



UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA

Pidato Pengukuhan Profesor

**Pengobatan Presisi:
Translasi *Bench to Bedside*
untuk Meningkatkan Keselamatan Pasien**

Prof. Dr. apt. **Vitarani Dwi Ananda Ningrum,**
S.Si., M.Si.

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

27 Jumadilakhir1447/
18 Desember 2025

Pidato Pengukuhan Profesor

Pengobatan Presisi: Translasi *Bench to Bedside* untuk Meningkatkan Keselamatan Pasien

Prof. Dr. apt. Vitarani Dwi Ananda Ningrum, S.Si., M.Si.

Profesor Bidang Farmasi Klinis dan Farmakoterapi

Program Studi Farmasi

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Islam Indonesia

27 Jumadilakhir 1447/18 Desember 2025

Bismillahirrahmaanirrahiim.

Assalamualaikum warahmatullah wabarakatuh.

Yang saya hormati:

1. Ketua Pembina, Ketua Pengawas, dan Ketua Umum Pengurus Yayasan Badan Wakaf Universitas Islam Indonesia beserta seluruh jajaran.
2. Kepala Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi Wilayah V Daerah Istimewa Yogyakarta.
3. Ketua dan anggota Majelis Guru Besar Universitas Islam Indonesia dan para Guru Besar dari Universitas sahabat.
4. Ketua dan Anggota Senat Universitas Islam Indonesia.
5. Rektor dan para Wakil Rektor Universitas Islam Indonesia.
6. Jajaran Pimpinan Fakultas di lingkungan Universitas Islam Indonesia.
7. Seluruh sahabat Dosen dan Tenaga Kependidikan di lingkungan Universitas Islam Indonesia.
8. Para Undangan Terhormat, sejawat Apoteker, sejawat Tenaga Kesehatan lain, rekan Mahasisw, Alumni, dan Keluarga terkasih.

Semoga Allah Swt. selalu memberikan limpahan rahmat, taufik, hidayah dan keberkahan-Nya untuk kita semua. *Aamiin ya Rabbal 'Alamin.*

Pengobatan Presisi: Translasi *Bench to Bedside* untuk Meningkatkan Keselamatan Pasien

Ibu-Bapak, hadirin yang saya hormati,

A. Pendahuluan

Merupakan sebuah kehormatan besar bagi saya, atas nama pribadi dan keluarga, dapat menyampaikan orasi ilmiah pada momentum ini di kampus UII tercinta. Judul pidato akademik saya dalam kesempatan berbahagia pagi ini adalah: “Pengobatan Presisi: Translasi *Bench to Bedside* untuk Meningkatkan Keselamatan Pasien.”

Untuk mengenali permasalahan dan konteks topik pidato ini, mari sejenak mencermati di sekitar kita, sekiranya kita pernah mengamati beberapa kali, mungkin tidak sering, teman, saudara, anggota keluarga, atau bahkan kita sendiri saat mengonsumsi obat dengan dosis yang sama namun menunjukkan respon yang berbeda meski memiliki penyakit yang sama, usia kurang lebih sebaya, postur tubuh yang sebanding dengan orang lain. Bahkan, tidak jarang kita menemukan ada sedikit di antaranya yang mengalami reaksi alergi karena obat, yang sebenarnya obat tersebut bahkan tersedia di kotak persediaan obat rumah kita. Sebagai contoh, ibuprofen yang telah disetujui oleh FDA untuk indikasi obat anti-radang (1974, dengan resep dokter) dan analgesik-penurun demam (1984, obat bebas OTC-*over the counter*, boleh tanpa resep) dapat menimbulkan alergi pada 1,9 – 3,5% pasien akibat reaksi alergi yang diduga kuat akibat varian genetik atau epigenetik atau interaksi keduanya (1,2). Bahkan ada salah satu mahasiswa kami Angkatan 2008, yang kala itu sedang menempuh Pendidikan Profesi Apoteker didiagnosis infeksi

pada bagian telinga dan mendapatkan antibiotik *levofloxacin* mengalami reaksi alergi berat, SJS (*Steven Johnson Syndrom*), yang berakhir dengan meninggal. Semoga Ananda Mas Adi husnul khatimah. *Aamiin*.

Ibu, Bapak dan hadirin *rahimakumullah*,

B. Keamanan obat menentukan kualitas keselamatan pasien

Ilustrasi kejadian nyata tersebut menguatkan kebutuhan edukasi dari tenaga kesehatan kepada pasien/keluarga pasien untuk mengenali gejala-tanda awal reaksi alergi sebagai bentuk kewaspadaan, dan bila terjadi, segera menghubungi fasilitas Kesehatan RS terdekat. Selain itu, langkah preventif adalah melalui identifikasi faktor risiko, seperti pemeriksaan genetik serotipe HLA-B13, yang terbukti berkorelasi positif dengan kejadian SJS pada penggunaan *levofloxacin* (3), sehingga pilihan obat yang diresepkan selain efektif dan tentunya aman dari risiko alergi berat. Hal ini penting karena keamanan obat memengaruhi kualitas keselamatan pasien.

Keselamatan pasien menjadi prinsip fundamental dan prioritas utama pada praktik kedokteran dan kesehatan, termasuk di dalamnya terkait dengan pengobatan. Dalam hierarki pengambilan keputusan klinis dan regulasi, aspek keamanan obat merupakan syarat mutlak (*pre-requisite*), sedangkan efektivitas obat adalah tujuan yang diinginkan. Keselamatan pasien menempatkan keamanan sebagai landasan. Dengan kalimat lain bahwa obat harus cukup aman terlebih dahulu, dan efektivitasnya dipertimbangkan sebagai nilai tambah utama.

Sebenarnya, upaya ini telah dimulai dari tahap penemuan obat mulai dari uji praklinis yang menekankan pada keamanan dan aktivitas biologis, kemudian dilanjutkan tahap uji klinis sebelum obat diedarkan, meliputi uji klinis fase I, II, dan III, hingga adanya *post-marketing Surveillance* (Uji Klinis Fase IV), yang keseluruhan prosesnya menekankan pada aspek keamanan obat. Sedangkan pengujian efikasi obat pada manusia menjadi pertimbangan kedua yang dilakukan pada uji klinis fase II dan III. Bahkan, karena pertimbangan keamanan, tidak sedikit obat yang ditarik dari pasaran akibat *evidence* membuktikan dampak penggunaannya yang tidak aman bagi pasien. Penarikan obat ini dilakukan karena kandungan aktif obat (*rofecoxib*-obat antiradang pada tahun 2004 (4) dan *Sibutramin*-obat antiobesitas pada tahun 2010 (5) atau ditemukan kontaminan/pengotor pada produk obat yang beredar di masyarakat seperti obat sirup teridentifikasi cemaran *Etilen Glikol* (EG) dan *Dietilen Glikol* (DEG), *Ranitidin* Terkontaminasi NDMA, obat antihipertensi golongan ARB pengotor NDMA dan NDEA. Hal ini menekankan keamanan pengobatan lebih utama jika dibandingkan aspek lainnya. Mohon izin Ibu/Bapak, naskah ini berfokus pada keamanan obat dari aspek kandungan senyawa aktifnya, bukan cemaran/pengotor yang tentunya lebih berkaitan dengan formulasi di industri farmasi.

Ibu-Bapak, hadirin yang saya hormati,

Aspek keamanan dalam Islam tidak hanya menjadi prioritas, tetapi juga dianggap sebagai kebutuhan dasar eksistensial manusia (*dharuriyyah*). Pertimbangan keamanan ini melingkupi berbagai dimensi, mulai dari individu hingga negara. Prinsip

fikih bahwa menghindari bahaya (*mafsadat*) lebih diutamakan daripada mendapatkan manfaat (*mashlahat*) adalah kaidah fundamental dalam syariat Islam, yang dikenal sebagai "*Dar'ul mafasid muqaddamun 'ala jalbil mashalih*": (Menolak kerusakan (bahaya) didahulukan atas mengambil manfaat), karena bahaya bisa merusak pondasi kehidupan dunia dan akhirat. Kaidah ini berakar kuat dalam Al-Qur'an dan Hadis. Dengan demikian mengutamakan keamanan penggunaan obat menjadi landasan utama dalam pengobatan presisi, bahwa setiap intervensi medis disesuaikan dengan karakteristik genetik, lingkungan, dan gaya hidup pasien serta interaksinya secara spesifik guna meminimalkan risiko merugikan dan efektivitas optimal.

C. Bench to bedside

Tujuan keselamatan pasien terkait pengobatan dapat dilakukan melalui pemanfaatan temuan riset laboratorium melalui pengobatan presisi di aplikasi klinis yang dikenal dengan terminologi *bench to bedside*. Istilah ini pertama kali digunakan pada satu artikel publikasi pada jurnal *BioScience*, Volume 16, Issue 10, October 1966 yang ditulis oleh Gordon R. McKinney dan Homer E. Stavely (6). Secara ringkas, artikel ini membahas peran para ahli biologi termasuk ahli fisiologi, biokimia, farmakologi, toksikologi, patologi, apoteker, dokter dan sub-spesialis keilmuan biologi lainnya dalam tiap tahap pengembangan obat. Kedua peneliti tersebut menekankan keutamaan kolaborasi dan komunikasi di antara para ahli multidisiplin dalam industri farmasi untuk mempercepat transisi temuan *basic sciences* di laboratorium menjadi manfaat

bermakna di aplikasi klinis. Selanjutnya konsep ini berkembang dan menjadi istilah umum yang digunakan untuk mendeskripsikan penelitian translasi (*translational research*), yaitu proses mentransfer penemuan ilmiah dasar di laboratorium pada ranah atau setting klinis untuk memberi manfaat langsung kepada pasien.

Translasi *bench to bedside* dalam riset biomedis merujuk pada proses menerjemahkan (translasi) penemuan ilmiah fundamental di laboratorium (“*bench*”) menjadi aplikasi klinis yang memberikan manfaat nyata bagi pasien di RS (yang terwakili dengan istilah “*bedside*”). Proses mentransformasi pengetahuan ilmiah dasar dan penemuan inovatif di laboratorium menjadi intervensi medis berupa pengobatan presisi yang aman dan efektif. Proses ini sangat penting karena menjembatani kesenjangan antara sains dasar dan kedokteran atau kesehatan praktis, serta memastikan bahwa investasi dalam penelitian dasar pada akhirnya menghasilkan manfaat kesehatan yang nyata bagi masyarakat. Secara sistematis, maka jalur translasi tersebut meliputi *Bench* → *Preklinis* → *Klinik* → *Bedside*, yang diuraikan sebagai berikut:

1. Penemuan (*bench*) — identifikasi jalur penyakit, target molekuler, dan kandidat biomarker melalui penelitian genomik, proteomik, dan seluler.
2. Validasi preklinis — pengujian fungsi biomarker dalam model *in vitro/in vivo* dan penentuan plausibilitas klinis.
3. Uji klinik — uji dengan desain adaptif atau stratifikasi berdasarkan biomarker untuk mengevaluasi keamanan dan efektivitas.

4. Implementasi klinik (*bedside*) — idealnya temuan riset diintegrasikan ke EHR (*Electronic Health Record*) dan penerapan *Clinical Decision Support* menggunakan fitur perangkat lunak untuk pelayanan kesehatan pasien dengan evaluasi berkelanjutan tentang implementasi sistemnya.

D. Transformasi *one-size-fits-all* menuju ke pengobatan presisi

Mengapa pengobatan presisi dapat dianggap sebagai upaya pengobatan yang lebih menekankan pada keselamatan pasien jika dibandingkan dengan pengobatan yang konvensional atau pendekatan "satu ukuran untuk semua" (*one-size-fits-all*)?.

Ibu, Bapak dan hadirin *rahimakumullah*

Pendekatan "*One-Size-Fits-All*" merujuk pada praktik medis dengan pengobatan standar atau dosis obat yang sama diberikan untuk semua pasien dengan penyakit yang sama, tanpa mempertimbangkan variasi individu seperti genetika, gaya hidup, lingkungan, atau karakteristik fisik unik lainnya (berat badan, usia, jenis kelamin). Telah diketahui bahwa referensi besaran dosis obat diperoleh dari riset-riset obat yang bersifat global mencakup kolaborasi luas di berbagai wilayah geografis, dengan mayoritas melibatkan populasi yang berlokasi di Amerika Utara (terutama AS), Eropa Barat, dan beberapa wilayah di Asia (seperti Tiongkok, Jepang, dan India). Pada rentang 2008 – 2017 di wilayah Asia, rata-rata peningkatan jumlah uji klinis dengan melibatkan Iran sebesar 41.9%, 27.1% di Sri Lanka, 23.3% di China, 21.3% di India, 18.4% di Jepang, 14.7% di Thailand, 12.9% di Korea, dan 8.4% di Malaysia (7).

Sementara data penelitian, hingga saat ini, populasi Indonesia hanya dilibatkan pada studi vaksin - Covid-19 dan studi bioekuivalensi obat yang tidak menganalisis *rejimen* obat yang sesuai.

Meski telah diketahui, dari banyak riset farmakogenomik membuktikan kemiripan profil genetik Indonesia dengan populasi China, India, dan Malaysia, namun dengan berbagai ragam suku Indonesia, pada sebagian masyarakat Indonesia menunjukkan kebutuhan dosis obat yang berbeda yang telah dibuktikan di beberapa penelitian. Pada *rejimen* dosis obat yang sama, beberapa pasien menunjukkan respon lengkap, beberapa yang lain hanya menunjukkan respon parsial, bahkan obat tak berespon, atau justru menimbulkan reaksi obat yang merugikan (8).

Pendekatan *One-size-fits-all* yang terjadi akibat keterbatasan pengetahuan dan teknologi telah ditinggalkan menuju ke pengobatan presisi. Istilah Pengobatan presisi (*precision medicine*) sendiri mulai dikenalkan melalui *Human Genome Project* (HGP) yang resmi diluncurkan pada tahun 1990 yang bertujuan untuk mengidentifikasi sekitar 20.000 hingga 25.000 gen manusia dan menentukan urutan kurang lebih 2,3 miliar pasangan basa DNA. Proyek ini melibatkan berbagai negara yang dipimpin oleh *National Institutes of Health*/NIH dan DOE (*Department of Energy*) dari Amerika Serikat serta *Wellcome Sanger Institute* (sebelumnya bernama *The Sanger Centre*) dari Inggris yang diselesaikan pada tahun 2003. Temuan proyek ini telah mentransformasi persepektif dunia kedokteran dan kesehatan, terkait keutamaan pertimbangan variabilitas

individu dalam gen, lingkungan, dan gaya hidup dalam keputusan pengobatan.

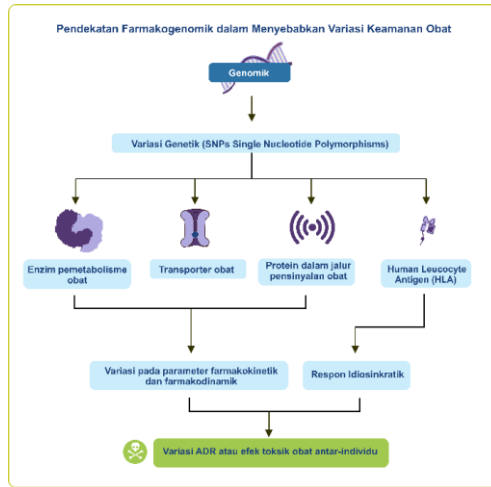
Secara definisi menurut WHO, pengobatan presisi (WHO lebih sering menggunakan istilah *personalized medicine*) merupakan pendekatan inovatif untuk menerapkan intervensi medis (baik berupa pencegahan dan atau pengobatan penyakit) bagi individu berdasarkan pertimbangan factor genetik, molekuler, gaya hidup, dan lingkungan individu yang unik. Sementara FDA, dalam pelabelan obat, menggunakan istilah *precision medicine* karena berfokus pada penggunaan informasi spesifik tentang faktor genetik, gaya hidup, dan lingkungan individu dalam pemilihan obat dengan pendekatan berbasis data. Atau dengan kata lain kelompok individu dengan karakteristik biologi serupa menunjukkan keamanan dan efektivitas pengobatan yang sebanding. Tentunya sedikit perbedaan penekanan ini berkaitan dengan fungsi FDA yang berperan dalam memastikan *prescribing information* yang ada dalam kemasan obat yang telah mendapat ijin edar dari FDA memuat informasi farmakogenomik, sehingga orientasi informasi ditujukan untuk para tenaga kesehatan untuk dijadikan pertimbangan untuk memberikan obat berdasarkan kemiripan kelompok individu sehingga pengobatan yang aman dan efektif dapat tercapai.

Ibu-Bapak, hadirin yang saya hormati,

E. Keamanan obat melalui pendekatan farmakogenomik dan farmakokinetik

Izinkan Saya memulai bahasan ini dengan mendefinisikan farmakogenomik dan farmakokinetik terlebih dahulu.

Farmakogenomik berasal dari dua pendekatan ilmu, yakni farmakologi yang berarti ilmu tentang obat-obatan dan cara kerjanya; sedangkan genomik merupakan ilmu tentang gen dan fungsi-fungsinya. Berbeda dengan farmakogenetik yang merupakan studi yang mempelajari bagaimana variasi dalam satu gen tunggal dapat memengaruhi cara tubuh merespon obat, farmakogenomik merupakan istilah lebih modern dan luas yang menerapkan teknologi skala besar untuk menganalisis interaksi kompleks antara ratusan atau ribuan gen dalam menentukan respon obat. Hal ini tentunya melibatkan analisis data genomik yang besar (mahadata) untuk menyediakan obat terpilih yang paling aman dan memberikan efek terapeutik yang diharapkan. Sedangkan farmakokinetik merupakan studi tentang bagaimana tubuh memproses obat yang meliputi absorpsi, distribusi, metabolisme, dan ekskresi, yang dalam aplikasi klinis ditujukan untuk mengoptimalkan *rejimen* dosis untuk pasien. Dengan demikian, pendekatan hasil riset farmakogenomik dan farmakokinetik yang berbasis laboratorium digunakan untuk memastikan obat yang diresepkan tidak menimbulkan alergi (beberapa kasus alergi merupakan alergi berat yang dapat menimbulkan kematian), risiko ADR lainnya (efek samping) rendah dan efektif melalui pemberian rejimen dosis yang sesuai. Uraian ini dapat diilustrasikan melalui **Gambar 1.** berikut:



Gambar 1. Keterkaitan farmakogenomik dalam keamanan obat untuk pasien secara individual

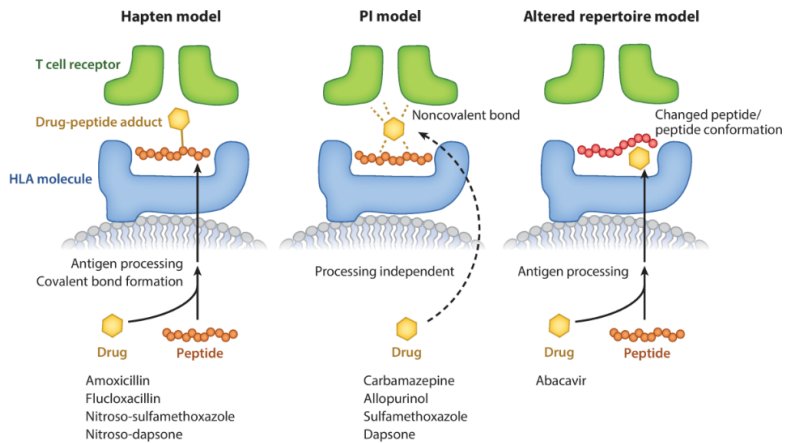
F. Keamanan obat berkaitan dengan risiko ADR (*Adverse Drug Reaction*) rendah dan tidak toksik

Berkaitan dengan aspek keamanan yang menjadi faktor prioritas, yang dipertimbangkan dalam pengobatan, maka obat yang aman bersifat individual untuk tiap pasien yang bermakna ketika obat dikonsumsi, menunjukkan risiko ADR yang rendah atau dapat ditoleransi dan tidak menimbulkan efek toksik. Bersifat individual karena tiap pasien memiliki karakteristik yang spesifik dalam merespon obat karena beberapa faktor seperti yang telah diuraikan sebelumnya.

Beberapa ADR dapat ditoleransi dengan baik oleh mayoritas pasien terutama pada pasien berusia dewasa, dengan fungsi ginjal dan liver normal sehingga proses metabolisme dan ekskresi obat berjalan baik, termasuk oleh pasien tanpa penyakit komorbid sehingga kapasitas untuk mentoleransi ADR masih

baik karena fungsi hemostasis tubuh yang masih berjalan normal. Namun, tidak sedikit obat dapat menimbulkan ADR, terutama alergi serius, yang tidak tergantung pada besaran dosis (dosis rendah juga tetap dapat memunculkan alergi) yang bahkan dengan risiko mortalitas tinggi atau dengan peningkatan dosis obat sedikit saja berpotensi menimbulkan efek toksik. Oleh karena itu, kita perlu memprioritaskan pada obat dengan ADR dengan tingkat mortalitas tinggi dan obat dengan kisar terapeutik sempit/ *narrow therapeutic index* (NTI). Salah satu ADR dengan tingkat mortalitas tinggi misalnya *Severe cutaneous adverse drug reactions* (SCARs) seperti SJS/TEN dengan prevalensi berkisar 10 – 30% (9). Di Indonesia, SCAR menyumbang sekitar sepertiga dari keseluruhan reaksi obat yang merugikan pada kulit (*ACDR Adverse Cutaneous Drug Reaction*) dengan tingkat kematian sekitar 5% dari semua kasus (10). Contoh obat yang menimbulkan alergi serius (SJS/TEN) dengan potensi mortalitas tinggi jika tidak segera mendapatkan intervensi medis yang sesuai: *Allopurinol* (obat anti *hiperuresemia*), dan CBZ (obat anti-epilepsi). Perlu kita pahami bahwa tidak sedikit obat berpotensi menimbulkan reaksi alergi berat seperti SJS/TEN pada sebagian pasien dan hal ini bukan menjadi dasar penarikan obat tersebut dari peredaran. Artinya, upaya preventif perlu dilakukan secara optimal.

Sementara itu, beberapa studi menganalisis mekanisme kejadian SJS/TEN yang dapat dijelaskan melalui 3 teori yang berbeda (11,12) yakni: Teori hapten/prohapten, teori *pharmacological interaction* (p-i), dan *repertoire alteration theory* seperti diilustrasikan pada gambar berikut (13).



Jaruthamsophon K, et al. 2022
Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol. 62:509-29

Gambar 2. Mekanisme obat yang menyebabkan reaksi hipersensitivitas berdasarkan 3 teori: (a) teori *pharmacological interaction* (p-i), (b) teori hapten/prohapten, and (c) teori *repertoire alteration*

Contoh obat yang menimbulkan alergi serius (SJS/TEN) dengan potensi mortalitas tinggi jika tidak segera mendapatkan intervensi medis yang sesuai: *Allopurinol* (obat anti *hiperuresemia*), dan CBZ (obat anti-epilepsi) dengan mekanisme sesuai tertera pada Gambar 2.

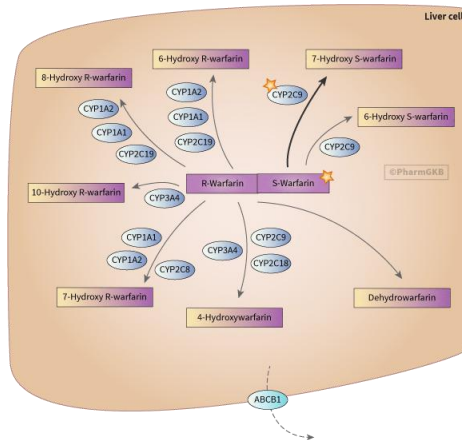
Sementara itu, prioritas pemantauan keamanan obat juga perlu dilakukan pada obat dengan kisar terapeutik sempit yang bermakna obat-obat tersebut memiliki margin keamanan yang kecil antara dosis yang efektif (*MEC minimum effective concentration*) untuk pengobatan dengan dosis yang dapat menyebabkan toksisitas (*MTC minimum toxic concentration*). Dua contoh obat dengan kisar terapeutik sempit adalah *warfarin*, disetujui FDA sejak lama yakni tahun 1954, dan carbamazepine

yang mulai diedarkan di masyarakat pada tahun 1968. Diketahui kejadian perdarahan pada warfarin berkisar 2.9-42.7% (14,15) yang berkorelasi dengan faktor usia, berat badan dan faktor genomik.

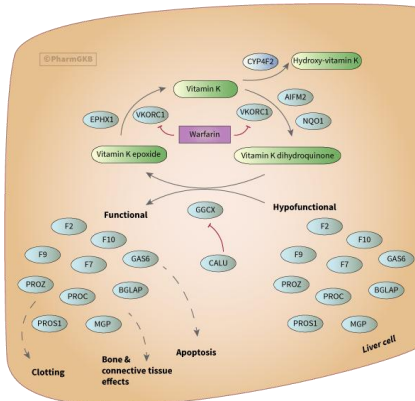
Sementara kejadian toksisitas carbamazepine pertama kali dilaporkan pada tahun 1967 yang terjadi pada kadar lebih dari 40 mg/L (kadar rentang terapeutik 4 - 12 mg/L). Kejadian *toksisitas carbamazepine* bukan merupakan hal yang tidak biasa/jarang karena pada tahun 2014 dilaporkan terdapat 1880 kasus gejala ketoksikan terdokumentasi berdasarkan *The American Association of Poison Control Centers Report* (16). Timbul gejala overdosis akut biasanya tertunda karena absorpsi carbamazepine yang tertunda dan bervariasi di saluran pencernaan. Efek toksik dapat berupa pusing, ketidakseimbangan postur, kantuk, koma, dan bangkitan umum. Bahkan juga menyebabkan konduksi jantung abnormal yang mengarah ke aritmia. Telah dilaporkan bahwa toksisitas carbamazepine akut juga berkaitan dengan *spindle coma* pada EEG. Gejala *antikolinergik* juga umum terjadi pada toksisitas carbamazepine. anemia *hiperkromik*, dan *rhabdomyolysis minor*, serta gangguan gerakan yang diakibatkan, juga telah dilaporkan (17). Mirip dengan warfarin, faktor genomik juga berasosiasi dengan kejadian *toksisitas carbamazepine* (18).

Pendekatan farmakogenomik menyediakan dan melengkapi pertimbangan ilmiah mengapa sebagian pasien yang meski mendapatkan obat dengan *rejimen* dosis obat yang sesuai mengalami efek ADR atau efek toksik, sementara pasien yang lain tidak. Adanya variasi genetik pada gen-gen yang menyandi protein-protein maupun interaksi antargen yang terlibat dalam

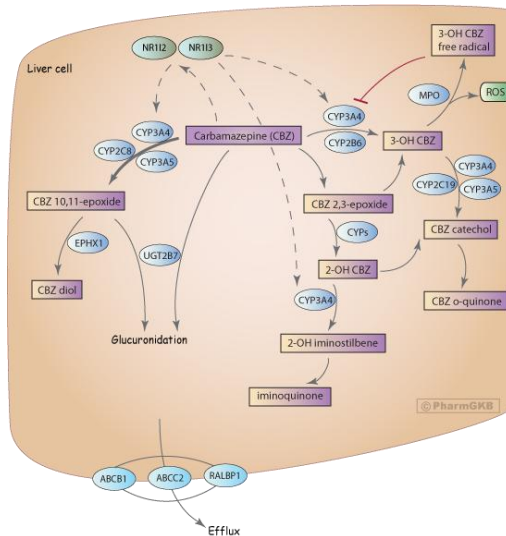
proses farmakokinetik (seperti transporter pada saluran pencernaan, transporter menuju target reseptor, dan enzim pemetabolisme), protein dalam jalur pensinyalan obat, HLA, maupun protein reseptor (**Gambar 1.**) menyebabkan variasi jumlah obat yang berinteraksi maupun kekuatan interaksinya dengan reseptor. Dengan demikian, penggunaan obat-obat dengan kisar terapeutik sempit seperti *warfarin* dan *carbamazepine*, dan juga obat yang berisiko menyebabkan alergi berat seperti SJS, memerlukan profil genomik pasien untuk peresepan obat yang tepat dengan rejimen dosis yang aman dan efektif. Pemahaman mekanisme farmakokinetik dan farmakodinamik obat-obat kisar *terapeutik* sempit serta keterlibatan protein-protein yang berpotensi mengalami perubahan fungsi penting sebagai dasar gen-gen target yang diteliti karena diduga berkontribusi tinggi dalam menyebabkan variasi respon obat. Bagaimana jalur farmakokinetik warfarin (diakses pada <https://www.clinpgx.org/pathway/PA145011113>), dan farmakodinamik warfarin (diakses pada <https://www.clinpgx.org/pathway/PA145011114>), serta jalur farmakokinetik carbamazepine (19) diilustrasikan pada **Gambar 3.**, **Gambar 4.**, dan **Gambar 5.** berikut ini.



Gambar 3. Gen penyandi protein yang terlibat dalam farmakokinetik warfarin, khususnya metabolisme



Gambar 4. Gen penyandi protein yang terlibat dalam farmakodinamik warfarin



Gambar 5. Gen penyandi protein yang terlibat dalam farmakokinetik carbamazepine terutama transporter dan enzim pemetabolisme di *liver*

Telah banyak penelitian, dan masih terus berlangsung, yang mengidentifikasi gen-gen target pada studi farmakogenomik obat-obat dengan ADR kategori serius maupun obat dengan kisar terapeutik sempit yang memuat rekomendasi klinis penggunaannya sehingga aman untuk pasien. Beberapa penelitian yang telah dilakukan penulis maupun peneliti lain dengan topik relevan berkaitan dengan hal tersebut tertera pada **Tabel 1.**

Tabel 1. Beberapa penelitian terkait *bench to bedside* pada populasi Indonesia yang dilakukan penulis dan peneliti lain

Obat dan Judul Penelitian	Metode (<i>Bench</i>)	Kesimpulan	Implementasi Klinis (<i>Bedside</i>)	Biomarker dan Penulisan pada Label Obat yang Ditetapkan FDA (20)
Riset translasi pada obat dengan ADR alergi kategori berat dengan rekomendasi klinis berupa pemeriksaan profil genetik sebelum peresepannya sebagai upaya pencegahan				
ALLOPURI NOL:OBAT ANTI-HIPERURISEMIA HLA (Human Leukocyte Antigen)-B*58:01 Allopurinol-Induced Stevens–Johnson Syndrome in Javanese Men With Positive HLA-B*58:01 (21)	<i>Real-time quantitative polymerase chain reaction (qPCR) technique</i>	Dua pasien suku Jawa Barat mengalami SJS	Studi mengonfirmasi temuan yang ada pada populasi Asia yang mengaitkan HLA-B*58:01 dengan kejadian SJS/TEN akibat allopurinol	HLA-B Warnings

CARBAMAZEPINE: OBAT ANTI-EPILEPSI Terdapat tiga penelitian 1. Polymorphisms of HLA genes in Western Javanese (Indonesia): close affinities to Southeast Asian populations (22) 2. Association of the HLA-B alleles with carbamazepine-induced Stevens–Johnson syndrome/toxic epidermal necrolysis in the Javanese and Sundanese population of Indonesia: the important	<i>1. High-resolution polymerase chain reaction-Luminex method</i> <i>2. Polymerase chain reaction-reverse sequence-specific oligonucleotide probes</i> <i>3. Reverse sequence-specific oligonucleotide</i>	1. Frekuensi HLA-B*1502 (11.6%) 2. Alel HLA-B75 berasosiasi signifikan dengan ASJ/TEN akibat CBZ 3. Frekuensi HLA-B*15:02 (15.52%) yang ditemukan pada suku Melayu, Jawa, dan Sunda sebanding dengan populasi Asia Tenggara, Han Chinese, dan Taiwanese	Skrining genetik pada HLA-B*15:02 (15.52%) sebelum penggunaan obat CBZ	HLA-B Boxed Warning, Warnings, Precautions Catatan: HLA-A tertera pada bagian Warnings kemasan obat (Studi Farmakogenetik di Indonesia tidak ditemukan korelasinya)
---	--	--	---	---

role of the HLA-B75 serotype. (23) 3.Frequencies of HLA-B alleles in Indonesian Malay Ethnic (24)	<i>probe coupled with Xmap technology</i>			
Analisis biaya pemeriksaan genotip HLA berdasarkan riset pada populasi Indonesia Judul riset: Cost-effectiveness analysis of genotyping for HLA-B*15:02 in Indonesian patients with epilepsy using a generic model Meskipun skrining HLA-B*15:02 lebih efisien daripada pemberian obat alternatif, penelitian menunjukkan bahwa kedua rasio ICER (<i>656 juta IDR/QALY</i> dan <i>2,6 miliar IDR/QALY</i>) melebihi batas efektivitas biaya yang berlaku di Indonesia (yang biasanya berkisar 1-3 kali PDB (produk Dosmetik Bruto) per kapita, sekitar puluhan juta IDR). Oleh karena itu, dari perspektif ekonomi makro kesehatan Indonesia, intervensi yang dilakukan dikategorikan tidak hemat biaya untuk diimplementasikan dalam sistem kesehatan di Indonesia. Meskipun skrining genetik secara signifikan lebih efisien dalam penggunaan sumber daya layanan kesehatan jika dibandingkan pengobatan alternatif (valproate) tanpa skrining, biaya absolut perolehan kualitas per tahun masih sangat tinggi menurut standar ekonomi kesehatan di Indonesia (25). Faktual: Carbamazepin tertera pada Formularium Nasional yang berlaku dan tersedia di fasilitas pelayanan kesehatan tingkat pertama maupun tingkat lanjut.				
Analisis biaya pemeriksaan genotip HLA berdasarkan riset pada populasi Thailand, Vietnam, dan Singapura				

Analisis efektivitas biaya skrining HLA untuk mencegah SCAR dibandingkan dengan biaya pengobatan tanpa skrining HLA telah dilakukan dalam beberapa penelitian. Dengan menggunakan model komputasi, Tiamkao dkk. menemukan bahwa total penghematan biaya akan menjadi sekitar USD 3285 dalam 100 kasus jika skrining genotipe HLA-B*15:02 dilakukan sebelum pengobatan dengan CBZ (26,27). Studi lain yang dilakukan oleh Dong et al. meneliti analisis efektivitas biaya terperinci dari skrining HLA-B*15:02 pada pasien epilepsi yang baru didiagnosis di Singapura. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa skrining genetik lebih hemat biaya pada populasi Cina, Singapura dan Malaysia dengan prevalensi HLA-B*15:02 lebih dari 5% dibandingkan dengan India Singapura dengan prevalensi HLA-B*15:02 kurang dari 2,5%. Studi ini menyimpulkan bahwa skrining cenderung hemat biaya pada Tingkat prevalensi HLA-B*15:02 setidaknya lebih dari 2,5% (26,28).

Kesimpulan: Keberhasilan skrining *HLA* dan efektivitas biaya akan bergantung pada beberapa pertimbangan penting. **Pertama**, ketersediaan obat alternatif disarankan ada untuk pasien dengan positif *HLA*, dan seharusnya lebih murah. **Kedua**, prevalensi alel risiko yang terkait dengan SCAR harus cukup tinggi, setidaknya lebih besar dari 2,5% dalam populasi skrining. **Terakhir**, biaya genotipe *HLA* molekuler seefisien mungkin untuk memastikan implementasi program skrining pada populasi berisiko (26).

Riset translasi pada obat dengan kisar terapeutik sempit untuk menyediakan rejimen dosis yang aman/ tidak toksik

Genetic factors associated with patient-specific warfarin dose in ethnic Indonesians (29)	Direct sequencing untuk analisis SNPs pada 6 gen	Dari 40 SNPs yang dianalisis, CYP2C9 rs17847036 and VKORC1 rs9923231 menunjukkan asosiasi yang	VKORC1 rs9923231 AA dan CYP2C9 rs17847036 Genotipe GG direkomendasikan mendapat	CYP2C9 Dosage and Administration, Drug Interactions, Clinical Pharmacology
---	--	--	---	--

	yang berbeda	signifikan dengan respon warfarin	rejiemn dosis yang lebih rendah.	VKORC1 <i>Dosage and Administrat ion, Clinical Pharmacol ogy</i> Kedua biomarker berikut ini dengan signifikansi yang lebih rendah dari VKORC1 dan CYP2C9 dan belum dilakukan pada populasi Indonesia PROS1 Warnings and Precautions PROC Warnings and Precautions
--	-----------------	---	--	---

Analisis biaya pemeriksaan genotip pada *CYP2C9*, *VKORC1* dan *CYP4F2* berdasarkan riset pada populasi Jepang

Aplikasi baru yang digunakan yaitu multiplex fluorescent melting curve assay of whole-blood direct amplification of nested polymerase chain reaction (PCR), dapat mendeteksi cepat SNPs yang memengaruhi variasi respon warfarin. Metode ini hanya membutuhkan 1 µL darah, tidak ada ekstraksi DNA, membutuhkan waktu kurang dari 2 jam, biaya kurang dari 1 USD, dan mampu secara akurat membedakan antar-SNPs yang berbeda (30).

Catatan: Instrumen ini telah tersedia di Laboratorium Jurusan Farmasi UII

Bioanalytical Method Validation for the Determination of Warfarin in Spiked-Saliva Using Fluorometric HPLC for TDM Application (31)	Fluorometric HPLC	Metode bioanalisis warfarin dalam saliva yang dikembangkan telah memenuhi kriteria validitasi yang tertera pada Guidance for Industry Bioanalytical Method Validation dari FDA	Aplikasi TDM pada pasien yang mendapatkan warfarin dapat digunakan sebagai alternatif dalam penentuan rejimen dosisnya yang sesuai	Tidak berkaitan dengan labelling kemasan obat
Stability of Warfarin in Spiked-Saliva Using the Fluorometric HPLC Method (32)	Fluorometric HPLC	Warfarin dalam matriks saliva masih stabil pada suhu 25°C selama 24 jam and pada kondisi	Aplikasi pada protocol TDM menggunakan matriks saliva pasien yang menggunakan warfarin	Tidak berkaitan dengan labelling kemasan obat

		penyimpanan - 20°C selama 21 days		
Allele Frequency of Carbamazepine Major Efflux Transporter Encoding Gene <i>ABCB1</i> C3435T among Javanese-Indonesian Population (33)	PCR RFLP	Frekuensi responden Suku Jawa dengan alel C gen <i>ABCB1</i> C3435T mencapai 53%	Temuan ini mirip dengan studi yang melibatkan populasi Cina, Turkey, dan Eropa bagian Selatan. Variabilitas kebutuhan dosis CBZ berdasarkan polimorfisme pada gen <i>ABCB1</i> C3435T perlu dilakukan.	Tidak berkaitan dengan labelling kemasan obat
<i>Method Validation for the Determination of Carbamazepine in Spiked-saliva Using HPLC-UV for Therapeutic</i>	HPLC-UV	Metode bioanalisis yang dikembangkan memenuhi kriteria validasi untuk dapat digunakan dalam penetapan kadar carbamazepine dalam matriks biologis saliva.	Metode ini menjadi alternatif dalam aplikasi TDM pasien dengan carbamazepine yang menggunakan sampel yang tidak invasif, nyaman	Tidak berkaitan dengan labelling pada kemasan obat

<i>Drug Monitoring Application</i> (34)			terutama pada pasien pediatrik atau lansia	
--	--	--	---	--

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa pemberlakuan kewaspadaan penggunaan obat tertentu dalam informasi peresepan yang tertera pada kemasan obat telah ditetapkan FDA, sedangkan di Indonesia sendiri belum dilakukan. Hal ini tentunya menjadi tantangan para peneliti multidisiplin untuk berkolaborasi dalam proses mewujudkannya. Keutamaan pelabelan spesifik untuk populasi Indonesia penting dan hal ini diperkuat dengan adanya perbedaan rekomendasi dari konsorsium global, FDA, dan pusat riset farmakogenomik di beberapa negara seperti pada tabel berikut (11).

Tabel 2. Perbandingan rekomendasi pemeriksaan genetik dan klinis yang ditetapkan Badan Pusat Farmakogenomik Internasional dan FDA terkait penggunaan obat carbamazepine dan allopurinol

Obat	Gen	Fenotip	Rekomendasi Klinis	Badan Pemberi Rekomendasi	Level Bukti	Kategori Rekomendasi Pengujian Genetik
Carbamazepine	HLA	HLA-B*15:02 negatif dan HLA-A*31:01 negatif	Gunakan dosis standar sesuai panduan	CPIC	1A	Strong
		HLA-B*15:02 negatif dan HLA-A*31:01 positif	Jika pasien belum pernah mendapatkan CBZ dan obat alternatif lain tersedia, hindari penggunaan CBZ	CPIC	1A	Strong

Obat	Gen	Fenotip	Rekomendasi Klinis	Badan Pemberi Rekomendasi	Level Bukti	Kategori Rekomendasi Pengujian Genetik
		<i>HLA-B*15:02</i> positif and genotip <i>HLA-A*31:01</i>	Jika pasien belum pernah mendapatkan CBZ, hindari penggunaan CBZ	CPIC	1A	Strong
		<i>HLA-B*15:02</i> , <i>HLA-A*31:01</i> dan <i>HLA-B*15:11</i> carriers	Pilih obat alternatif	DPWG	4E	Essential
		<i>HLA-B*15:02</i> positif	Penggunaan obat alternatif sebagai terapi lini pertama	CPNDS	+++	B-Moderate
		<i>HLA-A*31:01</i> positif	Penggunaan obat alternatif sebagai terapi lini pertama	CPNDS	+++	B-Moderate

Obat	Gen	Fenotip	Rekomendasi Klinis	Badan Pemberi Rekomendasi	Level Bukti	Kategori Rekomendasi Pengujian Genetik
		<i>HLA-B*15:02</i> positif	CBZ tidak direkomendasikan kecuali jelas terbukti kemanfaatannya lebih tinggi dibanding risikonya.	FDA	-	-
		<i>HLA-A*31:01</i> positif	Pertimbangkan risiko dan manfaat sebelum meresepkan CBZ	FDA	-	-
Allopurinol	<i>HLA-B</i>	<i>HLA-B*58:01</i> negatif	Gunakan allopurinol sesuai pedoman dosis standar	CPIC	1A	Strong
		<i>HLA-B*58:01</i> positif	Allopurinol dikontraindikasikan.	CPIC	1A	Strong

Obat	Gen	Fenotip	Rekomendasi Klinis	Badan Pemberi Rekomendasi	Level Bukti	Kategori Rekomendasi Pengujian Genetik
		<i>HLA-B*58:01</i> positif	Pilih alternatif, misalnya, febuxostat atau untuk mendahului pengobatan dengan induksi toleransi allopurinol.	DPWG	4F	-
		<i>HLA-B*58:01</i> positif	Menghasilkan reaksi kulit parah yang lebih tinggi	FDA	-	-

CBZ *Carbamazepine*; Rekomendasi klinis yang terangkum pada Table 2. memperkuat keutamaan Indonesia memiliki kebijakan pemeriksaan genetik terkait penggunaan obat berdasarkan keamanannya dalam pencegahan kejadian ADR SJS/TEN.

Ibu-Bapak, hadirin yang saya hormati,

G.Implementasi farmakogenomik pada aplikasi klinis di negara lain

Beberapa negara telah mengimplementasikan program dan penelitian pengobatan presisi (*precision medicine*), meskipun dengan tingkat penerapan yang bervariasi. Terdapat program nasional *genomic* manusia di 7 negara seperti: *Genomics England*; *Genome Canada*; *the National Human Genome Research Institute* (NHGRI) di Amerika Serikat; *Precision Health Research, Singapore* (PRECISE); *the Danish National Genome Center* (DNGC); *the Qatar Genome Program* (QGP); and *Australian Genomics*. Bagaimana program ini diimplementasikan di negara Asia seperti Singapura dan Thailand?

Singapura

The Singapore National Precision Medicine Program melakukan *sekuensing* pada 10.000 genom berkolaborasi dengan *Oxford Nanopore Technologies*. *Precision Health Research, Singapore* (PRECISE) menjalankan Program Nasional dan telah menyiapkan kolaborasi untuk mengembangkan basis data varian struktural genetik di tiga kelompok populasi utama di Singapura, yaitu, orang-orang keturunan Tionghoa, Melayu, dan India. PRECISE didirikan pada tahun 2020 untuk membantu mewujudkan strategi pengobatan presisi pemerintah Singapura. Tahap kedua program *the National Precision Medicine* pada tahun 2021 dan memiliki tujuan untuk mengurutkan genom 100.000 orang Singapura yang sehat dan 50.000 orang dengan berbagai penyakit.

Melalui program *Precision Health Research*, Singapore (PRECISE) memprioritaskan untuk penelitian genomik manusia untuk menyediakan inovasi pengobatan presisi dan *clinical implementation pilots* (CIPs) serta kolaborasi akses data. Program ini bermitra dengan PRECISE-SG100K *public healthcare institutions* (CIPs) *regional genomics initiative*. Terkait infrastruktur data, program ini menggunakan platform analitik data nasional Singapura yang inovatif. Platform ini dirancang khusus untuk memungkinkan penggunaan data penelitian terkait kesehatan yang bersifat anonim dan data dunia nyata (*real-world data* - RWD) secara aman dan efisien untuk memajukan penelitian medis dan meningkatkan hasil kesehatan masyarakat (35).

Bahkan belakangan Singapura, dengan data 80% masyarakatnya mengalami *age-Related Diseases*/ARDs berdasarkan data 2019, Singapura telah mengembangkan *Precision Geromedicine* yang didedikasikan untuk meningkatkan kesehatan dan memperlama kualitas kesehatan dengan menargetkan aspek biologis yang terjadi pada proses penuaan. *Precisision Geromedicine* bertujuan mengintegrasikan gerodiagnostics dan gerotherapeutics pada praktik klinis. Geromedicine juga mencakup dewasa muda, yang bertujuan untuk memulai intervensi dini sebelum timbulnya penyakit terkait usia (ARDs). Jadi awalan "gero" tidak menunjukkan usia populasi target, melainkan mencerminkan tujuan yang lebih luas untuk mengoptimalkan proses penuaan yang tetap sehat-berkualitas (36). Karena penuaan (belum) dianggap sebagai penyakit dan karenanya tidak dapat diobati seperti layaknya uji klinis dari *Federal Drug Administration* (FDA) atau *European*

Medical Agency (EMA), penelitian dan pengembangan terapeutik berfokus pada pengobatan dan lebih jarang pada aspek pencegahan multimorbiditas atau penyakit tertentu (37).

Thailand

Pemerintah Thailand telah meluncurkan the *Genomics Thailand Initiative* (GTI) pada tahun 2019 untuk menyediakan database genomik dari 50.000 orang Thailand dalam rangka memajukan penelitian pengobatan presisi dan farmakogenomik di Thailand. GTI bekerja sama dengan *Thailand's Center for Medical Genomics* (CMG) dan *Center of Excellence for Life Sciences* (TCELS) sebagai tim peneliti kolaboratif untuk menjembatani kesenjangan antara Pengobatan presisi dan praktik klinis.

Implementasi menarik di Thailand adalah adanya PPM (*Pharmacogenomics and Personalized Medicine*) card. Kartu PPM berupa kartu identitas farmakogenomik (ID Farmakogenomik) dari Divisi *Pharmacogenomics and Personalized Medicine* (PPM), Departemen Patologi, Rumah Sakit Fakultas Kedokteran Ramathibodi, Universitas Mahidol, Bangkok, Thailand. Kartu PPM berupa kartu persegi panjang berwarna ungu seukuran dompet yang diberikan kepada setiap pasien yang memiliki hasil tes farmakogenomik unik di dalamnya yang dapat dibawa oleh pasien untuk ditunjukkan kepada dokter saat memeriksakan kesehatannya. Penyediaan Kartu ID farmakogenomik menggunakan teknik sederhana, cepat, dan hemat biaya yang dapat mempercepat implementasi pengobatan presisi dalam perawatan Kesehatan rutin pasien (38). Tahap pengembangan untuk pertimbangan keamanan dan kerahasiaan informasi genetik pasien masih dilakukan.



Gambar 5. The PPM card adalah kartu identitas farmakogenomik yang dikembangkan di Thailand. Kode QR akan digunakan untuk meningkatkan keamanan dan kerahasiaan informasi genetik pasien. Akses informasi menggunakan kata sandi pribadi.

H. Penerapan riset translasi farmagenomik di Indonesia

Biomedical and Genome Science Initiative (BGSI) merupakan program strategis untuk memajukan riset genomik dan aplikasinya dalam layanan kesehatan yang diinisiasi oleh Kementerian Kesehatan dan resmi diluncurkan pada 14 Agustus 2020. BGSI merupakan inisiatif nasional yang bertujuan untuk mengintegrasikan ilmu genomik dalam layanan kesehatan (39). Salah satu tujuan dari 5 tujuan program ini memanfaatkan *sequencing* DNA untuk mengembangkan pengobatan yang disesuaikan dengan profil genetik pasien (pengobatan presisi). BGSI menargetkan pengumpulan 10.000 sekuens genom manusia untuk memetakan varian data genom populasi Indonesia, khususnya untuk penyakit prioritas kanker, diabetes, *stroke*, penyakit menular (TBC), *Duchenne Muscular Dystrophy* (DMD), *Pulmonary Arterial Hypertension* (PAH), dan Psoriasis.

BGSi bermarkas di Gedung Lembaga Biologi Molekuler Eijkman Jakarta yang menjadi pusat penelitian genomik melalui *human whole genome sequencing* (hWGS) untuk mendukung riset genomik nasional. Terdapat juga *bio bank* sebagai pusat penyimpanan sampel biologis berstandar internasional, serta *Server Room* yang mengelola data genomik berskala besar dengan sistem keamanan mutakhir. Sementara itu, sembilan rumah sakit vertikal pionir di berbagai daerah di Indonesia yang menjadi mitra program ini adalah

1. RSUPN Cipto Mangunkusumo (RSCM) Contohnya, RSUPN Cipto Mangunkusumo (RSCM) telah memperkenalkan tiga layanan unggulan tes genomik untuk menangani penyakit metabolik, termasuk diabetes dan kolesterol tinggi di Jakarta (fokus: penyakit metabolik, terutama diabetes)
2. RS Pusat Otak Nasional (RS PON) Mahar Mardjono di Jakarta (fokus: stroke)
3. RSPI Sulianti Saroso di Jakarta (fokus: penyakit menular TBC)
4. RSUP Persahabatan di Jakarta (fokus: penyakit menular TBC)
5. RS Kanker Dharmais di Jakarta (fokus: kanker)
6. RSUP Dr. Sardjito di Yogyakarta (fokus: penyakit genetik/langka)
7. RS Prof. I.G.N.G. Ngoerah (sebelumnya RSUP Sanglah) di Denpasar, Bali (fokus: *wellness and beauty*)
8. RS Jantung dan Pembuluh Darah Harapan Kita penyakit jantung dan pembuluh darah (kardiovaskular)

9. RSAB Harapan Kita (fokus pada kesehatan ibu, reproduksi, dan *neonatal* (maternal, *reproductive*, and *neonatal*))

Perkembangan riset BGSi hingga 10 September 2025, telah direkrut 15.231 partisipan, dihasilkan 12.378 data hWGS, dilakukan 11.349 analisis sekunder, serta 5.781 analisis farmakogenomik. Dengan instrumen yang ada, kapasitas maksimal pemeriksaan hWGS mencapai 15.456 sampel per tahun, dengan asumsi operasional 5 hari kerja per minggu selama 46 minggu efektif.

Tantangan dan strategi ke depan BGSi

Seperti dikemukakan Menteri Kesehatan RI, tiga tantangan dan strategi BGSi yang dapat direspon positif dan kolaboratif oleh peneliti UII yakni

1. Keterbatasan Anggaran: Perlu alokasi dana lebih besar untuk riset dan infrastruktur.
2. Regulasi dan Etika: Perlunya payung hukum terkait privasi data genetik/genomik.
3. Kesiapan SDM: Masih minimnya ahli genomik di Indonesia. Dengan semakin bertambah peneliti-peneliti dari Jurusan Farmasi dan Fakultas Kedokteran UII maupun ketersediaan fasilitas laboratorium yang berfokus pada riset genomik dapat mengajukan kolaborasi riset dengan BGSi.

I. Penerapan teknologi Akal Imitasi (AI) dalam pengobatan presisi

Seiring dengan kemajuan teknologi, integrasi AI dan pengobatan presisi dapat menyediakan algoritme prediksi

keamanan penggunaan obat berbasis maha data pasien dengan keragaman karakteristik fisiologis, patologis, genetik, lingkungan, gaya hidup atau interaksinya.

Penerapan AI dan *Machine Learning* (ML) merevolusi farmakogenomik dengan memungkinkan analisis kumpulan data yang kompleks dan pengembangan model prediktif. Melalui AI, jaminan kualitas keamanan obat pada ranah klinis tidak mengandalkan pengawasan obat pascaedar dan *trial-error prescribing* dalam menyiapkan peresepan yang lebih aman: reaksi obat merugikan minimal dan tidak toksik serta efektivitas obat yang lebih optimal (40).

Penerapan teknologi AI pada pengobatan presisi, seperti tengah dikembangkan di Indonesia melalui *Healthcare AI Hackathon 2025* yang diresmikan pada 13 Oktober 2025, menunjukkan upaya pemerintah RI dalam melakukan *empowerment* dan keberlanjutan kualitas layanan kesehatan untuk masyarakat Indonesia. Dalam konteks kemananan obat tentunya menjadikan identifikasi potensi risiko ketidakamanan obat tidak bergantung pada hasil studi farmakovigilans yang berarti tidak menunggu kejadian ADR serius terjadi baru kemudian ditetapkan strategi preventif untuk kejadian selanjutnya.

Tentunya, masih diperlukan upaya signifikan untuk mengembangkan dan memvalidasi penerapan ini, kemajuan berkelanjutan dalam teknologi AI, ditambah dengan peningkatan kualitas dan kedalaman data dapat diantisipasi untuk mendorong transisi sistem ini ke dalam praktik klinis dan pemberian perawatan kesehatan individual dan hasil pasien yang lebih baik. Saat ini, terdapat beberapa aplikasi penggunaan

teknologi komputasi menggunakan ML dan *deep learning* dalam farmakogenomik pengobatan kanker yang menggunakan database biomarker farmakogenomik yang disetujui FDA tertera pada label kemasan obat kanker (41). Namun, yang juga perlu diperhatikan keberhasilan pengembangan dan integrasi farmakogenomik yang terfasilitasi AI akan membutuhkan pertimbangan yang cermat tentang masalah etika, hukum, dan sosial baik dalam penelitian dan praktik klinis (42).

J. Kesimpulan

- a. Pengobatan presisi berbasis profil genomik menjadi bagian strategi untuk memastikan pasien mendapatkan obat yang tepat dengan rejimen dosis yang sesuai.
- b. Pengobatan presisi diprioritaskan untuk: i) pengobatan kanker, karena ketepatan terapinya berkompetisi dengan pertumbuhan sel-sel tubuh yang tidak terkendali dan abnormal, tingkat kerusakan jaringan normal maupun risiko (metastasis); selain juga berkaitan risiko ADR serius sehingga rasio manfaat: risiko menjadi pertimbangan utama ii) peningkatan keamanan obat-obat dengan ADR serius dan obat dengan kisar terapeutik sempit iii) diberlakukan untuk semua warga negara Indonesia dengan tetap menjunjung tinggi prinsip etik, berkeadilan serta berorientasi pada kemaslahatan.
- c. Pendekatan pengobatan presisi dilakukan seiring dengan tetap dilakukannya penerapan strategi non-laboratorium oleh para praktisi tenaga kesehatan seperti edukasi kepatuhan pengobatan dan upaya pencegahan serta pengatasan ADR serius seperti pasien diedukasi untuk mengenali gejala-gejala

alergi terutama alergi serius maupun peningkatan kewaspadaan pasien atau keluarga pasien mengenai ADR serius.

- d. Kolaborasi keilmuan, institusi riset dengan fasilitas kesehatan, serta komitmen pemerintah diperlukan dalam memperkuat riset dan implementasi klinis.

Ibu-Bapak, hadirin yang saya hormati,

Pengobatan presisi menawarkan peluang besar untuk meningkatkan keselamatan pasien—namun tentunya diperlukan infrastruktur ilmiah, kebijakan yang adil, dan kapasitas SDM yang memadai. Indonesia, dengan inisiatif BGSi dan penelitian di tingkat institusi/lembaga riset termasuk UII yang terintegrasi AI mulai tumbuh dan berkembang, memiliki momentum untuk terwujudnya pengobatan presisi yang kontekstual dan adil.

Penutup

Tiada kata yang dapat terucap untuk menggantikan segala rasa syukur, rasa penghambaan ini, yang hanya milik dan untuk Allah *Ta'ala* yang telah memecahkan sumber-sumber hikmah dari hati orang-orang yang benar. Kami memohon ampunan-Nya dari segala dosa yang ada di semua amal.

Izinkan saya secara pribadi menyampaikan banyak terima kasih dengan penuh cinta dan ketulusan kepada:

1. Kedua orangtua, alm. Bapak Susmono dan almh. Sri Supratmi, guru terbaik yang tak tergantikan. Semoga Allah *Ta'ala* ridho atas segala ikhtiar yang dilakukan, menjadi bagian dari amal kebaikan keduanya. Allah *Ta'ala* sayangi, bahagiakan keduanya. Allah *Ta'ala* izinkan keduanya mendapat *syafaat Rasulullah Muhammad saw., amiin*

2. Bapak dan Ibu mertua, Bapak Sumargo dan Ibu Hesih Sukesih yang telah mendidik putranya dengan cinta dan ketulusan sehingga menjadikannya sosok imam, ayah, suami yang bertanggung jawab, penyayang, menyenangkan, dan *superhero* buat keluarga kecil kami. *Insyallah* akan menjadi teladan yang keren untuk Mas Hiro saat dewasa kelak.
3. Suami tercinta, ayah Ary Yusdianto. Terima kasih banyak atas kesabaran dan ilmu tentang makna ketaatan, keseimbangan dan harmoni dalam hidup. Pesannya kala itu saat saya meminta saran sebelum pengajuan kenaikan jabatan GB, Ibu perlu belajar dari tembang macapat; saat diizinkan-Nya sebagai GB tiba, Ibu perlu belajar berada pada tahap Durma yakni memberi dan berderma apa yang Allah *Ta'ala* titipkan dan juga fase pangkur, saat Ibu perlu banyak merenung, meningkatkan ketaatan, cinta ke Allah *Ta'ala* dan *Rasulullah*. Terimakasih banyak ya Yah nasihatnya, *insyallah* akan Ibu upayakan. Temani dan ajarin terus ya. *I love you full* pokoknya.
4. Anak-anak tercinta, Kak Malaai dan Mas Hiro yang mengajarkan Ibu tentang cinta dan ketulusan. Maafkan Ibu ya Nak, atas pengabaian yang tidak sengaja Ibu lakukan.
5. Kakak kandung satu-satunya yang tercinta, Mba Ita, yang telah menjadi mitra berantem saat masa kanak-kanak sekaligus bercanda, serta teladan bagaimana merawat kedua orang tua dengan sungguh-sungguh dan telaten di masa-masa menjelanganya berpulanganya orang tua ke *Rahmatullah*.

6. Keluarga besar kakek dari Bapak, alm. Sahid Yatmosusmoyo, *Pakdhe-Budhe*, Paklik-Bulik, *matur nuwun sanget* telah menemani dan menghibur orang tua kami kala itu.
7. Keluarga besar kakek dari Ibu, alm. Sumarto, *Pakdhe-Budhe*, Paklik-Bulik, *matur nuwun sanget* telah menyayangi Ibu saya dan menemani kami
8. Terimakasih Menteri Diktisaintek RI, kepala LLDIKTI Wilayah V Yogyakarta, para profesor *reviewer* dan Tim TPAK pengajuan usulan jabatan fungsional.
9. Terimakasih Pimpinan YBW UII, Dr. Suparman Marzuki, S.H., M.Si., beserta seluruh jajaran. Rektor UII, Prof. Fathul Wahid, S.T., M.Sc., beserta seluruh jajaran. Dekan FMIPA Prof, Riyanto, Ph.D beserta seluruh jajaran.
10. Terimakasih DSDM UII dan Divisi Umum FMIPA. Pak Parwanto-alumni Divisi Umum FMIPA, yang tidak bosan-bosan “meneror” melalui WA berulang agar Saya mau mengajukan kenaikan jabatan akademik ke guru besar. Usaha Pak Parwanto ini luar biasa, akhirnya saya luluh juga karena ternyata diam-diam beliau membantu pengisian form PAK, saya hanya melengkapi sedikit- sedikit. Sehingga *alhamdulillah* atas seizin-Nya relatif tidak ada kendala, hanya 2 bulan jarak waktu *submit* hingga penerbitan SK GB. *Matur nuwun sanget* ya Pak.
11. Sahabat dosen dan tendik Jurusan Farmasi UII serta tendik alumni FMIPA atas interaksinya yang saling menguatkan dan memperbaiki.

12. Para mahasiswa, HORE Research Team, teman berlari untuk capaian cita dan harapan terbaik adik-adik mahasiswa Jurusan Farmasi UII.
13. Yang saya banggakan, alumni Prodi Farmasi UII, Kak Wahyuni Shalatan Fitri, M.Sc, lulusan Magister dari University College London, 10-besar universitas terbaik dunia. Kak apt. M. Reza P. Mahardhika, selamat meneruskan perjuangannya di Doctoral School of Health Sciences, University of Strasbourg, France dan apt. Zahrotun Nafiah, M.Sc selamat atas prestasinya serta alumni Jurusan Farmasi lain yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu. Semoga tambah berkah dan senantiasa menginspirasi adik-adik tingkatnya.
14. Para pendidik dan Guru di SDN 13 Pagi Jakarta Timur, SDN Mangkura I Ujung Pandang, SMPN 6 Ujung Pandang, SMPN 6 Yogyakarta, SMAN 3 Padmanaba Yogyakarta. Terimakasih banyak atas suri tauladan, ilmu, bimbingan serta ketulusannya.
15. Para pendidik dan dosen di Fakultas Farmasi Universitas Airlangga serta DPA kala itu Prof. Dr. apt Siti Sjamsiah yang mengenalkan saya pertama kali tentang Farmakokinetik dan Farmakoterapi. Juga untuk Ibu Dr. apt. Widyati, M.Clin.Pharm, inspirasi, teladan saya sebagai seorang apoteker klinis.
16. Para pendidik dan dosen di Fakultas Farmasi UGM. Para promotor keren saya: Prof. Zullies Ikawati, Ph.D, dr. Hamim Sadewa, Ph.D dan alm. Dr. dr. M. Robikhul Ikhsan, Sp.PD., Konsultan Endokrin, Metabolik, dan Diabetes (semoga beliau husnul khatimah) dan penguji disertasi

sekaligus konsultan (gratis karena selain tetangga kami, beliau orang tua dari sahabat saya di Padmanaba) tentang farmakokinetik klinik, Prof. Dr. Djoko Wahyono dan almh. Ibu apt. Sri Kadarinah (semoga beliau husnul khatimah).

17. Teman-teman sekolah SMPN 6 Yogyakarta, SMAN 3 Yogyakarta, lebih dari seperempat abad tidak bertemu. Ibu Titin dan Pak Anung, terimakasih banyak ya kebersamaannya dulu.
18. Para ALFAS (Alumni Fakultas Farmasi Universitas Airlangga) 1998, SOLUPHAIR, yang datang dari jauh-jauh. “Yok opo kabare? Suwe gak ketemu, Rek. Sepurane yo ga nate mangkat reunian”.
19. Para pejuang Pembelajaran Klinik MFK UGM 2005, partner diskusi kasus dan ngelembur. Serta temans S3 Farmasi UGM dan rekan-rekan unit IX, teman ngopi bareng di *pantry*.
20. Para sejawat apoteker, dokter, dan tenaga kesehatan lain dari Rumah Sakit, Puskesmas, dan praktisi di Apotek: mitra kolaborasi riset yang menjadi sumber inspirasi ide penelitian yang dibutuhkan pasien dan pengembangan ilmu farmasi klinis. *Matur nuwun sanget*, maafkan sering merepotkan.
21. Para guru, sahabat, teman, kolega, mahasiswa yang tak bisa saya sebutkan satu per satu, yang membersamai saya yang mengajarkan saya, memperbaiki dan menguatkan saya. *Matur nuwun sanget*.

Wassalamu 'alaikum warahmatullah wabarakatuh.

DAFTAR PUSTAKA

1. Romano A, Valluzzi RL, Alvarez-Cuesta E, Ansotegui I, Asero R, Barbaud A, et al. Updating the classification and routine diagnosis of NSAID hypersensitivity reactions: A WAO Statement. *World Allergy Organization Journal*. 2025 Aug 1;18(8):101086.
2. Trinh HKT, Pham LD, Le KM, Park HS. Pharmacogenomics of Hypersensitivity to Non-steroidal Anti-inflammatory Drugs. *Front Genet*. 2021 June 25;12:647257.
3. Jiang M, Yang J, Yang L, Wang L, Wang T, Han S, et al. An association study of HLA with levofloxacin-induced severe cutaneous adverse drug reactions in Han Chinese. *iScience*. 2023 July 13;26(8):107391.
4. Dieppe PA, Ebrahim S, Martin RM, Jüni P. Lessons from the withdrawal of rofecoxib. *BMJ*. 2004 Oct 16;329(7471):867–8.
5. James WPT, Caterson ID, Coutinho W, Finer N, Gaal LFFV, Maggioni AP, et al. Effect of Sibutramine on Cardiovascular Outcomes in Overweight and Obese Subjects. *New England Journal of Medicine*. 2010 Sept 2;363(10):905–17.
6. McKinney GR, Stavely HE. From Bench to Bedside: The Biologist in Drug Development. *BioScience*. 1966 Oct 1;16(10):683–7.
7. Ali S, Egunsola O, Babar ZUD, Hasan SS. Clinical trials in Asia: A World Health Organization database study. *Perspect Clin Res*. 2019;10(3):121–4.
8. Monte AA, Heard KJ, Vasiliou V. Prediction of Drug Response and Safety in Clinical Practice. *J Med Toxicol*. 2012 Mar;8(1):43–51.

9. Fan WL, Shiao MS, Hui RCY, Su SC, Wang CW, Chang YC, et al. HLA Association with Drug-Induced Adverse Reactions. *J Immunol Res*. 2017;2017:3186328.
10. Oktarina DAM, Sophiati M, Moha EMR, Waskito F, Soebono H. A Five-Year Review of Adverse Cutaneous Drug Reaction in a Tertiary Care Hospital in Yogyakarta, Indonesia. *Berkala Ilmu Kesehatan Kulit dan Kelamin*. 2021 Nov 30;33(3):150–5.
11. Kloypan C, Koomdee N, Satapornpong P, Tempark T, Biswas M, Sukasem C, et al. A Comprehensive Review of HLA and Severe Cutaneous Adverse Drug Reactions: Implication for Clinical Pharmacogenomics and Precision Medicine. *Pharmaceuticals* [Internet]. 2021 Oct 25 [cited 2025 Dec 13];14(11). Available from: <https://www.mdpi.com/1424-8247/14/11/1077>
12. Jeiziner C, Wernli U, Suter K, Hersberger KE, Meyer zu Schwabedissen HE. HLA-associated adverse drug reactions - scoping review. *Clin Transl Sci*. 2021 Sept;14(5):1648–58.
13. Jaruthamsophon K, Thomson PJ, Sukasem C, Naisbitt DJ, Pirmohamed M. HLA Allele–Restricted Immune-Mediated Adverse Drug Reactions: Framework for Genetic Prediction. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*. 2022 Jan 6;62(Volume 62, 2022):509–29.
14. Ningrum VDA, Sufiyah S, Widyastuti ID, Yusuf BS, Dullah W. Bleeding Incidence in Patients Administered with Warfarin at Secondary Hospitals in Yogyakarta Province. *Indonesian Journal of Pharmacy*. 2020 Sept 30;217–28.
15. Satryo FZO, Wahyuni D, Suprapti B, Nilamsari WP, Alsagaff MY, Purnamawati DMNQ, et al. Exploring Side Effects of Warfarin in Outpatients at Tertiary Hospital in Indonesia. *JURNAL FARMASI DAN ILMU*

KEFARMASIAN INDONESIA. 2025 Aug 31;12(2):142–50.

16. Al Khalili Y, Sekhon S, Jain S. Carbamazepine Toxicity. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [cited 2025 Dec 13]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507852/>
17. Al Khalili Y, Sekhon S, Jain S. Carbamazepine Toxicity. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [cited 2025 Dec 14]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507852/>
18. Puranik YG, Birnbaum AK, Marino SE, Ahmed G, Cloyd JC, Remmel RP, et al. Association of carbamazepine major metabolism and transport pathway gene polymorphisms and pharmacokinetics in patients with epilepsy. *Pharmacogenomics*. 2013 Jan;14(1):35–45.
19. Thorn CF, Leckband SG, Kelsoe J, Steven Leeder J, Müller DJ, Klein TE, et al. PharmGKB summary: carbamazepine pathway. *Pharmacogenetics and Genomics*. 2011 Dec;21(12):906.
20. Research C for DE and. Table of Pharmacogenomic Biomarkers in Drug Labeling. FDA [Internet]. 2024 Sept 23 [cited 2025 Dec 12]; Available from: <https://www.fda.gov/drugs/science-and-research-drugs/table-pharmacogenomic-biomarkers-drug-labeling>
21. Ferdiana A, Fachiroh J, Oktarina DAM, Irwanto A, Mahendra C, Febriana SA, et al. Allopurinol-Induced Stevens–Johnson Syndrome in Javanese Men With Positive HLA-B*58:01. *Frontiers in Genetics*. 2022;13:1–8.
22. Yuliwulandari R, Kashiwase K, Nakajima H, Uddin J, Susmiarsih TP, Sofro ASM, et al. Polymorphisms of HLA genes in Western Javanese (Indonesia): close affinities to Southeast Asian populations. *Tissue Antigens*. 2009 Jan;73(1):46–53.

23. Yuliwulandari R, Kristin E, Prayuni K, Sachrowardi Q, Suyatna FD, Menaldi SL, et al. Association of the HLA-B alleles with carbamazepine-induced Stevens–Johnson syndrome/toxic epidermal necrolysis in the Javanese and Sundanese population of Indonesia: the important role of the HLA-B75 serotype. *Pharmacogenomics*. 2017 Dec;18(18):1643–8.
24. Yuliwulandari R, Prayuni K, Viyati K, Mahasirimongkol S, Wichukchinda N. Frequencies of HLA-B alleles in Indonesian Malay Ethnic. *Heliyon*. 2024 Mar 15;10(5):e26713.
25. Yuliwulandari R, Shin JG, Kristin E, Suyatna FD, Prahasto ID, Prayuni K, et al. Cost-effectiveness analysis of genotyping for HLA-B*15:02 in Indonesian patients with epilepsy using a generic model. *Pharmacogenomics J*. 2021 Aug;21(4):476–83.
26. Nguyen DV, Vidal C, Chu HC, van Nunen S. Developing pharmacogenetic screening methods for an emergent country: Vietnam. *World Allergy Organ J*. 2019 June 6;12(5):100037.
27. Tiamkao S, Jitpimolmard J, Sawanyawisuth K, Jitpimolmard S. Cost minimization of HLA-B*1502 screening before prescribing carbamazepine in Thailand. *Int J Clin Pharm*. 2013 Aug;35(4):608–12.
28. Dong D, Sung C, Finkelstein EA. Cost-effectiveness of HLA-B*1502 genotyping in adult patients with newly diagnosed epilepsy in Singapore. *Neurology*. 2012 Sept 18;79(12):1259–67.
29. Suriapranata IM, Tjong WY, Wang T, Utama A, Raharjo SB, Yuniadi Y, et al. Genetic factors associated with patient-specific warfarin dose in ethnic Indonesians. *BMC Medical Genetics*. 2011 June 6;12(1):80.

30. Huang D, Xie F, Xiao S, Cai M, Hu D, Ling B, et al. Application of rapid genotyping of Warfarin individualized pharmacogenetic variants in Warfarin therapy. *Sci Rep*. 2024 Dec 30;14(1):31639.
31. Wibowo A, Nurbaiti S, Ningrum VDA. Bioanalytical Method Validation for the Determination of Warfarin in Spiked-Saliva Using Fluorometric HPLC for TDM Application. *Advanced Materials Research*. 2021;1162:173–9.
32. Ningrum VDA, Dewi LC, Wibowo A. Stability of Warfarin in Spiked-Saliva Using the Fluorometric HPLC Method. *Advanced Materials Research*. 2020;1162:180–90.
33. Istikharah R, Hartienah SD, Vitriyani S, Ningrum VDA. Allele Frequency of Carbamazepine Major Efflux Transporter Encoding Gene ABCB1 C3435T among Javanese-Indonesian Population. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*. 2020;8(A):406–13.
34. Wibowo A, Ningrum VDA, Ilhamy R. Method Validation for the Determination of Carbamazepine in Spiked-saliva Using HPLC-UV for Therapeutic Drug Monitoring Application. *Current Psychopharmacology*. 2020 Nov 30;9(3):1–8.
35. Howley C, Haas MA, Al Muftah WA, Annan RB, Green ED, Lundgren B, et al. The expanding global genomics landscape: Converging priorities from national genomics programs. *Am J Hum Genet*. 2025 Apr 3;112(4):751–63.
36. Amalaraj JJP, Island L, Ong JYY, Wang L, Valderas JHM, Dunn M, et al. Towards Precision Geromedicine in Singapore. *GeroScience*. 2025 May 8;47(5):6399–409.
37. Kroemer G, Maier AB, Cuervo AM, Gladyshev VN, Ferrucci L, Gorbunova V, et al. From geroscience to precision geromedicine: Understanding and managing aging. *Cell*. 2025 Apr 17;188(8):2043–62.

38. Sukasem C, Chantratita W. A success story in pharmacogenomics: genetic ID card for SJS/TEN. *Pharmacogenomics*. 2016 Apr;17(5):455–8.
39. Sari K. Mengenal Biomedical Genome Science Initiative (BGSI) [Internet]. Kemenkes - Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2025 [cited 2025 Dec 12]. Available from: <https://kementeriankesehatan.com/mengenal-biomedical-genome-science-initiative-bgsi/>
40. Khare PS, Shaikh SA, Havelikar U. Artificial Intelligence and precision medicine for optimizing patient care: A comprehensive review. *Intelligent Hospital*. 2025 Nov 11;100042.
41. Feng F, Shen B, Mou X, Li Y, Li H. Large-scale pharmacogenomic studies and drug response prediction for personalized cancer medicine. *J Genet Genomics*. 2021 July 20;48(7):540–51.
42. Haga SB. Artificial intelligence, medications, pharmacogenomics, and ethics. *Pharmacogenomics*. 2024;25(14–15):611–22.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Prof. Dr. apt. Vitarani Dwi Ananda Ningrum, S.Si., M.Si.

IDENTITAS DIRI

Nama	: Prof. Dr. apt. Vitarani Dwi Ananda Ningrum, S.Si., M.Si
NIP/NIK	: 056130704
NIDN	: 0503087901
Tempat & Tanggal Lahir	: Magelang, 3 Agustus 1979
Jenis Kelamin	: Perempuan
Status Perkawinan	: Menikah
Agama	: Islam
Golongan / Pangkat	: IV-a
Jabatan Akademik	: Profesor
Program Studi	: Farmasi

Bidang Keilmuan : Farmasi Klinis dan Farmakoterapi
 Perguruan Tinggi : Universitas Islam Indonesia
 Alamat : Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta
 Telp./Facs : (0274) 898444
 Alamat Rumah : Jln. Banteng Perkasa No 28, Sinduharjo,
 Ngaglik, Sleman, DIY 55581
 Telp./HP/Facs : 082211228804
 Alamat e-mail : vitarani.ningrum@uii.ac.id

RIWAYAT PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI				
	Sarjana	Profesi	Magister	Doktor
Perguruan Tinggi	Universitas Airlangga	Universitas Airlangga	Universitas Gadjah Mada	Universitas Gadjah Mada
Bidang Ilmu	Farmasi	Farmasi	Farmasi Klinik	Ilmu Farmasi
Tahun	1998-2002	2002-2003	2005-2007	2013-2017

RIWAYAT PENDIDIKAN USIA DINI DAN DASAR	
Sekolah	Tahun
SDN 13 Pagi Kramat Jati Jakarta	1985-1989
SDN Mangkura 1 Ujung Pandang	1990-1991
SMPN 6 Ujung Pandang	1992
SMPN 6 Yogyakarta	1993-1994
SMAN 3 Yogyakarta	1994-1997

JABATAN DALAM PENGELOLAAN INSTITUSI		
No.	Peran/Jabatan dan Institusi	Tahun
1	Penanggung Jawab Pengelolaan Perbekalan Farmasi, PHC Surabaya Hospital	2003-2004
2	Penanggung Jawab Pelayanan Farmasi, PHC Surabaya Hospital	2004-2005
3	Apoteker Penanggung Jawab Apotek, Apotek Jenggolo Surabaya	2004-2005
4	Pendidik, Program Studi Farmasi, UII	2005-sekarang
5	Sekretaris Program Studi Farmasi Program Sarjana, UII (antar-waktu)	2008-2010
6	Koordinator Kepala Laboratorium Farmasi, UII	2010-2014
7	Sekretaris Program Studi Farmasi UII	2018-2022

PENGALAMAN PENELITIAN			
Tahun	Judul	Besar Dana (Rp)	Sumber
2017	Steady-State Pharmacokinetics of Metformin in Obese Patients With Type 2 Diabetes Mellitus: A Preliminary Study	10	UGM
2017	Hubungan antara Variasi Genetik pada <i>Organic Cation Transporter</i> 1 dan <i>Multidrug And Toxin Extrusion</i> 1 dengan Farmakokinetika Kadar Tunak dan	52,5	Kemenristek-Dikti RI

	Farmakodinamika Metformin		
2017	Kajian Genotip Gen Transporter Carbamazepine <i>ABCB1</i> rs1045642 C>T dan Enzim Pemetabolisme <i>EPHX1</i> rs1051740 T>C pada Populasi Suku Jawa di Indonesia	20	DPPM UII
2017	Pengaruh Polimorfisme pada Gen <i>SLC22A1</i> Met420del dan rs622342 Organic Cation Transporter 1 terhadap Risiko Asidosis Laktat Penggunaan Metformin sebagai Antidiabetik	45	DPPM UII
2018	Identifikasi Variasi Genetik Gen Penyandi Reseptor Kolagen (<i>ITGA2</i>) rs1126643 C>T Terapi Aspirin pada Responden Sehat Suku Jawa di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta	17,7	Jurusan Farmasi
2018	Validasi Metode Bioanalisis Vankomisin HCl dalam Spiked-plasma Manusia Menggunakan KCKT-UV untuk Aplikasi PKOD	18	DPPM UII
2018	Allele Frequency of <i>SLC22A1</i> Met420del Metformin Main Transporter Encoding Gene Among Javanese-Indonesian Population	20	DPPM UII

2019	Modeling Prediksi Kadar Carbamazepine Menggunakan Farmakogenetika sebagai Pendekatan Perhitungan Besaran Dosis yang Aman dan Efektif	192	Kemenristek-Dikti
2020	Evaluasi Penggunaan Karbamazepin di Rumah Sakit Wilayah Propinsi DIY	7,5	Jurusan Farmasi
2020	Distribusi Variasi Genetik pada Gen Penyandi Reseptor Kolagen (<i>ITGA2</i>) rs1126643 C>T Terapi Aspirin pada Responden Sehat Suku Jawa Di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta	9,59	Jurusan Farmasi
2021	Evaluasi Penggunaan Heparin	10	Jurusan Farmasi
2022	Analisis Polimorfisme Genetik Pada <i>UGT1A6</i> Penyandi Enzim Pemetabolisme dan <i>SOD2</i> Protein Mitokondria sebagai Pencegahan Hepatotoksisitas pada	45	DPPM

	Penggunaan Asam Valproat		
2023	Analisis DRPs pada Pasien Neonatus dan Balita yang Menjalani Rawat Inap di RS: Studi Multisenter	17,5	Jurusan Farmasi
2024	Korelasi DRPs dengan Luaran Klinis pada Pasien dengan SKA	4,5	Jurusan Farmasi
2025	Cost-effectiveness Analysis of Clinical Pharmacists Intervention in Patients with Sepsis: A Comparative Study of Actual Costs and INA-CBG rates	19,68	BRIN RI

Pengalaman Publikasi Artikel Penelitian di Jurnal (2022 – sekarang)

Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal (tahun, volume, no)	Kategori Reputasi Jurnal
The Effects of Education Models on the Improvement of Public Knowledge of Chronic Kidney Disease	J Indon Med Assoc, 2022, vol.72, issue 1, pp 31-43, https://mki-ojs.idionline.org/jurnal/article/view/611	Sinta 2

A Study of Carbamazepine Utilization in the Hospitals in Yogyakarta Special Province	Research J. Pharm. and Tech, 2022, vol.15, issue 6, pp 2577-2584, https://rjptonline.org/AbstractView.aspx?PID=2022-15-6-35	Scopus Q2
The influence of metformin transporter gene SLC22A1 and SLC47A1 variants on steady-state pharmacokinetics and glycemic response	PLoS ONE, 2022, https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0271410	Scopus Q1
Faktor-faktor yang Memengaruhi Tingkat Pengetahuan DAGUSIBU pada Masyarakat Desa	Jurnal Ilmiah Farmasi, 2022, vol18, edisi 1, hal. 73-87 , https://journal.uui.ac.id/JIF/article/view/23855	Sinta 3
Pengembangan Kuesioner Pengetahuan Masyarakat tentang Penyakit Ginjal Kronik	Jurnal Farmasi Indonesia, 2022, vol. 19, issue 2, hal. 302-316, http://ejurnal.setiabudi.ac.id/ojs/index.php/farmasi-	Sinta 3

	indonesia/article/download/1849/899/	
The Effect of Education Models on Changed Misconceptions About Long-Term Medication Inducing Renal Impairment	Jurnal Farmasi Sains dan Komunitas (Journal of Pharmaceutical Sciences and Community), 2023, vol.20, issue 1, pp 29-39, https://e-journal.usd.ac.id/index.php/JFSK/article/view/3888	Sinta 2
Analysis of Adverse Drug Reactions to Antiretrovirals Use in A Secondary Hospital	Medical Sains, 2023, vol.8, edisi 3, pp 1019 – 1030	Sinta 3
Efektivitas Terapi dan Kejadian Tidak Dikehendaki Penggunaan Regimen Pengobatan Jangka Pendek pada MultiDrug-Resistant Tuberculosis: a Scoping Review	Jurnal Farmasi Indonesia, 2023, vol.20, issue 2, pp 112-123, http://ejurnal.setiabudi.ac.id/ojs/index.php/farmasi-indonesia/article/download/1970/999	Sinta 3
Use of Favipiravir in Covid-19 Patients: A Narrative Review	Journal of Pharmaceutical Science and	Sinta 2

	Clinical Research, 2024, vol.9, issue 1, pp 45-61, https://jurnal.uns.ac.id/jpscr/article/view/73629	
<u>Validation of Questionnaires and the Effect of Educational Videos on the Knowledge of Hyperlipidemia Patients at Banjarbaru Utara Primary Health Care</u>	Tropical Health and Medical Research, 2024, vl.6, issue 1, pp 27-41, http://tropicalhealthandmedicalresearch.com/index.php/JAK/article/view/113	Copernicus indexed journal
<u>Analysis of drug-related problems in the home medication review practice by the master of pharmacy students</u>	Pharmacy Education Journal, 2024, vol.24, issue 3, pp 222-227, https://pharmacyeducation.fip.org/pharmacyeducation/article/view/2773	WoS indexed journal
<u>Vancomycin bioanalysis for TDM services by using immunoassay and HPLC: A scoping review</u>	Pharmacy Education Journal, 2024, vol.24, issue 3, pp 197-203, https://pharmacyeducation.fip.org/phar	WoS indexed journal

	macyeducation/article/view/2684	
<u>Use of anticoagulant drugs for hospitalised patients: A multicentre study</u>	Pharmacy Education Journal, 2024, vol.24, issue 3, pp 286-291, https://pharmacyeducation.fip.org/pharmacyeducation/article/view/2827	WoS indexed journal
<u>Formulae for estimation of kidney function as an approach to calculating drug doses :A scoping review</u>	Pharmacy Education Journal, 2024, vol.24, issue 3, pp 322-328, https://pharmacyeducation.fip.org/pharmacyeducation/article/view/2738	WoS indexed journal
The Practice of Home Medication Review (HMR) by Community Pharmacists: a Scoping Review	Pharmascience Journal, 2024, vol. 11, issue 2, pp 239-257, https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/pharmascience/article/view/17878	Sinta 2

<u>Implementation of Home Medication Review in Patients with Chronic Diseases: A Pilot Study in Indonesia</u>	Journal of Pharmaceutical Care, 2024, vol12, issue 4, pp 213-220, https://jpc.tums.ac.ir/index.php/jpc/article/view/761	DOAJ indexed journal
Retrospective drug utilization study of vancomycin in a tertiary hospital	POLTEKITA : Jurnal Ilmu Kesehatan, 2025, Vol. 18 No. 4	Sinta 2
<u>Effectiveness and Adverse Drug Reaction Mechanisms Associated with Valproic Acid Use: A Cross-Sectional Prospective Study in Indonesia</u>	Biomedical and Pharmacology Journal, 2025, vol 18, (1)	Scopus Q4
<u>Impact of the Appropriateness of Prophylactic Antibiotics toward Surgical Site Infections in Caesarean Sections in Hospital "X" Semarang</u>	Jurnal Kebidanan, 2025, vol 18, (1)	Sinta 3
<u>Evaluasi Terapi Obat pada Sindrom Koroner Akut: Scoping Review</u>	Jurnal Kryonaut, 2025, vol 4, (1)	Sinta 4
Effectiveness of Clozapine and Its Potential Drug-Drug Interactions in Patients with	Jurnal Pharmascience, 2025, vol 12, issue 2, 367-379	Sinta 2

Schizophrenia: A Study in Referral Psychiatric Hospital		
Short-term treatment of multidrug-resistant tuberculosis: a multicenter study of therapeutic effectiveness and adverse drug reactions in Yogyakarta, Indonesia	Pan African Medical Journal, 2025, vol 52, issue 62	Scopus Q3
<u>Medication Adherence in Patients with Chronic Disease at Primary Health Center in Yogyakarta</u>	Jurnal Kebidanan, 2025, vol 15, issue 02	Sinta 3
<u>Home medication review and drug-related problems in patients with chronic diseases at primary health centers in Yogyakarta, Indonesia: A cross-sectional multicenter study</u>	Belitung Nursing Journal, 2026, vol 12, issue 1	Scopus Q2

Publikasi Artikel Penelitian di Prosiding Seminar Nasional (2018-sekarang)

Tahun	Judul	Nama Prosiding/ISSN
2018	Stability test of metformin hydrochloride in human plasma using HPLC-UV for the protocol	AIP Conference Proceedings, Vol 2026, issue 1, p 020022, AIP Publishing

	of therapeutic drug monitoring of metformin	
2018	Validation of HPLC-UV method for the phenytoin determination in spiked-saliva for TDM application	AIP Conference Proceedings, Vol 2026, issue 1, p. 020012, AIP Publishing
2021	Stability of Warfarin in Spiked-saliva Using the Fluorometric HPLC Method	Scientific Net (Advanced Materials Research, Vol 1162, pp 180-190)
2021	Bioanalytical Method Validation for the Determination of Warfarin in Spiked-saliva Using Fluorometric HPLC for TDM Appli	Scientific Net (Advanced Materials Research, Vol. 1162, pp 173-179)
2021	The Stability Testing of Carbamazepine in Spiked-saliva Using HPLC-UV	AIP Conference Proceedings, vol 2370, issue 1, p. 030005, AIP Publishing
2022	A Study of Anticoagulant Use in Covid-19 Patients	IC-CVD, vol 1, ISSN 2963-0223

Keterlibatan dalam Panitia Nasional Ujian Kompetensi Apoteker Indonesia

Peran Keterlibatan	Tahun
Reviewer nasional soal UKAI/UKMPPAI metode CBT	2014 - sekarang
Reviewer soal UKAI/UKMPPAI metode OSCE	2020 - sekarang
Panitia Nasional Divisi OSCE	2023 - 2024

Yogyakarta, 16 Desember 2025
Yang menyatakan,



Prof. Dr. apt. Vitarani Dwi Ananda Ningrum, M.Si.



UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA