

**IMPLEMENTASI SKRINING BERBASIS
TELE-OFTALMOLOGI UNTUK MENURUNKAN
BEBAN RETINOPATI DIABETIKA DAN KEBUTAAN
AKIBAT DIABETES DI INDONESIA**



UNIVERSITAS GADJAH MADA

**Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar
dalam Bidang Ilmu Kesehatan Mata
pada Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat,
dan Keperawatan
Universitas Gadjah Mada**

**Disampaikan pada Pengukuhan Guru Besar
Universitas Gadjah Mada
pada 12 Desember 2023
di Yogyakarta**

**Oleh:
Prof. dr. Muhammad Bayu Sasongko, Sp.M, M.Epi, PhD**

Assalamualaikum warohmatullaahi wabarokatuh,
Salam sejahtera dan sehat bagi kita semua,

Yang saya hormati,
Ketua, Sekretaris, dan Anggota Majelis Wali Amanat Universitas
Gadjah Mada,
Rektor dan para Wakil Rektor Universitas Gadjah Mada,
Ketua, Sekretaris, dan Anggota Senat Akademik Universitas Gadjah
Mada,
Ketua, Sekretaris, dan Anggota Dewan Guru Besar Universitas
Gadjah Mada,
Dekan dan para Wakil Dekan Universitas Gadjah Mada,
Segenap Sivitas Akademika Universitas Gadjah Mada,
Para tamu undangan, teman sejawat, para dosen, mahasiswa, dan
sanak keluarga yang saya cintai.

Alhamdulillah rabbi'l'alam, segala puji syukur kita panjatkan ke hadirat Allah Swt. yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua sehingga dapat berkumpul di sini untuk mengikuti Rapat Terbuka Dewan Guru Besar Universitas Gadjah Mada. Terima kasih kepada Ketua dan Sekretaris Dewan Guru Besar yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk menyampaikan pidato pengukuhan yang berjudul:

**Implementasi Skrining berbasis Tele-oftalmologi untuk
Menurunkan Beban Retinopati Diabetika dan Kebutaan Akibat
Diabetes di Indonesia**

Judul ini saya pilih karena Indonesia adalah negara dengan jumlah penyandang diabetes terbanyak keempat di dunia, dan dalam 1–2 dekade terakhir, jumlah penyandang diabetes di Indonesia semakin meningkat signifikan. Peningkatan ini diikuti oleh peningkatan komplikasi diabetes yang paling sering dijumpai, yaitu retinopati diabetika (RD) yang memiliki potensi menyebabkan kebutaan permanen. Pencegahan pemburukan penglihatan hingga kebutaan pada penyandang diabetes dengan RD memerlukan upaya deteksi dini sehingga terapi dapat dilakukan seawal mungkin dan kebutaan permanen dapat dihindari. Upaya deteksi dini ini dilakukan dengan skrining rutin bagi semua penyandang diabetes, idealnya dilakukan di layanan

kesehatan primer. Pengembangan berbagai model skrining berbasis komunitas dengan memberdayakan petugas kesehatan maupun kecerdasan buatan telah kami kembangkan dan implementasikan secara terbatas dalam 10 tahun terakhir. Kelebihan dan kekurangan dari berbagai model tersebut menunjukkan bahwa saat ini skrining melalui teleoftalmologi merupakan pilihan terbaik untuk mengurangi beban kebutaan pada penyandang diabetes di Indonesia.

Hadirin yang saya muliakan,

Diabetes dan Retinopati Diabetika

Diabetes mellitus (DM) merupakan penyakit sistemik metabolik dengan komplikasi mikrovaskuler yang mengancam semua organ tubuh (Cheung et al., 2010). Saat ini DM merupakan salah satu permasalahan kesehatan utama di dunia karena jumlah penyandang DM yang meningkat tajam dalam 10 hingga 20 tahun terakhir (Shaw et al., 2010). Data tahun 2000 menyebutkan bahwa pada saat itu terdapat 150 juta penderita diabetes di dunia dan angka ini meningkat tiga kali lipat yaitu 450 juta pada tahun 2016 (Shaw et al., 2010). Federasi diabetes internasional (International Diabetes Federation [IDF]) dan Organisasi kesehatan dunia (World Health Organization [WHO]) memperkirakan bahwa kejadian DM terus meningkat setiap tahun karena interaksi usia dan perubahan gaya hidup, dan akan mencapai jumlah lebih dari 600 juta orang pada tahun 2040 (Saeedi et al., 2019). Di Indonesia, jumlah penyandang DM merupakan nomor 4 tertinggi di dunia, dan diperkirakan mengalami peningkatan yang sangat signifikan menjadi lebih dari 20 juta pada tahun 2030 (Saeedi et al., 2019).

RD merupakan komplikasi mikrovaskuler yang paling sering dijumpai karena rusaknya retina dan pembuluh darah retina akibat DM (Cheung et al., 2010, Yau et al., 2012). Pembuluh darah retina memiliki keunikan dalam hal struktur dinding pembuluh darah yang terdiri dari satu lapis sel endotel di bagian dalam dan satu lapis sel perisit untuk menyokong setiap sel endotel. Aliran darah retina berlangsung melalui proses autoregulasi, dalam hal ini peningkatan aktivitas retina akan memicu mekanisme umpan balik yang memacu

peningkatan aliran darah ke retina. Kondisi hiperglikemia kronis pada DM mengakibatkan kerusakan fungsional sel-sel retina dan struktural pada pembuluh darah mikro yang ada di retina (Sasongko et al., 2010a, Sasongko et al., 2012a, Sasongko et al., 2011a, Sasongko et al., 2010b, Sasongko et al., 2010c). Kerusakan tersebut berlangsung secara progresif yang pada akhirnya menimbulkan gangguan penglihatan hingga kebutaan permanen (Sasongko et al., 2010a, Sasongko et al., 2012a, Sasongko et al., 2011a). Oleh karena sebagian besar penyandang DM berasal dari kelompok usia produktif, RD merupakan penyebab gangguan penglihatan berat dan kebutaan pada individu berusia produktif terbanyak di dunia (Cheung et al., 2010).

RD merupakan komplikasi mikrovaskuler yang paling spesifik pada penderita diabetes, ditandai dengan munculnya beberapa gejala mikrovaskuler pada retina (microaneurysms, haemorrhages, hard exudate) (Cheung et al., 2010). Secara klinis, RD dibagi menjadi beberapa tingkat keparahan, yaitu ringan, sedang, berat, sangat berat hingga lanjut. RD tahap ringan dan sedang ditandai dengan munculnya aneurisma mikro dan bintik perdarahan pada pembuluh darah retina di beberapa area, tetapi biasanya belum menyebabkan gangguan penglihatan yang berarti. RD tahap berat dan sangat berat biasanya ditandai dengan munculnya bercak perdarahan luas dan pembuluh darah baru yang berpotensi menyebabkan terjadinya perdarahan luas. RD tahap berat dan sangat berat ini sering kali sudah disertai dengan gangguan penglihatan yang dirasakan oleh pasien. RD tahap lanjut merupakan kelanjutan dari RD tahap sangat berat, dalam hal ini pada retina biasanya sudah muncul perdarahan luas dengan disertai selaput atau membran yang menimbulkan kerutan atau robekan pada retina sehingga sering menyebabkan retina lepas. Pasien dengan RD tahap lanjut biasanya mengalami gangguan penglihatan berat hingga kebutaan (Cheung et al., 2010). Di samping itu, pasien dengan RD juga sering mengalami pembengkakan makula, atau retina bagian sentral yang berfungsi sebagai pusat penglihatan utama. Pembengkakan makula dapat terjadi pada semua tingkat keparahan RD dan merupakan penyebab gangguan penglihatan terbanyak pada pasien-pasien RD (Bhagat et al., 2009).

Hadirin yang saya hormati,

Retinopati Diabetika menimbulkan beban kebutaan yang sangat besar di Indonesia

Penderita diabetes memiliki risiko seumur hidup untuk terjadi komplikasi RD sewaktu-waktu, tetapi banyak sekali penyandang DM tidak menyadari munculnya RD karena pada RD tahap ringan dan sedang sering terjadi tanpa gejala. Di negara-negara Asia, prevalensi RD sangat bervariasi. Prevalensi RD di India adalah 12-22% (Raman et al., 2014, Raman et al., 2009, Rema et al., 2005), China 28-43% (Wang et al., 2009), Singapura 35% (Wong et al., 2008), dengan angka kebutaan akibat RD di China sebesar 4% (Wang et al., 2009). Di Indonesia, prevalensi RD keseluruhan yang pernah dilaporkan adalah sebesar 43% dan RD tahap berat yang mengancam penglihatan sebesar 26% (Sasongko et al., 2017b). Angka kebutaan akibat RD sendiri dilaporkan sebesar 12% dari seluruh penderita RD dan 7% dari seluruh penyandang DM tipe 2 (Sasongko et al., 2017b).

RD juga merupakan komplikasi diabetes yang bersifat progresif dengan berbagai faktor risiko (Sasongko et al., 2015, Sasongko et al., 2016, Sasongko et al., 2011b, Sasongko et al., 2012b). Dalam hal ini semakin bertambah parah seiring berjalannya waktu dan/atau memburuknya kondisi sistemik. Data terakhir di Indonesia menunjukkan bahwa setiap tahun terdapat 38 kasus RD baru, 28 kasus RD berat baru dan 5 kebutaan baru akibat RD per 1000 penyandang DM. Apabila data ini diekstrapolasikan dalam konteks 20 juta penyandang DM di Indonesia di tahun 2030 (Saeedi et al., 2019), akan terdapat 760 ribu RD baru dan 100 ribu kebutaan akibat RD setiap tahun (Sasongko et al.; manuscript under review). Jumlah ini akan memerlukan penanganan yang rutin, bermacam-macam dan berkelanjutan seperti laser retina, injeksi obat hingga operasi yang dilakukan oleh dokter spesialis mata ahli retina. Selain itu, penanganan RD yang rutin dan terus menerus juga akan menimbulkan biaya tidak langsung yang cukup besar terkait dengan penanganan RD, misalnya biaya yang dikeluarkan oleh keluarga penderita dalam masa perawatan atau penanganan RD, biaya transportasi ke layanan kesehatan, biaya kehilangan pekerjaan dan lain-lain.

Besarnya biaya kesehatan untuk penderita RD semakin besar pada RD tahap lanjut dimana penderita RD tahap berat – lanjut membutuhkan kombinasi beberapa jenis tindakan medis. Pembiayaan kesehatan satu penderita RD tahap lanjut diperkirakan mencapai Rp20 – 40 juta per pasien, sedangkan biaya kesehatan untuk RD tahap ringan – berat hanya sebesar Rp100 ribu – 9 juta per pasien (Sasongko et al., 2020). Di Indonesia, dengan jumlah kepesertaan yang saat ini mencapai hampir 95%, Badan Pengelola Jaminan Sosial Kesehatan (BPJS Kesehatan) merupakan penyedia asuransi kesehatan utama bagi masyarakat Indonesia yang membiayai semua biaya medis mulai dari pemeriksaan hingga tindakan terapeutik terkait penanganan RD. Data sampel BPJS Kesehatan menunjukkan bahwa ada lebih dari 120 ribu kunjungan rumah sakit terkait pengobatan RD dan pembiayaan yang dikeluarkan oleh BPJS Kesehatan untuk RD di Indonesia mencapai hampir Rp 1 triliun dalam satu tahun (Data sampel BPJS Kesehatan 2015–2021, unpublished data). Suatu analisa beban biaya RD di Indonesia memperkirakan bahwa dengan asumsi jumlah penderita RD saat ini, beban pembiayaan RD di Indonesia secara keseluruhan mencapai Rp3 triliun pada tahun 2017 dan diperkirakan akan meningkat menjadi lebih dari Rp10 triliun di tahun 2025 (Sasongko et al., 2020).

Hadirin yang terhormat,

Skrining merupakan kunci utama kesuksesan untuk mengurangi beban RD di masyarakat: diagnosis awal yang akurat dan dilakukan penanganan seawal mungkin sebelum tingkat keparahan RD berlanjut

Salah satu permasalahan terbesar dalam penanganan RD secara nasional di Indonesia adalah masih banyaknya kasus RD yang belum terdiagnosis dan belum mendapatkan layanan kesehatan mata secara layak (Adriono et al., 2011, Sasongko et al., 2021). Menurut WHO, penyandang DM harus menjalani pemeriksaan mata minimal sekali dalam satu tahun untuk mendeteksi ada atau tidaknya RD, tetapi data dari beberapa populasi DM di Indonesia menunjukkan bahwa sebesar lebih dari 90% penderita DM belum pernah menjalani pemeriksaan

mata (Adriono et al., 2011, Sasongko et al., 2021, Sasongko et al., 2017b). Hal ini yang mungkin menyebabkan tingginya angka gangguan penglihatan dan kebutaan pada penyandang DM di Indonesia. Oleh sebab itu, untuk mengatasi permasalahan di atas dan memenuhi standar WHO, maka diperlukan suatu program skrining terstruktur sebagai bagian dari praktik kesehatan masyarakat di Indonesia.

Skrining merupakan upaya untuk menemukan suatu penyakit pada individu yang tampak “sehat” tetapi memiliki factor risiko. Skrining pada RD dilakukan dengan melakukan pemeriksaan retina rutin penyandang DM sejak terdiagnosis DM secara berkala walaupun tanpa gejala, sehingga perjalanan penyakit RD dapat diamati dari waktu ke waktu. Di dalam konteks oftalmologi komunitas, skrining pada RD merupakan upaya preventif primer dan sekunder pada penyandang DM untuk menemukan RD secara dini dan mencegah munculnya gangguan penglihatan.

Mengapa program skrining berskala nasional di Indonesia sangat diperlukan pada RD? Menurut teori yang dikemukakan oleh Wilson and Junghans pada tahun 1968 (Wilson et al., 1968), kondisi RD memenuhi empat prinsip dan kriteria dilakukannya *Public Health Screening*. **Pertama**, seperti yang telah dipaparkan di awal pidato ini, RD memiliki beban penyakit dan beban ekonomi yang sangat besar di Indonesia. Di berbagai negara maju seperti Inggris, Australia, dan Kanada, beban ekonomi RD bahkan berlipat kali lebih besar daripada di Indonesia dan negara berkembang lain karena adanya peraturan perundangan negara-negara tersebut, bahwa setiap orang buta berhak mendapatkan subsidi sebesar lebih dari Rp200 juta setiap tahun ditambah dengan subsidi lainnya yang meliputi subsidi fasilitas tempat tinggal, transportasi, dan kemudahan pekerjaan. Oleh karena itu, program promotif dan preventif berupa kampanye kesehatan mata dan skrining RD pada penyandang DM sangat didukung dan didanai oleh pemerintah.

Kedua, perjalanan penyakit dan tanda klinis RD sudah dipahami dan dapat dideteksi dengan sangat jelas melalui pemeriksaan yang ada. **Ketiga**, metode skrining RD yang tervalidasi sudah tersedia dan dapat dilakukan dengan harga yang sangat terjangkau, aman dan tidak memiliki efek samping. Pemeriksaan baku emas untuk

menentukan diagnosis RD adalah melalui pemeriksaan foto retina yang kemudian dinilai dari layanan kesehatan primer hingga tersier bahkan oleh tenaga non-dokter sekalipun (Ahmad Fadzil et al., 2011, Ahmed et al., 2006). Diagnosis RD dari foto retina memiliki sensitivitas dan spesifisitas lebih dari 90% dan memiliki tingkat keakuratan 15% lebih tinggi dibandingkan dengan pemeriksaan langsung oleh dokter mata. Hal ini membuat pengambilan foto retina pada penyandang DM hingga saat ini merupakan metode skrining RD paling efektif yang telah diterapkan di berbagai negara di dunia (Ahmed et al., 2006). Diagnosis RD dengan menggunakan foto retina apabila dilakukan dengan rutin sesuai rekomendasi WHO dapat mendeteksi RD tahap awal, dimana masih dapat dilakukan terapi medis secara optimal dan gangguan penglihatan dapat dicegah.

Keempat, tersedianya modalitas terapi yang efektif, mudah, dan tidak invasif pada RD. Modifikasi gaya hidup dan kontrol faktor sistemik terutama gula darah, tekanan darah dan kadar kolesterol merupakan tata laksana wajib pada penyandang DM untuk mencegah munculnya komplikasi maupun mencegah perburukan komplikasi DM termasuk RD (Mohamed et al., 2007). Menurut Diabetes Control and Complication Trial (DCCT), kontrol gula darah dan tekanan darah intensif dapat mencegah munculnya RD hingga sebesar 40% dan mencegah perburukan RD sebesar 43% dalam 18 tahun DM (Control et al., 2015, Hainsworth et al., 2019, Zhang et al., 2001). Apabila seseorang telah diidentifikasi menderita RD tahap sedang sampai berat, terapi laser fotokoagulasi retina merupakan terapi yang paling efektif dengan efek samping minimal. Laser fotokoagulasi retina yang dilakukan dengan adekuat dapat mencegah perburukan RD secara permanen. Lebih dari 50% penderita RD tahap berat dapat diselamatkan dari kebutaan dengan terapi laser fotokoagulasi yang dilakukan secara tepat (Evans et al., 2014), dan sebesar lebih dari 50% penderita RD dengan penurunan penglihatan akibat pembengkakan makula dapat diselamatkan dari kebutaan dengan terapi injeksi anti-*vascular endothelial growth factor* yang diberikan secara adekuat (Ehlers et al., 2022). Hal ini membuktikan bahwa deteksi dini pada kasus RD sangat berperan dalam menurunkan angka gangguan penglihatan dan kebutaan permanen pada penyandang DM dan program skrining yang

terstruktur sebagai upaya kesehatan masyarakat untuk mencegah gangguan penglihatan dan kebutaan dapat diaplikasikan secara luas di berbagai tempat di Indonesia.

Hadirin yang saya hormati,

Berbagai model skrining RD di negara lain dan perkembangan program skrining RD di Indonesia

Program skrining RD sudah dilakukan di berbagai negara lain sebagai upaya menurunkan laju pertumbuhan beban RD. Inggris merupakan salah satu negara yang paling awal menerapkan skrining RD berjenjang di pusat layanan kesehatan primer. Di Inggris, model skrining RD dengan foto retina ini sudah diterapkan di sistem kesehatan di seluruh negara sejak tahun 1990-an (Leese et al., 2008). Setiap fasilitas kesehatan yang membawahi suatu daerah setingkat kecamatan memiliki fasilitas kamera retina dengan tenaga kesehatan terlatih untuk membaca foto retina dan mampu menegakkan diagnosis RD secara akurat sehingga semua penderita diabetes di masyarakat dapat terskrining dengan baik dan 90% kasus RD dapat tertangani dengan tepat waktu.

Di Australia, layanan skrining RD dapat dilakukan di semua layanan optometri dan penyedia layanan kacamata, serta hampir semua layanan laboratorium patologi klinik (Tapp et al., 2015). Selain itu, pemerintah Australia juga membuat unit skrining keliling yang digunakan untuk skrining masyarakat lokal (*indigenous*) yang tinggal di area terpencil. Unit skrining ini dilengkapi dengan fasilitas foto retina, laser fotokoagulasi, dan memiliki ruang semi-steril untuk melakukan terapi suntikan ke dalam bola mata. Beberapa model ini telah diterapkan sejak awal tahun 2010 dan terbukti menurunkan beban penyakit dan beban ekonomi RD secara signifikan (Brazionis et al., 2018, Glasson et al., 2016). Data empiris dari Royal Victorian Eye and Ear Hospital, Melbourne dan Sydney Eye Hospital, Sydney juga menunjukkan bahwa dalam 5 tahun terakhir, jumlah penderita RD tahap lanjut yang membutuhkan tindakan pembedahan turun sebesar lebih dari 50% (unpublished data). Hal ini merupakan bukti konkret bahwa program skrining RD ditambah dengan promosi kesehatan

umum pada penyandang diabetes merupakan program yang paling efektif dilakukan.

Hadirin yang saya hormati,

Upaya untuk membangun program skrining RD di Indonesia telah diinisiasi sejak tahun 2013, diawali dari tiga daerah, yaitu Jakarta, Bandung, dan Yogyakarta dengan dukungan dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia dan dukungan dana dari Hellen-Keller International/World Diabetes Foundation. Di Jakarta, skrining RD dilaksanakan bersamaan dengan kelompok pos pelayanan terpadu (posyandu) lansia yang ada di setiap kelompok masyarakat. Di Bandung, skrining RD dilaksanakan dengan bekerjasama dengan kelompok persatuan diabetes (PERSADIA) yang diampu oleh dokter spesialis penyakit dalam. Di Yogyakarta, skrining RD dilakukan dengan menggandeng dokter keluarga yang mengampu kelompok penderita diabetes di masyarakat. Dari ketiga model skrining RD yang telah dicobakan, didapatkan hasil bahwa model skrining yang paling efektif dan berkelanjutan adalah dengan menggandeng para dokter umum atau dokter keluarga yang ada di fasilitas kesehatan primer (Sasongko et al., 2017a). Sayangnya, implementasi secara lebih luas masih belum dapat dilaksanakan karena beberapa keterbatasan: 1) kurangnya tenaga kesehatan yang memiliki kapasitas diagnosis RD secara akurat; 2) terbatasnya fasilitas kesehatan primer atau sekunder yang dilengkapi dengan kamera retina; dan 3) kesulitan transportasi dalam membawa kamera retina karena kamera yang digunakan sebagai alat skrining utama memiliki ukuran yang besar dan berat.

Ketergantungan pada tenaga kesehatan untuk skrining RD merupakan kekhawatiran di dunia. Oleh karena itu, dengan perkembangan teknologi informasi, pada tahun 2016, penggunaan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence* [AI]) dalam proses skrining RD mulai dikembangkan (Gulshan et al., 2016, Wong and Bressler, 2016). Algoritma dasar yang dibangun untuk sistem AI didasarkan pada metode *deep learning* (DL) *by convolutional neural network* (CNN) yang bergantung pada pelatihan menggunakan foto retina yang telah diberi label oleh para ahli (Bora et al., 2021). Semakin banyak jumlah foto retina yang digunakan, sistem AI akan semakin pandai menge-

nali dan akurasi penilaian RD akan semakin tinggi sehingga akan semakin sedikit membuat diagnosis yang salah ketika digunakan (Bora et al., 2021).

Google Health sebagai sayap perusahaan teknologi informasi raksasa internasional menggandeng beberapa kelompok ahli untuk mengembangkan algoritma skrining RD otomatis berbasis AI yang memiliki tingkat akurasi diagnosis yang sangat baik, hampir setara dengan diagnosis RD yang dilakukan oleh dokter mata subspesialis retina (Gulshan et al., 2016). Terobosan ini secara cepat diadopsi di berbagai tempat di dunia dan sangat mempercepat proses skrining RD di populasi. Singapura, China, India, Amerika, Thailand dan Afrika adalah beberapa negara yang telah mulai mengadopsi dan melakukan validasi dari implementasi skrining RD dengan memanfaatkan AI sesuai dengan kondisi masing negara (Xie et al., 2019, Bellemo et al., 2019, Natarajan et al., 2019). Sayangnya, berbagai kendala teknis dan ketersediaan fasilitas kamera fundus yang sangat terbatas selain di fasilitas kesehatan rujukan tersier menyebabkan model skrining RD dengan AI juga belum dapat diimplementasikan secara luas di Indonesia.

Hadirin yang saya muliakan,

Diperlukan metode skrining RD yang inovatif dan dapat menjangkau masyarakat luas

Sejak tahun 2018, inovasi lokal untuk mengembangkan perangkat foto fundus portabel untuk pengambilan foto retina melalui *smartphone* mulai diperkenalkan (Prayogo et al., 2023). Prototipe ini masih terus disempurnakan dan dengan kemitraan bersama industri lokal, prototipe ini diperkirakan dapat diproduksi dengan harga yang sangat murah, memiliki kompatibilitas dengan hampir semua *smartphone*, dan mampu menghasilkan citra retina dengan kualitas sangat baik. Citra yang dihasilkan memiliki resolusi yang bagus sesuai dengan *smartphone* yang digunakan dan memenuhi standar untuk penilaian kelainan klinis. Citra ini kemudian dapat dinilai secara otomatis oleh sistem deteksi RD berbasis AI atau dapat dikirim melalui platform komunikasi untuk dinilai secara jarak jauh oleh

penilai terlatih atau dokter spesialis mata untuk mendeteksi RD tahap berat. Dengan demikian, metode deteksi yang inovatif ini dapat digunakan oleh tenaga kesehatan terlatih atau dokter keluarga pada layanan kesehatan primer untuk dapat mengenali RD secara dini. Selanjutnya diharapkan dalam waktu dekat model penilaian RD yang demikian dapat menjadi cikal bakal layanan skrining RD berbasis populasi yang dilakukan secara jarak jauh atau tele-oftalmologi yang dapat menjangkau seluruh nusantara (Prayogo et al., 2023).

Hadirin yang saya hormati,

Teleoftalmologi dan skrining RD

Teleoftalmologi adalah pertukaran informasi medis di bidang oftalmologi di dua tempat yang berbeda dengan memanfaatkan teknologi informasi dan/atau teknologi komunikasi untuk meningkatkan status kesehatan pasien. Tujuan utama teleoftalmologi adalah penyediaan layanan kesehatan yang optimal, lebih murah, dan dapat menjangkau berbagai tempat dengan akses kesehatan yang sulit (Salongcay and Silva, 2018). Aplikasi teleoftalmologi untuk skrining RD sudah diaplikasikan di berbagai negara lain seperti Inggris, Singapura, Kanada Thailand, India, dan Afrika. Di Inggris, tele-oftalmologi untuk skrining RD sudah difasilitasi oleh sistem *National Health Service* (NHS) trust sebagai pengelola sistem kesehatan nasional di negara tersebut. NHS membentuk pusat pembacaan foto retina di setiap area (*health district*) dan citra retina pasien DM yang diambil dari setiap fasilitas kesehatan yang di ada di area tersebut dapat dikirimkan ke pusat pembacaan foto retina dan mendapatkan umpan balik terkait kondisi pasien tersebut (Salongcay and Silva, 2018, Leese et al., 2008).

Negara Singapura sejak tahun 2015 sudah mengimplementasikan *Singapore Integrated Diabetic Retinopathy Programme* (SiDRP) dengan memberikan fasilitas foto fundus di layanan kesehatan setingkat puskesmas kemudian foto retina akan ditransmisikan ke *Retina Reading Center* yang terpusat di beberapa rumah sakit rujukan (Nguyen et al., 2016). Hasil bacaan akan dikirimkan ulang melalui dokter keluarga dan pasien ditindaklanjuti sesuai dengan kondisi saat

itu. Di India, pemerintah bekerja sama dengan berbagai *non-government organization* untuk mengembangkan sistem skrining keliling yang dilengkapi dengan transmitter sinyal. Unit skrining keliling ini juga dibuat untuk menjangkau masyarakat di daerah terpencil dan kamera retina. Hasil foto retina yang didapatkan lalu dikirim ke *reading center* di rumah sakit rujukan dan pasien diberikan *feedback* secara langsung (Ramasamy et al., 2021).

Pemanfaatan tele-oftalmologi untuk skrining RD menunjukkan hasil yang akurat, dapat dipercaya dan dapat memberikan efisiensi yang besar (Salongcay and Silva, 2018). Berbagai laporan menyebutkan bahwa diagnosis RD yang dilakukan melalui sistem tele-oftalmologi di area dengan akses terbatas memiliki tingkat kesesuaian antara 80–97% untuk menilai RD yang memerlukan penanganan lanjutan di fasilitas kesehatan rujukan dibandingkan dengan metode skrining secara langsung (Chin et al., 2014). Dengan tingkat akurasi ini, lebih dari 2 juta penyandang DM di Inggris dapat terskrining dalam satu tahun sejak tahun 2015 dengan tingkat ketaatan sekitar 83%, sehingga RD sudah bukan lagi merupakan penyebab gangguan penglihatan utama di Inggris (Scanlon, 2017). Di Kanada, aplikasi tele-oftalmologi untuk skrining RD dapat mengurangi kunjungan pasien yang tidak perlu ke fasilitas kesehatan rujukan dan menghasilkan efisiensi sebanyak 1900 jam dan 180.000 km perjalanan dalam satu area dalam dua tahun sehingga juga meningkatkan ketaatan untuk skrining hingga 85% dari pasien DM yang memerlukan skrining rutin (Nathoo et al., 2010). Di India, pemanfaatan teleoftalmologi untuk skrining RD dapat memberikan penghematan sebesar US\$ 1320 atau Rp20 juta per kualitas hidup pasien dan di Singapura, pemanfaatan tele-oftalmologi diperkirakan dapat menghasilkan penghematan sebesar US\$ 15 juta dari anggaran kesehatan per tahun (Xie et al., 2020, Salongcay and Silva, 2018).

Hadirin yang saya hormati,

Implementasi tele-oftalmologi untuk skrining RD di Indonesia

Pemanfaatan tele-oftalmologi untuk skrining RD sangat potensial untuk diterapkan di Indonesia. Selain sesuai dengan kondisi geografis

negara kepulauan dengan distribusi sumber daya manusia yang belum merata, tele-oftalmologi juga dapat disisipkan ke dalam sistem layanan kesehatan berjenjang yang terus berkembang di Indonesia. Sistem kesehatan Indonesia juga mendukung dan semakin sesuai untuk penerapan tele-oftalmologi untuk skrining RD. Belum lama ini Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Kemenkes RI) memulai transformasi sistem kesehatan RI pada enam pilar sistem kesehatan, di antaranya adalah penguatan layanan primer dan pemanfaatan teknologi digital untuk layanan kesehatan. Pembinaan berkelanjutan fasilitas dan infrastruktur di layanan kesehatan primer dan peluncuran platform Satu Sehat sebagai wadah tunggal untuk mengakses informasi kesehatan setiap warga negara RI merupakan bukti komitmen pemerintah RI dalam transformasi sistem kesehatan RI. Seiring dengan itu, konsep tele-oftalmologi untuk skrining RD yang dilakukan di layanan primer merupakan bentuk konkrit dari transformasi dalam dua pilar tersebut.

Dari sisi pembiayaan, BPJS Kesehatan sebagai penyedia pembiayaan kesehatan utama di Indonesia belum lama ini juga meluncurkan sistem *Pcare* yang mengakomodir layanan konsultasi dan pengobatan jarak jauh (telemedicine). Saat ini platform *Pcare* yang telah diluncurkan oleh BPJS Kesehatan ini masih dalam taraf uji coba dan baru memfasilitasi proses pembiayaan layanan kesehatan jarak jauh untuk tele-ultrasonografi, tetapi nantinya akan dapat mengakomodir berbagai inovasi sistem layanan jarak jauh termasuk layanan tele-oftalmologi untuk skrining RD.

Hadirin yang saya muliakan,

Penutup

Sebagai penutup saya ingin menekankan bahwa RD merupakan permasalahan kesehatan yang sangat besar di Indonesia. RD menimbulkan beban penyakit dan ekonomi yang sangat besar, dan sangat berpotensi menjadi semakin besar dalam beberapa tahun mendatang dengan peningkatan jumlah penyandang DM yang semakin besar. Berbagai modalitas diagnosis dan terapi untuk RD saat ini sudah tersedia, tetapi tanpa program skrining terstruktur yang

dilakukan secara nasional dan menjangkau seluruh pelosok negeri, jumlah gangguan penglihatan dan kebutaan akibat RD akan terus bertambah.

Upaya menurunkan RD secara sistematis dan berkelanjutan dari hulu ke hilir sudah kami lakukan dalam 10 tahun terakhir. Kami berkesimpulan bahwa implementasi tele-oftalmologi dalam skrining RD di populasi merupakan solusi awal untuk menurunkan beban RD di Indonesia. Optimalisasi skrining RD melalui tele-oftalmologi di fasilitas kesehatan primer diperkirakan akan dapat menghasilkan efisiensi lebih dari 50 ribu kunjungan ke rumah sakit serta penghematan total sebesar lebih dari Rp. 600 milyar setiap tahun jika dibandingkan dengan skrining oportunistik yang dilakukan di fasilitas kesehatan rujukan oleh dokter spesialis mata. Selain itu, yang lebih penting adalah implementasi tele-oftalmologi untuk skrining RD akan dapat menyelamatkan 20 juta penyandang DM dari gangguan penglihatan berat dan mencegah penambahan 100 ribu kebutaan akibat RD setiap tahun di tahun 2030, sehingga dapat menyelamatkan produktifitas kerja individu tersebut dan keluarganya, dan pada skala besar tentunya produktifitas negara.

Terdapat beberapa tantangan utama dalam menginisiasi tele-oftalmologi untuk skrining RD diantaranya adalah perlunya investasi kamera retina, pelatihan sumber daya manusia, dan pengembangan sistem komunikasi digital antara layanan kesehatan primer dan rujukan. Namun berbagai peluang juga hadir di waktu yang bersamaan sehingga menciptakan momentum yang sangat baik pada saat ini untuk memulai. Pertama, berbagai produk inovasi yang telah dikembangkan dan perkembangan teknologi informasi yang berasal dari sinergi peran akademisi, industri lokal, dan pemegang kebijakan akan dapat menekan secara signifikan biaya investasi awal yang diperlukan untuk implementasi tele-oftalmologi. Kedua, diabetes dan perbaikan tata kelola penanganan diabetes di negara berkembang termasuk Indonesia merupakan fokus besar pendanaan dari berbagai organisasi besar di dunia, di antaranya adalah *World Diabetes Foundation* dan WHO. Hal ini memberikan kesempatan lebih besar untuk mendapatkan bantuan pendanaan dari luar negeri untuk menginisiasi program skrining RD berbasis tele-oftalmologi. Ketiga,

tersedianya platform yang telah dikembangkan oleh Kemenkes RI dan BPJS Kesehatan yang sangat mendukung pemanfaatan tele-oftalmologi; dan keempat, kebijakan pemerintah yang dituangkan melalui Undang-Undang Kesehatan nomor 17 tahun 2023 sangat berpihak pada terlaksananya program ini. Mari kita mulai bersama!

Para hadirin yang saya hormati,
 Kalau makan jangan kebanyakan nasi
 Jangan lupa olahraga setiap hari
 Untuk Indonesia bebas diabetes dan retinopati

Hadirin yang saya muliakan,

Di akhir pidato ini perkenankanlah saya memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan nikmat dan karunia-Nya sehingga saya diamanahi jabatan terhormat sebagai Guru Besar. Mohon doa restunya, agar jabatan ini menjadi penyemangat saya untuk terus belajar, berkarya dan mengabdikan, serta memberikan keberkahan bagi kami, institusi, masyarakat luas, dan bagi bangsa dan negara.

Jabatan yang sangat terhormat ini tidak mungkin saya raih sendirian dan saya mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga kepada seluruh pihak yang telah membantu pencapaian ini. Penghargaan dan terima kasih saya sampaikan kepada Pemerintah Republik Indonesia, dalam hal ini Menteri Pendidikan dan Kebudayaan, atas kepercayaan yang diberikan kepada saya dengan amanah jabatan Guru Besar dalam bidang ilmu kesehatan mata di Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada.

Ucapan terima kasih setulusnya saya haturkan kepada Rektor UGM, Prof. dr. Ova Emilia M.Med.Ed., Ph.D, Sp.OG(K) yang selalu memberi motivasi kepada saya untuk terus maju termasuk dalam pengusulan jabatan guru besar dan tidak minder karena merasa terlalu muda.

Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada Ketua, Sekretaris, serta seluruh Anggota Senat Akademik UGM, kepada Prof. dr. Tri Wibawa, Ph.D, SpMK(K) sebagai Ketua Senat, beserta seluruh

Anggota Senat FK-KMK Universitas Gadjah Mada yang telah menyetujui dan mengusulkan saya sebagai Guru Besar.

Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada Dekan FK KMK-UGM, Prof. dr. Yodi Mahendradhata, M.Sc, Ph.D, FRSPH; beserta para wakil dekan FK-KMK UGM, dr. Ahmad Hamim Sadewa, Ph.D; Prof. Dr. dr. Hera Nirwati, Sp.MK, M.Kes; Dr. dr. Lina Choridah, Sp.Rad (K); Dr. dr. Sudadi, Sp.An., KNA, KAR; yang selalu memberikan dukungan dan kesempatan. Terutama kepada Prof. Hera yang dengan sangat teliti membantu dalam penyusunan berkas-berkas pengusulan guru besar hingga proses revisi.

Ungkapan terima kasih disertai penghargaan yang setinggi-tingginya saya sampaikan kepada guru-guru saya di SD N Ungaran 1 Yogyakarta, SMP N 5 Yogyakarta, dan SMAN 3 Padmanaba Yogyakarta, yang telah memberikan pendidikan yang fundamental sebagai landasan untuk saya dapat mencapai jenjang tertinggi ini. Tidak lupa juga kepada para dosen saya di Fakultas Kedokteran UGM yang telah membimbing dan mengantarkan saya mencapai jenjang akademik tertinggi ini.

Terima kasih yang tidak terhingga saya sampaikan kepada para guru dan mentor saya yang sangat berperan dalam pengembangan karir saya: Prof. dr. Yati Soenarto, Ph.D, Sp.A(K) sebagai guru dan mentor yang telah memupuk kecintaan saya untuk meneliti dan selalu mendorong saya untuk mengembangkan ide-ide penelitian walaupun berbeda bidang; Prof. dr. Siswanto Agus Wilopo, M.Sc, Sc.D yang memperkenalkan saya pada penelitian epidemiologi dan populasi sejak saya mahasiswa; Prof. Tien Yin Wong, MD, MPH, PhD, sebagai guru, sahabat, mentor dan sumber berbagai inspirasi, *if you follow this ceremony on youtube, thank you very much for being such a very good friend, mentor, and teacher. Your remarkable vision and capacity have made me learn a lot of "non-academic" skills on how I should grow and have truly inspired me of many great things that I could achieve up to this point*; Prof. Jie Jin Wang, M.Med, PhD; Prof. Andrew Chang, MBBS, PhD; Prof. I-Van Ho, MBBS, PhD; and Prof. Matthew Simunovic, PhD; from the University of Sydney and Sydney Eye Hospital; Prof. Salmaan Qureshi, MBBS; Prof. Lyndell Lim, MBBS, D.Med.Sc; Dr. Thanh Nguyen, PhD from the University of Melbourne

and Royal Victorian Eye and Ear Hospital; Prof. Ryo Kawasaki, MPH, PhD from Osaka University, Prof. Ecosse Lamoureux from the National University of Singapore; *thank you for all opportunities and collaboration in the last 5–15 years.*

Rasa hormat dan terima kasih setinggi-tingginya saya sampaikan kepada Prof. dr. Suhardjo, SU, Sp.M(K) yang sejak awal memotivasi saya untuk masuk dan menekuni bidang ilmu kesehatan mata (bidang ilmu yang sama sekali tidak pernah masuk ke dalam daftar yang saya sukai), dan atas dukungan yang tiada henti sedari awal menjadi residen dan staf muda di Departemen IK Mata, FK-KMK, UGM.

Rasa terima kasih yang mendalam saya juga haturkan kepada guru dan mentor saya dr. Angela Nurini Agni, Sp.M(K) yang selalu memberi kesempatan kepada saya dan selalu “Tut Wuri Handayani”—mendorong dari belakang supaya saya terus berlari maju.

Ucapan terima kasih setulusnya saya sampaikan kepada guru-guru saya dalam bidang ilmu kesehatan mata: Prof. Dr. dr. Agus Supartoto, Sp.M(K), Alm. Prof. dr. Wasidhi Gunawan, Sp.M(K); dr. Angela Nurini Agni, Sp.M(K), M.Kes; Dr. dr. Retno Ekantini, Sp.M(K), M.Kes; dr. Tri Wahyu Widayanti, Sp.M(K); dr. R. Haryo Yudono, Sp.M(K), M.Sc; Dr. dr. Purjanto Tepo Utomo, Sp.M(K); dr. Tatang Talka Gani, Sp.M(K); dr. Sagung Indrawati, Sp.M(K); dr. Supanji, Sp.M(K), M.Kes, PhD; dan dr. Firman S Wardhana, SpM(K) yang senantiasa memberi dukungan, kesempatan, dan dorongan supaya saya dapat terus menerus maju.

Kepada para sahabat di Departemen Ilmu Kesehatan Mata FK-KMK UGM, dr. Dhimas Hari Sakti, Sp.M; dr. Banu Aji Dibiyasakti, Sp.M; dr. Krisna Dwi Purnomo Jati, Sp.M; dr. Reny Setyowati, Sp.M; dr. Albaaza Nuadi, Sp.M; dr. Indra Tri Mahayana, Sp.M, PhD; dr. Mohammad Eko Prayogo, Sp.M(K), MMed.Ed; dr. Tri Winarti, Sp.M; dr. Eva Revana, Sp.M; dr. Irene Titin Darajati, Sp.M; dr. Amanda Nur Shinta, Sp.M; dan dr. Datu Respatika, Sp.M, Ph.D; terima kasih untuk semua dukungannya terhadap pengusulan Guru Besar saya. Kepada semua tenaga kependidikan Departemen IK Mata FK-KMK UGM/ KSM Mata RSUP Sardjito “Pasukan lantai 5”, Mas Putro, Mbak Menik, Pak Sugeng, Mbak Yayang, Mas Hafidz, Pak Agus, Mbak

Rima, Mbak Alya, Mbak Patra, Mbak Noveda, Mbak Dina, Mbak Nisa; dan adik-adik residen mata yang sangat saya sayangi, saya mengucapkan terima kasih atas semua dukungan dan kerjasama yang baik.

Kepada semua guru dan mentor saya di bidang retina di Indonesia, dr. Angela Nurini Agni, Sp.M(K); dr. Tri Wahyu Widayanti, Sp.M(K); Prof. Arief S. Kartasmita, Sp.M(K); M.Kes, Ph.D; Prof. dr. Budu, Sp.M(K), M.Med.Ed, Ph.D; Dr. dr. Iwan Sovani, Sp.M(K); Dr. dr. Elvioza, Sp.M(K); Dr. dr. Waldensius Girsang, Sp.M(K); Dr. dr. Gitalisa Adriono, Sp.M(K); Dr. dr. Habibah Muhiddin, Sp.M(K); dr. Andi M Ichsan, Sp.M(K), PhD; dan dr. Referano Agustawan, Sp.M(K); terima kasih atas semua ilmu dan kesempatan yang diberikan kepada saya untuk berkembang dan berkiprah di bidang retina.

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Prof. Ir. Hanung Adi Nugroho, ST, M.Eng, PhD dan Dr. Eng Ir. Igi Ardiyanto, S.T, M.Eng dari Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, FT, UGM sebagai partner penelitian yang telah memberikan banyak kesempatan untuk berkolaborasi kepada saya.

Terima kasih juga saya ucapkan kepada semua peneliti muda dan tim pendukung penelitian RD Departemen IK Mata FK-KMK, UGM: Dr. Felicia Widyaputri, PhD, dr. Dian Kusumastuti, dr. Idhayu Anggit Widyasari, Sp.M, dr. Sarah Rizqia Indrayanti, Sp.M, dr. Rifa Widyaningrum, PhD, dr. Gandhi Anandika Febrianto, dr. Tiara Putri Utami, dr. Sayyidati Rokhimah, dr. Anggraeni Puspita, dr. Yoseph Susetio, dr. Nikolaus Erik Darmawan, dan dr. Atika Safitri, PhD; serta para mitra: PT. IDSMed, PT. ASKI, dan PT. Midnight Digital, *Hellen-Keller International*, *World Diabetes Foundation*, LPDP, dan *Fred Hollow Foundation*.

Terima kasih tak terhingga saya sampaikan kepada Prof. dr. Arief S Kartasmita, Sp.M(K), M.Kes, PhD dari FK Universitas Padjajaran dan Prof. Dr. dr. Ratna Sitompul, Sp.M(K) dari FK Universitas Indonesia yang telah berkenan memberikan rekomendasi dalam pengusulan Guru Besar saya.

Proses pengajuan guru besar ini tidak mungkin saya lakukan tanpa peran dan bantuan teman-teman SDM UGM maupun FK-KMK, Bu Kenok, Mbak Wiwik, Pak Anton, Mbak Aris, Mbak Sischa dan

Mas Randy yang membantu dengan sepenuh hati terhadap semua proses yang harus dilalui, untuk itu saya mengucapkan terima kasih.

Penghormatan, cinta yang tulus, dan ungkapan terima kasih terbesar saya persembahkan untuk kedua orang tua saya, Bapak Hardyanto Soebono dan Ibu Endang Baliarti, sebagai lifetime mentor, guru, panutan, dan inspirasi di balik layar, yang sejatinya capaian yang saya raih ini adalah akumulasi dari segala perjuangan, pengorbanan waktu dan tenaga untuk selalu mendampingi, dedikasi dalam mendidik tanpa kenal lelah, dan doa terbaik yang dengan tulus dipanjatkan kepada Allah SWT untuk saya. Dengan tulus ananda mohon doa restu semoga selalu diberikan kemampuan dan kekuatan untuk meneruskan semua kebaikan yang telah Bapak dan Ibu tanamkan selama ini.

Kepada istriku tercinta, Vicka Oktaria, terima kasih setulusnya atas cinta, semua pengorbanan waktu dan tenaga, kesabaran dan kesetiaan dalam mendampingi di berbagai fase kehidupan yang sangat menentukan pencapaian ini. Anugerah terindah yang pernah kumiliki. Terima kasih kepada ananda Muhammad Ararya Raffa dan Muhammad Alvian Aria Bima yang selalu berbagi keceriaan dan tawa dan menjadi penyemangat untuk selalu berpikir positif.

Terima kasih saya ucapkan pada bapak-ibu mertua saya Bapak Haryata dan Ibu Suwartiningsih yang selalu memberikan dukungan dan doa yang terbaik. Terima kasih juga saya ucapkan kepada kakak saya Wulan Anggrahini serta adik saya Shinta Trilaksmi Dewi yang sangat saya sayangi, yang selalu memberikan uluran tangan dan menjadi pelampiasan di saat sulit, Mas Dhani Aviantoro, dr. Hendra Purnasidha, Sp.A, dr. Vicky Aprizano, Sp.OG, Bulik Budi, Bulik Endang, Bulik Lilik, Bulik Puspo, Bulik Tri, Om Bowo, Om Sunu, Alm. Pakdhe Didit, Om Ery, Om Raharjo, Om Heru dan semua anggota keluarga besar sebagai tim yang solid yang selalu memberi semangat dan keteguhan untuk selalu belajar dan maju.

Kepada Prof. dr. Suhardjo, S.U, Sp.M(K), Prof. dr. Laksono Trisnantoro, M.Sc, PhD, dan Prof. Dr. dr. Agus Supartoto, Sp.M(K) yang menelaah dan mengoreksi naskah ini, saya ucapkan terima kasih yang tak terhingga.

Terima kasih setulusnya saya sampaikan kepada sahabat-sahabat saya di Perhimpunan Dokter Ahli Mata (PERDAMI) Indonesia, sahabat-sahabat Matagama, Gamelan FK UGM 99, Padmanaba 96, SMP N 5 93, dan SD Ungaran 1 lulusan 1993 atas segala persahabatan, atas segala hal positif dan negatif yang menjadi stimulus dan membuat saya selalu belajar untuk menjadi lebih baik.

Capaian ini adalah kumpulan dari semua hal baik yang dilakukan oleh banyak pihak yang datang kepada saya dalam bentuk kesempatan, dukungan, bantuan, dan lain-lain. Ingin rasanya saya menyampaikan ucapan terima kasih dengan menyebut nama satu-persatu untuk berterima kasih, tetapi waktu membatasi saya. Semoga hal ini tidak mengurangi rasa terima kasih, rasa hormat dan penghargaan saya kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi pada kehidupan saya.

Keluar rumah tidak pamitan
 Pulang-pulang sudah tengah malam
 Beribu terima kasih saya haturkan
 Dari lubuk hati yang paling dalam

Doa saya, semoga semua amalan kebaikan ibu, bapak, dan saudara sekalian akan dibalas dan dilipatgandakan oleh Allah SWT.

Saya mohon maaf sebesar-besarnya apabila ada hal yang kurang berkenan dalam pidato siang hari ini.

Akhirul kalam, wa billahittaufiq wal hidayah,

Wassalaamu 'alaikum wa rahmatullaahi wa barakaatuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriono, G., Wang, D., Octavianus, C. & Congdon, N. 2011. Use of eye care services among diabetic patients in urban Indonesia. *Arch Ophthalmol*, 129, 930-5.
- Ahmad Fadzil, M. H., Izhar, L. I., Nugroho, H. & Nugroho, H. A. 2011. Analysis of retinal fundus images for grading of diabetic retinopathy severity. *Med Biol Eng Comput*, 49, 693-700.
- Ahmed, J., Ward, T. P., Bursell, S. E., Aiello, L. M., Cavallerano, J. D. & Vigersky, R. A. 2006. The sensitivity and specificity of nonmydriatic digital stereoscopic retinal imaging in detecting diabetic retinopathy. *Diabetes Care*, 29, 2205-9.
- Bellemo, V., Lim, Z. W., Lim, G., Nguyen, Q. D., Xie, Y., Yip, M. Y., Hamzah, H., Ho, J., Lee, X. Q. & Hsu, W. 2019. Artificial intelligence using deep learning to screen for referable and vision- threatening diabetic retinopathy in Africa: a clinical validation study. *The Lancet Digital Health*, 1, e35-e44.
- Bhagat, N., Grigorian, R. A., Tutela, A. & Zarbin, M. A. 2009. Diabetic macular edema: pathogenesis and treatment. *Survey of ophthalmology*, 54, 1-32.
- Bora, A., Balasubramanian, S., Babenko, B., Virmani, S., Venugopalan, S., Mitani, A., De Oliveira Marinho, G., Cuadros, J., Ruamviboonsuk, P. & Corrado, G. S. 2021. Predicting the risk of developing diabetic retinopathy using deep learning. *The Lancet Digital Health*, 3, e10-e19.
- Brazionis, L., Jenkins, A., Keech, A., Ryan, C., Brown, A., Boffa, J., Bursell, S., Retinopathy, C. I. D. & Group, T. T. S. 2018. Diabetic retinopathy in a remote Indigenous primary healthcare population: a Central Australian diabetic retinopathy screening study in the Telehealth Eye and Associated Medical Services Network project. *Diabetic Medicine*, 35, 630-639.

- Cheung, N., Mitchell, P. & Wong, T. Y. 2010. Diabetic retinopathy. *Lancet*, 376, 124-36.
- Chin, E. K., Ventura, B. V., See, K.-Y., Seibles, J. & Park, S. S. 2014. Nonmydriatic fundus photography for teleophthalmology diabetic retinopathy screening in rural and urban clinics. *Telemedicine and e-Health*, 20, 102-108.
- Control, D., Interventions, C. T. E. O. D. & Group, C. R. 2015. Effect of intensive diabetes therapy on the progression of diabetic retinopathy in patients with type 1 diabetes: 18 years of follow-up in the DCCT/EDIC. *Diabetes*, 64, 631-642.
- Ehlers, J. P., Yeh, S., Maguire, M. G., Smith, J. R., Mruthyunjaya, P., Jain, N., Kim, L. A., Weng, C. Y., Flaxel, C. J. & Schoenberger, S. D. 2022. Intravitreal pharmacotherapies for diabetic macular edema: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*, 129, 88-99.
- Evans, J. R., Michelessi, M. & Virgili, G. 2014. Laser photocoagulation for proliferative diabetic retinopathy. *Cochrane Database of Systematic Reviews*.
- Glasson, N. M., Crossland, L. J. & Larkins, S. L. 2016. An innovative Australian outreach model of diabetic retinopathy screening in remote communities. *J of Diab Res*, 2016.
- Gulshan, V., Peng, L., Coram, M., Stumpe, M. C., Wu, D., Narayanaswamy, A., Venugopalan, S., Widner, K., Madams, T. & Cuadros, J. 2016. Development and validation of a deep learning algorithm for detection of diabetic retinopathy in retinal fundus photographs. *JAMA*, 316, 2402-2410.
- Hainsworth, D. P., Bebu, I., Aiello, L. P., Sivitz, W., Gubitosi-Klug, R., Malone, J., White, N. H., Danis, R., Wallia, A. & Gao, X. 2019. Risk factors for retinopathy in type 1 diabetes: the DCCT/EDIC study. *Diabetes Care*, 42, 875-882.
- Leese, G. P., Boyle, P., Feng, Z., Emslie-Smith, A. & Ellis, J. D. 2008. Screening uptake in a well- established diabetic retinopathy screening program: the role of geographical access and deprivation. *Diabetes Care*, 31, 2131-2135.
- Mohamed, Q., Gillies, M. C. & Wong, T. Y. 2007. Management of diabetic retinopathy: a systematic review. *JAMA*, 298, 902-16.

- Natarajan, S., Jain, A., Krishnan, R., Rogye, A. & Sivaprasad, S. 2019. Diagnostic accuracy of community-based diabetic retinopathy screening with an offline artificial intelligence system on a smartphone. *JAMA Ophthalmology*, 137, 1182-1188.
- Nathoo, N., Ng, M., Rudnisky, C. J. & Tennant, M. T. 2010. The prevalence of diabetic retinopathy as identified by teleophthalmology in rural Alberta. *Can J of Ophthalmol*, 45, 28-32.
- Nguyen, H. V., Tan, G. S. W., Tapp, R. J., Mital, S., Ting, D. S. W., Wong, H. T., Tan, C. S., Laude, A., Tai, E. S. & Tan, N. C. 2016. Cost-effectiveness of a national telemedicine diabetic retinopathy screening program in Singapore. *Ophthalmology*, 123, 2571-2580.
- Prayogo, M. E., Zaharo, A. F., Damayanti, N. N. R., Widyaputri, F., Thobari, J. A., Susanti, V. Y. & Sasongko, M. B. 2023. Accuracy of Low-Cost, Smartphone-Based Retinal Photography for Diabetic Retinopathy Screening: A Systematic Review. *Clin Ophthalmol*, 17, 2459-2470.
- Raman, R., Ganesan, S., Pal, S. S., Kulothungan, V. & Sharma, T. 2014. Prevalence and risk factors for diabetic retinopathy in rural India. *Sankara Nethralaya Diabetic Retinopathy Epidemiology and Molecular Genetic Study III (SN-DREAMS III)*, report no 2. *BMJ open diabetes research & care*, 2, e000005.
- Raman, R., Rani, P. K., Reddi Racheppalle, S., Gnanamoorthy, P., Uthra, S., Kumaramanickavel, G. & Sharma, T. 2009. Prevalence of Diabetic Retinopathy in India: Sankara Nethralaya Diabetic Retinopathy Epidemiology and Molecular Genetics Study Report 2. *Ophthalmology*, 116, 311-318.
- Ramasamy, K., Mishra, C., Kannan, N. B., Namperumalsamy, P. & Sen, S. 2021. Telemedicine in diabetic retinopathy screening in India. *Indian journal of ophthalmology*, 69, 2977.
- Rema, M., Premkumar, S., Anitha, B., Deepa, R., Pradeepa, R. & Mohan, V. 2005. Prevalence of diabetic retinopathy in urban India: the Chennai Urban Rural Epidemiology Study (CURES) eye study, I. *Invest Ophthal & Vis Sci*, 46, 2328-2333.

- Saeedi, P., Petersohn, I., Salpea, P., Malanda, B., Karuranga, S., Unwin, N., Colagiuri, S., Guariguata, L., Motala, A. A. & Ogurtsova, K. 2019. Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas. *Diab Res and Clin Practice*, 157, 107843.
- Salongcay, R. P. & Silva, P. S. 2018. The role of teleophthalmology in the management of diabetic retinopathy. *Asia-Pacific J of Ophthalmol*, 7, 17-21.
- Sasongko, M. B., Agni, A. N., Wardhana, F. S., Kotha, S. P., Gupta, P., Widayanti, T. W., Supanji, Widyaputri, F., Widyaningrum, R., Wong, T. Y., Kawasaki, R., Wang, J. J. & Pawiroranu, S. 2017a. Rationale and Methodology for a Community-Based Study of Diabetic Retinopathy in an Indonesian Population with Type 2 Diabetes Mellitus: The Jogjakarta Eye Diabetic Study in the Community. *Ophthalmic Epidemiol*, 24, 48-56.
- Sasongko, M. B., Indrayanti, S. R., Wardhana, F. S., Widhasari, I. A., Widyaputri, F., Prayoga, M. E., Widayanti, T. W., Supanji & Agni, A. N. 2021. Low utility of diabetic eye care services and perceived barriers to optimal diabetic retinopathy management in Indonesian adults with vision-threatening diabetic retinopathy. *Diabetes ResClin Pract*, 171, 108540.
- Sasongko, M. B., Wang, J. J., Donaghue, K. C., Cheung, N., Benitez-Aguirre, P., Jenkins, A., Hsu, W., Lee, M. L. & Wong, T. Y. 2010a. Alterations in retinal microvascular geometry in young type 1 diabetes. *Diabetes Care*, 33, 1331-6.
- Sasongko, M. B., Wardhana, F. S., Febryanto, G. A., Agni, A. N., Supanji, S., Indrayanti, S. R., Widayanti, T. W., Widyaputri, F., Widhasari, I. A., Lestari, Y. D., Adriono, G. A., Sovani, I. & Kartasmita, A. S. 2020. The estimated healthcare cost of diabetic retinopathy in Indonesia and its projection for 2025. *Br J Ophthalmol*, 104, 487-492.
- Sasongko, M. B., Widyaputri, F., Agni, A. N., Wardhana, F. S., Kotha, S., Gupta, P., Widayanti, T. W., Haryanto, S., Widyaningrum, R., Wong, T. Y., Kawasaki, R. & Wang, J. J. 2017b. Prevalence of

Diabetic Retinopathy and Blindness in Indonesian Adults with Type 2 Diabetes. *Am J Ophthalmol*, 181, 79-87.

- Sasongko, M. B., Wong, T. Y., Donaghue, K. C., Cheung, N., Jenkins, A. J., Benitez-Aguirre, P. & Wang, J. J. 2012a. Retinal arteriolar tortuosity is associated with retinopathy and early kidney dysfunction in type 1 diabetes. *Am J Ophthalmol*, 153, 176-83 e1.
- Sasongko, M. B., Wong, T. Y., Jenkins, A. J., Nguyen, T. T., Shaw, J. E. & Wang, J. J. 2015. Circulating markers of inflammation and endothelial function, and their relationship to diabetic retinopathy. *Diabet Med*, 32, 686-91.
- Sasongko, M. B., Wong, T. Y., Nguyen, T. T., Cheung, C. Y., Shaw, J. E., Kawasaki, R., Lamoureux, E. L. & Wang, J. J. 2016. Retinal Vessel Tortuosity and Its Relation to Traditional and Novel Vascular Risk Markers in Persons with Diabetes. *Curr Eye Res*, 41, 551-7.
- Sasongko, M. B., Wong, T. Y., Nguyen, T. T., Cheung, C. Y., Shaw, J. E. & Wang, J. J. 2011a. Retinal vascular tortuosity in persons with diabetes and diabetic retinopathy. *Diabetologia*, 54, 2409-16.
- Sasongko, M. B., Wong, T. Y., Nguyen, T. T., Kawasaki, R., Jenkins, A., Shaw, J. & Wang, J. J. 2011b. Serum apolipoprotein AI and B are stronger biomarkers of diabetic retinopathy than traditional lipids. *Diabetes Care*, 34, 474-9.
- Sasongko, M. B., Wong, T. Y., Nguyen, T. T., Shaw, J. E., Jenkins, A. J. & Wang, J. J. 2012b. Novel versus traditional risk markers for diabetic retinopathy. *Diabetologia*, 55, 666-70.
- Sasongko, M. B., Wong, T. Y. & Wang, J. J. 2010b. Retinal arteriolar changes: intermediate pathways linking early life exposures to cardiovascular disease? *Microcirculation*, 17, 21-31.
- Sasongko, M. B., Wong, T. Y. & Wang, J. J. 2010c. Retinal microvascular structure: determinants and potential utility of novel imaging measurements. *Expert Rev Ophthalmol*, 5, 353 - 363.
- Scanlon, P. H. 2017. The English national screening programme for diabetic retinopathy 2003–2016. *Acta Diabetologica*, 54, 515-525.

- Shaw, J. E., Sicree, R. A. & Zimmet, P. Z. 2010. Global estimates of the prevalence of diabetes for 2010 and 2030. *Diab Res and Clin Pract*, 87, 4-14.
- Tapp, R. J., Svoboda, J., Fredericks, B., Jackson, A. J. & Taylor, H. R. 2015. Retinal photography screening programs to prevent vision loss from diabetic retinopathy in rural and urban Australia: a review. *Ophthalmic Epidemiology*, 22, 52-59.
- Wang, F. H., Liang, Y. B., Zhang, F., Wang, J. J., Wei, W. B., Tao, Q. S., Sun, L. P., Friedman, D. S., Wang, N. L. & Wong, T. Y. 2009. Prevalence of diabetic retinopathy in rural China: the Handan Eye Study. *Ophthalmology*, 116, 461-7.
- Wilson, J. M. G., Jungner, G. & Organization, W. H. 1968. Principles and practice of screening for disease.
- Wong, T. Y. & Bressler, N. M. 2016. Artificial intelligence with deep learning technology looks into diabetic retinopathy screening. *JAMA*, 316, 2366-2367.
- Wong, T. Y., Cheung, N., Tay, W. T., Wang, J. J., Aung, T., Saw, S. M., Lim, S. C., Tai, E. S. & Mitchell, P. 2008. Prevalence and risk factors for diabetic retinopathy: the Singapore Malay Eye Study. *Ophthalmology*, 115, 1869-75.
- Xie, Y., Nguyen, Q., Bellemo, V., Yip, M. Y., Lee, X. Q., Hamzah, H., Lim, G., Hsu, W., Lee, M. L. & Wang, J. J. 2019. Cost-effectiveness analysis of an artificial intelligence-assisted deep learning system implemented in the national tele-medicine diabetic retinopathy screening in Singapore. *Invest Ophthalmol & Vis Sci*, 60, 5471-5471.
- Xie, Y., Nguyen, Q. D., Hamzah, H., Lim, G., Bellemo, V., Gunasekeran, D. V., Yip, M. Y., Lee, X. Q., Hsu, W. & Lee, M. L. 2020. Artificial intelligence for teleophthalmology-based diabetic retinopathy screening in a national programme: an economic analysis modelling study. *Lancet Digital Health*, 2, e240-e249.
- Yau, J. W., Rogers, S. L., Kawasaki, R., Lamoureux, E. L., Kowalski, J. W., Bek, T., Chen, S. J., Dekker, J. M., Fletcher, A., Grauslund, J., Haffner, S., Hamman, R. F., Ikram, M. K., Kayama, T., Klein,

B. E., Klein, R., Krishnaiah, S., Mayurasakorn, K., O'hare, J. P., Orchard, T. J., Porta, M., Rema, M., Roy, M. S., Sharma, T., Shaw, J., Taylor, H., Tielsch, J. M., Varma, R., Wang, J. J., Wang, N., West, S., Xu, L., Yasuda, M., Zhang, X., Mitchell, P. & Wong, T. Y. 2012. Global prevalence and major risk factors of diabetic retinopathy. *Diabetes Care*, 35, 556-64.

Zhang, L., Krzentowski, G., Albert, A. & Lefebvre, P. J. 2001. Risk of developing retinopathy in Diabetes Control and Complications Trial type 1 diabetic patients with good or poor metabolic control. *Diabetes Care*, 24, 1275-9.

BIODATA



A. Data Pribadi

Nama : Prof. dr. Muhammad Bayu Sasongko, Sp.M,
 M.Epi, Ph.D.
 Tempat/ tanggal lahir : Yogyakarta, 18 Januari 1981
 Jenis kelamin : Laki-laki
 Agama : Islam
 Golongan/ pangkat : IVb/ Pembina Tk I
 Alamat kantor : Departemen Ilmu Kesehatan Mata, K-KMK,
 UGM–RSUP Dr. Sardjito
 Alamat rumah : Jalan Kalimantan, Perum Bale Agung 38,
 Sinduadi, Mlati, Sleman
 Email : mb.sasongko@ugm.ac.id
 Keluarga : Vicka Oktaria (Istri)
 M. Ararya Raffa (Anak)
 M. Alvian Aria Bima (Anak)

B. Pendidikan Formal

1. 1993 : SD N Ungaran I Yogyakarta
2. 1996 : SMP N 5 Yogyakarta
3. 1999 : SMA N 3 Yogyakarta
4. 2005 : Dokter, FK-KMK UGM

5. 2008 : Master of Epidemiology, University of Melbourne, Australia
6. 2012 : Doctor of Philosophy, University of Melbourne, Australia
7. 2015 : Spesialis Mata, FK-KMK, UGM

C. Fellowship dan Pelatihan

1. 2012 : Post-Doctoral Research Fellow, Centre for Eye Research Australia, University of Melbourne, Australia
2. 2018 : Medical Retina Fellowship, Royal Victorian Eye and Ear Hospital, Melbourne, Australia
3. 2020 : Vitreo-Retinal Fellowship, Sydney Eye Hospital, Sydney, Australia

D. Riwayat Pekerjaan/ Organisasi

- 2022 – sekarang : Wakil Ketua Pengurus Pusat Perhimpunan Dokter Spesialis Mata Indonesia (PERDAMI)
- 2022 – sekarang : Anggota Komisi II, Kolegium Ilmu Kesehatan Mata Indonesia (KIKMI)
- 2021 – sekarang : Kepala Departemen Ilmu Kesehatan Mata, FKMK, UGM
- 2021 – sekarang : Anggota Senat FK-KMK, UGM
- 2019 – 2022 : Ketua Young Ophthalmologist Forum, Pengurus Pusat PERDAMI
- 2019 – 2022 : Anggota Komisi III, Kolegium Ilmu Kesehatan Mata Indonesia (KIKMI)
- 2014 – 2020 : Koordinator Penelitian, Departemen Ilmu Kesehatan Mata, FK-KMK, UGM

E. Penghargaan (5 tahun Terakhir)

1. 2023 : APAO Achievement Award, Asia Pacific Academy of Ophthalmology (APAO)
2. 2019 : Dosen Terbaik 1 Bidang Sains dan Teknologi, UGM

3. 2019 : International Young Investigator Award, Japanese Ophthalmology Society

F. Publikasi Internasional (5 tahun Terakhir, terseleksi)

- Prayogo ME, Zaharo AF, Damayanti NNR, Widyaputri F, Thobari JA, Susanti VY, Sasongko MB. Accuracy of Low-Cost, Smartphone-Based Retinal Photography for Diabetic Retinopathy Screening: A Systematic Review. *Clin Ophthalmol* 2023; 17: 2459-2470
- Soedarman S, Julia M, Gondhowiardjo TD, Prasetya ADB, Kurnia KH, Sasongko MB. Serum apolipoprotein A1 and B are associated with 6-month persistent and incident diabetic macular oedema in type 2 diabetes. *BMJ Open Ophthalmol* 2023; 8(1):e001207
- Soedarman S, Kurnia KH, Prasetya ADB, Sasongko MB. Cholesterols, Apolipoproteins, and Their Associations with the Presence and Severity of Diabetic Retinopathy: A Systematic Review. *Vision (Basel)* 2022; 6(4):77.
- Rusmayani E, Artini W, Sasongko MB, Suhardjo, Viona V. A Novel Biomarker in Primary Glaucoma: Aqueous Humor and Serum Levels of Ischemia Modified Albumin (IMA). *Clin Ophthalmol* 2022; 16:4075-4087.
- Widyaputri F, Lim LL, Utami TP, Harti AP, Agni AN, Nurdiati DS, Widayanti TW, Supanji, Wardhana FS, Prayogo ME, Sasongko MB. Prevalence of diabetes in pregnancy and microvascular complications in native Indonesian women: The Jogjakarta diabetic retinopathy initiatives in pregnancy (Jog-DRIP). *PLoS One* 2022;17(6):e0267663.
- Sasongko MB, Wan R, Ho IV. Large, star-shaped retinal tear associated with orbital cosmetic filler. *Am J Ophthalmol Case Rep* 2022; 25:101342.
- Simunovic MP, Shao EH, Osaadon P, Sasongko MB, Too LK. Two-step versus 1-step subretinal injection to compare subretinal drug delivery: a randomised study protocol. *BMJ Open* 2021;11(12):e049976.

- Elvioza E, Agustiningih D, Prawiroranu S, Sasongko MB. Differential Distributions of Myopia Severity in Younger and Older Individuals with Rhegmatogenous Retinal Detachment. *Clin Ophthalmol* 2021; 15:2947-2950
- Sasongko MB, Indrayanti SR, Wardhana FS, Widhasari IA, Widyaputri F, Prayoga ME, Widayanti TW, Supanji, Agni AN. Low utility of diabetic eye care services and perceived barriers to optimal diabetic retinopathy management in Indonesian adults with vision-threatening diabetic retinopathy. *Diabetes Res Clin Pract* 2021; 171:108540
- Girsang W, Sari DCR, Srigutomo W, Gondhowiardjo TD, Sasongko MB. Concept and application of relaxing radial retinectomy for retinal detachment with advanced proliferative vitreo-retinopathy. *Int J Retina Vitreous* 2020; 1(6):46
- Sasongko MB, Rogers S, Constantinou M, Sandhu SS, Wickremasinghe SS, Al-Qureshi S, Lim LL. Diabetic retinopathy progression 6 months post cataract surgery with intravitreal bevacizumab vs triamcinolone: a secondary analysis of the dimecat trial. *Clin exp ophthalmology* 2020; 46(6): 793-801
- Sasongko MB, Wardhana FS, Febryanto GA, Agni AN, Supanji S, Indrayanti SR, Widayanti TW, Widyaputri F, Widhasari IA, Lestari YD, Adriono GA, Sovani I, Kartasasmita AS. The estimated healthcare cost of diabetic retinopathy in Indonesia and its projection for 2025. *Br J Ophthalmol* 2020; 104(4): 487-492
- Sasongko MB, Widyaputri F, Sulistyoningrum DC, Wardhana FS, Widayanti TW, Supanji S, Widyaningrum R, Indrayanti SR, Widhasari IA, Agni AN. Estimated Resting Metabolic Rate and Body Composition Measures Are Strongly Associated With Diabetic Retinopathy in Indonesian Adults With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care* 2018; 41(11): 2377 – 2384
- Dharmastuti DP, Agni AN, Widyaputri F, Pawiroranu S, Sofro ZM, Wardhana FS, Haryanto S, Widayanti TW, Kotha S, Gupta P, Sasongko MB. Associations of Physical Activity and Sedentary Behaviour with Vision- Threatening Diabetic Retinopathy in

Indonesian Population with Type 2 Diabetes Mellitus:
Jogjakarta Eye Diabetic Study in the Community
(JOGED.COM). Ophthalmic Epidemiology 2018;
25(2):113-119