dan mengganti kateter pada waktunya. Jika Pemasangan in-line filter juga mungkin bisa diupayakan untuk mengurangi angka kejadian flebitis secara signifikan (Oragano et al., 2019). Intervensi nonfarmakologis untuk meringankan flebitis meliputi pemilihan dan penempatan akses vaskular yang cermat, modifikasi strategi infus (konsentrasi, laju infus, urutan), rotasi lokasi infus, dan penerapan filter inline untuk mengurangi partikulat polutan (Zhu et al., 2023). Sementara itu, terapi farmakologi yang dapat disarankan jika terjadi flebitis adalah antiinflamasi, antibiotik, dan flebotonik.

Inkompatibilitas Obat: Persoalan Sederhana yang Berdampak Kematian

Hadirin sekalian,

Pasien di ICU sering mendapatkan polifarmasi menerima banyak obat sekaligus, sementara akses vena terbatas. Hal ini menyebabkan obat harus diberikan dalam satu selang atau dalam satu botol dan plabot infus, sehingga berisiko inkompatibel. Inkompatibilitas intravena terjadi ketika dua obat atau obat dengan cairan infus “tidak cocok” saat bertemu di jalur infus. Kadang terlihat: berubah warna, keruh, gas, atau ada endapan. Kadang tidak terlihat, tetapi terjadi degradasi kimia, kadar turun, efek terapi gagal. Contoh kejadian mematikan, telah kami sampaikan pada awal pidato ini. Sampai saat ini, lima belas tahun pasca peringatan dari WHO, kematian akibat inkompatibilitas masih saja terjadi. Sebanyak 16 pasien di salah satu rumah sakit

Pakistan yang mendapatkan terapi injeksi kombinasi, dilaporkan 2 di antaranya meninggal, dan 14 lainnya dalam perawatan kritis.



Gambar 10. Berita Kematian Bayi Setelah Akibat Inkompatibilitas Obat (Photonews, 2025)

Bentuk inkompatibilitas yang paling berbahaya adalah ketika terbentuk kristal/endapan—presipitat ini bisa masuk sirkulasi mikrovaskular, menyumbat kapiler, memicu reaksi inflamasi, nekrosis, menyebabkan kegagalan organ dan kematian.

Analogi yang sederhana,

Inkompatibilitas itu seperti **mencampur semen dengan cairan yang salah**. Dari luar terlihat “campur”, tetapi hasilnya bisa menggumpal dan menyumbat saluran. Di infus, “saluran” itu adalah pembuluh darah.

Pada neonatus dan anak, risikonya menjadi lebih besar karena pembuluh darah lebih kecil, sementara konsentrasi obat sering lebih tinggi karena pembatasan volume.

Karena itu, peran apoteker dalam *inkompatibilitas* harus sistematis:

1. **Identifikasi:** apakah kombinasi aman? berdasarkan referensi atau data.
2. **Pencegahan:** jika tidak kompatibel, atur agar tidak bertemu—misalnya dengan pembagian jalur berbasis pH atau sifat garam, pengaturan urutan pemberian, pemberian jeda atau *flushing*.
3. **Mitigasi:** bila jalur terbatas dan tetap harus diberikan bersama, pertimbangkan filter untuk mencegah presipitat yang terbentuk tidak masuk ke dalam pembuluh darah
4. **Sistem:** buat tabel kompatibilitas yang mudah dipakai, buat pendanda/label warna/pH pada obat sehingga perawat mengenali jalur yang aman.

Intinya: apoteker membuat kompleksitas menjadi **petunjuk praktis** yang bisa diikuti di lapangan.

Kajian Ilmiah:

Pada tahun 2009, WHO sudah memberikan peringatan tentang bahaya inkompatibilitas pasca laporan kematian bayi yang mengalami reaksi akibat pemberian seftriakson dan calcium injeksi bersamaan. Studi observasional skala besar dengan populasi hampir 260 ribu pasien bayi menunjukkan risiko kematian dalam 48 jam pada bayi usia >1 bulan yang mendapatkan Calcium-Ceftriaxone secara bersama-sama (5.5%) (Christensen et al., 2021). Hasil otopsi pada lima bayi menunjukkan adanya kristal dan presipitat di pembuluh darah,

ginjal, dan paling sering berlokasi di paru-paru. Laporan ini mengingatkan kita persoalan inkompatibilitas yang awalnya dianggap farmasetis, ternyata bisa berdampak secara klinis (Benlabeled et al., 2019).

Pemberian banyak obat dalam satu jalur infus untuk satu pasien memberikan tantangan tersendiri. Pemberian obat perlu dipastikan tidak hanya pada ketepatan jadwal pemberian obat namun juga ketepatan pada jalur infus untuk menghindari terjadinya inkompatibilitas. Potensi kejadian inkompatibilitas umumnya sekitar 25% dari seluruh kombinasi obat yang diberikan pada pasien ICU, dengan 25% di antaranya berdampak secara klinis (Kanji et al., 2010).

Selama lebih dari sepuluh tahun mengkaji persoalan inkompatibilitas pada obat intravena, kejadian inkompatibilitas fisik lebih sering menimbulkan dampak yang fatal seperti kematian. Faktor yang berkontribusi pada kejadian inkompatibilitas adalah kesalahan penyiapan, kesalahan pemberian, dan sedikitnya penelitian terkait ini. Risiko inkompatibilitas semakin tinggi pada pasien dengan perawatan intensif, jumlah obat lebih banyak, perawatan yang lebih lama, dan komorbid yang lebih banyak (Keum et al., 2024). Inkompatibilitas fisik ini sering menimbulkan masalah karena terjadinya presipitasi.

Presipitasi adalah hasil reaksi intermolekular dan interionik. Pengendapan larutan obat injeksi harus dicurigai, terutama ketika garam obat dengan muatan berlawanan dicampur dalam konsentrasi yang relatif tinggi. Hal ini dikarenakan 90% obat

adalah dalam bentuk organik, elektrolit lemah, terutama untuk obat-obat injeksi, umumnya dalam bentuk terion atau bentuk garam. Oleh karena itu, reaksi yang dapat memicu terjadinya inkompatibilitas adalah sebagai berikut;

1. Kation-Anion. Presipitasi mudah terbentuk karena reaksi ion yang memiliki muatan berlawanan atau ion organik yang mengandung cincin aromatik dengan konsentrasi tinggi. Garam dari anion polivalen dan kation polivalen umumnya kurang larut daripada garam dalam bentuk ion monovalen yang bertemu dengan ion lain yang berlawanan (baik monovalen maupun polivalen). Presipitasi mudah terbentuk karena reaksi ion yang memiliki muatan berlawanan atau ion organik yang mengandung cincin aromatik dengan konsentrasi tinggi. Garam dari anion polivalen dan kation polivalen umumnya kurang larut daripada garam dalam bentuk ion monovalen yang bertemu dengan ion lain yang berlawanan (baik monovalen maupun polivalen).
2. Asam Basa. Relasi nilai pH-pKa dapat memprediksi seberapa besar muatan obat berada dalam bentuk ionik maupun molekul. Semakin banyak jumlah obat yang berbentuk ionik, reaksi presipitasi, pengendapan, atau penggaraman semakin besar. Oleh karena itu, pertemuan antar obat atau senyawa dengan nilai pH yang sangat berbeda dapat memicu terjadinya reaksi presipitasi yang lebih besar. Meskipun penurunan pH tidak selalu berkorelasi linier dengan reaksi degradasi (44), namun peningkatan pH bisa menjadi penanda reaksi degradasi pada beberapa senyawa. Perubahan pH sebesar satu unit sudah dapat menurunkan stabilitas lebih dari 10 kali

3. Interaksi cincin aromatik: Cincin aromatik umumnya bersifat non polar dan hidrofobik, seperti pada vancomycin dan anestesi lokal; bupivacaine dan lidocaine. Rantai aromatik yang panjang atau besar pada suatu molekul, terutama ketika "terdisosiasi garam" merupakan ion yang berpasangan dengan ion lawan, sehingga dapat meningkatkan interaksi hidrofobik dengan molekul serupa lainnya atau mengurangi interaksinya dengan molekul air polar, yang menyebabkan agregasi dan presipitasi.
4. *Salting out*. Banyak obat diformulasikan sebagai garam untuk meningkatkan kelarutannya dalam air, terutama yang bersifat asam lemah atau basa. Penambahan ion lawan tertentu dapat meningkatkan kelarutan (*salting in*) atau menurunkannya, yang menyebabkan presipitasi (*salting out*). Selain itu, presipitasi juga mudah terjadi pada obat non ionik seperti diazepam dan lorazepam, yang diformulasikan dengan pelarut non air. Ketika obat ini dilarutkan dalam larutan air (D5 atau NS), reaksi *salting out* menyebabkan senyawa anorganik yang sangat terhidrasi (Cl⁻, K⁺, Na⁺) menghilangkan ion organik dan molekul air yang dapat mempertahankan kelarutan.
5. Garam organik-anorganik. Interaksi antara ion organik dan garam ion anorganik terbukti menimbulkan masalah inkompatibilitas yang signifikan hingga menimbulkan kematian. Contohnya adalah presipitasi dari seftriakson dan kalsium.

Permasalahan terbesar dari pengelolaan obat kombinasi dan pencegahan inkompatibilitas adalah keterbatasan studi atau data. Apoteker dapat berperan mengidentifikasi dan membuat database

obat-obat yang berpotensi inkompatibilitas berdasarkan sifat fisikokimiawi. Dalam praktik, identifikasi potensi risiko inkompatibilitas dapat dilakukan dengan melihat nama garam (dicirikan dengan tiga huruf akhiran atau suffix dari bentuk garam). Misalnya obat dengan nama akhiran **-at** dan **-id** menunjukkan kation asam (misalnya, morfin **sulfat**, **fentanil sitrat**, pada ondansetron **hidrochlorid**) akan inkompatibel dengan obat berakhiran **-ium** dan **-ium -at** (di mana **-ate** menunjukkan ester) untuk anion basa (misalnya, **natrium** heparin, methyprednisolone **natrium succinat**). Sufiks tiga huruf dari nama ion *nondrug* dalam garam obat organik memungkinkan identifikasi yang cepat dan akurat dari kation dan anion obat organik pada setidaknya 95% kasus. Kemungkinan kesalahan identitas rendah karena sangat sedikit obat dengan amonium kuaterner **-ium** dan **-at**.

Dampak dari inkompatibilitas dapat berupa teknis, farmasetis, dan klinis/sistemis. Secara **teknis**, inkompatibilitas dapat memicu terjadinya oklusi atau penyumbatan pada selang infus. Ketika selang infus tersumbat, maka selang infus perlu diganti dengan yang baru, akibatnya dapat memberikan risiko pada peningkatan beban kerja perawat, kebutuhan bahan medis habis pakai (BMHP) dan juga biaya. Inkompatibilitas juga mungkin menyebabkan pengurangan massa dan laju aliran, bahkan ketika presipitasi tidak ditemukan. Dampak **farmasetis** meliputi presipitasi obat yang menyebabkan peradangan lokal di tempat penyuntikan atau trombosis kateter. Trombosis pada kateter dapat menyebabkan pengukuran tekanan darah yang tidak akurat. Trombosis kateter dapat memicu plebitis dan infeksi, serta

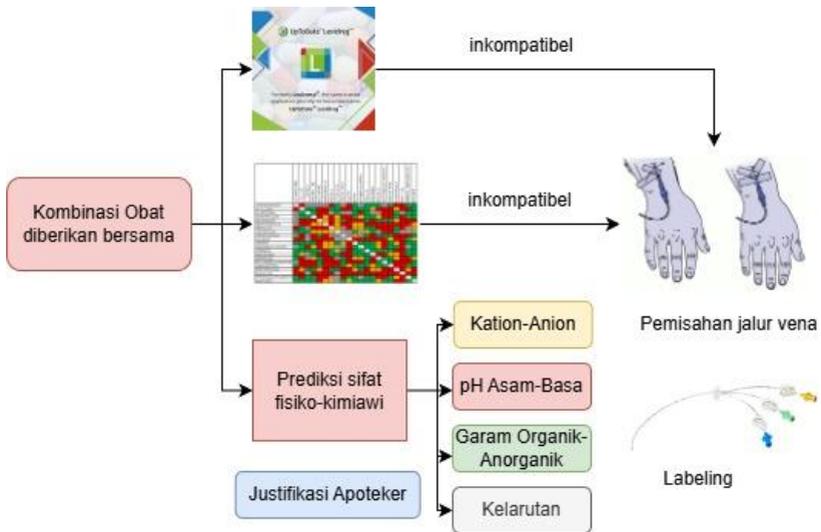
kerusakan struktur vaskular lokal dan bahkan iskemia distal. Selain itu, adanya sumbatan selang maupun trombosis menyebabkan pasien harus mengalami suntikan berulang; dan merasakan kesakitan lebih sering. Dampak **klinis/sistemik** berupa degradasi, yang umum terjadi pada inkompatibilitas kimiawi. Inkompatibilitas kimia sebagian besar tidak terlihat dan ireversibel. Degradasi obat biasanya menyebabkan konsentrasi yang lebih rendah, sehingga efek obat juga berkurang. Degradasi dapat memicu intoksikasi atau inaktivasi obat. Intoksikasi atau inaktivasi ditunjukkan dengan degradasi produk dan penurunan konsentrasi lebih dari 10%. Reaksi degradasi dapat menyebabkan perubahan efek obat. Degradasi maupun presipitasi dapat meningkatkan komplikasi, morbiditas dan lama rawat. Presipitasi dapat mengalir ke pembuluh darah kapiler dan mengganggu mikrosirkulasi dengan memicu pembentukan emboli, trombus; atau granuloma yang menyumbat di pembuluh darah kecil atau kapiler. Sumbatan ini biasanya terjadi di pembuluh kapiler dari organ-organ seperti liver, pankreas, limpa, atau alveolus (Benlabel et al., 2019). Reaksi yang timbul akibat sumbatan tromboemboli di kapile ini dapat berupa iskemik, infark atau nekrosis. Dampak yang muncul bisa berupa kegagalan organ atau kegagalan napas (*Acute respiratory distress syndrome*) yang berakhir dengan kematian (Langille, 2013).

Pada anak-anak, dampak negatif dari inkompatibilitas bisa lebih parah, karena obat-obatan seringkali diberikan dengan konsentrasi yang berbeda sehingga risiko sulit diprediksi. Pada pasien neonatus umumnya membutuhkan konsentrasi tinggi karena ada pembatasan volume cairan. Kecepatan infus lebih

lambat sehingga memperpanjang "waktu kontak" obat-obat. Diameter pembuluh darah anak-anak lebih kecil sehingga risiko terjadinya penyumbatan vena lebih besar. Kateter infus pada anak-anak berdiameter lebih kecil, sehingga risiko penyumbatan kateter lebih besar. Jumlah akses vena pada anak-anak lebih sedikit, sehingga obat perlu diberikan secara bersamaan. Selain itu, hilangnya akses IV harus dihindari. Karena perkembangan organ anak-anak belum sempurna, risiko inkompatibilitas akan lebih besar; proporsi volume air lebih besar, protein lebih rendah, dan ekskresi lebih cepat, sehingga kadar obat relatif lebih mudah toksik. Inkompatibilitas kimiawi yang menurunkan kadar akan semakin memberikan dampak lebih besar pada pasien anak-anak. Presipitasi atau mikropartikel, juga dapat menurunkan laju filtrasi glomerulus (GFR) pada pasien anak. Pembuluh darah kapiler anak-anak memiliki tingkat kepadatan yang lebih rendah dan jumlah alveoli yang lebih sedikit. Sehingga risiko presipitat lebih serius. Hal ini menyimpulkan bahwa pada anak-anak, karena diameter kateter dan kapiler yang lebih kecil, sulitnya akses vena, pembatasan volume cairan, dan, perbedaan profil farmakokinetik dapat memicu terjadinya risiko klinis yang lebih besar pada anak-anak.

Mengingat dampak yang mematikan, maka apoteker seharusnya terlibat dalam upaya pencegahan dan pengatasan inkompatibilitas. Sebagaimana Gambar 11, peran apoteker pertama kali adalah identifikasi inkompatibilitas; apakah kombinasi obat yang akan diberikan aman kompatibel atau tidak. Jika kompatibel, maka kombinasi obat diberikan secara bersamaan dalam satu wadah ataupun satu jalur infus. Apoteker dapat

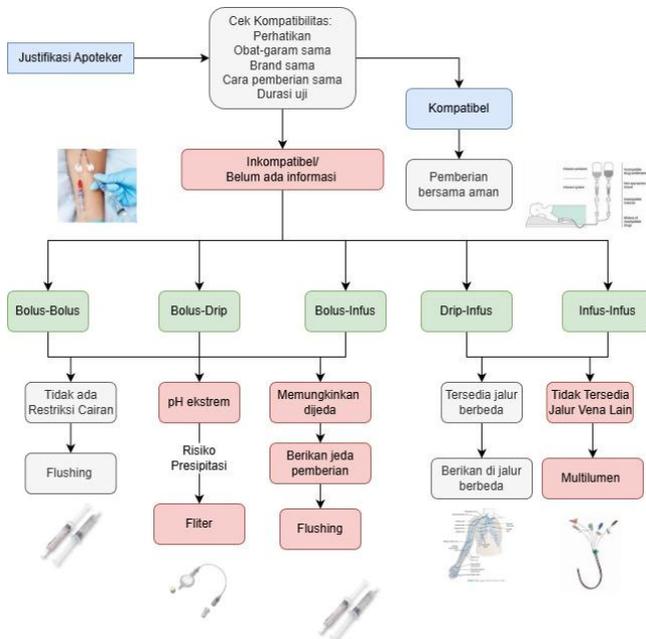
membuat sistem yang memudahkan perawat untuk mengidentifikasi obat-obat, misalnya dengan tabel kompatibilitas obat atau dengan labeling warna, atau kode pH dari obat (Kahmann et al., 2003; Porat et al., 2009). Pencegahan inkompatibilitas obat berbasis pH sudah pernah diimplementasikan dengan hasil yang sangat baik, meskipun ada ketidaktepatan prediksi presipitasi. Model ini paling mudah diimplementasikan, karena sederhana. Kita setidaknya cukup membagi jalur vena minimal menjadi 2 jalur yaitu jalur pH asam dan jalur pH basa. Labelisasi, tidak hanya pH terbukti menurunkan risiko kesalahan pemberian obat intravena di ICU (Nunes et al., 2024).



Gambar 11. Justifikasi Inkompatibilitas berdasarkan referensi atau prediksi

Namun jika kombinasi obat memiliki risiko inkompatibel, maka perlu dilihat dua pendekatan. Dua pendekatan utama yang dapat digunakan untuk mencegah inkompatibilitas; pertama, adalah mencegah obat-obatan yang tidak kompatibel bertemu satu sama lain dan pendekatan kedua adalah mengelola risiko inkompatibilitas dengan mengurangi presipitasi yang mungkin terjadi di jalur vena. Pendekatan pertama dapat dilakukan jika tersedia jalur vena alternatif; misalnya dengan mengelola pemberian obat intravena berbasis pH atau berbasis sifat garam obat (Hanifah et al., 2022; Hanifah, 2022).

Sementara itu, jika tidak ada jalur alternatif, maka pemberian kombinasi obat dalam satu jalur dapat diberikan dengan dijeda dan dilakukan pembilasan. Jika risiko presipitasi tetap terjadi, maka alternatif menggunakan filter bisa menjadi cara untuk mencegah masuknya presipitasi ke dalam pembuluh darah (Hanifah et al., 2022). Meskipun penggunaan filter masih menjadi pertentangan terkait biaya, namun filter terbukti mampu mencegah presipitasi masuk ke dalam pembuluh darah (Perez et al., 2018; Virlovet et al., 2020). Kedua pendekatan di atas tidak bisa lepas dari justifikasi apoteker terkait sifat obat, kondisi pasien, dan situasi pemberian obat di ICU (Franco Sereno dkk., 2018).



Gambar 12. Manajemen pencegahan inkompatibilitas intravena (Hanifah, 2017)

**Kontaminasi Partikel : bahaya yang sering tidak disadari
 Hadirin yang saya muliakan,**

Selain presipitasi yang muncul akibat inkompatibilitas obat, terapi parenteral juga berisiko terpapar partikel yang berasal dari berbagai sumber lain, misalnya serpihan ampul kaca saat pemecahan, material kemasan, fragmen plastik atau mikroplastik, serta partikel yang timbul akibat proses penyiapan obat yang tidak dilakukan secara aseptik. Partikel-partikel ini mungkin tidak selalu terlihat oleh mata, namun ketika masuk ke dalam pembuluh darah, dapat menimbulkan dampak yang tidak ringan, baik secara lokal maupun sistemik. Sejumlah bukti ilmiah menunjukkan

bahwa partikel asing di sirkulasi dapat memicu respons inflamasi, menyumbat pembuluh darah kecil atau kapiler, dan pada kondisi tertentu membentuk granuloma, terutama di paru-paru, sehingga memicu gagal napas akut.

Ilustrasinya begini:

Kalau kita minum air yang tercampur sedikit pasir halus, mungkin tidak ada dampak berarti, karena tubuh masih memiliki mekanisme untuk mengenali dan mengeluarkannya. Namun, jika “pasir halus” yang sama masuk langsung ke dalam pembuluh darah, ia tidak lagi menjadi gangguan ringan, karena partikel tersebut dapat terbawa aliran darah dan dapat terdistribusi di seluruh tubuh.

Karena itu pencegahan partikel harus dilakukan lewat:

- pemilihan material dan teknik yang mengurangi serpihan,
- penerapan prosedur aseptik yang ketat,
- penyiapan di ruang steril,
- dan pada kasus tertentu, penggunaan filter terbukti mampu menurunkan paparan partikulat.

Kajian Ilmiah

Pasien di unit perawatan intensif umumnya mendapatkan terapi parenteral berupa injeksi (Hanifah et al., 2018). USP telah menetapkan standar jumlah partikel yang masih diperkenankan pada sediaan intravena (kurang dari 6000 partikel ukuran <10 micrometer dan kurang 600 partikel ukuran ≥ 25 micrometer). Berdasarkan hasil studi pada campuran infus yang diberikan kepada pasien menunjukkan lebih dari 40% jumlah partikel visibel yang dipersyaratkan farmakope tidak bisa dicapai,

sementara kurang dari 10% carian infus masih di bawah batas minimal partikel subvisibel (Remane et al., 2025).

Kontaminasi partikel pada larutan infus tetap dapat terjadi meskipun protokol pemberian infus telah diterapkan secara ketat (Jack et al., 2010). Jumlah dan komposisi partikel tersebut bergantung pada kompleksitas campuran obat (admixture) dan teknik penyajian.

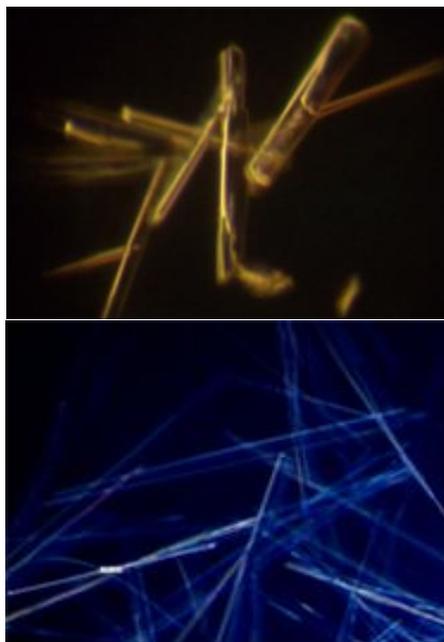
Risiko kontaminasi untuk pasien ICU dengan beberapa infus intravena tinggi (Doesseger, 2012). Pasien di unit perawatan intensif menerima setidaknya 5 L selama rawat inap. Sementara itu, obat intravena sangat berkaitan dengan sumber partikel yang tidak diinginkan. Hal ini mengakibatkan pasien perawatan kritis menerima lebih dari 1 juta partikel per hari atau bisa lebih, jika tidak dikendalikan (Jack et al., 2010). Kontaminasi ini berkaitan dengan pemberian obat yang berasal dari kontaminasi partikel dan kontaminasi mikroba, namun, kontaminasi mikroba lebih menjadi perhatian daripada kontaminasi partikel (Langille, 2013).

Kontaminasi partikel dapat berasal dari berbagai sumber, sebagaimana dinyatakan dalam USP dan pedoman terbaru, serta tinjauan komprehensif, sumber kontaminasi partikel berasal dari intrinsik maupun ekstrinsik. Kontaminasi intrinsik berasal dari bahan atau larutannya, proses produksi, dan juga kemasan. Partikel intrinsik juga dapat berasal dari agregat protein yang umum dalam produk antibodi monoklonal, presipitasi akibat inkompatibilitas, dan material yang tidak larut, atau faktor terkait proses manufaktur (logam) (Perez et al., 2016).

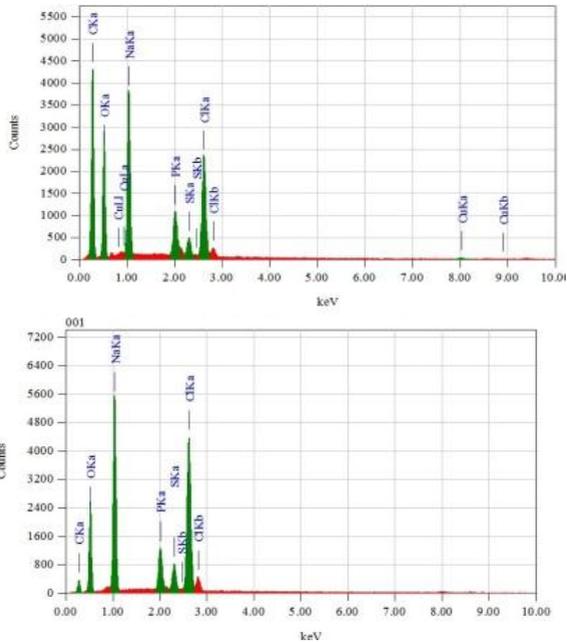
Partikel *ekstrinsik* berasal dari material asing, terutama di lingkungan selama persiapan dan pemberian seperti ruang, debu, dan *personel*. Salah satu sumbernya adalah lingkungan tempat produk obat diproduksi: misalnya, sistem pemanas, ventilasi, dan pendingin udara (HVAC); peralatan dan perkakas yang digunakan di fasilitas; dan orang-orang yang mendukung proses manufaktur. Kemungkinan lainnya adalah karena kontak antara kantong plastik karet dengan bedak dari sarung tangan yang menghasilkan partikel sulfur dan silikat selama pencampuran intravena. Bahkan, tisu pembersih yang mengandung serat atau fragmen krustasea juga bisa menyebabkan kontaminasi partikel. Kontaminasi plastik dari PVC dan epoksi, serta mikroplastik juga dilaporkan menyebabkan kontaminasi partikel pada cairan infus (Lithner et al., 2012) (Pal & Chakraborty, 2025). Kontaminasi partikel kaca sebagian besar ditemukan pada pemotongan ampul (Oie & Kamiya, 2005). Partikel kaca lebih berbahaya daripada wadah karet, plastik atau vial (Yorioka et al., 2009). Kaca mungkin merupakan material padat yang rapuh dan mudah terfragmentasi. Material yang transparan atau amber memiliki partikel yang lebih rendah daripada logam yang tergores, ampul 1 ml memiliki partikel yang lebih sedikit dibandingkan volume lain 2 ml, 5 ml, atau 10 ml.

Cara dan kecepatan pemberian juga memengaruhi jumlah total partikel. Semakin tinggi konsentrasi dan semakin lama kontak antar obat, risiko terbentuknya kontaminasi partikel semakin besar (Benlabeled et al., 2018). Penghentian beberapa waktu saat pemberian obat infus meningkatkan jumlah partikel karena memperlama waktu kontak obat (van den Berg et al., 2025). Hal

ini dikaitkan dengan inkompatibilitas obat yang memicu terbentuknya presipitasi obat dengan ukuran subvisibel dan visibel dan berpotensi memiliki dampak secara klinis (Perez et al., 2016). Secara *in vitro* gambaran partikel akibat inkompatibilitas obat dapat dilihat pada Gambar 10. Pada ketiadaan kontaminasi partikel ekstrinsik, presipitasi dari reaksi fisikokimia obat ini terbukti ada.



Gambar 13. Partikel Hasil *Inkompatibilitas Cairan Infus* dengan *Fenitoin* (kiri) dan *Asiklovir* (kanan)



Gambar 14. Elemen partikel dalam sampel *inkompatibilitas* yang mengindikasikan precipitasi berasal dari molekul obat organik (karbon [C], oksigen [O], natrium [Na], kalsium [Ca], kalium [K], dan klorida [Cl]) (Hanifah et al., 2025)

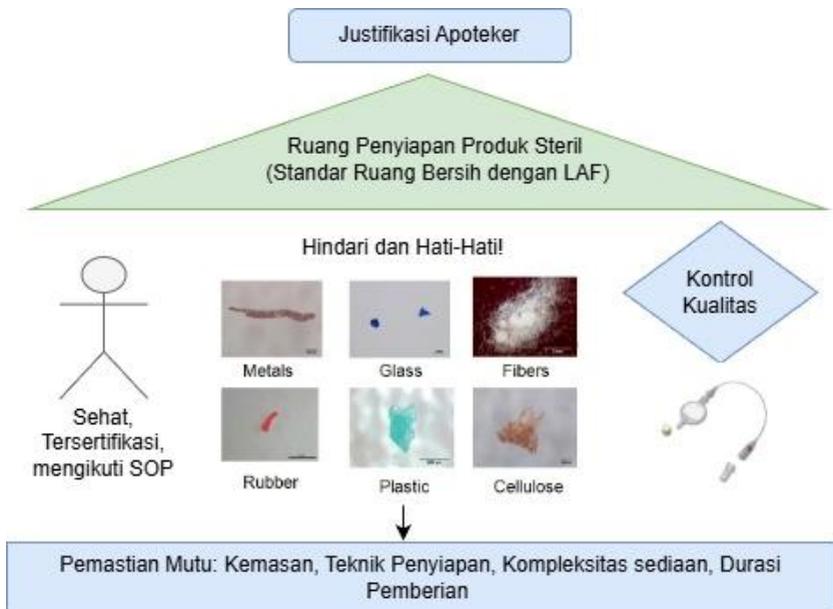
Dampak yang ditimbulkan dari partikel dapat bersifat lokal, sistemik, hingga kematian. Selain potensi efek fisik yang mungkin timbul, penekanan sekresi sitokin oleh makrofag dan sel endotel secara *in vitro* juga menunjukkan bahwa infus yang mengandung partikel mikro (*microparticle infusion*), yang secara *in vivo* dapat memiliki efek modulasi imun (Jack et al., 2010). Hasil pemeriksaan otopsi pada orang dewasa yang menderita sindrom gangguan pernapasan akut (ARDS) menunjukkan bahwa terapi infus dapat menyebabkan penyumbatan mekanik pembuluh

darah akibat partikel dan pembentukan granuloma dari benda asing paru. Partikel dapat merusak endotelium paru baik secara langsung maupun tidak melalui aktivasi komplemen, trombosit, dan/atau neutrofil, yang menyebabkan pembentukan mikrotrombus yang menyumbat.

Hasil pemeriksaan melalui **mikroskop elektron** pada permukaan berbagai jenis **filter** membuktikan adanya partikel berupa presipitat berukuran **sekitar 20-80 μm** , dengan **bentuk bersudut tajam** dan **penampakan kristalin** yang khas. Gambar 2 menunjukkan proses aseptik terjal dengan baik sehingga tidak ada spektra yang menunjukkan adanya kontaminasi oleh karet atau kaca yang biasanya diindikasikan dengan puncak silikon [Si], aluminium [Al], seng [Zn], atau besi [Fe].

Pencegahan kontaminasi partikel dapat dilakukan dengan beberapa pendekatan, di antaranya menghindari sumber kontaminasi partikel. Apoteker perlu memperhatikan partikel yang terbukti memberikan dampak kontaminasi partikel di antaranya ampul gelas, material polipropilen, material, silikon, serta penggunaan serabut tisu/kain (Perez et al., 2016). Upaya lainnya adalah menyiapkan obat di ruang steril terstandar. Pendekatan berikutnya adalah penggunaan filter. Meskipun sampai saat ini, masih ada kontradiksi terkait kemanfaatan filter karena terkait cost-effective, namun dampak penurunan terhadap risiko partikel sebenarnya nyata. Uji klinik yang dilakukan oleh Jack, dkk menunjukkan bahwa filter mampu meningkatkan keselamatan pasien di ICU dengan menurunkan angka kejadian SIRS (Sytemic Inflammatory Response Syndrom) durasi

perawatan dan durasi penggunaan ventilator (Jack et al., 2012) (Perez et al., 2018). Meskipun demikian, studi lainnya meragukan manfaat filter yang disematkan pada alat suntik dapat mengurangi jumlah partikel. Hemat penulis, kontaminasi partikel seharusnya bukan diatasi, namun dicegah dengan menghindari material yang menghasilkan partikel lebih banyak serta melakukan semua proses penyiapan obat steril sesuai dengan prosedur aseptis.



Gambar 15. Pencegahan Kontaminasi Partikel pada Penyiapan Obat Intravena

Pemastian Mutu: ruang steril dan standarisasi formula

Hadirin yang saya hormati,

Jika kita sepakat bahwa injeksi harus benar-benar steril dan aman, maka kita perlu mengajukan pertanyaan yang lebih mendasar: di mana sebenarnya injeksi tersebut disiapkan, dan bagaimana proses penyiapannya dilakukan. Pertanyaan ini penting, karena mutu dan keamanan obat injeksi tidak hanya ditentukan oleh apa yang tertulis pada etiket atau resep, tetapi sangat bergantung pada lingkungan, prosedur, dan kedisiplinan manusia yang menyiapkannya sebelum obat itu akhirnya masuk ke dalam tubuh pasien

Fasilitas penyiapan sediaan steril: ‘dapur yang menentukan kualitas hidangan’

Saya sering menyebut ruang penyiapan steril sebagai “**dapur**” **terapi parenteral**, karena di sanalah mutu dan keamanan obat injeksi sesungguhnya ditentukan sebelum mencapai pasien. Seperti halnya dapur dalam kehidupan sehari-hari, jika ruang ini steril, lingkungan terstandar, peralatannya tepat, dan dioperasikan oleh tenaga yang terlatih serta disiplin, maka “hidangan” yang dihasilkan akan aman untuk diberikan ke pasien.

Karena itu, pedoman internasional seperti **USP <797>** secara tegas menempatkan penyiapan obat injeksi sebagai proses yang tidak boleh diperlakukan secara biasa-biasa saja, melainkan harus dilakukan di ruang steril yang terstandar dan terkontrol. Penekanan ini bukan semata untuk sediaan yang secara umum telah diakui berisiko tinggi, seperti sitostatika atau nutrisi

parenteral, tetapi juga untuk berbagai pencampuran obat injeksi rutin yang setiap hari diberikan kepada pasien kritis.

Agar prinsip dan standar tersebut tidak berhenti sebagai dokumen normatif semata, melainkan benar-benar terwujud dalam praktik sehari-hari, maka di sinilah peran apoteker menjadi sangat strategis. Peran apoteker mencakup

- advokasi sistem dengan mendorong tersedianya fasilitas dan standar ruang steril yang memadai;
- menyusun dan menegakkan SOP aseptik yang aplikatif;
- melakukan pelatihan serta evaluasi kompetensi tenaga yang terlibat dalam penyiapan obat;
- melaksanakan audit mutu secara berkala;

serta memastikan bahwa seluruh proses dispensing steril tidak dipahami sebagai pekerjaan teknis semata, tetapi tumbuh menjadi bagian dari budaya keselamatan pasien di rumah sakit.

Kajian Teoritis

Pasien di ICU umumnya membutuhkan obat intravena dalam jumlah banyak yang memerlukan modifikasi dalam penyiapan obat. Oleh karena itu, diperlukan pelayanan dispensing steril, misalnya untuk pengenceran dan pencampuran obat, nutrisi parenteral, dan penyiapan sitostatika. Kebutuhan “steril” yang dimaknai sebagai bebas kontaminasi biologi, kimiawi dan partikel mengharuskan proses dispensing obat-obat parenteral dalam hal ini injeksi seharusnya dilakukan secara aseptis atau bebas kontaminan.

Hasil penelitian kami selama tahun 2023-2024, apoteker dan perawat di Indonesia dan Libya memiliki persepsi yang baik terkait pentingnya penyiapan obat steril (Albusht, 2024; Aulia, 2025). Meskipun demikian, sebagian besar masih melakukan praktik penyiapan obat injeksi di ruang perawatan. Penyiapan obat di ruang steril masih terbatas pada pencampuran sitostatik dan nutrisi parenteral (Aulia, 2025). Penyiapan obat yang tidak dilakukan di ruang steril bisa berdampak pada kontaminasi baik partikel, kimiawi, maupun infeksi. Selain itu, stabilitas obat juga lebih pendek. Studi multicenter di 33 rumah sakit menunjukkan dampak kematian pada 15% pasien yang mengalami infeksi akibat pemberian obat di ruang perawatan (Futamura et al., 2024).

Pedoman *Farmakope* Amerika (USP) 797 telah menekankan kondisi penyiapan obat injeksi baik pengenceran maupun pencampuran seharusnya berada di ruang steril. Ruang steril memastikan formula obat yang diberikan kepada pasien bebas kontaminan, karena jumlah partikel diminimalkan, kelembaban dan suhu udara dikendalikan, serta prosedurnya diatur. Selain itu, manusia yang terlibat dalam proses penyiapan seharusnya sehat dan terlatih, serta dievaluasi secara periodik. Prosedur aseptis harus ditegakkan dengan prinsip meminimalkan kontaminasi dan kontaminasi silang, sehingga risiko infeksi, kontaminasi partikel, maupun kimiawi dapat diminimalkan (Gambar 17).



Gambar 16. Standar USP 797 untuk penyiapan sediaan steril

Standarisasi Formula Infus dan Nutrisi Parenteral: mengurangi variasi, mengurangi risiko

Hadirin sekalian,

Di ICU, variasi konsentrasi obat dan cara penyiapan infus yang terlalu beragam kerap menjadi sumber kesalahan yang tidak disadari, baik pada tahap penyiapan maupun pemberian, sehingga meningkatkan kompleksitas kerja dan risiko keselamatan pasien. Oleh karena itu, standarisasi konsentrasi infus merupakan strategi penting untuk menyederhanakan praktik klinis, meminimalkan variasi yang tidak perlu, dan menurunkan peluang terjadinya kesalahan.

Tantangan ini menjadi jauh lebih kompleks pada nutrisi parenteral, karena sediaan ini bukan terdiri dari satu zat tunggal, melainkan campuran berbagai komponen glukosa, asam amino, lemak, elektrolit, vitamin, dan trace element yang stabilitasnya

sangat dipengaruhi oleh pH akhir, urutan pencampuran, konsentrasi masing-masing komponen, serta interaksi antar ion.

Untuk memahaminya secara sederhana, nutrisi parenteral dapat diibaratkan seperti membuat “minuman berlapis”: jika urutan bahan dan takarannya tepat, campuran akan stabil dan aman, tetapi jika urutannya keliru atau konsentrasinya tidak sesuai, larutan dapat pecah, atau menjadi tidak stabil. Dalam kondisi tertentu, presipitasi misalnya ketika kalsium bertemu fosfat bukan sekadar persoalan teknis, melainkan risiko klinis yang berpotensi fatal bagi pasien kritis sebagaimana pernah dilaporkan oleh FDA pada tahun 2009.

FDA safety alert: hazards of precipitation associated with parenteral nutrition

B T McKinnon ¹

Affiliations + expand

PMID: 8788339 DOI: [10.1177/011542659601100259](https://doi.org/10.1177/011542659601100259)

Erratum in

Nutr Clin Pract 1996 Jun;11(3):120

Abstract

In April 1994, the Food and Drug Administration issued a Safety Alert regarding the hazards of precipitation associated with parenteral nutrition in response to reports of two deaths and at least two cases of respiratory distress in patients receiving three-in-one admixtures. The admixtures were thought to contain a precipitate of calcium phosphate, and patient autopsies revealed diffuse microvascular pulmonary emboli. The American Society for Parenteral and Enteral Nutrition took an active role in informing its members of the alert and responding to their concerns. Release of the alert has caused nutrition practitioners to reevaluate their compounding practices, use of filters, prescribing practices for calcium and phosphate in parenteral nutrition solutions, and use of three-in-one admixtures.

Gambar 17. Laporan kematian dan gagal napas akibat presipitasi yang terjadi pada pemberian nutrisi parenteral

Karena itu, peran apoteker dalam konteks ini menjadi sangat krusial dan tidak tergantikan, yakni;

- memastikan bahwa setiap formula nutrisi parenteral disusun berdasarkan prinsip stabilitas dan kompatibilitas yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah;
- memastikan urutan pencampuran dilakukan dengan benar agar tidak memicu reaksi fisikokimia yang merugikan;
- memastikan osmolaritas larutan diperhitungkan secara cermat untuk menentukan apakah nutrisi diberikan melalui jalur perifer atau sentral;
- serta memastikan seluruh proses penyiapan berlangsung secara aseptik, terukur, dan terdokumentasi dengan baik.

Dengan pendekatan tersebut, tujuan pelayanan tidak berhenti pada sekadar memastikan “nutrisi masuk” ke dalam tubuh pasien, melainkan memastikan bahwa nutrisi tersebut masuk **dengan cara yang aman, stabil, dan tidak menimbulkan risiko tambahan bagi pasien kritis.**

Kajian Ilmiah

Praktik pemberian infus di unit perawatan intensif sangat bervariasi dari sisi macam obat, kombinasi, konsentrasi, dan dosis yang dibutuhkan, sehingga memicu kesalahan pengobatan baik pada tahap penyiapan maupun pemberian obat. Sebuah studi menemukan beberapa jenis kesalahan preparasi yang berkaitan dengan pencampuran intravena, termasuk pelarut atau pengencer yang salah, volume pelarut atau pengencer yang salah, dan laju infus yang salah (Jessurun dkk., 2022). Variabilitas konsentrasi obat intravena merupakan salah satu faktor penyebab kesalahan pengobatan yang mendorong kompleksitas preparasi obat (Kane-

Gill dkk., 2017). Untuk mencegah bahaya dan kematian pasien akibat kesalahan intravena, konsentrasi standar untuk obat IV pertama kali dibahas pada “IV Safety Summit” 2008 oleh *American Society of Health-System Pharmacists (ASHP)*. Forum ini merekomendasikan penerapan konsentrasi standar untuk pengenceran obat IV mulai tahun 2015 untuk mencegah kesalahan pengobatan. Standarisasi konsentrasi infus dapat meningkatkan efisiensi melalui pengurangan beban teknis di bangsal ICU, pengurangan volume total infus yang diterima pasien, serta mengurangi kejadian inkompatibilitas (Hanifah dkk., 2022). Obat-obatan yang direkomendasikan untuk menggunakan konsentrasi standar di ICU meliputi obat intravena terutama untuk anak-anak, analgesia, dan nutrisi parenteral (American Society of Health-System Pharmacists, 2020).

Nutrisi parenteral banyak diberikan dalam bentuk standarisasi infus. Meskipun secara klinis nutrisi parenteral tidak selalu memberikan perbaikan signifikan pada pasien ICU, namun secara teknis nutrisi parenteral sangat dibutuhkan untuk pasien dengan permasalahan di saluran cerna misalnya akibat peradangan kronis, pembedahan, dan tumor (Compher et al., 2022). Pada pasien dengan kegagalan fungsi pencernaan, nutrisi hanya bisa diperoleh secara parenteral.

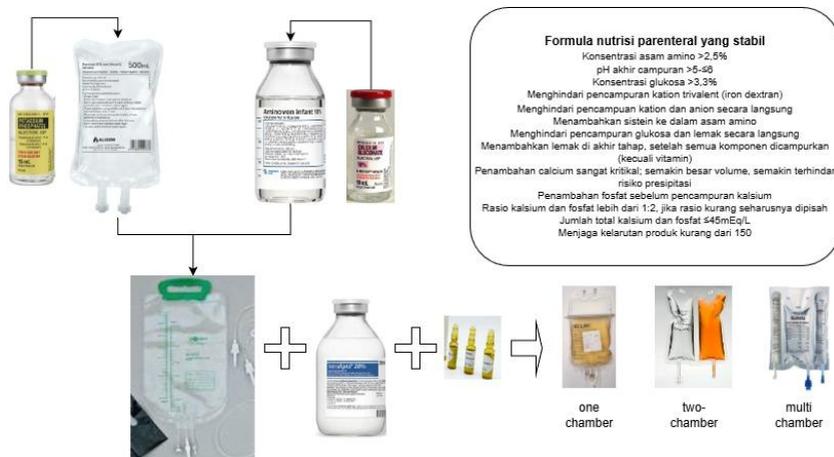
Hal ini menyebabkan nutrisi yang harus diberikan secara parenteral sangat bervariasi, meliputi glukosa, asam amino, lemak, mineral, vitamin dengan variasi mineral dan vitamin bisa lebih dari dua macam. Pemberian nutrisi parenteral dapat diberikan dalam beberapa chamber atau dalam satu chamber

tergantung ketersediaan jalur infus. Oleh karena itu, apoteker perlu menyiapkan satu formula nutrisi parenteral yang stabil dan aman.

Formula nutrisi parenteral yang dicampur dalam satu wadah umumnya memiliki stabilitas yang terbatas kurang dari 7 hari (Hanifah et al., 2019) (Hanifah et al., 2021). Stabilitas nutrisi parenteral dipengaruhi oleh reaksi antar makronutrient atau mikronutrient. Reaksi antar makronutrient umumnya berakibat pada ketidakstabilan kimia sehingga terjadi perubahan kadar atau pembentukan produk degradasi. Reaksi antara protein dan glukosa sering disebut sebagai reaksi maillard yang menyebabkan pembentukan gugus glikosilamin dan produk degradasi. (Unger & Holzgrabe, 2018). Sementara itu, reaksi protein dengan lipid dapat menyebabkan oksidasi yang menghasilkan radikal bebas dan memicu terbentuknya lipid peroksidase dan menyebabkan fragmentasi struktur protein, agregasi, dan perubahan konformasi struktur protein (Emery, 2018).

Meskipun reaksi antara makronutrien asam amino glukosa maupun lemak bisa terjadi, namun reaksi yang sering berbahaya justru reaksi antar mikronutrien. Presipitasi akibat interaksi mikronutrien dalam hal ini elektrolit berbanding lurus dengan jumlah kation dan peningkatan kadarnya. Oleh karena itu, pemberian kation divalen atau lebih dalam konsentrasi tinggi seringkali dihindari. Dampak kematian pernah dilaporkan akibat presipitasi yang terjadi pada pemberian nutrisi *parenteral* (Mckinnon, 1996).

Kekhawatiran terhadap masalah stabilitas formula seperti nutrisi parenteral sebenarnya dapat dicegah; bukan dengan mengurangi jumlah pemberian, melainkan dengan strategi pencampuran. Sifat fisiko kimia obat, pH formula, konsentrasi, dan urutan pencampuran perlu menjadi perhatian. Senyawa kation dan anion sebisa mungkin tidak bertemu dalam konsentrasi tinggi. Oleh karena itu, kalsium dapat dicampur terlebih dahulu dalam larutan asam amino, sementara fosfat ditambahkan ke dalam larutan dekstrosa hipertonik (Zenoni & Loiacono, 2018). Konsentrasi dekstrosa dan asam amino yang lebih tinggi serta konsentrasi emulsi lemak yang lebih rendah dapat menyebabkan pH yang lebih rendah dan meningkatkan kelarutan garam kalsium dihidrogen fosfat. Stabilitas elektrolit paling optimal dalam larutan pH akhir campuran sekitar $5 \leq 6$. Meningkatkan konsentrasi asam amino $\geq 4\%$, dekstrosa monohidrat $\geq 10\%$, dan emulsi lipid injeksi $\geq 2\%$, serta meminimalkan konsentrasi dikation seperti kalsium dan magnesium juga dapat meningkatkan stabilitas nutrisi parenteral (De Cloet et al., 2018). Tenaga kesehatan profesional yang terlatih dan ahli dalam meresepkan, menyiapkan, memberikan, dan memantau PN idealnya diorganisasikan dalam tim interdisipliner yang terdiri dari dokter, perawat, ahli gizi, penyedia layanan kesehatan tingkat lanjut (misalnya praktisi perawat, asisten dokter), dan apoteker untuk merawat pasien yang membutuhkan PN.



Gambar 18. Teknik pencampuran nutrisi parenteral untuk mendapatkan formula yang lebih stabil

Persoalan lain terkait nutrisi parenteral total adalah osmolaritas yang tinggi sehingga berisiko menimbulkan komplikasi flebitis jika diberikan melalui jalur perifer. Sediaan dengan osmolaritas >900 mOSm seharusnya diberikan melalui jalur sentral, sementara <900mOsm masih cukup aman diberikan secara perifer (Robinson et al., 2023). Berdasarkan hasil pengukuran osmolaritas nutrisi parenteral di salah satu rumah sakit di Indonesia memiliki osmolaritas 600-1000mOsm. Oleh karena itu, pengukuran osmolaritas sangat penting untuk menetapkan jalur atau jenis kateter yang akan digunakan. Namun demikian, alat osmometer umumnya tidak tersedia di rumah sakit. Hal ini mengingatkan pentingnya prediksi perhitungan osmolaritas berdasarkan rumus, sebagai justifikasi dalam penetapan pemilihan jalur perier atau sentral. Hasil uji perbandingan yang

kami lakukan di laboratorium, menunjukkan komposisi nutrisi parenteral memengaruhi pilihan rumus yang tepat untuk menghitung prediksi osmolaritas. Rumus sebagaimana Tabel 1 memberikan hasil yang setara dengan hasil pengukuran osmometer dan refraktometer pada nutrisi parenteral .

Tabel 1. Rekomendasi rumus prediksi osmolaritas untuk nutrisi parenteral.

Komposisi Nutrisi Parenteral	Rumus Prediksi Osmolaritas
Nutrisi parenteral pada bayi prematur dengan komposisi glukosa, protein, lemak, natrium, kalium, kalsium, dan magnesium.	$(Amino\ acids\ (\%) \times 100) + (Glucose\ (\%) \times 50) + (Calcium\ (mEq/L) \times 1.4) + (Magnesium\ (mEq/L) \times 1) + (Potassium\ (mEq/L) \times 2) + (Sodium\ (mEq/L) \times 2)$
Formula nutrisi parenteral dengan komposisi elektrolit, vitamin dan trace element yang tinggi	$(Dextrose\ (g/L) \times 5) + (amino\ acids\ (g/L) \times 10) + (fat\ (g/L) \times 0.71) + (electrolytes\ (mEq/L) \times 1)$

Penutup: Apoteker ICU sebagai garda keselamatan pasien

Hadirin yang saya muliakan,

Dari seluruh paparan yang telah saya sampaikan, izinkan saya menarik satu kesimpulan yang sesungguhnya sederhana namun memiliki implikasi yang sangat besar, yaitu bahwa pasien di ICU menghadapi dua kompleksitas sekaligus: kondisi klinis dan terapi parenteral.

Karena kondisi kompleksitas pasien dan obat inilah keselamatan pasien sering kali tidak lagi ditentukan oleh keputusan besar yang

spektakuler, melainkan oleh hal-hal yang tampak kecil dan teknis, tetapi sesungguhnya sangat menentukan. Misalnya ketepatan dosis analgesik, ketepatan dan kesinambungan monitoring sedasi, kecepatan dan metode pemberian antibiotik, ketepatan de-eskalasi berdasarkan data klinis, kompatibilitas obat dalam satu jalur infus, pencegahan flebitis dan partikel, serta mutu penyiapan sediaan steril yang menjadi fondasi seluruh proses terapi parenteral.

Berangkat dari kesimpulan tersebut, maka rekomendasi yang ingin saya sampaikan dan saya harapkan dapat menjadi gerak bersama lintas profesi dan institusi adalah sebagai berikut:

Pertama, rumah sakit perlu secara sungguh-sungguh menguatkan integrasi apoteker klinis di ICU. Apoteker tidak boleh dipandang sebagai pelengkap administratif, melainkan sebagai bagian inti dari tim keselamatan pasien yang terlibat sejak perencanaan hingga evaluasi terapi.

Kedua, perlu dibangun sistem yang secara nyata memudahkan praktik yang aman di lapangan, melalui penyusunan dan penerapan protokol analgesia sedasi, program antimicrobial stewardship, tabel kompatibilitas obat yang mudah diakses, standar pelabelan jalur infus, serta standarisasi konsentrasi obat untuk mengurangi variasi dan kompleksitas yang tidak perlu.

Ketiga, penguatan fasilitas dan sekaligus budaya penyiapan sediaan steril menjadi keniscayaan, karena keamanan terapi parenteral sesungguhnya ditentukan sejak proses paling awal

sejak “dapur”-nya bukan hanya saat obat diberikan kepada pasien.

Dan keempat, diperlukan riset yang benar-benar berakar pada kebutuhan praktik klinis, sehingga luaran riset tidak berhenti sebagai publikasi ilmiah semata, melainkan terwujud dalam bentuk protokol, panduan, dan rekomendasi yang sederhana, aplikatif, dan mudah diikuti oleh seluruh tenaga kesehatan di unit perawatan intensif.

Hadirin yang saya hormati,

Jika dokter kerap diposisikan sebagai pengambil keputusan klinis dan perawat sebagai ujung tombak pelaksanaan di sisi pasien, maka apoteker ICU saya ibaratkan sebagai **penjaga konsistensi dan keamanan sistem obat yang bekerja di sepanjang alur pelayanan**. Perannya adalah memastikan bahwa setiap keputusan terapi dapat diterjemahkan secara **tepat** ke dalam bentuk sediaan obat, dosis, cara pemberian, dan kombinasi yang aman, sehingga “setiap tetes” terapi parenteral yang masuk ke tubuh pasien tidak hanya benar secara indikasi, tetapi juga aman secara farmasetis, konsisten secara sistemik, dan selaras dengan tujuan keselamatan pasien secara keseluruhan.

Pada akhirnya, saya menyadari bahwa kontribusi dalam pelayanan kesehatan tidak selalu hadir dalam bentuk tindakan besar yang spektakuler. Justru, kontribusi itu sering terwujud dalam upaya-upaya kecil yang dilakukan dengan konsisten dan penuh tanggung jawab. Dari langkah-langkah yang tampak sederhana inilah lahir dampak yang paling bermakna—satu

pasien dapat pulang dengan selamat, dan satu keluarga dapat kembali utuh dengan harapan.

Semoga Allah *Ta'ala* menganugerahkan kepada kita kekuatan dan keikhlasan untuk menjadikan ilmu bukan sekadar sesuatu yang kita kuasai, tetapi jalan pengabdian yang nyata bagi kehidupan. Sebab, sebagaimana diingatkan Imam al-Syāfi'ī, "*al 'ilmu maa nafi'a, laisa maa hufidzo*" ilmu bukanlah apa yang sekadar dihafal, melainkan apa yang benar-benar memberi manfaat. Maka semoga profesi yang kita emban kita jalani sebagai amanah, di mana setiap pengetahuan yang kita miliki menjelma menjadi ikhtiar untuk mencegah mudarat, menjaga keselamatan, dan menghadirkan maslahat. Semoga dari ikhtiar kecil ini, Allah menurunkan keberkahan, menjaga kehidupan, serta memberikan keridoan.

Ucapan Terima Kasih,

Sebelum saya tutup, izinkan saya untuk menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada;

1. Rektor Universitas Islam Indonesia yang sudah memberikan tauladan baik, sebagai guru besar yang *tawadlu'*
2. Dekan beserta seluruh pendiri dan senior di FMIPA yang sudah membawa FMIPA UII maju dan berkembang hingga saat ini.
3. Ketua Jurusan dan para senior Farmasi UII; Bu Parmi, Prof Yandi, Bu Yeti, Pak Sae, dan Pak Pinus. Senior-senior yang berintegritas namun tetap rendah hati.

4. Guru-guru di SD Babarsari (1986-1992), SMP 5 Yogyakarta (1992-1995), SMA 1 Yogyakarta (1995-1998). Dari beliau-beliau saya bisa membaca, menulis, dan belajar mandiri.
5. Dosen-dosen saya di Magister Farmasi Klinis UGM, khususnya promotor tesis saya, Prof apt. Mustofa, Ph.D dan dr Rukmono Siswihanto, SpOG (K), serta Ketua Prodi MFK, Prof apt. Zullies Ikawati, Ph.D.
6. Serta, promotor saya di Charles Sturt University, Professor Patrick A Ball dan Dr Ross A Kennedy.
7. Teman-teman SMA 1 Yogyakarta dan Farmasi UGM Angkatan 1998. Banyak teladan baik dan kebahagiaan yang saya dapatkan dari kalian.
8. Dosen-dosen saya di Farmasi UGM (1998-2003), terkhusus mendiang Dr Imono Argo Donatus yang mengenalkan riset farmasi klinis pertama kali dan Prof Ika Pupitasari akademisi-praktisi farmasi klinis yang selalu memberi teladan berbuat sebaik-baiknya untuk pasien, serta Prof Tri Murti dan Bu Fita Rahmawati yang mengenalkan farmasi rumah sakit pertama kali.
9. Seluruh kolega dosen Farmasi, dosen Kelompok Keilmuan Klinis; Pak Sae, bu Vita dan junior-junior yang selalu semangat; CPS, Yosi, Mutiara, Lily, dan Salma. Kedua sahabat seangkatan sejak kuliah sarjana, Asih dan Zahliya, serta teman-teman diskusi penting yang banyak bisa menyelesaikan masalah struktural secara kultural.
10. Seluruh Tenaga Kependidikan dan Laboran Farmasi, mbak Aisy, mba Putri, mba Latifah yang paling sering saya repoti.

11. Tak lupa, dokter, perawat, dan apoteker yang sering saya repoti selama saya penelitian. Dokter Naning, dr Tunjung, dr Desi, dr Alifah, dr Novi Zain. Apoteker Retno Murwati, apt. Ninisita Sri Hadi, apt Sugeng Ruspandi, apt Atik Nuryah, apt. Zulfa Wahyundari, apt. Shofia Wijayanti, apt Taufiqurrahman. Perawat RS Sardjito; Bu Lubnah, Mbak Zuli, Mba Ira, dan semua teman-teman perawat PICU Sardjito. Saya jadi saksi kesungguhan Bapak/Ibu dalam mengabdikan untuk pasien.
12. Mahasiswa tim penelitian saya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, total 42 mahasiswa, dari tahun 2013 hingga 2025 ini.
13. Terkhusus, kolega saya yang mereviu naskah pidato ini, apt. Rudi Safarudin, S.Si, M.Farm, M.Epid, Ph.D, dr Yusuf Hisam, Sp.An, dan apt. Sugeng Ruspandi. Terima kasih sudah membaca dan memberikan banyak masukan untuk tulisan ini.
14. Selain itu, tak lupa ucapan terima kasih saya *haturkan* kepada semua guru ngaji saya di TPA Baitul Amin dan Ponpes Wahid Hasyim, serta guru-guru ngaji yang sempat saya singgahi sebentar di ponpes Pandanaran, Mlangi, dan Payaman. Dari beliau saya belajar memungut hikmah dari setiap perjalanan hidup.
15. Teman-teman perjuangan PhD di pengajian Khataman Canberra, Australia. Bunda dan Om Najib, Mommy dan Om Falik, Mba Emma-Pakde Nunung, Om Hajir-Tante Fina, Mba Fitri-Mas Lutfi.

16. Keluarga besar Afkaaruna; guru, staf, dan semua santri. Dari kalian, saya belajar komitmen dan keikhlasan.
17. Trah Mbah Danuri dan Mbah Chairudin yang selalu membuatku merasa kaya akan saudara.
18. Almarhum mertua saya, Bapak Abdul Djalil dan Ibu Machmudah. Saya yakin doa Bapak/Ibu masih terus mengalir.
19. Keluarga besar Blitar: Bude Tik-Pakde Tofik, Pakde Munir-Mba Latif, Pakde Topah-Mba Ima, Pakde Kholis-Mbak Bintis, dan Bulik Cicim-Pak Ahsan serta keluarga Mbak Ika-Mas Riyanto, mbak Kiya dan Nabih yang senantiasa membawa keceriaan.
20. Terakhir, kedua orang tua saya, teruntuk Bapak Sudiman dan Ibu Zubaedah. Ridho Bapak-Ibu ingkang kulo suwun. Nyuwun ngapunten belum bisa menjadi anak yang berbakti.
21. Yang terkhusus, Suami saya, Samsul Maarif M, 19 tahun bersama, tidak hanya jadi teman diskusi tapi juga kritikus tulisan yang sangat detil. Terima kasih semuanya.
22. Terakhir kedua anak saya, Tsurayya Nurul Maarif dan Armidha Nurizza Maarif. Saya yakin perjuangan ibu untuk sampai disini belum ada apa-apanya dibandingkan dengan perjuangan kalian menjadi santri.

Terima kasih semuanya.

Wallahul Muwaffiq ilaa Aqwami ath-Thariiq

Wassalāmu ‘alaikum warahmatullāhi wabarakātuh.

Daftar Pustaka

- Ahsan, A., Khan, A., Farooq, M. A., Naveed, M., Baig, M. M. F. A., & Tian, W.-x. (2020). Physiology of endocrine system and related metabolic disorders. In *Endocrine Disrupting Chemicals-induced Metabolic Disorders and Treatment Strategies* (pp. 3-41). Springer.
- Alblowi, F., Alaidi, H., Dakhilallah, H., & Alamrani, A. (2021). Nurses' perspectives on causes and barriers to reporting medication administration errors. *Health Science Journal*, 15(9), 1-7.
- Albusht, H. (2024). *Evaluation of Pharmacist and Nurses Practices On Intravenous Admixture Preparation in Libya* Yogyakarta
- Annisa, L., Hanifah, S., & Setiani, P. (2024). Correlation Between the Use of Vesicant Medications and The Incidence of Phlebitis in Pediatric Ward. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 16(Suppl 4), S4103-S4106. https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_1062_24
- Atey, T. M., Peterson, G. M., Salahudeen, M. S., Bereznicki, L. R., & Wimmer, B. C. (2023). Impact of pharmacist interventions provided in the emergency department on quality use of medicines: a systematic review and meta-analysis. *Emergency Medicine Journal*, 40(2), 120-127.
- Aulia, S. M. (2025). *Praktik Tenaga Kefarmasian dan Tenaga Keperawatan dalam Penyiapan Intravena di Rumah Sakit Jawa Barat Universitas Islam Indonesia*].
- Bassetti, M., Rello, J., Blasi, F., Goossens, H., Sotgiu, G., Tavoschi, L., Zasowski, E. J., Arber, M. R., McCool, R., & Patterson, J. V. (2020). Systematic review of the impact of appropriate versus inappropriate initial antibiotic therapy on outcomes of patients with severe bacterial infections. *International journal of antimicrobial agents*, 56(6), 106184.
- Benlabeled, M., Martin Mena, A., Gaudy, R., Perez, M., Genay, S., Hecq, J.-D., Odou, P., Lebuffe, G., & Décaudin, B. (2018). Analysis of particulate exposure during continuous drug infusion in critically ill adult patients: a preliminary proof-of-concept in vitro study. *Intensive Care Medicine Experimental*, 6(1), 38. <https://doi.org/10.1186/s40635-018-0205-2>

- Benlabeled, M., Perez, M., Gaudy, R., Genay, S., Lannoy, D., Barthelemy, C., Odou, P., Lebuffe, G., & Decaudin, B. (2019). Clinical implications of intravenous drug incompatibilities in critically ill patients. *Anaesthesia Critical Care & Pain Medicine*, 38(2), 173-180.
- Bradley, J. S., Wassel, R. T., Lee, L., & Nambiar, S. (2009). Intravenous ceftriaxone and calcium in the neonate: assessing the risk for cardiopulmonary adverse events. *Pediatrics*, 123(4), e609-e613.
- Christensen, M. L., Zareie, P., Kadiyala, B., Bursac, Z., Reed, M. D., Mattison, D. R., & Davis, R. L. (2021). Concomitant ceftriaxone and intravenous calcium therapy in infants. *The Journal of Pediatric Pharmacology and Therapeutics*, 26(7), 702-707.
- Clark, J. S., Tharp, J. C., Patel, D., & Desmarais, A. (2020). Compounding facilities assessment and planning: a focus on USP< 797> and USP< 800>. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 77(22), 1910-1913.
- Compher, C., Bingham, A. L., McCall, M., Patel, J., Rice, T. W., Braunschweig, C., & McKeever, L. (2022). Guidelines for the provision of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: The American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 46(1), 12-41.
- Costello, J., Barras, M., Foot, H., & Cottrell, N. (2023). The impact of hospital-based post-discharge pharmacist medication review on patient clinical outcomes: a systematic review. *Exploratory research in clinical and social pharmacy*, 11, 100305.
- Crosby, A., Jennings, J. K., Mills, A. T., Silcock, J., & Bourne, R. S. (2023). Economic evaluations of adult critical care pharmacy services: a scoping review. *International Journal of Pharmacy Practice*, 31(6), 574-584.
- De Cloet, J., Van Biervliet, S., & Van Winckel, M. (2018). Physicochemical stable standard all-in-one parenteral nutrition admixtures for infants and children in accordance with the ESPGHAN/ESPEN guidelines. *Nutrition*, 49, 41-47.
- Emery, S. (2018). *Development of analytical methods for the stability assessment of parenteral nutrition* [Cardiff University].

- Foster, J. (2016). Complications of sedation in critical illness: an update. *Critical Care Nursing Clinics*, 28(2), 227-239.
- Futamura, A., Koseki, T., Nakai, T., Muroi, N., Myotoku, M., Iida, J., Maki, H., Suzuki, A., Mizutani, K., & Ogino, H. (2024). Factors Associated With Mortality in Patients With Catheter-related Bloodstream Infection: A Multicenter Retrospective Study. *in vivo*, 38(6), 3041-3049.
- Gregorowicz, A. J., Costello, P. G., Gajdosik, D. A., Purakal, J., Pettit, N. N., Bastow, S., & Ward, M. A. (2020). Effect of IV Push Antibiotic Administration on Antibiotic Therapy Delays in Sepsis. *Critical care medicine*, 48(8), 1175-1179. <https://doi.org/10.1097/ccm.0000000000004430>
- Hanifah, S. (2020). Profil Penggunaan Antibiotik dan Resistensi Unit Perawatan Intensif di Indonesia: Kajian Pustaka.
- Hanifah, S., Ball, P., & Kennedy, R. (2018). Medication incompatibility in intravenous lines in a Paediatric Intensive Care Unit (PICU) of Indonesian hospital. *Critical Care & Shock*, 21(3).
- Hanifah, S., Ball, P. A., & Kennedy, R. A. (2022). Management of Y-Site Incompatibility of Intravenous Medication: A Scoping Review. *Indonesian Journal of Pharmacy/Majalah Farmasi Indonesia*, 33(3).
- Hanifah, S., Ball, P. A., & Kennedy, R. A. (2025). Nature of Precipitation Resulted from Intravenous Drugs Incompatibility. *ASEAN Journal for Science and Engineering in Materials*, 4(2), 151-158.
- Hanifah, S., Ball, Patrick A., Kennedy, R.A. (2022). The influence of flushing on reducing precipitation of intravenous (IV) drug compatibility [Original Article]. *Journal of Research in Pharmacy*, 26(7), 1955-1959. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.29228/jrp.339>
- Hanifah, S., Maulidani, Y., Nugroho, B. H., & Sari, C. P. (2019). All-in-one versus lipid-free parenteral nutrition for premature infants: visual, pH, and particle size analyses. *Nutr Hosp*, 36(6), 1-4.
- Hanifah, S., Maulidani, Y., Nugroho, B. H., & Sari, C. P. (2021). Provision of standardized all-in-one parenteral nutrition (AIO-PN) for very preterm neonates: Evaluation at room and cold temperatures. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 13(1), 26-30.

- ISMP. (2013). ISMP: Patient Controlled Analgesia *Patient Safety & Quality Healthcare (PSQH)*. <https://www.psqh.com/analysis/patient-controlled-analgesia/>
- ISMP. (2020). *Hidden medication loss when using a primary administration set for small-volume intermittent infusions* <https://www.ismp.org/sites/default/files/newsletter-issues/20201203.pdf>
- Jack, T., Boehne, M., Brent, B. E., Hoy, L., Köditz, H., Wessel, A., & Sasse, M. (2012). In-line filtration reduces severe complications and length of stay on pediatric intensive care unit: a prospective, randomized, controlled trial. *Intensive care medicine*, 38(6), 1008-1016.
- Jack, T., Brent, B. E., Boehne, M., Müller, M., Sewald, K., Braun, A., Wessel, A., & Sasse, M. (2010). Analysis of particulate contaminations of infusion solutions in a pediatric intensive care unit. *Intensive care medicine*, 36, 707-711.
- Johnson, J. L., Norton, C., Fryfogle, E., Fincher, T. K., & Burmeister, M. A. (2023). The pharmacist's role in reducing infusion-related phlebitis. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 80(15), 974-983. <https://doi.org/10.1093/ajhp/zxad090>
- Jurlina, J., Tondang, G., & Karo, M. B. (2025). Gambaran Karakteristik Pasien Icu Di Rumah Sakit Santa Elisabeth Medan Tahun 2021-2023. *Jurnal Ilmiah Keperawatan Indonesia*, 1(1), 39-46.
- Kahmann, V., Bürki, R., Denzler, U., Höfler, A., Schmid, B., & Splisgardt, H. (2003). Incompatibility reactions in the intensive care unit. Five years after the implementation of a simple" colour code system". *Der Anaesthetist*, 52(5), 409-412.
- Kanji, S., Lam, J., Johanson, C., Singh, A., Goddard, R., Fairbairn, J., Lloyd, T., Monsour, D., & Kakal, J. (2010). Systematic review of physical and chemical compatibility of commonly used medications administered by continuous infusion in intensive care units. *Critical care medicine*, 38(9), 1890-1898.
- Keum, N., Yoo, J., Hur, S., Shin, S.-Y., Dykes, P. C., Kang, M.-J., Lee, Y. S., & Cha, W. C. (2024). The potential for drug incompatibility and its drivers – A hospital wide retrospective descriptive study.

- International Journal of Medical Informatics*, 191, 105584.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2024.105584>
- King., D. N. L. M. A. K. C. (2023). *Septic Thrombophlebitis (Updated July 4, 2023)* (Vol. 2025). StartPearls Publishing.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/books/NBK430731/>
- Kollef, M. H., Shorr, A. F., Bassetti, M., Timsit, J.-F., Micek, S. T., Michelson, A. P., & Garnacho-Montero, J. (2021). Timing of antibiotic therapy in the ICU. *Critical Care*, 25(1), 360.
- Langille, S. E. (2013). Particulate matter in injectable drug products. *PDA J Pharm Sci Technol*, 67(3), 186-200.
- Lat, I., Paciullo, C., Daley, M. J., MacLaren, R., Bolesta, S., McCann, J., Stollings, J. L., Gross, K., Foos, S. A., & Roberts, R. J. (2020). Position paper on critical care pharmacy services: 2020 update. *Critical care medicine*, 48(9), e813-e834.
- Lee, H., Ryu, K., Sohn, Y., Kim, J., Suh, G. Y., & Kim, E. (2019). Impact on patient outcomes of pharmacist participation in multidisciplinary critical care teams: a systematic review and meta-analysis. *Critical care medicine*, 47(9), 1243-1250.
- Lithner, D., Nordensvan, I., & Dave, G. (2012). Comparative acute toxicity of leachates from plastic products made of polypropylene, polyethylene, PVC, acrylonitrile–butadiene–styrene, and epoxy to *Daphnia magna*. *Environmental Science and Pollution Research*, 19(5), 1763-1772.
- Mahendra, A. D., Hanifah, S., & Sari, C. P. (2023). Cross-sectional study of potential incompatibility of intravenous medications in a neonatal intensive care unit in Indonesia. *Farmacia Hospitalaria*, 47(1), 16-19.
- Mahmood, R. K., Gillani, S. W., Saeed, M. W., Vippadapu, P., & Alzaabi, M. J. M. A. (2021). Impact of pharmacist-led services on antimicrobial stewardship programs: a meta-analysis on clinical outcomes. *Journal of Pharmaceutical Health Services Research*, 12(4), 615-625.
- Mckinnon, B. T. (1996). FDA safety alert: hazards of precipitation associated with parenteral nutrition. *Nutrition in clinical practice*, 11(2), 59-65.
- Nunes, G. d. K., Antunes, L. M. S., da Silva, R. N., & da Silva, R. C. (2024). Labelling of intravenous drug delivery devices in critically ill patients: A scoping review. *Nursing in Critical Care*, 29(2), 274-286.

- Oie, S., & Kamiya, A. (2005). Particulate and microbial contamination in in-use admixed parenteral nutrition solutions. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 28(12), 2268-2270.
- Oragano, C. A., Patton, D., & Moore, Z. (2019). Phlebitis in intravenous amiodarone administration: incidence and contributing factors. *Critical care nurse*, 39(1), e1-e12.
- Pal, A., & Chakraborty, S. (2025). Hidden hazards: microplastics in intravenous admixtures and their path into the body. *Environmental Monitoring and Assessment*, 197(4), 400. <https://doi.org/10.1007/s10661-025-13850-9>
- Perez, M., Décaudin, B., Abou Chahla, W., Nelken, B., Storme, L., Masse, M., Barthélémy, C., Lebuffe, G., & Odou, P. (2018). Effectiveness of in-line filters to completely remove particulate contamination during a pediatric multidrug infusion protocol. *Scientific Reports*, 8(1), 7714.
- Perez, M., Maiguy-Foinard, A., Barthélémy, C., Décaudin, B., & Odou, P. (2016). Particulate matter in injectable drugs: evaluation of risks to patients. *Pharmaceutical Technology in Hospital Pharmacy*, 1(2), 91-103.
- Photonews. (2025, 11 Maret 2025). Drug Reaction Kills Two at Mayo Hospital's Chest Surgery Unit. *Photonews Pakistan*. <https://photonews.com.pk/mayo-hospital-drug-reaction-deaths/>
- Porat, N., Bitan, Y., Shefi, D., Donchin, Y., & Rozenbaum, H. (2009). Use of colour-coded labels for intravenous high-risk medications and lines to improve patient safety. *BMJ Quality & Safety*, 18(6), 505-509.
- Pota, V., Coppolino, F., Barbarisi, A., Passavanti, M. B., Aurilio, C., Sansone, P., & Pace, M. C. (2022). Pain in intensive care: a narrative review. *Pain and therapy*, 11(2), 359-367.
- Remane, Y., Frisch, A., Krainz, J., Vogel, J., Ranft, D., Borella, J., Klaus, V.-C., Petros, S., & Bertsche, T. (2025). Assessment of potential particulate contamination in intravenous solutions in an adult intensive care unit: a targeted correlation analysis. *European Journal of Hospital Pharmacy*.
- Robinson, D. T., Calkins, K. L., Chen, Y., Cober, M. P., Falciglia, G. H., Church, D. D., Mey, J., McKeever, L., & Sentongo, T. (2023). Guidelines for parenteral nutrition in preterm infants: The American

- Society for Parenteral and Enteral Nutrition. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 47(7), 830-858.
- Rodriguez-Garcia, R., González-Lamuño, L., Santullano, M., Martin-Carro, B., Fernandez-Martin, J. L., Basanta, M. d. C. C., Forcelledo, L., & Antequera, C. P. (2024). Clinical features and disease progression of elderly patients at the ICU setting. *Medicina Intensiva (English Edition)*, 48(5), 254-262.
- Saxena, J., Das, S., Kumar, A., Sharma, A., Sharma, L., Kaushik, S., Srivastava, V. K., Siddiqui, A. J., & Jyoti, A. (2024). Biomarkers in sepsis. *Clinica Chimica Acta*, 562, 119891.
- Shrestha, S., Shrestha, R., Ahmed, A., Sapkota, B., Khatiwada, A. P., Christopher, C. M., Thapa, P., Bhuvan, K., Blebil, A. Q., & Khanal, S. (2022). Impact of pharmacist services on economic, clinical, and humanistic outcome (ECHO) of South Asian patients: a systematic review. *Journal of Pharmaceutical Policy and Practice*, 15(1), 37.
- Sikora, A., Murray, B., Henry, K., Smith, S. E., Buckley, M. S., Campbell, R., Dixit, D., Dzierba, A. L., Haas, C. E., & Heavner, M. S. (2025). Consensus Recommendations for the Integration of Critical Care Pharmacists on Intensive Care Unit Teams: Endorsed by the American Association of Critical-Care Nurses, American College of Clinical Pharmacy, American Society of Health-System Pharmacists, Institute for Safe Medication Practices, and Society of Critical Care Medicine. *Journal of the American College of Clinical Pharmacy*, 8(9), 914-930.
- Simonetti, L., Lefrant, J.-Y., Cireaşă, B., Poujol, H., & Leguelinel-Blache, G. (2025). Pharmacoeconomic and clinical impact of pharmaceutical service in the intensive care unit: a systematic review. *European Journal of Hospital Pharmacy*, 32(6), 495-500.
- Toyyibah S, S. K. (2024). *Analisis Kejadian Flebitis di RSUP Soeradji Tirtonegoro Klaten Universitas Islam Indonesia*].
- Unger, N., & Holzgrabe, U. (2018). Stability and assessment of amino acids in parenteral nutrition solutions. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 147, 125-139.
- van den Berg, R. B., Serbée-Wijker, E., Westerman, E. M., Streefkerk, J. O., Wilms, E. B., Crul, M., & Swart, E. L. (2025). Particulate Contamination in Parenteral Fluid from Glass Ampoules: Compliance

- Assessment and Comparative Analysis of Needle Types and Ampoule-Breaking Strategies. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 107184.
- Vincent, J.-L., Sakr, Y., Singer, M., Martin-Loeches, I., Machado, F. R., Marshall, J. C., Finfer, S., Pelosi, P., Brazzi, L., Aditjaningsih, D., Timsit, J.-F., Du, B., Wittebole, X., Máca, J., Kannan, S., Gorordo-Delsol, L. A., De Waele, J. J., Mehta, Y., Bonten, M. J. M.,...Investigators, f. t. E. I. (2020). Prevalence and Outcomes of Infection Among Patients in Intensive Care Units in 2017. *JAMA*, 323(15), 1478-1487. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.2717>
- Virlouvet, A.-L., Pansiot, J., Toumazi, A., Colella, M., Capewell, A., Guerriero, E., Storme, T., Rioualen, S., Bourmaud, A., & Biran, V. (2020). In-line filtration in very preterm neonates: a randomized controlled trial. *Scientific Reports*, 10(1), 5003.
- WHO. (2019). *World Health Statistic* <https://www.who.int/data/gho/publications/world-health-statistics>
- WHO. (2024). *New guidance aims to reduce bloodstream infections from catheter use*. World Health Organisation. Retrieved 21 January 2025 from <https://www.who.int/news/item/09-05-2024-new-guidance-aims-to-reduce-bloodstream-infections-from-catheter-use>
- Yin, M., Tambyah, P. A., & Perencevich, E. N. (2020). Infection, antibiotics, and patient outcomes in the intensive care unit. *JAMA*, 323(15), 1451-1452.
- Yorioka, K., Oie, S., & Kamiya, A. (2009). Comparison of particulate contamination in glass and plastic ampoules of glycyrrhizin injections after ampoule cutting. *Journal of Food and Drug Analysis*, 17(3), 3.
- Zakeri, H., Mahtosh, P., Radmehr, M., Rahbani, R., Montazeri, L., Moalemi, S., Mahdiyar, P., Hemati, F., & Karimi, A. (2024). Pain Management strategies in Intensive care unit: challenges and Best Practice. *Galen medical journal*, 13, e3264.
- Zenoni, D., & Loiacono, S. (2018). Experience of compounding total parenteral nutrition admixtures for preterm infants in a hospital pharmacy: evidence of calcium and phosphate compatibility problem. *European Journal of Hospital Pharmacy*, 25(1), 38-42.

Zhu, L.-L., Wang, Y.-h., & Zhou, Q. (2023). Progress in research on the mechanisms and interventions of phlebitis from the perspective of vascular endothelial cell and signaling pathway. *Journal of Inflammation Research*, 6469-6481.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Prof. apt. Suci Hanifah, S.F., M.Si., Ph.D.

IDENTITAS DIRI

Nama	: Prof. apt. Suci Hanifah, S.F., M.Si., Ph.D.
NIP/NIK	: 036130102
NIDN	: 050508790001
Tempat & Tanggal Lahir	: Yogyakarta, 5 Agustus 1979
Jenis Kelamin	: Perempuan
Status Perkawinan	: Menikah
Agama	: Islam
Golongan / Pangkat	: Pembina/IV A
Jabatan Akademik	: Guru Besar
Program Studi	: Farmasi
Bidang Keilmuan	: Farmasi Klinis

Perguruan Tinggi : Universitas Islam Indonesia
 Alamat : Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta
 Telp./Facs : 0274-895287
 Alamat Rumah :
 Telp./HP/Facs : 085643958700
 Alamat e-mail : suci.hanifah@uii.ac.id

RIWAYAT PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI			
	Sarjana	Magister	Doktor
Perguruan Tinggi	Universitas Gadjah Mada	Universitas Gadjah Mada	<i>School of Biomedical Science, Charles Sturt University, Australia</i>
Bidang Ilmu	Ilmu Farmasi	Farmasi Klinis	<i>Clinical Pharmacy and Pharmaceutics</i>
Tahun	1998-2002	2003-2008	2012-2016

JABATAN DALAM PENGELOLAAN INSTITUSI		
No.	Peran/Jabatan dan Institusi	Tahun
1	Dosen Jurusan Farmasi UII	2003 – sekarang
2	Pengelola Pusat Studi Informasi Obat,	2006-2008

	Farmasi, UII	
3	Kepala Laboratorium Farmakologi dan Farmakoterapi	2008-2010
4	Sekretaris Program Studi Profesi Apoteker	2010 - 20112
5	Kepala Laboratorium Riset Farmasi	2018-2021
6	Ketua Program Studi Magister Farmasi	2021-2022
7	Sekretaris Jurusan Farmasi	2022-2026

PENGALAMAN PENELITIAN	
Judul Penelitian	Tahun
The compatibility of multiple intravenous (IV) drugs administered simultaneously in critical care patients	2012-2016
Parenteral nutrition for preterm baby: clinical evaluation and physicochemical compatibility	2017-2019
Standardized intravenous admixture for critical care patients	2018-2019
Prevention of intravenous compatibility in Intensive Care Unit	2019-2023
Optimalisation of intravenous drug use in Intensive Care Unit	2024-2025

KARYA ILMIAH			
A. Buku/Bab Buku			
No	Tahun	Judul	Penerbit
1	2018	Farmakoterapi pada kehamilan dan menyusui	Bursa Ilmu
2	2019	Inkompatibilitas intravena di unit perawatan intensif	UII Press
3	2020	Buku Naskah Akademik Pelatihan Presptor APTFI	ITB Press
4	2021	Teori dan Basis Data Inkompatibilitas Obat	UII Press
5	2022	Buku Panduan Praktik Kerja Profesi Apoteker APTFI	ITB Press
6	2022	Sejarah Farmasi Klinis di Indonesia dan Dunia; Histori, Motivasi, dan Inspirasi	UII Press
7	2025	Jalan Sunyi Menuju Mimpi: Kisah Perjuangan Kolektif Farmasi UII	Zahir Publishing

Publikasi Terpilih

Farmasi Klinis, Terapi Parenteral, Critical Care

- Mahendra A.D., Nazar, N.I.M, Nor, M.B.M, Zin, C, S, Hanifah, S, Comparison of Healthcare Professionals' Knowledge and Compliance with Intravenous Drug Dilution in ICU Settings in Indonesian and Malaysian Hospitals, *Indonesian Journal of Pharmacy* (accepted 28 Agustus 2025)
- Indrati O., Hanifah, S, (2025) Finding an accurate equation to estimate the osmolarity of parenteral nutrition for preterm baby,

European Journal of Parenteral and Pharmaceutical Sciences, 30(4)

- Hanifah, S., Ball, P. A., & Kennedy, R. A. (2025). Nature of Precipitation Resulted from Intravenous Drugs Incompatibility. *ASEAN Journal for Science and Engineering in Materials*, 4(2), 151-158.
- Albesht, H., Hanifah, S., & Abukres, S. (2025). Update on pharmacist role in sterile compounding in hospital. *Scientific Journal of Pharmacy*, 21(1).
- Annisa, L., Hanifah, S., & Setiani, P. (2024). Correlation Between the Use of Vesicant Medications and The Incidence of Phlebitis in Pediatric Ward. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 16(Suppl 4), S4103-S4106.
- Wijayanti, S., Hanifah, S., & Fudholi, D. H. (2024). Stability and beyond-use date of anesthetic agents used in surgical procedures: Stability and Beyond-Use Data of Anesthesia. *Scientific Journal of Pharmacy*, 20(2), 207-218.
- Mahendra, A. D., Hanifah, S., & Sari, C. P. (2023). Cross-sectional study of potential incompatibility of intravenous medications in a Neonatal Intensive Care Unit in Indonesia. *Farmacia hospitalaria: organo oficial de expresion cientifica de la Sociedad Espanola de Farmacia Hospitalaria*, 47(1), T16-T19.
- Hanifah, S., Ball, P. A., & Kennedy, R. A. (2022). Management of Y-Site incompatibility of intravenous medication: A scoping review. *Indonesian Journal of Pharmacy*, 33(3), 353-365.
- Hanifah, S., Maulidani, Y., Nugroho, B. H., & Sari, C. P. (2022). Provision of Standardized All-in-One Parenteral Nutrition (AIO-PN) for Very Preterm Neonates: Evaluation at Room and Cold Temperatures. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 13(1), 26-30.
- Hanifah, S. (2022) Physical Compatibility of Norepinephrine-

Dobutamine with Common Medication in Critical Care: Visual and Microscopy Evaluation. In 3rd International Conference on Cardiovascular Diseases (ICCVd 2021) (pp. 454-461). Atlantis Press.

- Hanifah S, Ball, P.A, Kennedy, RA, (2022) The influence of flushing on reducing precipitation of intravenous (IV) drug compatibility, *Journal of Research in Pharmacy*, 26(7), 1955-1959
- Pradiftha, S. C., Suci, H., Nita, A. A., & Tunjung, W. (2022). Parenteral Nutrition and Weight Gain Outcome For Neonates In The Intensive Care Unit. *Eur J Clin Pharm*, 24(4), 208-13.
- Husna, M., Munawiroh, S., Puji Ekawati, R., & Hanifah, S. (2021). Systematic review of the stability and compatibility of propofol injection. *Anaesthesiology Intensive Therapy*, 53(1), 79-88.
- Hanifah S., Nugroho, B.H, Maulidani Y, Sari, C.P (2019). All-in-one versus lipid-free parenteral nutrition for premature infants: visual, pH, and particle size analyses", *Nutrition Hospitalaria*, 36(6), 1237-1240
- Hanifah, S, Nugroho B.H, (2019), Compatibility of acetaminophen with central venous system medications during simulated y-site injection", *Anaesthesiology Intensive therapy*, 52(1), 1-5
- Hanifah, S., Ball, P., & Kennedy, R. (2018). Medication incompatibility in intravenous lines in a Paediatric Intensive Care Unit (PICU) of Indonesian hospital. *Critical Care & Shock*, 21(3).
- Hanifah, S., Nugroho, B.H., Chabib L, (2018). Extended compatibility of fentanyl and ketamine in dextrose 5%", *Anesthesiology Intensive Therapy*, 50(3), 221-225
- Hanifah S, Ball P.A, Kennedy RA, "Medication incompatibility in intravenous lines in a Paediatric Intensive Care Unit (PICU) of

Indonesian hospital", *Critical Care and Shock*, 2018, Vol 21 page 114-123, ISSN 1410-1776, Agustus 2018.

- Hanifah S. Ball, PA, Kennedy, RA, Compatibility of inotropic in a syringe, CRC Press, Francis&Taylor, No ISBN 978-811-380-817-27, 12 Desember 2017

Pharmacy Education

- Sari, CP and Hanifah,S and Yulianto, and Medisa,D and Zahrotun, N and Alfian L,M 20230220592, English, Journal article, India, doi:10.51847/jN8OIfMTdi, 2249-3379, 13, (2), Mumbai, Journal of Advanced Pharmacy Education and Research, (6–11), Society of Pharmaceutical Education and Research, Improvement in knowledge and perception about the controlling of COVID-19: best practice of apothecary student., (2023)
- Hanifah, S., Sari, C. P., Medisa, D., & Rahmawati, R. (2022). Competency Achievement of Apothecary Students through Community Health Interprofessional Program. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 10(E), 540-545.
- Febrianti, Y., Herawati, M., & Hanifah, S. (2022, December). Effect of using TikTok as learning media on academic achievement of pharmacy students. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2645, No. 1, p. 020005). AIP Publishing LLC.
- Hanifah, S., Febrianti Y, Suraya C., Student's Perception on Case Based Learning Implementation adn Foreign Lectures Participation in medium Classroom, *AIP Conference Proceedings*, eISSN:020034. 29 Oktober 2018
- "Hanifah, S., Febrianti Y, Sari CP., Analisis Hubungan Sistem Seleksi Mahasiswa Baru dengan Prestasi Belajar Mahasiswa

Farmasi di Universitas Islam Indonesia", Prosiding Seminar Nasional Madani Seri 7, ISBN:e-ISBN:978-602-450-211-9, Mei 2017

- Mafruchah, O.R, Sari, CP, Hanifah, S. Ball, PA, Morissey, H., "Improving the student's competence through international lecture", CRC Press, Francis&Taylor, No ISBN 978-811-380-817-27, 12 Desember 2017
- Sari CP, Mafruchah, OR, Hanifah, S., Implementation of pharmacy practice laboratory skills using standardized patients, eISSN: 2229 (1), 030009, 21 April 2020
- Penerapan Kartu Pintar Fisiologi Manusia dalam Metode Pembelajaran Cooperative Learning, Majalah Farmasetika, e-ISSN : 2686-2506, 20 Desember 2019
- Herawati, M., Nafiah, Z., & Hanifah, S. (2022, December). Motivated and strategies of pharmacists' student in early stage using motivated strategies for learning questionnaire. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2645, No. 1, p. 020022). AIP Publishing LLC.
- Sari, C. P., Hanifah, S., & Medisa, D. (2022, December). Student satisfaction in online learning amid Covid-19 pandemic: Evaluation on community pharmacy block. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2645, No. 1, p. 020007). AIP Publishing LLC.
- Hanifah, S., Ball, P. A., & Kennedy, R. A. (2022). Management of Y-Site incompatibility of intravenous medication: A scoping review. Indonesian Journal of Pharmacy, 33(3), 353-365.
- Albesht, H., Hanifah, S., & Abukres, S. (2025). Update on pharmacist role in sterile compounding in hospital. Jurnal Ilmiah Farmasi, 21(1).

Presentasi Seminar dan Workshop

- Particulate Contamination on Intravenous (IV) Medications in the Practical Setting: from Complexity toward Alternative Recommendation, The 3rd International Conference on Pharmacy and Advanced Pharmaceutical Sciences, *Presenter*, 2014
- The Influence of End Line Filter for minimising Intravenous (IV) Drug Incompatibility, The 8th World Congress on Pediatric Intensive and Critical Care, *Presenter*, 2016
- Compatibility of multiple infusion. SG-ANZIC-Singapore, *Presenter*, 2018
- Compatibility of acetaminophen with critical care medications. SG-ANZIC-Singapore, *Presenter*, 2019
- Intravenous incompatibility. *Guest lecture* in Universitas Sanata Dharma, Indonesia, 2018
- The future of pharmaceutical care. *Guest lecture* in Universitas Nahdlatul Ulama, Indonesia, 2018
- Perception of health practitioner on intravenous compatibility, *Guest lecture*, 2018
- Pengetahuan dan Persepsi Tenaga Kesehatan tentang Inkompatibilitas Intravena, Kongres XX& Pertemuan Ilmiah Tahunan Ikatan Apoteker Indonesia, *Presenter*, 2018
- Preceptor Training, APTFI, *Fasilitator*, 2020-2023
- Workshop for preparing module for pharmacist clerkship, APTFI, *Fasilitator*, 2021
- Workshop on Interprofesional Education, APTFI, *Narasumber*, 2022

- Interprofessional education; best practice in pharmacy dispensing skills, Seminar National APTFI, *Invited Speaker*, 2020
- Learning method; best practice during pandemic era, ICPRP, *Invited Speaker*, 2022
- Preceptor role in pharmacy clerkship model, Seminar PIE-YO, *Invited Speaker*, 2024
- Preceptor training, APTFI, Forwil DIY, *Narasumber*, 2024-2025

Penghargaan

- *Academic award* from Singapore-Asia Pacific New Zealand Intensive Care Forum (2017)
- *Travel grant* from Asia Pacific New Zealand Intensive Care Forum (2018)
- Dosen Produktif Ketiga UII, Universitas Islam Indonesia (2018)
- Dosen Berprestasi Kedua UII , Universitas Islam Indonesia (2021)
- Hibah Penelitian Pasca Doktor DIKTI (2018-2019)
- Hibah Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (2021-2023)
- Dosen terinspirasi Jurusan Farmasi, 2025
- Reviewer Jurnal Internasional Bereputasi (*British Medical Journal (BMJ)*, *Plos-one*, *European Journal of Hospital Pharmacy (EJHP)*, *Nursing Open*, *Drug Design Development and Therapy*, *Patient Preference and Adherence*, dll)



**UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA**