

**PENGENDALIAN MALARIA DI INDONESIA:
BERBASIS RISET LABORATORIUM MENUJU
IMPLEMENTASINYA DI LAPANGAN**



UNIVERSITAS GADJAH MADA

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

**Disampaikan pada Pengukuhan Guru Besar
Universitas Gadjah Mada
pada 25 Januari 2024**

**Oleh:
Prof. dr. E. Elsa Herdiana Murhandarwati, M.Kes., Ph.D.**

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 Dewan Guru Besar di lingkungan
 Universitas Gadjah Mada;
 Ketua, Sekretaris, dan Anggota Senat Akademik, Universitas Gadjah
 Mada;
 Dekan dan Para Wakil Dekan Fakultas Kedokteran, Kesehatan
 Masyarakat, dan Keperawatan, Universitas Gadjah Mada;
 Para tamu undangan, para dosen, kolega, sanak saudara, dan hadirin
 yang berbahagia.

Selamat pagi,
 Assalamu'alaiukum Wr, Wb,
 Salam sejahtera bagi kita semua, Om Swasti Astu, Namo Budaya,
 Salam Kebajikan, Rahayu.

Puji Syukur kita panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas rahmat dan karunia- Nya, kita diberikan kesehatan sehingga bisa hadir pada Upacara Pengukuhan Guru Besar Universitas Gadjah Mada di Balairung ini.

Perkenankan saya mengucapkan terimakasih kepada Rektor Universitas Gadjah Mada atas kehormatan yang diberikan kepada saya untuk menyampaikan pidato pengukuhan dengan judul

**“Pengendalian Malaria di Indonesia: Berbasis Riset
 Laboratorium Menuju Implementasinya di Lapangan”**

Hadirin yang saya hormati,

Sejarah malaria di Indonesia

Saat saya masih kecil, kata malaria sering disebut oleh para sesepuh di lingkungan keluarga kami di Yogya. Hal ini membuktikan bahwa beberapa dekade sebelum saya lahir, kasus malaria itu umum terjadi di Yogya dan sekitarnya, tidak seperti saat ini di mana untuk Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah, malaria hanya mengantong di Kulon Progo atau Purworejo (Rejeki *et al.*, 2019).

Walaupun malaria diduga telah endemis di Indonesia selama berabad-abad, namun dokumentasi pertama tentang malaria berasal dari abad ke-17. Bontius melaporkan bahwa saat itu, tahun 1630, kasus malaria banyak terjadi di Batavia. Dokumentasi selanjutnya mendeskripsikan malaria sebagai demam yang muncul periodik, tiap tiga hari (*tertian*) atau harian (*continuous*), di mana demam ini bisa sangat berbahaya dan menyebabkan kematian (Elyazar *et al.*, 2011).

Upaya pemberantasan malaria sebenarnya sudah diawali sejak awal abad ke-20, oleh pemerintah kolonial Belanda dengan membasmi vektornya yaitu nyamuk *Anopheles*, dengan penyemprotan insektisida *dichlorodiphenyltrichloroethane* (DDT) dan *Dieldrin*. Setelah kemerdekaan, penyakit ini sempat mewabah di tahun 1950, dan menyebabkan ratusan ribu warga Indonesia saat itu meninggal. Sehingga untuk menangani kasus tersebut, di tahun 1959, pemerintah berupaya untuk memberantas malaria dengan membentuk Dinas Pembasmian Malaria di mana penyemprotan pertama dilakukan secara simbolis oleh Presiden RI pertama, Ir. Soekarno, di Desa Kalasan, Yogyakarta, pada tanggal 12 November 1959 (Dinas Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta, 2023).

Upaya ini berhasil menurunkan angka kematian akibat malaria secara signifikan, dari sekitar 120.000 orang per tahun pada tahun 1920-an menjadi sekitar 20.000 orang per tahun pada tahun 1960-an. Namun kemudian penggunaan insektisida DDT dan *Dieldrin* dihentikan pada tahun 1970-an, karena ada masalah baru yang ditimbulkannya yaitu efek samping yang berbahaya bagi manusia dan lingkungannya serta timbulnya resistensi pada nyamuk (Susanna & Pratiwi, 2021; *International Agency for Research Cancer*, 2021).

Hadirin yang berbahagia,

Malaria dan situasinya di Indonesia saat ini

Malaria berasal dari bahasa Italia, *mal* dan *aria* yang artinya sisa-sisa pembusukan binatang dan tumbuhan yang ada di rawa-rawa. Penduduk yang bermukim di dekat rawa sangat rentan untuk terjadinya malaria karena udara yang busuk tersebut. Pada waktu itu dipercaya bahwa bila seseorang menghirup *miasma*, maka ia akan terjangkit penyakit (Ingholt, 2023). Namun teori ini kandas setelah Charles Louis

Alphonse Laveran, seorang dokter militer Prancis menemukan parasit secara mikroskopis di dalam darah seorang pasien penderita malaria di Aljazair pada 1880 (Ratschiller Nasim, 2023) dan teori penularannya didukung dengan pembuktian bahwa nyamuk *Anopheles* sebagai vektor malaria oleh Ronald Ross pada tahun 1897 (Bendiner, 1994; Katz, 1997). Intinya, seseorang terinfeksi malaria, apabila parasit protozoa dari genus *Plasmodium* tersebut masuk ke sel darah manusia melalui gigitan nyamuk *Anopheles* betina (penularan alami). Nyamuk *Anopheles* yang telah terinfeksi, membawa *Plasmodium* stadium *sporozoit* di kelenjar ludahnya, dan akan menginjektikannya ke pembuluh darah manusia ketika menggigit/ menghisap darah manusia. *Sporozoit* yang masuk ke dalam darah manusia akan berkembangbiak, dan biasanya perlu waktu 10-15 hari sampai gejalanya muncul sebagai trias malaria yaitu *paroxysmal fever*, anemia, and *splenomegaly*.

Demam *paroxysmal* itu sendiri adalah stadium saat pasien merasa kedinginan, panas, diikuti yang terakhir periode berkeringat dan demam ini sering disertai sakit kepala, mual, muntah, diare atau nyeri otot (Crutcher & Hoffman, 1996; Gupta *et al.*, 2021). Jika tidak diobati, malaria dapat menyebabkan komplikasi yang serius, seperti anemia berat, malaria *cerebral*, maupun berbagai kegagalan berbagai organ dalam, yang mana komplikasi tersebut bisa mengantar pada kematian. Dari lima spesies *Plasmodium* yang ada saat ini yaitu *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium vivax*, *Plasmodium malariae*, *Plasmodium ovale* dan *Plasmodium knowlesi*, dua di antaranya yaitu *P. falciparum* dan *P. vivax* merupakan species yang dominan (Garcia, 2010) dan merupakan ancaman untuk Indonesia (Dale *et al.*, 2005; Elyazar *et al.*, 2011).

Menurut *World Malaria Report 2022* yang diterbitkan oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), ada 247 juta kasus malaria baru yang dilaporkan di dunia pada tahun 2021. Angka ini mengalami kenaikan dibandingkan tahun 2019 dan 2020 yaitu 232 juta dan 245 juta, akibat disrupsi pandemi covid-19. Afrika adalah benua dengan kasus malaria tertinggi di dunia, dengan 95% dari semua kasus dan 96% dari semua kematian akibat malaria sedangkan Asia merupakan benua kedua dengan kasus malaria tertinggi, dengan 3% dari semua kasus dan

2% dari semua kematian (Pradines & Robert, 2019; *World Health Organization*, 2022).

Annual Parasite Incidence (API) mengalami penurunan yang bermakna di Indonesia pada rentang 2010-2014, namun menjadi stagnan mulai dari tahun 2015, dan angka kasus mulai naik lagi pada tahun 2019 sebanyak 9250.644 kasus sampai 2022 (415.140 kasus). Dari sekian kasus tersebut, sekitar 90% kasus malaria disumbangkan dari wilayah timur Indonesia, yaitu Provinsi Papua, disusul oleh Provinsi Nusa Tenggara Timur, Provinsi Papua Barat. Wilayah endemis tinggi di Indonesia juga terdapat di bagian tengah, tepatnya di Kabupaten Penajaman Paser Utara, Provinsi Kalimantan Timur (Lee & Ryu, 2019).

Hadirin yang saya muliakan,

Tantangan dalam eliminasi malaria di Indonesia

Pada penyakit malaria, ada tiga faktor utama yang berhubungan, yang situasinya tidak seimbang sehingga menyebabkan terjadinya malaria. Faktor *agent* (penyebab), *host* (tuan rumah/penjamu), dan lingkungan. Munculnya kontributor baru dalam tiap faktor tersebut membuat pengendalian malaria semakin mengalami tantangan. Berikut adalah contoh dari beberapa tantangan tersebut:

1. Faktor Agent:

Mutasi genetik pada gen *Plasmodium falciparum* yang menggagalkan pengobatan

Mutasi genetik *P. falciparum* *Chloroquine Resistance Transporter* (Pfcrt). Pfcrt mengkode *food vacuole membrane transporter protein*, anggota superfamili *drug/metabolite transporter*. Terjadinya mutasi pada kodon 76 (K → T) merupakan mediator utama resistensi klorokuin, dengan meningkatkan ekspor klorokuin dari vakuola makanan, konsentrasinya menjadi rendah menyebabkan tidak cukup mencegah detoksifikasi heme sehingga parasit masih bisa bertahan hidup (Ecker *et al.*, 2012).

Selain mutasi genetik Pfcrt, mutasi juga terjadi pada *Plasmodium falciparum* *dihydrofolate reduktase* (Pfdhfr) dan *dihydropteroate synthetase* (Pfdhps). Pfdhfr menyandi enzim yang terlibat dalam jalur

sintesis folat. Pirimetamin dan proguanil ditargetkan untuk menghambat aktifitas enzim ini sehingga menghalangi sintesis pirimidin dan replikasi DNA. Gen *Pfdhps* menyandi enzim spesifik parasit yang terlibat dalam sintesis de novo koenzim folat esensial. Aktifitas enzim ini bisa dihambat dengan obat sulfa (sulfonamid, sulfadoksin, sulfon, dan dapson) (Menard & Dondorp, 2017). Namun, adanya akumulasi mutasi pada *Pfdhfr* and *Pfdhps* ini, dihasilkan enzim yg tidak sensitif lagi terhadap obat sulfa. Hal ini dikaitkan dengan tingkat kegagalan klinis pada pasien yang diobati dengan kombinasi sulfadoksin-pirimetamin, yang banyak digunakan di Afrika pada wanita hamil atau anak-anak dalam strategi pengobatan pencegahan intermiten (Tilley *et al.*, 2016).

Terakhir, telah teridentifikasi terjadinya mutasi *P. falciparum* pada gen *Kelch 13*. Mutasi ini diidentifikasi pertama kalinya di Kamboja 2008, dan telah menyebar di *Greater Mekong Subregion* (GMS). Mutasi gen *Kelch13*, akan menyebabkan parasit menjadi lebih tahan terhadap stres oksidatif, sehingga obat antimalaria golongan *artemisinin* menjadi kurang efektif. Hal ini menjadi ancaman, mengingat senyawa atau obat baru malaria mungkin tidak akan tersedia dalam waktu cepat ke depannya (Ariey *et al.*, 2014).

Mutasi gen yang menyebabkan *misdiagnosis*

Selain mutasi gen yang menyebabkan resistensi pengobatan, mutasi atau delesi pada gen *Histidin Rich Protein 2* pada *P. falciparum* juga berakibat pada gagalnya diagnosis. *Rapid Diagnostic Test* (RDT) malaria mendeteksi antigen yang diproduksi oleh parasit *Plasmodium*, termasuk *P. falciparum* kaya *Histidin Rich Protein 2/3* (HRP2/3), parasit *laktat dehidrogenase* (LDH) dan *aldolase*. Di antara antigen tersebut, HRP2/3 memiliki keunggulan oleh karena kelimpahannya dalam aliran darah, epitop pengikatan berulang, dan spesifisitas *falciparum*. Mutasi atau delesi HRP2/3, akan membuat RDT berbasis HRP2/3 akan gagal dalam mendiagnosis malaria, khususnya malaria *falciparum*, dan pada akhirnya akan menjadi ancaman terhadap upaya pengendalian dan eliminasi malaria (Lee & Ryu, 2019; Poti *et al.*, 2020; Smith *et al.*, 2018).

Tantangan dari species *P. vivax*

Selama ini, kita menganggap bahwa morbiditas dan mortalitas yang disebabkan *P. vivax*, tidak seberat *P. falciparum*. Selain *hypnozoite* yang menyebabkan relapsnya malaria *vivax*, beberapa penelitian membuktikan, bahwa malaria *vivax* juga bisa mengakibatkan *acute lung injury*, *acute kidney injury* dan kadang koma (Anstey *et al.*, 2012). Walaupun parasitemia malaria *vivax* tidak tinggi, namun malaria jenis ini mempunyai kecenderungan mempunyai bio-masa ekstravaskuler yang tidak dapat dilihat, diukur, atau dikaitkan dengan kondisi penyakit. Bio-masa ini bisa terdapat di sumsum tulang, limpa, dan hati, dan akibatnya akan menjadi suatu infeksi yang laten dan akan menjadi berbahaya apabila tidak diterapi (Baird, 2021).

Ditemukannya spesies baru (*P. knowlesi*)

Species ini dilaporkan pertama kali didapatkan di Kalimantan Selatan, Indonesia pada tahun 2010, pada seorang turis Australia (Figtree *et al.*, 2010). Malaria *knowlesi* ini zoonotik, di mana hospes alaminya adalah monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) ataupun beruk (*M. nemestrina*). Saat ini hampir semua wilayah di Asia Tenggara sudah melaporkan, dan di Indonesia sendiri ditemukan di beberapa tempat selain Kalimantan, yaitu Aceh dan Sumatera Utara (Bin Said *et al.*, 2022). Malaria *knowlesi* ini menjadi tantangan dalam eliminasi malaria, mengingat diagnosis yang tidak mudah.

2. Faktor Host:

Ada dua *host* pada malaria, *host definitive* yaitu nyamuk *Anopheles*, dan *host intermediate* yaitu manusia. Banyak faktor pada manusia yang membuatnya menjadi lebih rentan terhadap penyakit, mulai dari faktor bawaan/genetik, umur, jenis kelamin, imunitas dan perilaku (Aguilar & Gutierrez, 2020; Naserrudin *et al.*, 2022). Ketaatan pada pengobatan, tidur di dalam kelambu, perilaku keluar malam, mobilitas penduduk, kurangnya kesadaran masyarakat tentang pencegahan malaria adalah contoh-contoh faktor risiko yang dapat menyebabkan peningkatan risiko penularan malaria (Edwards *et al.*, 2015; Kawaguchi *et al.*, 2022).

Faktor risiko dari nyamuk *Anopheles* sebagai penular, antara lain perilaku *endofilik* (berdasarkan tipe istirahat), *eksofagik* atau

endofagik (berdasarkan tempat menggigit), dan *antropofilik-zoofilik* (kesukaan menggigit obyek) (Departemen Kesehatan RI, 2003), rentang hidup, jarak terbang, tingkat populasi vektor, dan masih banyak lagi (Aida *et al.*, 2023). Nyamuk *Anopheles* juga telah terdeteksi resisten terhadap beberapa insektisida yang digunakan untuk mengendalikan penyebaran malaria yang menyebabkan upaya pengendalian nyamuk *Anopheles* menjadi lebih sulit (Poespoprodjo *et al.*, 2023; World Health Organization, 2018).

3. Faktor Lingkungan:

Secara geografis, Indonesia merupakan negara kepulauan dengan wilayah yang sangat luas. Hal ini membuat upaya pemberantasan malaria menjadi lebih sulit, terutama di daerah-daerah terpencil dan terisolasi. Indonesia juga memiliki iklim tropis yang hangat dan lembap. Kondisi ini merupakan habitat yang ideal bagi nyamuk *Anopheles*, vektor malaria. Curah hujan, tempat perindukan, tempat istirahat nyamuk, ketinggian dari permukaan air laut merupakan lingkungan fisik yang ikut mempengaruhi populasi vektor.

Hadirin yang terhormat,

Strategi Eliminasi Malaria Indonesia

Untuk menuju eliminasi malaria 2030, pemerintah telah menyiapkan Rencana Aksi Nasional Percepatan Eliminasi Malaria 2020-2026, di mana di dalamnya terdapat strategi eliminasi malaria melalui lima intervensi utama yaitu: (a) memastikan akses universal untuk pencegahan, diagnosis, dan pengobatan malaria, (b) mempercepat pencapaian status bebas malaria dan memelihara status bebas malaria, (c) mentransformasikan surveilans malaria menjadi intervensi utama, (d) menciptakan lingkungan yang mendukung eliminasi malaria dengan memperkuat kapasitas sistem kesehatan, mobilisasi komitmen politik, mobilisasi masyarakat dan peningkatan dukungan kemitraan, (e) meningkatkan pelayanan dengan memanfaatkan inovasi dan penelitian. Sebagai seorang akademisi dan peneliti di bidang parasitologi, kami mencoba untuk berkontribusi melalui inovasi dan penelitian, sehingga dapat diimplementasikan dalam bentuk-bentuk intervensi yang telah ditetapkan secara nasional tersebut.

Hadirin yang saya muliakan,

Dalam memastikan akses universal terhadap diagnosis, kami menganggap perlunya studi-studi yang mengkaji upaya di bidang diagnosis malaria, dan pencegahannya. **Dalam bidang diagnosis, kajian ini dilakukan dengan mengevaluasi penggunaan metode diagnosis: mulai dari mikroskopis, imunodiagnostik, molekuler sampai dengan *Artificial Intelligent* (AI).**

Sampai saat ini, pemeriksaan secara mikroskopis merupakan pemeriksaan baku emas parasit malaria. Tantangan dalam pemeriksaan mikroskopis, antara lain adalah subyektifitas, ketrampilan dari tenaga mikroskopis laboratorium, apalagi apabila suatu daerah jarang atau sudah lama tidak menemui kasus malaria.

Pada daerah endemis tinggi, selain pemeriksaan mikroskopis, pemerintah juga mendistribusikan alat pemeriksaan cepat (*lateral flow immuno-chromatographic antigen- detection tests*) atau disebut *Rapid Diagnostic Test* (RDT) untuk memperluas jangkauan pemeriksaan. Pada studi prevalensi kami di kabupaten Keerom, Papua (2019-2021), di wilayah endemis tinggi Indonesia, pemeriksaan menggunakan RDT hanya mampu menangkap 23,6 – 47,5% dibandingkan dengan pemeriksaan molekuler (PCR), sedangkan pemeriksaan mikroskopis (tingkat *expert*) hanya mampu menangkap 34,2 – 45,3% dari infeksi yang sebenarnya (PCR). Sensitivitas mikroskopis 34,1% dengan spesifitas 99,8% dibandingkan PCR, sedangkan sensitivitas RDT 24% dan spesifitas 100% dibandingkan PCR (Divisi Malaria, Pusat Kedokteran Tropis, *unpublished*).

Penelitian yang serupa di Sumba Tengah (Deo *et al.*, 2022) menunjukkan hasil yang serupa. Tingginya proporsi infeksi malaria submikroskopis yang terjadi di wilayah endemis tinggi, menunjukkan keterbatasan pemeriksaan yang selama ini bisa diandalkan di lapangan yaitu mikroskopis dan RDT. Kondisi ini dipersulit apabila negatif palsu mulai banyak ditemukan, apakah karena delesi gen *Histidine Rich Protein 2/3* (Jejaw Zeleke *et al.*, 2022) maupun sebagai akibat *prozone effect* (Gillet *et al.*, 2009).

Hadirin yang saya hormati,

Upaya penelitian di bidang diagnosis malaria

Kesulitan dalam mengidentifikasi parasit malaria, memberi ruang peneliti dalam mendayagunakan AI atau kecerdasan artifisial. Kolega dari MIPA bersama dengan Departemen Parasitologi FK-KMK UGM, mengembangkan pembacaan mikroskopis citra sediaan darah untuk mengetahui spesies *Plasmodium* yang menginfeksi eritrosit dengan pendekatan AI. Melalui kombinasi metode yang sudah ada sebelumnya yaitu *Modified Linear Contrast Stretching* (Abdul-Nasir *et al.*, 2012) dan *Color Preserving Framework* (Gupta & Tiwari, 2016), kualitas citra sediaan darah malaria dapat ditingkatkan menjadi lebih baik sehingga dapat memberikan fitur yang representatif untuk AI (Setyawan *et al.*, 2023). *Artificial Neural Network* (ANN) yang ditambahkan dengan fitur yang representatif membuat klasifikasi spesies *Plasmodium* menjadi lebih mudah. Hasil eksperimen memberikan nilai akurasi 82,67%, sensitivitas 82,18%, dan spesifisitas of 94,17% dalam mengklasifikasi spesies *Plasmodium falciparum* pada tahap *ring*, *trophozoite*, *schizont*, dan *gametocyte* (Setyawan *et al.*, 2022). Ke depan, diharapkan metode berbasis AI ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi semua spesies dan stadium *Plasmodium* sehingga dapat membantu diagnosis malaria secara mikroskopis di lapangan.

Intervensi lainnya di bidang diagnosis adalah peningkatan jaminan kualitas pemeriksaan mikroskopis dan RDT. Hilang atau kurangnya paparan terhadap kasus dan slide malaria, di daerah pre-eliminasi malaria, menyebabkan tenaga laboratorium/mikroskopis kurang terpapar pengalaman mengidentifikasi malaria. Di lain pihak, sistem uji silang (*cross-check*) atau tes panel sebagai bagian kendali mutu masih terkendala masalah jarak, waktu, serta biaya transportasi serta belum optimalnya sistem ini secara nasional. Untuk itu, telah dikembangkan sistem uji silang mikroskopis dan tes panel malaria berbasis digital dengan bermitra Puskesmas di Kulon Progo. Keberhasilan implementasi uji silang secara digital ini diharapkan mampu meningkatkan keakuratan diagnosis (Murhandarwati *et al.*, 2018). Walaupun mendapatkan respon yang positif dari pengguna, namun sustainabilitas menjadi kendalanya, mengingat belum adanya regulasi

yang memungkinkan sistem ini digunakan sebagai bagian dari program Dinas Kesehatan.

Upaya penelitian dalam bidang preventif: vaksinasi malaria

Teridentifikasi banyak protein *Plasmodium* yang berpotensi dikembangkan sebagai kandidat vaksin, mulai yang terekspresikan saat stadium *sporozoit*, *merozoite* sampai seksual: PfCelTOS, PfMSP1, PfAMA1, PfRH5, PfSERA5, PfGLURP, PfMSP3, Pfs48/45 dan Pfs25 (Draper *et al.*, 2015). Vaksin malaria yang ada saat ini dirancang untuk membunuh berbagai tahap siklus hidup parasit pada nyamuk, manusia (stadium darah dan stadium hati). Tujuannya adalah mencegah kasus sampai 75% dan terjadinya kasus malaria berat sampai 50%.

Untuk mengetahui apakah antibodi terhadap suatu protein (kandidat vaksin), contohnya MSP1-19, mampu untuk menekan pertumbuhan *Plasmodium*, dilakukan pengamatan pada kultur *P. falciparum*, dengan metode *invasion inhibition assay* (Murhandarwati *et al.*, 2010). Pertumbuhan *P. falciparum* yang membawa fragmen MSP1-19 asli dibandingkan dengan *P. falciparum* transgenic, di mana fragmen MSP1-19nya digantikan dengan fragmen yang sama dari species lain.

Hasil studi ini menunjukkan bahwa antibodi kelinci yang diimunisasi dengan MSP1-19 *P. falciparum*, berhasil menekan pertumbuhan kultur Pf asli, namun tidak pada transgenic MSP1-19. Namun demikian, penghambatan *in vitro* dengan antibodi mencit yang diimunisasi, maupun populasi yang terinfeksi malaria secara alamiah tidak berkorelasi dengan *antibody level* yang diukur secara serologi (Murhandarwati *et al.*, 2010). Hal ini menunjukkan, bahwa masih banyak tantangan dalam mengembangkan suatu vaksin. Selain prediktor pengukuran status imunitas yang dapat diandalkan, pemilihan *epitope* yang imunogenik, dengan polimorfisme yang tinggi tentunya menjadi pertimbangan supaya dapat dipakai pada beberapa daerah (Murhandarwati *et al.*, 2020).

Akhirnya, setelah sekian lama, saat ini sudah ada vaksin malaria, yaitu RTS, S/AS01 dan R21 (keduanya berbasis *Circum Sporozoit Protein*) yang direkomendasikan WHO berturut-turut di tahun 2021 dan 2023. Walaupun efikasi RTS,S/S dan R21 masih di bawah 70%

sebagai nilai idealnya, kedua vaksin ini mampu mengurangi kasus malaria dan malaria berat pada anak-anak (Greenwood *et al.*, 2021). Namun demikian, jika akan diimplementasikan di Indonesia, uji klinis harus dilakukan mengingat situasi di Indonesia berbeda dengan Afrika di mana spesies dominannya adalah *P. falciparum*. Kandidat lainnya, PfSPz dan PfSPZ-CVac, yang sedang dikembangkan Sanaria, diklaim mempunyai efikasi 95% dan tidak terbatas untuk anak saja (Rajneesh *et al.*, 2023). BRIN, TNI AD, OCRU bekerjasama dalam uji klinis kedua vaksin berbasis *sporozoite* yang dilemahkan ini, pada personel militer AD yang bertugas ke wilayah endemik malaria. Selain mencegah infeksi dan transmisi, kemampuan vaksin ini dalam memberikan proteksi antar spesies *Plasmodium* merupakan keunggulan yang ditunggu.

Hadirin yang saya muliakan,

Menciptakan lingkungan yang mendukung eliminasi malaria dengan memperkuat kapasitas sistem kesehatan, mobilisasi komitmen politik, mobilisasi masyarakat dan peningkatan dukungan kemitraan.

Selain upaya-upaya yang berbasiskan penelitian laboratorium, penanganan malaria tentu saja sangat bergantung pada bagaimana kapasitas sistem kesehatan diperkuat. Keberhasilan pemerintah dalam mengendalikan malaria ditunjukkan dengan turunnya jumlah kasus malaria dalam dekade terakhir, dari 465.764 kasus (API 1,96‰) pada tahun 2010 menjadi 304.607 kasus (API 1.12‰) pada tahun 2021 yang artinya terjadi penurunan kasus 35%. Lebih dari tiga perempat Kabupaten/Kota di Indonesia dinyatakan bebas malaria dan 89% penduduk Indonesia tinggal di wilayah tersebut. Ini merupakan *milestone* yang menggembirakan untuk pencapaian target eliminasi malaria pada 2030.

Namun sebenarnya, stagnansi telah terjadi sejak 2014. Adanya pandemi COVID-19 yang mendisrupsi banyak program kesehatan, jumlah kasus malaria merambat naik lagi menjadi hampir 400.000 di 2022 (Direktorat Pencegahan dan dan Pengendalian Penyakit Menular, Kementerian Kesehatan RI, 2022). Beberapa kabupaten yang menunjukkan stagnansi berada di wilayah Kalimantan maupun

Sulawesi. Sembilan dari 31 kabupaten *bottleneck* mempunyai ciri berupa terdapatnya pendatang dan penduduk yang berpindah-pindah baik kelompok masyarakat adat, perambah hutan ilegal, maupun penambang liar. Termasuk juga di sini adalah Kabupaten Paser Penajem Utara yang terlatakan di Ibu Kota Negara (IKN) dan mendapatkan limpahan kasus dari kabupaten di perbatasan, yaitu Paser dan Kuta Barat, karena Puskesmasnya lebih mudah diakses oleh para pekerja hutan. Faktor yang berkontribusi terhadap stagnansi endemisitas tersebut diantaranya: adanya populasi khusus (pendatang, pekerja formal maupun non formal yang berasal dari wilayah endemis tinggi, TNI/POLRI yang kembali dari penugasan di wilayah endemis dan terbatasnya aktivitas untuk menjangkau populasi khusus tersebut; kurang optimalnya kualitas pemeriksaan malaria yang sesuai baku emas dan terbatasnya informasi terkait tingkat kompetensi mikroskopis yang ada; rendahnya monitoring terhadap pengobatan yang diberikan; terbatasnya kegiatan terkait pengendalian vektor; tingginya *turn over* dari pengelola program serta rendahnya komitmen penganggaran pemerintah daerah terhadap upaya eliminasi malaria (Divisi Malaria, Pusat Kedokteran Tropis, *unpublished*).

Sebenarnya, kasus limpahan dari kabupaten yang berbatasan, tidak hanya di Sulawesi, atau Kalimantan saja. Hal ini juga terjadi di daerah dekat Universitas kita, UGM, yaitu daerah dengan fokus malaria yang persisten, yaitu Kabupaten Kulon Progo di DIY dan Purworejo di Jawa Tengah. Berbagai studi pernah dilakukan termasuk analisa *geospatiotemporal* (Murhandarwati *et al.*, 2015; Rejeki *et al.*, 2019) diikuti dengan *participatory research*. Strategi lintas batas yang diidentifikasi di daerah Menoreh tersebut untuk mengatasi malaria adalah meningkatkan pengawasan migrasi lintas batas, memperkuat *networking*, tata kelola, dan advokasi pelaksanaan pengendalian malaria lintas batas, dan mengembangkan sistem informasi malaria serta membentuk *task force* untuk memutuskan isu-isu lintas batas yang akan ditangani (Ahmad *et al.*, 2021).

Penguatan sistem kesehatan untuk mencapai eliminasi malaria, tidak terbatas dalam peningkatan koordinasi lintas batas wilayah antar provinsi dan kabupaten. Hal yang sama juga perlu dikoordinasikan antar negara. Dengan dukungan dari *Asia Pacific Leaders Malaria*

Alliance (APLMA), riset operasional sedang dilakukan tim kami untuk mendukung kebijakan eliminasi malaria di *cross-border* Indonesia-Timor Leste, tepatnya di Atambua, Belu, Nusa Tenggara Timur dan Bobonaro, Republik Demokratik Timor Leste. Riset ini menjadi penting karena ketika salah satu negara mengajukan sertifikat bebas malaria, maka negara tetangganya harus mendukung. Transparansi kasus malaria di perbatasan, dan notifikasi adanya kasus malaria yang terjadi di perbatasan harus dilakukan untuk supaya negara yang berbatasan bisa mengambil tindakan. Melalui pendekatan *participatory action research*, riset ini bertujuan untuk mendokumentasikan intervensi apa yang sudah dilakukan di perbatasan Indonesia-Timor Leste, mengeksplorasi mekanisme *data sharing* malaria antara dua negara, mengevaluasi surveilans migrasi yang ada, dan memberikan rekomendasinya. Akhirnya bagaimana kedua belah pihak dapat saling percaya dan mengkomunikasikan situasi malaria masing-masing, memerlukan suatu platform data bersama dan kesepakatan alur notifikasi.

Hadirin yang saya hormati,

Mewujudkan hasil riset dalam implementasinya di lapangan.

Program pengendalian suatu penyakit di masyarakat, akan lebih efisien apabila tidak berjalan sendiri-sendiri, sehingga memboroskan *resources*. Mengingat situasi Indonesia, dimana terdapat keberadaan penyakit menular lainnya, intervensi sebaiknya dilakukan secara terkoordinir, terintegrasi, dan bersama-sama. Misalnya pemberian suplemen vitamin A dengan imunisasi, integrasi program *stunting* dengan WASH dan pemberian obat cacing, dan lain sebagainya. *Mass Drug Administration* berupa pemberian DEC dan *albendazole*, tidak hanya membunuh limfatik filariasis, tetapi juga kecacingan atau *soil transmitted helminths* (STH). Mengingat di beberapa tempat, daerah limfatik filariasis juga *overlap* dengan daerah malaria, *ivermectin* bisa dipertimbangkan sebagai pengganti *albendazole* sebagai obat infeksi STH. Penggunaan *ivermectin* tidak hanya akan membunuh filaria dan STH, namun juga *Plasmodium* penyebab malaria. Apalagi, didukung dengan beberapa publikasi telah teridentifikasinya strongyloidiasis di

beberapa daerah di Indonesia, di mana LF, STH dan malaria ada secara bersamaan (Kridaningsih *et al.*, 2020; Sedionoto *et al.*, 2019).

Menurut penelitian yang dilakukan Pusat Kedokteran Tropis, berjudul Sumba *Livestock Ivermectin for Malaria Control*, *ivermectin* yang diberikan pada sapi, untuk tatalaksana parasit, *scabies*, ternyata bisa efektif membunuh vektor *Anopheles* yang menghisap darah ternak tersebut setelah pemberian *ivermectin* pada hari 7 bahkan sampai hari ke-30. Hal ini menjadi faktor pendukung, bahwa selain bisa menurunkan prevalensi malaria 60%, *Ivermectin*, dikombinasikan bersama obat malaria lainnya, *dihydroartemisinin– piperaquine* bisa menurunkan kepadatan nyamuk *Anopheles* yang berperan dalam tranmisi malaria. Pemberian *ivermectin* pada manusia untuk program malaria (300 – 400 ug/kg BB) telah dilakukan di Gambia, Afrika dan telah melalui uji klinis (Dabira *et al.*, 2022). *Ivermectin* juga sudah masuk Indonesia, dan mendapatkan ijin BPOM ketika digunakan untuk indikasi kecacingan (*strongyloidiasis*) dengan dosis 150 – 200 ug/kgBB (<https://www.pom.go.id>). Kami berharap, ke depan akan ada kajian terhadap penggunaan *ivermectin* ini, supaya bisa digunakan bersama obat malaria untuk menekan tingginya prevalensi di daerah endemis dengan co-infeksi penyakit parasit seperti malaria, *strongyloidiasis*, dan skabies.

Hadirin yang kami muliakan,

Belajar dari pandemi COVID-19, pemerintah banyak terbantu dengan berpartisipasinya *digital health provider* dalam melakukan konseling, telekonsultasi untuk pasien maupun suspek COVID. Tampaknya, pengendalian malaria tidak bisa dilakukan secara sepihak oleh pemerintah. *Start-up* atau *providers* kesehatan diharapkan tidak hanya mendukung dalam hal COVID, tetapi juga dalam setiap masalah kesehatan, termasuk malaria.

Namun, dalam masa bukan pandemik, regulasi yang ada belum memayungi *provider digital health* dari aspek hukumnya. Dari sini, tim kami, dengan dukungan RISPRO LPDP, berusaha mengawal tata kelola *regulatory sandbox* bersama dengan tim Kerja Malaria Kementerian Kesehatan RI, dan *Association Health Indonesia* serta akademisi dari berbagai disiplin ilmu selain kedokteran, yaitu hukum, teknik elektro,

CFDS dan praktisi. *Regulatory sandbox*, memberikan ruang eksperimen terkendali bagi berbagai pemangku kepentingan, dan memungkinkan pengujian teknologi baru yang dikembangkan oleh *provider/start-up* dalam hal diagnosis, penjaminan mutu diagnosis malaria, pengobatan, surveilans, *e-learning*, dan sebagainya. Selain itu, mekanisme ini juga memungkinkan pemerintah untuk menguji kebijakan-kebijakan baru terkait eliminasi malaria tanpa menghadapi kendala regulasi yang ketat, sehingga dapat mengidentifikasi dampak potensial dan membuat penyesuaian sebelum implementasi luas (Fuad *et al.*, 2023). Saat ini klinisi, praktisi kesehatan yang bekerja dalam *digital health* telah memberikan kontribusinya. Namun, perlu ruang untuk mengakomodasi ide-ide dan mengimplementasikannya sesuai kaidah ilmiah, etika, *safe* dan *secure*.

Tahun 2023, Uji Coba *Regulatory Sandbox* e-Malaria telah diadopsi dan di-*scale up* oleh Kementerian Kesehatan dalam bentuk Keputusan Menteri Kesehatan nomor HK.01.07/MENKES/1280/2023 tentang Pengembangan Ekosistem Digital Kesehatan melalui *Regulatory Sandbox*. Dalam hal ini, Kementerian Kesehatan telah menerapkan *sistem Regulatory Sandbox* untuk menguji coba beraneka inovasi kesehatan digital dalam negeri, dimulai dari sektor *telemedicine*. Semoga, ke depan, *regulatory sandbox* ini dapat menjadi solusi inovatif yang bermanfaat bagi semua.

Hadirin yang saya muliakan,

Mengakhiri pidato pengukuhan ini, saya memanjatkan puji syukur tak terhingga kepada Tuhan, Sang Pencipta, yang memberikan jalan, kebenaran dan hidup, yang selalu mendampingi dan menuntun saya, sehingga pada hari ini, saya mendapatkan kesehatan dan kesempatan menyampaikan pidato pengukuhan Guru Besar Universitas Gadjah Mada di mimbar yang terhormat ini. Mohon doa dan pangestunya, agar jabatan ini menjadi jalan Tuhan bagi saya untuk terus berkarya dan membawa berkat bagi kami, institusi dan sesama.

Atas jabatan Guru Besar ini, saya mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu pencapaian ini. Terima kasih kepada pemerintah Indonesia, dalam hal ini Menteri

Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia atas kepercayaan yang diberikan kepada saya sebagai Guru Besar di bidang Parasitologi di Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan, Universitas Gadjah Mada. Penghargaan, penghormatan dan terima kasih kepada Rektor UGM, Prof. dr. Ova Emilia, M.Med.Ed., Sp.OG (K)., PhD, beserta Ketua dan Sekretaris Senat Akademik serta seluruh anggota senat akademik UGM, yang telah menyetujui dan mengusulkan saya sebagai Guru Besar.

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Ketua dan Sekretaris Senat FKKMK UGM, Prof. dr. Tri Wibawa, Ph.D., Sp.MK(K) dan Dr. dr. Satiti Retno Pudjiati, Sp.KK(K) serta seluruh anggota senat FKKMK UGM yang telah menyetujui dan mengusulkan saya sebagai Guru Besar. Dekan FKKMK UGM, Prof. dr. Yodi Mahendradhata, M.Sc, Ph.D, FRSPH, beserta para wakilnya, dr. Ahmad Hamim Sadewa, Ph.D., Prof. Dr. dr. Hera Nirwati, M.Kes., Sp.MK., Dr. dr. Lina Choridah, Sp.Rad(K)., Dr. dr. Sudadi, Sp.An., KNA., KAR atas dukungan, bantuan dan fasilitasi yang diberikan terhadap pengajuan Guru Besar saya.

Saya juga menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya, atas kesediaan Prof. dr. Din Syafruddin, Ph.D., dari Parasitologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Hasanuddin, Makassar, dan Prof. Dr. dr. Loeki Enggar Fitri, M.Kes, dari Parasitologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya, Malang untuk memberi rekomendasi pencalonan Guru Besar kepada saya. Terima kasih juga saya ucapkan pada Prof. Dr. Mustofa, Apt, M.Kes., dari Departemen Farmakologi, FKKMK UGM dan Prof. drh. Widya Asmara, S.U., Ph.D., dari Departemen Mikrobiologi, FKH, UGM yang telah meninjau naskah pidato saya ini.

Ucapan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya untuk bapak ibu guru saya di SD Pangudi Luhur Yogyakarta (terutama bruder Yohanes yang telah meletakkan landasan pendidikan yang kuat), SMPN 5 Yogyakarta, SMAN 1 Yogyakarta, serta kepada para dosen saya di Fakultas Kedokteran UGM, secara khusus pada pembimbing skripsi saya dr. Suwono AIFM, dan dr. R.A. Kresman, Sp.KJ., pembimbing tesis saya di S2 Kedokteran Tropis UGM, Almarhum Prof. dr. Supargiyono, DTM&H, SU, Ph.D., dan Prof. drh. Widya Asmara, S.U., Ph.D. *Supervisor* S3 di Monash University, Prof. Ross L Coppel, Ph.D.,

Casilda Black, Ph.D., dan Lina Wang Ph.D., atas teladan yang diberikan serta pengalaman dan dukungan yang tak ternilai harganya, sehingga mengantarkan saya mencapai jabatan akademik tertinggi ini.

Kepada sejawat dosen dan tenaga kependidikan di Departemen Parasitologi FK- KMK UGM, Prof. dr. Tri Baskoro Tunggul Satoto, M.Sc., Ph.D., dan dr. Trijoko Hadianto, DTM&H., M.Kes., Rizqiani Amalia Kusumasari, S.Si., M.Sc., dr. Taufik Mulya Perdana, M.Sc., Rumbiwati, ST., M.Sc., Pak Danding, mbak Kus, mbak Juju, mbak Atin, mas Joko, dan teman-teman semuanya, termasuk Pak Purwono yang sebelum purna karya sangat banyak membantu saya. Kolega yang telah purna karya dan kolega yang telah dipanggil Tuhan. Terima kasih atas kesempatan untuk mengabdikan diri di Departemen Parasitologi, bimbingan dan dukungan selama ini. Almarhum Prof. dr. H. Soesanto Tjokorosonto, M.Comm.H., M.Sc., DTM&H., Ph.D., atas keramahan dan dedikasinya pada ilmu, yang membuat saya tidak berpikir panjang untuk memilih Departemen Parasitologi sebagai “penempatan” saya. Almarhumah Dr. dr. Mahardika Agus Wijayanti, DTM&H, M.Kes., Almarhum Prof. Dr. dr. Soeyoko, DTM & H, S.U., Almarhum Prof. Dr. dr. F.A. Sudjadi, S.U., dan Almarhumah Dra. Sri Sumarni, DAP&E, sebagai teman diskusi dan berbagi ilmu akademik dan kehidupan.

Ucapan terima kasih terkhusus untuk Almarhumah Prof. Dr. dr. Noerhajati Soeripto, DTM & H., yang telah membuka jalan saya untuk mendapatkan beasiswa URGE, Prof. dr. Sunartini, Sp.A(K), Ph.D., yang telah memberikan kesempatan untuk menjadi dosen di FK. Almarhum Prof. dr. Sugeng Juwono Mardihusodo, DAP&E., M.Sc. yang dalam diamnya, selalu memberikan *support*. Prof. Dr. drh. Wayan T. Artama, Prof. drh. Widya Asmara, SU., Ph.D., Almarhum Prof. dr. Iwan Dwiprahasto, M.Med.Sc., Ph.D., Almarhum Prof. dr. Mohammad Juffrie, Ph.D., Sp.A (K), Prof. Dr. Mustofa, Apt., M.Kes., Prof. Sismindari, Apt., SU., PhD., Prof. dr. Rika Haryana, M.Med.Sc., Ph.D., Prof. Dr. Erna Kristin, M.Si., Apt., yang sudah saya kenal sejak menjadi mahasiswa S2 Kedokteran Tropis (IKT) sampai saya menjadi Kaprodi di IKT periode 2016 hingga Desember 2020.

Kepada sahabat seperjuangan dan kolega, mulai teman-teman di SD Pangudi Luhur, Yogyakarta, Prihargo Wahyandono dkk. Teman SMP, terutama Almarhumah Fitri Kushardani, dkk. Teman SMA, Dr.

R.A. Siti Ari Budhiyanti, STP., M.P., dkk., serta teman Fakultas Kedokteran Angkatan 89, “Pete Lungo”, dengan Presidennya dr. Suhardjanto, M.Kes., dan temanku dr. FX. Ardian Cahyadi, SpB-KBD., dr. Natalia Budisantosa, Sp.PD, FINASIM., dkk., yang selalu menyemangati saya. Saya bangga bisa ikut berkontribusi sebagai Guru Besar di Angkatan 89. Teman-teman S2 IKT Angkatan 98, Prof. Dr. dr. Hera Nirwati, M.Kes., Sp.MK., dkk. Teman ketika menuntut S3 di Monash University, Australia, yang sudah seperti saudara, Prof. Dra. Ni Luh Watiniasih, M.Sc., Ph.D., Barlah Rumhayati, S.Si., M.Si., Ph.D., Prof. Dr. Apt. Ika Puspita Sari, S.Si., M.Si., Anita dan Adit, Mbak Rita, Charles Ma, teman diskusi Rm. E. Baskoro Poedjinugroho, S.J., dan semua teman yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Kepada pengelola di Pusat Kedokteran Tropis Prof. dr. Yodi Mahendradhata, M.Sc., Ph.D., FRSPH, dr. Riris Andono Ahmad, MPH., Ph.D., terima kasih atas kepercayaannya dengan memberikan tanggung jawab sebagai Ketua Divisi Malaria sejak tahun 2020 dan Koordinator GCLP sejak tahun 2011. Kepada tim Regulatory Sandbox, RISPRO LPDP, Anis Fuad, S.Ked., DEA., Dr. Rimawati, SH., M.Hum., Rizqiani Amalia Kusumasari, S.Si., M.Sc., dan Agi Tiara Pranoto. Khusus Pak Anis Fuad, terima kasih telah menjadi teman diskusi yang selalu memberi inspirasi ide-ide yang segar. LPDP yang telah mendanai *Regulatory Sandbox*, APLMA, yang mendukung malaria *cross border* (Agi Tiara Pranoto, S.H., M.H.Kes., Prof. dr. Ari N Probandari, M.P.H., Ph.D., dr. Riris Andono Ahmad, MPH., Ph.D., Mba Lina, dan Dr. Iqbal Elyazar). Prof JunHu-Chen, Ph.D., untuk kolaborasi dengan CDC Shanghai, Prof. Enoch Y. Park, Ph.D., dan Prof. Dr.Ir. Siti Subandiyah, M.Agr.Sc. (Pascasarjana Bioteknologi UGM), untuk kolaborasi dengan *Research Institute of Green Science and Technology, Shizuoka University*, Konsorsium HITIHE, Dr. Maria Zolvo dan Tim HITIHE -WIKITROPICA (Kharisma Dewi, dr. Taufik Mulya Perdana, M.Sc., Dr. dr. Ida Safitri Laksanawati, Sp.A(K)., dr. Rr. Ratni Indrawanti, Sp.A., dr. Eggi Arguni, M.Sc., Ph.D., Dra. Ngesti Gandhini, MA., Dr. dr. Eti Poncorini, M.Pd., dkk. dari UNS). GIZ Hospital Partnership, dengan koordinatornya Prof. Soeren Becker, serta para mitra. Rekan Pusat Kedokteran Tropis, Christa Dewi, SKM., M.Sc., Ph.D, dr. Rivalia Reni Arisanti, MPH., dr.

Astri Ferdiana, MPH., Ph.D., mbak Ktut Asti, mbak Ucha, Chaca, mbak Amel, dan Wenes). Teman-teman GCLP: Dewi Kartikawati Paramita, M.Si., Ph.D., Dewajani Purnomosari, M.Si., Ph.D., dr. Rina Susilowati, Ph.D., Jajah Fachiroh, M.Si., Ph.D., dr. Elizabeth Henny H, M.Si., Ph.D., Dr. dr. Umi S. Intansari, M.Kes., Sp.PK(K)., Prof. Dr. dr. Hera Nirwati, M.Kes., Prof. Dr. Mae Sri Hartati Wahyuningsih, M.Si., Apt., dr. Arta Farmawati, Ph.D., Dr. dr. Denny Agustyasningsih, M.Kes., Dr. dr. Usi Sukorini, Sp.PK(K)., M.Kes., dr. Varalakshmi mentor saya, mbak Wentje dan mbak Dewi.

Terima kasih kepada Prof. dr. Adi Utarini, M.Sc., MPH., Ph.D. yang telah memberikan kepercayaan kepada saya untuk mengelola TDR *Special Program of Implementation Research (IR)* sejak tahun 2015, serta memberi kepercayaan saya sebagai manajer mutu lab ISO 17025 sejak perintisannya sampai sekarang. Saya banyak belajar dari bidang-bidang di luar zona nyaman saya. Saya sangat beruntung, dikelilingi oleh kolega dan rekan yang selalu semangat, baik itu di IR (mbak Yuyun, mbak Emil, mbak Rima, mbak Dian, mbak Weni, Widi, Sitam, Pak Agus) maupun di Lab ISO:17025 (Prof. Dr. dr. Eti Nurwening Sholikhah, M.Med.Ed., M.Kes., dr. Arta Farmawati, Ph.D., dkk.). Terima kasih atas kerja sama yang menyenangkan selama ini.

Kementerian Kesehatan RI, terutama Tim Kerja Malaria, Almarhum dr. Guntur Argana, M.Kes., Dr. drh. Didik Budijanto, M.Kes (direktur P2M), dr. Asik Surya, M.P.P.M, dr. Hellen Dewi Prameswari, M.A.R.S., Bapak Setiaji (*Digital Transformation Office*), Kepala Dinas Kesehatan DIY, Kepala Dinas Kesehatan Kabupaten Kulon Progo dan jajarannya, khususnya Dr. drg. T. Baning Rahayujati, M.Kes., atas arahan dan kerjasama di bidang malaria selama ini. Serta dr. Josefina Clarinha Joao, MPH, *International Health Regulation focal point*, RD Timor Leste.

Ketua dan anggota Perkumpulan Pemberantasan Penyakit Parasit Indonesia (P4I) Pusat yang hari ini diwakili oleh Dr. dr. Rita Kusriastuti, M.Sc., Ketua dan anggota P4I Yogyakarta diwakili Prof. dr. Tri Baskoro Tunggal Satoto, M.Sc. dan Dr. Dra. Rr. Upiek Ngesti Wibawaning, B2V2VRP Salatiga: Drs. Ristiyanto, M.Kes., Almarhumah Dra. Widiarti, M.Sc.; Triwibowo Ambar Garjito, S.Si., M.Kes., Ph.D., BBTCLPP Yogyakarta: Dr. Andi Atu Sanusi, S.K.M.,

M.Si. dkk, mitra dari FK USU: Dr. dr. Lambok Siahaan, M.KT., dkk, RSUD Ratu Zalecha: Puspawati, S.K.M., M.Sc.; dkk, Lokaltbangkes Waikabubak: Fridolina Mau, S.Si., M.Sc dkk, dan Litbangkes Papua: Tri Nury Kridaningsih, S.Si, M.Sc.dkk

Alumni S2 IKT yang dipimpin dr. Maria Silvia Merry., M.Sc., Sp.MK. dan Francisca Romana Supadmi, A.Md.Kes., SKM., M.Sc. Untuk teman-teman, di Club PKJ, Dr. Dra.Ning Rintiswati, M.Kes., Dr. dr. Ida Safitri Laksnawati, Sp.A(K)., Prof. dr. Ari N. Probandari, MPH., Ph.D., Dr. Dra. Siwi Padmawati, MA., dr. Yanri Wijayanti Subronto, Ph.D., Sp.PD., terima kasih atas dukungan dan hiburan yang diberikan ketika lelah, baik fisik maupun mental.

Saya juga ijin untuk menyampaikan terima kasih kepada keluarga. Keluarga besar Mangkupragota, dan Padmodisastro, mbah kakung-putri STJ Benoehardja dan tante, terutama Mbak Anik dan Om Hendri, dan keluarga besar Winduwinatan dan Sosronegaran terutama Eyang Kakung-Putri KRT. Sosronegoro, serta Pakde R.M. Suryo Sosronegoro yang selalu memberikan saya doa restunya. Pengasuh saya sejak kecil sampai dewasa, Mbok Walikem, yang selalu menemani dan ada dalam kehidupan dan hati saya.

Ibu, R. Ay. Sri Danarti Murwanto, yang telah melahirkan, membesarkan saya dan memberi kekuatan ketika memilih jalan dan keputusan yang telah saya tempuh. Terima kasih atas segala pengorbanan yang diberikan selama ini. Saya juga berterimakasih, atas doa dan dorongan papa saya, Drs. P.C. Herbenu Murwanto, M.M., yang telah dipanggil Tuhan tiga tahun yang lalu. Papa, anakmu telah memenuhi janji, yang tersampaikan tiga hari sebelum papa dipanggil Tuhan. Semoga Papa bahagia dengan pencapaian anakmu ini. Terima kasih telah membentukku menjadi pribadi yang tidak mudah menyerah. Swarga langgeng buat Papa.

Ibu Mertua, Ibu Sugi, dan almarhum Bapak dan semua adik ipar saya. Terimakasih Bu, sudah menjaga anak-anak kami dengan sukacita ketika saya sedang ada tugas. Saya tidak bisa membayangkan pekerjaan saya akan lancar dan selesai, jika tidak ada orang tua dan ibu mertua yang ikut mendampingi anak-anak saya waktu itu. Terima kasih juga saya ucapkan kepada adik-adik saya, Eleanora Kusumadewi, Andreas

Herbenu Indrakusuma, dan Fransisca Octaria Dewi dan keluarganya. Terima kasih atas kasih, kebersamaan, dan dukungan yang diberikan.

Pada kesempatan ini izinkan saya untuk mengucapkan terima kasih kepada keluarga kecilku, suamiku, Ludiro Madu yang selalu memberi kesempatan dalam belajar dan bekerja. Terima kasih atas kesabaran, pengorbanan dan cintamu yang besar kepadaku. Terima kasih pada anak-anakku, Ig. Lanang Bagaskara Dewa, K. Lintang Mahadewa, Matilda Kinasih Dewi atas cinta dan pengertianmu semua untuk Mama. Kehadiranmu membuat hidup Mama terberkati. Maaf, bila Mama banyak absen dalam peristiwa-peristiwa pentingmu. Hari ini kupersembahkan pencapaian ini untuk kalian. Pesanku untuk kalian, apapun bidang yang kautekuni, apapun itu, kerjakanlah dengan senang hati dan penuh tanggung jawab.

Hadirin yang saya hormati,

Saya ingin menyampaikan terima kasih kepada satu persatu kepada semuanya, baik individu maupun Lembaga. Namun sepertinya waktu jugalah yang membatasi. Dengan tidak mengurangi rasa hormat, saya ucapkan rasa terima kasih, dan penghargaan setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan pada perjalanan hidup saya. Semoga Tuhan YME akan selalu memberikan karunia dan berkat-Nya kepada Bapak, Ibu dan saudara semuanya. Akhir kata, saya mohon maaf sebesar-besarnya, apabila ada hal yang kurang berkenan.

Wassalamu'alaiukum Wr. Wb,
Shalom, Om shanti shanti om, Namu budaya,
Salam kebajikan, Rahayu,
Salam sehat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul-Nasir, A. S., Mashor, M. Y., & Mohamed, Z. (2012). Modified Global and Modified Linear Contrast Stretching Algorithms: New Colour Contrast Enhancement Techniques for Microscopic Analysis of Malaria Slide Images. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*. <https://doi.org/10.1155/2012/637360>
- Aguilar, J. B., & Gutierrez, J. B. (2020). An Epidemiological Model of Malaria Accounting for Asymptomatic Carriers. *Bulletin of Mathematical Biology*, 82(3), 42. <https://doi.org/10.1007/s11538-020-00717-y>
- Ahmad, R. A., Ferdiana, A., Surendra, H., Sy, T. R., Herbianto, D., Rahayujati, T. B., Rejeki, D. S. S., & **Murhandarwati, E. E. H.** (2021). A participatory approach to address within-country cross-border malaria: The case of Menoreh Hills in Java, Indonesia. *Malaria Journal*, 20(1), 137. <https://doi.org/10.1186/s12936-021-03673-7>
- Aida, P. N., Astuti, F. D., & Azka, A. (2023). Keanekaragaman Spesies dan Bionomik Anopheles spp. Pada Daerah Endemis Malaria di Indonesia. *ASPIRATOR - Journal of Vector-Borne Diseases Studies*, 14(2), 89–104. <https://doi.org/10.58623/aspirator.v14i2.11>
- Anstey, N. M., Douglas, N. M., Poespoprodjo, J. R., & Price, R. N. (2012). Plasmodium vivax: clinical spectrum, risk factors and pathogenesis. *In Advances in Parasitology* 80, 151–201. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-397900-1.00003-7>
- Ariey, F., Witkowski, B., Amaratunga, C., Beghain, J., Langlois, A.-C., Khim, N., Kim, S., Duru, V., Bouchier, C., Ma, L., Lim, P., Leang, R., Duong, S., Sreng, S., Suon, S., Chuor, C. M., Bout, D. M., Ménard, S., Rogers, W. O., ... Ménard, D. (2014). A

- molecular marker of artemisinin-resistant *Plasmodium falciparum* malaria. *Nature*, 505(7481), 50–55. <https://doi.org/10.1038/nature12876>
- Baird, J. K. (2021). Basic Research of *Plasmodium vivax* Biology Enabling Its Management as a Clinical and Public Health Problem. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 11, 696598. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2021.696598>
- Bendiner, E. (1994). Ronald Ross and the Mystery of Malaria. *Hospital Practice*, 29(10), 95–112. <https://doi.org/10.1080/21548331.1994.11443094>
- Bin Said, I., Kouakou, Y. I., Omorou, R., Bienvenu, A.-L., Ahmed, K., Culleton, R., & Picot, S. (2022). Systematic review of *Plasmodium knowlesi* in Indonesia: A risk of emergence in the context of capital relocation to Borneo? *Parasites & Vectors*, 15(1), 258. <https://doi.org/10.1186/s13071-022-05375-8>
- Crutcher, J. M., & Hoffman, S. L. (1996). Malaria. In S. Baron (Ed.), *Medical Microbiology* (4th ed.). University of Texas Medical Branch at Galveston. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK8584/>
- Dabira ED, Soumare HM, Conteh B, Ceesay F, Ndiath MO, Bradley J, Mohammed N, Kandeh B, Smit MR, Slater H, Peeters Grietens K, Broekhuizen H, Bousema T, Drakeley C, Lindsay SW, Achan J, D'Alessandro U. (2022). Mass drug administration of ivermectin and dihydroartemisinin-piperazine against malaria in settings with high coverage of standard control interventions: a cluster-randomised controlled trial in The Gambia. *The Lancet Infectious Disease*, 22(4), 519-528. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(21\)00557-0](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(21)00557-0)
- Dale, P., Sipe, N., Anto, S., Hutajulu, B., Ndoen, E., Papayungan, M., Saikhu, A., & Prabowa, Y. T. (2005). Malaria in Indonesia: A summary of recent research into its environmental relationship. *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 36 (1), 1-13. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15906636/>
- Dinas Kesehatan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. (2023). Hari Kesehatan Nasional. Diakses pada 19 Desember 2023 dari

<https://dinkes.jogjaprov.go.id/berita/detail/hari-kesehatan-nasional>.

- Departemen Kesehatan RI. (2003). Modul Epidemiologi Malaria. Direktorat Jenderal Pemberantasan Penyakit Menular dan Penyehatan Lingkungan Pemukiman. Departemen Kesehatan RI, Jakarta.
- Direktorat Pencegahan dan dan Pengendalian Penyakit Menular, Kementerian Kesehatan RI. (2022). Informasi Malaria Tahun 2022. Diakses pada 19 Desember 2023 dari <https://p2pm.kemkes.go.id/publikasi/infografis/informasi-malaria-tahun-2022>.
- Draper, S. J., Angov, E., Horii, T., Miller, L. H., Srinivasan, P., Theisen, M., & Biswas, S. (2015). Recent advances in recombinant protein-based malaria vaccines. *Vaccine*, 33(52), 7433–7443. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2015.09.093>
- Ecker, A., Lehane, A. M., Clain, J., & Fidock, D. A. (2012). PfCRT and its role in antimalarial drug resistance. *Trends in Parasitology*, 28(11), 504–514. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2012.08.002>
- Edwards, H. M., Canavati, S. E., Rang, C., Ly, P., Sovannaroth, S., Canier, L., Khim, N., Menard, D., Ashton, R. A., Meek, S. R., & Roca-Feltrer, A. (2015). Novel Cross-Border Approaches to Optimise Identification of Asymptomatic and Artemisinin-Resistant Plasmodium Infection in Mobile Populations Crossing Cambodian Borders. *PLOS ONE*, 10(9), e0124300. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0124300>
- Elyazar, I. R. F., Hay, S. I., & Baird, J. K. (2011). Malaria Distribution, Prevalence, Drug Resistance and Control in Indonesia. *Advances in Parasitology*, 74, 41–175. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385897-9.00002-1>
- Figtree, M., Lee, R., Bain, L., Kennedy, T., Mackertich, S., Urban, M., Cheng, Q., & Hudson, B. J. (2010). *Plasmodium knowlesi* in Human, Indonesian Borneo. *Emerging Infectious Diseases*, 16(4), 672–674. <https://doi.org/10.3201/eid1604.091624>
- Fuad, A., Tiara, A., Kusumasari, R. A., Rimawati, R., & **Murhandarwati, E. E. H.** (2023). Introducing a Regulatory Sandbox into the Indonesian Health System Using e-Malaria as a

- Use Case: Participatory Action Study. *Journal of Medical Internet Research*, 25, e47706. <https://doi.org/10.2196/47706>
- Garcia, L. S. (2010). Malaria. *Emerging Pathogens*, 30(1), 93–129. <https://doi.org/10.1016/j.cll.2009.10.001>
- Gillet, P., Mori, M., Van Esbroeck, M., Ende, J. V. D., & Jacobs, J. (2009). Assessment of the prozone effect in malaria rapid diagnostic tests. *Malaria Journal*, 8(1), 271. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-8-271>
- Greenwood, B., Cairns, M., Chaponda, M., Chico, R. M., Dicko, A., Ouedraogo, J.-B., Phiri, K. S., Ter Kuile, F. O., & Chandramohan, D. (2021). Combining malaria vaccination with chemoprevention: A promising new approach to malaria control. *Malaria Journal*, 20(1), 361. <https://doi.org/10.1186/s12936-021-03888-8>
- Gupta, B., & Tiwari, M. (2016). Minimum mean brightness error contrast enhancement of color images using adaptive gamma correction with color preserving framework. *Optik*, 127(4), 1671–1676. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2015.10.068>
- Gupta, S., Gazendam, N., Farina, J. M., Saldarriaga, C., Mendoza, I., López-Santi, R., Pérez, G. E., Martínez-Sellés, M., & Baranchuk, A. (2021). Malaria and the Heart. *Journal of the American College of Cardiology*, 77(8), 1110–1121. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.12.042>
- Ingholt, M. M. (2023). An ordinary malaria? Intermittent fever in Denmark, 1826–1886. *Medical History*, 67(1), 57–73. <https://doi.org/10.1017/mdh.2023.13>
- Jejaw Zeleke, A., Hailu, A., Bayih, A. G., Kefale, M., Amare, A. T., Tegegne, Y., & Aemero, M. (2022). Plasmodium falciparum histidine-rich protein 2 and 3 genes deletion in global settings (2010–2021): A systematic review and meta-analysis. *Malaria Journal*, 21(1), 26. <https://doi.org/10.1186/s12936-022-04051-7>
- Katz, F. F. (1997). On the Centenary of Sir Ronald Ross's Discovery of the Role of the Mosquito in the Life Cycle of the Malaria Parasite. *Journal of Medical Biography*, 5(4), 200–204. <https://doi.org/10.1177/096777209700500403>

- Kawaguchi, K., Donkor, E., Lal, A., Kelly, M., & Wangdi, K. (2022). Distribution and Risk Factors of Malaria in the Greater Accra Region in Ghana. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(19), 12006. <https://doi.org/10.3390/ijerph191912006>
- Kridaningsih, T. N., Sukmana, D. J., Mufidah, H., Diptyanusa, A., Kusumasari, R. A., Burdam, F. H., Kenangalem, E., Poespoprodjo, J. R., Fuad, A., Mahendradhata, Y., Supargiyono, S., Utzinger, J., Becker, S. L., & **Murhandarwati, E. E. H.** (2020). Epidemiology and risk factors of *Strongyloides stercoralis* infection in Papua, Indonesia: A molecular diagnostic study. *Acta Tropica*, 209(105575). <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105575>
- Lee, J., & Ryu, J.-S. (2019). Current Status of Parasite Infections in Indonesia: A Literature Review. *The Korean Journal of Parasitology*, 57(4), 329–339. <https://doi.org/10.3347/kjp.2019.57.4.329>
- Menard, D., & Dondorp, A. (2017). Antimalarial Drug Resistance: A Threat to Malaria Elimination. *Cold Spring Harb Perspect Med*, 7(7). <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a.025619>
- Murhandarwati, E. E. H.**, Fuad, A., Sulistyawati, Wijayanti, M. A., Bia, M. B., Widartono, B. S., Kuswanto, Lobo, N. F., Supargiyono, & Hawley, W. A. (2015). Change of strategy is required for malaria elimination: A case study in Purworejo District, Central Java Province, Indonesia. *Malaria Journal*, 14(1), 318. <https://doi.org/10.1186/s12936-015-0828-7>
- Murhandarwati, E.E.H.**, Fuad, A., Herwanto, G.B., Kusumasari, R.A., Wijayanti, M.M., & Supargiyono, S.P. (2018). Cross-check Digital sebagai Alternatif Uji Banding Pemeriksaan Mikroskopis Malaria secara Manual di Kulon Progo. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 72-86. <https://doi.org/10.22146/jpkm.33288>
- Murhandarwati, E. E. H.**, Herningtyas, E. H., Puspawati, P., Mau, F., Chen, S.-B., Shen, H.-M., & Chen, J.-H. (2020). Genetic diversity of Merozoite surface protein 1–42 (MSP1-42) fragment of *Plasmodium vivax* from Indonesian isolates: Rationale

implementation of candidate MSP1 vaccine. *Infection, Genetics and Evolution*, 85, 104573.
<https://doi.org/10.1016/j.meegid.2020.104573>

- Murhandarwati, E. E. H.**, Wang, L., De Silva, H. D., Ma, C., Plebanski, M., Black, C. G., & Coppel, R. L. (2010). Growth-Inhibitory Antibodies Are Not Necessary for Protective Immunity to Malaria Infection. *Infection and Immunity*, 78(2), 680–687.
<https://doi.org/10.1128/IAI.00939-09>
- Naserrudin, N. A., Hod, R., Jeffree, M. S., Ahmed, K., & Hassan, M. R. (2022). The Emerging Threat of Plasmodium knowlesi Malaria Infection: A Concept Paper on the Vulnerable Factors in Human. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(7), 4419. <https://doi.org/10.3390/ijerph19074419>
- Poespoprodjo, J. R., Douglas, N. M., Ansong, D., Kho, S., & Anstey, N. M. (2023). Malaria. *The Lancet*, 402(10419), 2328–2345.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)01249-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)01249-7)
- Poti, K. E., Sullivan, D. J., Dondorp, A. M., & Woodrow, C. J. (2020). HRP2: Transforming Malaria Diagnosis, but with Caveats. *Trends in Parasitology*, 36(2), 112–126.
<https://doi.org/10.1016/j.pt.2019.12.004>
- Rajneesh, Tiwari, R., Singh, V. K., Kumar, A., Gupta, R. P., Singh, A. K., Gautam, V., & Kumar, R. (2023). Advancements and Challenges in Developing Malaria Vaccines: Targeting Multiple Stages of the Parasite Life Cycle. *ACS Infectious Diseases*, 9(10), 1795–1814. <https://doi.org/10.1021/acsinfecdis.3c00332>
- Ratschiller Nasim, L. M. (2023). Medical Missionaries and Colonial Knowledge in West Africa and Europe, 1885-1914: Purity, Health and Cleanliness. *Springer International Publishing*.
<https://doi.org/10.1007/978-3-031-27128-1>
- Rejeki, D. S. S., Fuad, A., Widartono, B. S., **Murhandarwati, E. E. H.**, & Kusnanto, H. (2019). Spatiotemporal patterns of malaria at cross-boundaries area in Menoreh Hills, Java, Indonesia. *Malaria Journal*, 18(1), 80. <https://doi.org/10.1186/s12936-019-2717-y>
- Sedionoto, B., Wasessombat, S., Punsawad, C., & Anamnart, W. (2019). Environmental Factors and Prevalence of Hookworm infection and Strongyloidiasis in Rural East Kalimantan,

- Indonesia. *E3S Web of Conferences*, 125, 04001. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912504001>
- Setyawan, D., Wardoyo, R., Wibowo, M. E., & **Herdiana Murhandarwati, E. E.** (2022). Classification of plasmodium falciparum based on textural and morphological features. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 12(5), 5036. <https://doi.org/10.11591/ijece.v12i5.pp5036-5048>
- Setyawan, D., Wardoyo, R., Wibowo, M. E., & **Murhandarwati, E. H.** (2023). *Contrast Enhancement of Microscopic Malaria Images Using Modified Linear Contrast Stretching with Color Preserving Framework*. ICIC International, 9. <https://doi.org/10.24507/icicel.17.09.957>
- Smith, N. R., Trauer, J. M., Gambhir, M., Richards, J. S., Maude, R. J., Keith, J. M., & Flegg, J. A. (2018). Agent-based models of malaria transmission: A systematic review. *Malaria Journal*, 17(1), 299. <https://doi.org/10.1186/s12936-018-2442-y>
- Tilley, L., Straimer, J., Gnädig, N. F., Ralph, S. A., & Fidock, D. A. (2016). Artemisinin Action and Resistance in Plasmodium falciparum. *Trends in Parasitology*, 32(9), 682–696. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2016.05.010>
- World Health Organization. (2018). *Global report on insecticide resistance in malaria vectors: 2010–2016*. <https://iris.who.int/handle/10665/272533>
- World Health Organization. (2022). *World Malaria Report*. <https://www.who.int/teams/global-malaria-programme/reports/world-malaria-report-2022>

RIWAYAT HIDUP

Data Pribadi

Nama : Prof. dr. E. Elsa Herdiana Murhandarwati,
M.Kes., Ph.D.
NIP : 197103051998032001
Tempat, tanggal lahir : Yogyakarta, 5 Maret 1971
Kantor : Departemen Parasitologi, FK-KMK UGM,
Sekip Utara, Yogyakarta, 55281, Indonesia
E-mail : elsa.herdiana@ugm.ac.id

Keluarga

Suami : Ludiro Madu, SIP, M.Si

Anak :

1. Ignatius Lanang Bagaskara Dewa
2. Kristoforus Lintang Maha Dewa
3. Matilda Kinasih Dewi

Pendidikan Formal

1977-1983 : SD Pangudi Luhur Yogyakarta
1983-1986 : SMPN 5 Yogyakarta
1986-1989 : SMAN 1 Yogyakarta
1989-1996 : Pendidikan Dokter, FK UGM
1998-2000 : Program Studi Ilmu Kedokteran Tropis, Pascasarjana
UGM
2003-2011 : Microbiology (Faculty of Medicine, Nursing and Health
Science) Monash University, Australia

Riwayat Pekerjaan/Jabatan

- 2021 – 2026 : Ketua Departemen Parasitologi, FKMK, UGM
 2021 – sekarang : Tim Akademik, Program Studi Magister Ilmu Kedokteran Tropis, FKMK, UGM
 2016 – 2021 : Ketua Program Studi Magister Ilmu Kedokteran Tropis, FKMK, UGM
 2018 – sekarang : Manajer Mutu Laboratorium (ISO 17025:2017), FKMK, UGM
 2015 – sekarang : Tim Manajemen TDR Special Program of Implementation Research on Tropical Diseases, FKMK, UGM
 2011 – sekarang : Koordinator Good Clinical Laboratory Practice (GCLP) Pusat Kedokteran Tropis, Regional Training Center, TDR, South East Asia Region

Editor Buku

- 2020 : Arthropoda sebagai Vektor Penular Penyakit
 2019 : Biologi Molekuler *Toxoplasma gondii*: Aplikasi Sistem Informasi Geografis pada Pemetaan Toksoplasmosis

HKI (10 tahun terakhir)

No	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1	Aplikasi QA Malaria UGM (http://qa-malaria.fk.ugm.ac.id/)	2017	Hak Cipta	C00201705928
2	Cara Pembuatan Sediaan Darah Malaria	2019	Karya Rekaman Video	EC00201979895

3	Video Animasi - Parasit Malaria Part 1 (Cara Identifikasi Identifikasi Parasit Malaria Secara Mikroskopis)	2019	Karya Siaran	EC00201983726
4	Image Stitching Mikroskopis Malaria	2020	Program Komputer	EC00202073269
5	Identifikasi Parasit Malaria Part 2 (Cara Identifikasi Parasit Malaria Pada Sediaan Darah Dari Lapangan)	2019	Karya rekaman video	EC00201983345
6	Modul Daring CNS Parasitic Infection	2021	Modul	EC00202134999
7	Buku Dongeng Serangan Kerajaan Propozo	2021	Buku	EC00202156171
8	Transmission Of Parasites Causing System (CNS) Infections Central Nervous	2021	Karya rekaman video	EC00202157473
9	Parasitic Infection of the Central Nervous System (CNS)	2021	Karya rekaman video	EC00202157471
10	Implementation research Student Monitoring (IMPREST)	2021	Program/aplikasi	EC00202115338

11	Buku panduan regulatory sandbox e-malaria	2021	Buku	EC00202129720
12	Direct Smear-Stool exmination	2021	Karya rekaman video	EC00202135000
13	Strongyloides stercoralis	2021	Karya rekaman video	EC00202135891
14	Development And Reactivation of Chronic Toxoplasmosis	2021	Karya rekaman video	EC00202134997
15	Video Pembelajaran Toxoplasma gondii	2021	Karya rekaman video	EC00202135893
16	Immunomodulation On Neurocysticercosis	2021	Karya rekaman video	EC00202135894
17	Cerebral Malaria	2021	Karya rekaman video	EC00202135892
18	Koga Agar Plate Culture	2021	Karya rekaman video	EC00202135003
19	Baermann Funnel	2021	Karya rekaman video	EC00202135002
20	Cerebral Malaria: Pathogenesis	2021	Karya rekaman video	EC00202135896

Penghargaan

2017: Satyalancana Karya Satya X

2021: Satyalancana Karya Satya XX

2023: Peneliti Terbaik Kluster Penelitian Kolaboratif Kluster Kesked

Publikasi Ilmiah (5 Tahun Terakhir)

1. Fuad, A., Tiara, A., Kusumasari, R. A., Rimawati, R., & **Murhandarwati, E. E. H.** (2023). Introducing a Regulatory Sandbox into the Indonesian Health System Using e-Malaria as a Use Case: Participatory Action Study. *Journal of Medical Internet Research*, 25, e47706. <https://doi.org/10.2196/47706>
2. Setyawan, D., Wardoyo, R., Wibowo, M.E., & **E. E. H. Murhandarwati.** (2022). Classification of Plasmodium falciparum based on textural and morphological features. *International Journal of Electrical & Computer Engineering*, 12(5), 5036-5048. <http://doi.org/10.11591/ijece.v12i5.pp5036-5048>
3. Nugroho, H.A., Nurfauzi, R., & **Murhandarwati, E.E.H.** (2022). PlasmoID: A Dataset for Indonesian Malaria Parasite Detection and Segmentation in Thin Blood Smear. *arXiv:2211.15105*, arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2211.15105>
4. Deo, D.A., Herningtyas, E.H., Intansari, U.S., Perdana, T.M., **Murhandarwati, E.E.H.**, & Soesatyo, M.H.N.E. (2022). “Difference between Microscopic and PCR Examination Result for Malaria Diagnosis and Treatment Evaluation in Sumba Barat Daya, Indonesia”. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 7(8). <https://doi.org/10.3390/tropicalmed7080153>
5. Cintyamena, U., **Murhandarwati, E.E.H.**, Elyazar, I., Probandari, A., & Ahmad, R.A. (2022). “Identifying forms of interventions towards cross border malaria in the Asia-Pacific region: a scoping review protocol.” *BMJ Open*, 12(2), e056265. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-056265>
6. Setyawan, D., Wardoyo, R., Wibowo, M.E., & **Murhandarwati, E.E.H.** (2022). “Classification of plasmodium falciparum based on textural and morphological features”. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 12(5), 5036-5048. <http://doi.org/10.11591/ijece.v12i5.pp5036-5048>
7. Lama Yonzon, C., Padmawati, R.S., Subedi, R.K., Paudel, S., Ghimire, A., & **Murhandarwati, E.E.H.** (2021). “Exploring determinants of hydrocele surgery coverage related to

- Lymphatic Filariasis in Nepal: An Implementation research study”. *PLoS One*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244664>
8. Ahmad, R.A., Ferdiana, A., Surendra, H., Sy, T.R., Herbianto, D., Rahayujati, T.B., Rejeki, D.S.S., & **Murhandarwati, E.E.H.** (2021). “A participatory approach to address within- country cross-border malaria: the case of Menoreh Hills in Java, Indonesia”. *Malaria Journal*, 20(137). <https://doi.org/10.1186/s12936-021-03673-7>
 9. **Murhandarwati, E.E.H.**, Herningtyas, E.H., Puspawati, P., et al. (2020). Genetic diversity of Merozoite surface protein 1–42 (MSP1-42) fragment of *Plasmodium vivax* from Indonesian isolates: Rationale implementation of candidate MSP1 vaccine. *Infection, Genetics and Evolution*, 85. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2020.104573>.
 10. Kridaningsih, T. N., Sukmana, D. J., Mufidah, H., Diptyanusa, A., Kusumasari, R. A., Burdam, F. H., Kenangalem, E., Poespoprodjo, J. R., Fuad, A., Mahendradhata, Y., Supargiyono, S., Utzinger, J., Becker, S. L., & **Murhandarwati, E. E. H.** (2020). Epidemiology and risk factors of *Strongyloides stercoralis* infection in Papua, Indonesia: A molecular diagnostic study. *Acta Tropica*, 209(105575). <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105575>
 11. Utami, W.S., **Murhandarwati, E.E.H.**, Artama, W.T., & Kusananto, H. (2020). *Cryptosporidium* Infection Increases the Risk for Chronic Diarrhea Among People Living with HIV in Southeast Asia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Asia-Pacific Journal of Public Health*, 32(1), 8-18. <https://doi.org/10.1177/1010539519895422>
 12. Sikora, S.A., Poespoprodjo, J.R., Kenangalem, E., Lampah, D.A., Sugiarto, P., Laksono, I.S., Ahmad, R.A., & **Murhandarwati, E.E.H.** (2019). Intravenous artesunate plus oral dihydroartemisinin–piperazine or intravenous quinine plus oral quinine for optimum treatment of severe malaria: lesson learnt from a field hospital in Timika, Papua, Indonesia. *Malaria Journal*, 18(448). <https://doi.org/10.1186/s12936-019-3085-3>
 13. Sarirah, M., Wijayanti, M.A., & **Murhandarwati, E.E.H.** (2019) Comparison of mini-flotac and Kato-Katz methods for detecting

soil-transmitted helminth eggs in 10% formalin preserved stools stored >12 months. *Tropical Biomedicine*, 36(3), 677–686. <https://www.msptm.org/files/Vol36No3/677-686-Murhandarwati-EEH.pdf>

14. Deo, V.K., Inagaki, Y., **Murhandarwati, E.E.H.**, Asmara, W., Miyazaki, T., Kato, T., & Park, E.Y. (2019). Sero-diagnostic potential of *Plasmodium falciparum* recombinant Merozoite Surface Protein (MSP)-3 expressed in silkworm. *Parasitology International*, 72. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2019.101938>
15. Rejeki, D.S.S., Fuad, A., Widartono B.S., **Murhandarwati E.E.H.**, & Kusnanto, H. (2019). Spatiotemporal patterns of malaria at cross- boundaries area in Menoreh Hills, Java, Indonesia. *Malaria Journal* 18 (80). <https://doi.org/10.1186/s12936-019-2717-y>
16. Nugroho, H.A., Maysanjaya, I. M., Setiawan, N.A., **Murhandarwati, E.E.H.**, & Oktoeberza, W.K.Z. (2019). Feature analysis for stage identification of *Plasmodium vivax* based on digital microscopic image. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*,3(2), 721-728 ISSN: 2502-4752, DOI:10.11591/ijeecs
17. Nugroho, H.A, Wibawa, M.S., Setiawan, N.A., **Murhandarwati, E.E.H.**, & Buana, R.L.B. (2019). Identification of *Plasmodium falciparum* and *Plasmodium vivax* on digital image of thin blood films. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 13(3), 933-944.