

**PERAN BIOKIMIA DALAM MENDUKUNG KEMANDIRIAN
BIDANG KESEHATAN DI INDONESIA**



UNIVERSITAS GADJAH MADA

**Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar
dalam Bidang Biokimia
pada Fakultas Biologi
Universitas Gadjah Mada**

**Disampaikan pada Pengukuhan Guru Besar
Universitas Gadjah Mada
pada tanggal 27 Juni 2024**

**Oleh:
Prof. Dra. Rarastoeti Pratiwi, M.Sc., Ph.D.**

Bismillahirrahmaanirrahim
Assalamu'alaikum warrahmatullahi wabarakaatuh
Salam sejahtera bagi kita semua,
Shalom,
Om swastiastu,
Namo budaya,
Salam kebajikan,

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 Universitas Gadjah
Mada,
Ketua, Sekretaris, dan Anggota Senat Akademik Universitas Gadjah
Mada
Dekan dan para Wakil Dekan Fakultas Biologi Universitas Gadjah
Mada,
Dekan dan para Wakil Dekan di Lingkungan Universitas Gadjah Mada,
Ketua, Sekretaris, dan Anggota Senat Fakultas Biologi Universitas
Gadjah Mada,
Segenap Sivitas Akademika Universitas Gadjah Mada,
Para tamu undangan, kolega, teman sejawat, mahasiswa, dan sanak
keluarga yang saya cintai dan para hadirin sekalian yang
berbahagia.

Dalam kesempatan yang membahagiakan ini, dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas kesehatan dan rahmat yang telah diberikan bagi kita semua yang mengikuti acara ini. Dengan segala kerendahan hati, di hadapan para hadirin yang saya muliakan, ijinkan saya untuk menyampaikan pidato dalam rangka pengukuhan Guru Besar dalam bidang Biokimia di Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, dengan judul:

**Peran Biokimia Dalam Mendukung Kemandirian Bidang
Kesehatan Di Indonesia**

Pimpinan sidang dan hadirin yang saya muliakan,

Topik ini menjadi salah satu fokus saya dalam mengembangkan bidang ilmu yang saya tekuni yakni Biokimia, dan ketertarikan saya terhadap masalah kesehatan, khususnya di negara kita. Namun, rasanya tidak bijak jika saya menguraikan biokimia, yang menjadi salah satu dasar pemahaman tentang organisme yang ada di bumi ini, hanya dari sisi teori saja. Saya mencoba mengkaitkan fenomena kehidupan yang dapat kita rasakan saat ini dan harapan di masa berikutnya, dari sisi biokimia. Bidang kesehatan menjadi salah satu perhatian saya, karena aspek kesehatan tidak terlepas dari faktor-faktor yang mendukungnya, yakni kualitas nutrisi (pangan), upaya preventif (pencegahan) dan kuratif (pengobatan) terhadap masalah kesehatan, lingkungan yang higienis, edukasi masyarakat, serta kebijakan pemerintah. Meskipun bidang kesehatan cukup kompleks, dan kajian yang sudah dilakukan cukup ekstensif dan intensif, baik dari sisi ilmu dan teknologi, namun dalam kesempatan ini, saya mencoba menguraikan dalam bahasa yang lebih sederhana.

Biokimia sebagai Dasar dalam Memahami Fenomena Organisme Akibat Perubahan Lingkungan yang Berdampak bagi Masalah Kesehatan

Para hadirin yang saya hormati,

Perkenankan saya sedikit mengulas biokimia dari beberapa prinsip yang mendasar. Biokimia antara lain mempelajari tentang komponen penyusun organisme dari tingkatan terendah, mulai dari unsur, molekul, biomolekul dari yang sederhana hingga yang kompleks atau supramolekul. Interaksi dari masing-masing komponen penyusun tersebut akan menghasilkan berbagai kemampuan organisme, terutama dalam 1) mengubah energi dan materi di sekitar untuk menjalankan aktivitas hidup, 2) melakukan metabolisme, yakni mensintesis komponen penyusunnya, serta merombak komponen yang sudah tidak diperlukan dengan menggunakan enzim sebagai biokatalisator, 3) menangkap sinyal yang ada di sekitarnya untuk merespon, 4) interaksi antara molekul maupun biomolekul dalam menjalankan fungsinya, serta 5) melestarikan informasi yang dimiliki organisme untuk

diteruskan ke generasi berikutnya (Nelson and Cox, 2021). Dalam mempelajari biokimia, memerlukan pemahaman biologi dan ilmu dasar lainnya kimia, fisika, maupun matematika. Interaksi berbagai keilmuan dasar tersebut mempermudah pemahaman tentang fenomena yang terjadi pada suatu organisme. Sebagai contoh: bagaimana sel mampu mentransformasikan energi dan materi yang berasal dari sekitarnya menjadi energi dan materi yang dapat dipakai untuk menjalankan aktivitas hidupnya, antara lain metabolisme untuk mendukung pertumbuhan, perkembangan, kemampuan bertahan, beradaptasi, dan berevolusi. Kegagalan proses biokimiawi dapat mengakibatkan terganggunya fungsi vital dan pada akhirnya mempengaruhi kualitas hidup atau kelangsungan hidup suatu organisme. Kemampuan memahami proses-proses tersebut dan pengaturannya, sangat diperlukan dalam menjaga kesehatan, mencegah dan mengatasi penyakit.

Dalam memahami suatu organisme dapat diawali dari sel, sebagai unit struktural dan fungsional terkecil dari kehidupan. Biomolekul utama yang membangun sel berupa karbohidrat, lipid, protein, dan asam nukleat. Biomolekul memiliki struktur khas yang terkait fungsinya, misalnya asam nukleat (DNA dan RNA) sebagai komponen utama materi genetik, serta protein sebagai biomolekul yang berperan dalam berbagai aktivitas sel. Struktur dari biomolekul tersebut dibangun oleh ikatan yang bersifat kovalen (ikatan yang kuat), dan ikatan non kovalen yang sifatnya dinamis, dan cenderung interaksinya lemah, sehingga mudah dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di sekitarnya, termasuk temperatur, pH, senyawa yang bersifat radikal, serta gelombang energi. Perubahan kondisi lingkungan yang drastis mampu melepaskan interaksi yang sifatnya lemah, baik pada materi genetik DNA maupun protein. Jalin ganda materi genetik akan mudah lepas ketika dihadapkan pada kondisi asam-basa, peningkatan temperatur maupun energi radiasi. Protein merupakan biomolekul yang strukturnya ditentukan oleh kodon-kodon dalam RNA, yang diterjemahkan dari sekuen DNA. Terdapat hubungan yang erat antara informasi genetik (genotip) dan fenomena yang dimiliki oleh sel (fenotip). Hubungan antara genotip dan fenotip akan menghasilkan keragaman baik di tingkat biomolekul, sel maupun organisme.

Perubahan lingkungan dapat berdampak, baik secara langsung maupun tidak langsung, terhadap perubahan genotip. Perubahan genotip, meskipun tidak selalu, dapat menyebabkan perubahan fenotip, dari kondisi normal menjadi abnormal, atau perubahan yang bersifat polimorfik yang menghasilkan variasi antar individu (Alberts et al., 2015).

Keragaman organisme yang ada di dunia ini sangat ditentukan oleh keragaman materi genetiknya, dan berimplikasi terhadap keragaman protein yang dimiliki. Keragaman inilah yang membuat kehidupan menjadi lebih indah dan berwarna, jauh dari kondisi monoton dan seragam. Keragaman organisme meliputi jasad renik (bakteri, fungi, plankton), tumbuhan, hewan, hingga manusia. Virus adalah partikel yang memiliki sedikit kemiripan dengan organisme, yakni dari komponen molekulernya, materi genetik DNA/RNA, protein serta lipid, namun virus tidak memiliki komponen sitosolik (media untuk metabolisme), seperti yang dimiliki sel. Hal inilah yang menyebabkan virus tidak dikategorikan sebagai “organisme” dan hanya “hidup” ketika berada di sel inangnya (Lodish et al., 2016).

Organisme uniseluler maupun multiseluler sederhana (bakteri hingga jamur), memiliki kelebihan dalam kemampuan beradaptasi dengan lingkungan, bahkan dalam kondisi yang ekstrim. Kemampuan inilah yang banyak dikaji, selain untuk memahami mekanisme molekulernya, juga untuk menghasilkan teknologi, atau bioteknologi, yang mampu menghasilkan produk maupun jasa. Tumbuhan, sebagai organisme yang bersifat sesil (berada di tempat), harus beradaptasi dengan lingkungan yang dapat berubah setiap saat. Kondisi ini yang menyebabkan tumbuhan lebih kaya akan senyawa metabolit sekunder, senyawa yang diluar kebutuhan dasarnya untuk hidup (metabolit primer), agar dapat bertahan. Keragaman metabolit sekunder dapat dieksplorasi dan dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, termasuk bidang kesehatan. Hewan, sebagai organisme yang memiliki kemiripan secara seluler dengan manusia (sel hanya terselubung membran, tanpa dinding atau kapsul), banyak dimanfaatkan sebagai model dalam memahami atau menerapkan suatu perlakuan, yang nantinya dapat diterapkan pula pada manusia. Manusia sebagai organisme yang paling sempurna dengan kemampuan akal pikir, dan sifat kearifan yang tidak

dimiliki oleh organisme lainnya, secara ilmiah disebut *Homo sapiens*, dan secara harafiah berarti manusia bijak. Manusia adalah satu-satunya organisme yang memiliki kesadaran tentang siapa dirinya, bagaimana harus bersikap terhadap lingkungannya, serta memahami akan adanya kematian. Hanya manusia, makhluk yang mampu memahami adanya Tuhan sebagai Zat Sang Pencipta Yang Memiliki Kekuatan di luar batas kemampuan logika manusia.

Organisme tidak dapat terlepas dari lingkungannya, baik lingkungan mikro maupun makro yang ada di biosfer ini. Kemampuan organisme untuk berinteraksi dengan sesama individu, baik yang sama atau berbeda spesies, serta dengan lingkungan abiotik, akan menentukan kemampuannya untuk bertahan, dan menghasilkan keturunan sebagai generasi berikutnya. Perubahan lingkungan yang drastis maupun bertahap, antara lain pemanasan global, pencemaran lingkungan baik material organik maupun anorganik, serta radiasi, mampu mempengaruhi keseimbangan komponen molekuler hingga seluler, yang selanjutnya dapat mempengaruhi kondisi fisiologis dari organisme tersebut. Permasalahan akan muncul selama proses menuju keseimbangan (ekuilibrium) atau homeostasis antara proses fisiologis dengan perubahan lingkungan. Dalam proses biokimiawi, keseimbangan tersebut pada dasarnya tidak akan tercapai sempurna, karena kondisi seimbang sempurna, dalam suatu sistem hayati dapat diartikan proses kehidupan akan berhenti (Nelson and Cox, 2021). Adanya gangguan dalam proses keseimbangan tersebut dapat memberikan dampak terhadap kesehatan manusia, antara lain akibat infeksi, yang sifatnya menular, dan gangguan metabolisme, yang sifatnya tidak menular. Masalah kesehatan terkait infeksi secara umum disebabkan adanya pathogen berupa virus, mikrobia, maupun parasit lainnya. Masalah kesehatan yang terkait dengan gangguan metabolisme, antara lain hipertensi, hiperlipidemia dan hiperglikemia yang dapat menyebabkan gangguan hingga gagal jantung, gagal ginjal, stroke, sedangkan gangguan sistem imun dapat menyebabkan autoimun maupun defisiensi imun, dan gangguan proses pembelahan sel dapat menimbulkan kanker.

Banyak upaya yang telah dilakukan dalam mengatasi gangguan fisiologis tersebut. Khusus pada manusia, upaya yang dapat dilakukan

untuk memulihkan atau mengatasi gangguan tersebut yakni melalui eksplorasi sumber hayati yang kaya akan metabolit sekunder, berupa senyawa bioaktif, baik untuk keperluan preventif maupun kuratif, serta menciptakan peralatan dalam rangka terapi suatu penyakit.

Bioprospeksi untuk Produk Nutrasetikal maupun Farmasetikal dalam Mendukung Kemandirian Bidang Kesehatan di Indonesia

Hadirin yang saya muliakan,

Keragaman hayati memiliki cakupan yang sangat luas, baik dari keragaman spesies, maupun kandungan senyawa biokimiawi. Variasi metabolit setiap spesies, bahkan subspecies, ditentukan oleh materi genetik dan lingkungannya. Sementara, materi genetik masing-masing spesies bersifat dinamis, dapat berubah dari generasi ke generasi sepanjang sejarah evolusinya. Perubahan variasi genetik tersebut dapat dipicu karena faktor internal, maupun eksternal (Albert et al., 2015). Bioprospeksi adalah upaya eksplorasi dan penemuan sumber daya hayati berupa makromolekul, metabolit, dan informasi genetik, baik dari mikroorganisme, tumbuhan maupun hewan, yang dapat dikembangkan menjadi produk yang layak dikomersialisasikan (Torrance, 2000).

Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI), sebagai negara tropis, dengan jumlah kepulauan ± 17.000 (Portal Informasi Indonesia, 2023), luas darat dan perairan seluas $\pm 8.300.000 \text{ km}^2$, dengan luas perairan Indonesia $\pm 6.400.000 \text{ km}^2$ dan panjang garis pantai $\pm 108.000 \text{ km}$ (PUSHIDROSAL, 2018). Wilayah NKRI tersebut memiliki kondisi lingkungan yang berbeda, baik ditinjau dari geomorfologi, vulkanologi maupun posisi geografis. Kondisi inilah yang menjadikan Indonesia sebagai negara dengan megabiodiversitas terbesar kedua setelah Brazil (Portal Informasi Indonesia, 2018). Megabiodiversitas inilah yang menjadi sumber bioprospeksi yang penting, khususnya di bidang kesehatan, sebagai upaya pendukung kesehatan, baik berupa pangan fungsional, maupun sebagai obat yang dapat mengatasi berbagai penyakit dan masalah kesehatan. Pengembangan produk tersebut dapat dimasukkan ke dalam kelompok nutrasetikal (pangan fungsional) maupun farmasetikal (obat-obatan).

Pangan fungsional merupakan pangan yang selain kandungan gizi, juga memiliki senyawa bioaktif yang berdasarkan kajian ilmiah dapat berperan dalam pencegahan penyakit akibat gangguan metabolisme maupun meningkatkan daya tahan tubuh (Purwaningsih et al., 2021). Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) pada tahun 2008 telah mendefinisikan kriteria pangan fungsional secara lebih rinci, antara lain bahwa pangan tersebut memiliki cita rasa yang disukai masyarakat, tidak mengandung bahan yang membahayakan kesehatan, serta tidak berupa serbuk maupun pil atau tablet. Jepang merupakan negara pertama yang mempopulerkan dan mengembangkan pangan fungsional kearah industri. Teh hijau telah menjadi ikon Jepang bagi pengembangan industri makanan maupun minuman fungsional, antara lain biskuit, kue, dan es krim. Teh hijau memiliki senyawa aktif antara lain berupa catechin, gallaogatechin, dan epicatechin yang memiliki peran sebagai pencegah obesitas, diabetes tipe-2 serta kardiovaskuler (Chacko et al., 2010). Mengingat banyaknya potensi dari keragaman hayati yang kita miliki, dalam kesempatan ini, saya akan mengulas beberapa sumber hayati di Indonesia (yang juga menjadi bahan kajian penelitian saya), baik tumbuhan maupun hewan, khususnya hewan air, yang memiliki potensi dalam mendukung kesehatan.

Salah satu kekayaan hayati yang ada di Indonesia adalah padi (*Oryza sativa*, L.), yang memiliki keragaman, tidak hanya terkait dengan umur masa panen maupun produktivitas, tetapi juga dalam pigmentasi biji (beras) yang dihasilkan. Masyarakat kita sudah terbiasa mengkonsumsi beras putih sebagai bahan pokok sumber karbohidrat. Ketahanan pangan sering diidentikkan dengan ketersediaan beras putih setiap bulannya, meskipun selama ini pemenuhan kebutuhan beras putih masih disuplai dari impor, rata-rata lebih dari ± 400.000 ton/tahun, bahkan meningkat tajam, hampir tiga kali, di tahun 2023 (BPS, 2023). Keberadaan padi berpigmen, baik merah hingga hitam, belum banyak mendapat perhatian masyarakat maupun pemerintah.

Beras putih memiliki nilai kalori yang tinggi, namun secara kualitas nutrisi lebih rendah dibandingkan beras berpigmen (Mbanjo et al., 2020). Penelitian tentang padi berpigmen, merah, coklat, ungu, dan hitam, sudah berkembang. Kajian fitokimia dan potensi sebagai nutrasetikal maupun farmasetikal telah banyak direview, terutama

sebagai anti-oksidan, anti-diabetik, anti-hiperlipidemia pada padi berpigmen merah hingga ungu (Baek et al., 2015; Boue et al., 2016) dan padi hitam di Indonesia (Pratiwi and Purwestri, 2017). Pengembangan padi hitam sebagai pangan fungsional di Indonesia, diawali dari ditemukannya beberapa kultivar di berbagai wilayah, yang umumnya masih dengan nama lokal atau petani yang menanam.

Padi berpigmen memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai komoditas seperti halnya padi putih. Hal ini tidak hanya berdasarkan kandungan nutrisi dan senyawa bioaktif yang penting bagi kesehatan, tetapi juga untuk mendapatkan jenis padi yang lebih tahan terhadap perubahan iklim, terutama kondisi kering (Sebastian et al., 2022), maupun terhadap serangan hama penyakit yang biasa menyerang pada padi putih, namun tidak pada padi berpigmen (Solekha et al., 2020). Pengembangan padi berpigmen sebagai bahan pangan fungsional di Indonesia baru sebatas sebagai pangan utuh, dan produk berupa tepung beras merah, tanpa proses yang melibatkan teknologi. Beberapa negara, seperti India, China dan Jepang, telah memanfaatkan tepung, bekatul maupun minyak tepung beras hitam sebagai komponen bagi industri pangan fungsional (Pratiwi and Purwestri, 2017). Salah satu upaya yang sudah dilakukan di Indonesia antara lain menguji produk pangan fungsional *Black Rice Crunch* untuk mencegah obesitas (Sofyantoro et al., 2024).

Kekayaan sumber daya hayati lainnya adalah sumber hayati perairan. Mengingat luasnya area perairan di Indonesia, baik di darat maupun laut, dengan keragaman hewan air yang sangat tinggi, sehingga potensi ini layak untuk dikembangkan, selain sebagai sumber protein, juga sumber senyawa metabolit. Kandungan berbagai asam lemak esensial, antara lain yang termasuk dalam kelompok asam dokosaheksanoat (DHA), maupun asam eikosapentaenoat (EPA), yang mendukung kesehatan sistem peredaran darah, jantung maupun otak. Banyak spesies hewan air, yang belum dibudidayakan, memiliki potensi di bidang nutrasetikal dan farmasetikal. Upaya budidaya hewan laut, khususnya yang masih jarang dilakukan, seperti teripang laut (Holothuroidea), memerlukan kajian mendasar, meliputi siklus hidup, jenis pakan alami, serta substrat tempat tumbuh, yang diperlukan selama fase kehidupan hewan tersebut, serta kandungan nutrisi

(Sembiring et al, 2022; 2023). Dalam pengembangan budidaya hewan laut, sebagai contoh kerapu laut (*Plectropomus leopardus* (Lacep`Ede, 1802), kajian tentang pakan alami menjadi hal yang krusial. Selain itu, proses metabolisme selama pertumbuhan dan perkembangan hewan laut, yang melibatkan enzim-enzim penting dalam proses pencernaannya, perlu dikaji secara baik (Melianawati and Pratiwi, 2022). Proses biokimiawi yang terjadi selama pemberian pakan dan hubungannya dengan kualitas dan kuantitas pertumbuhan perlu dipahami secara komprehensif. Kualitas pertumbuhan hewan laut tersebut dapat dikaitkan dengan pengembangan produk akuakultur yang diharapkan dari hewan laut tersebut, baik sebagai sumber nutrisi, neutrasetikal maupun farmasetikal, dan dapat berkelanjutan. Peluang bioprospeksi dari sumberdaya laut masih sangat besar dalam mendukung kemandirian sektor kesehatan. Perlunya kerjasama dari berbagai pihak dalam mengeksplorasi, memanfaatkan, dan menjaga kelestarian sumber daya hayati tersebut. Bioprospeksi sebagai upaya mengeksplorasi kekayaan sumber daya alam hayati baik yang hidup di darat maupun perairan, sebagai modal penting dalam mendukung kemandirian bidang kesehatan di Indonesia.

Kemampuan penguasaan IPTEK khususnya bidang Biokimia

Penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK), khususnya di bidang biokimia, memerlukan beragam keterampilan. Keterampilan ini mencakup pemahaman yang kuat tentang konsep dasar, keterampilan laboratorium praktis, peralatan analisis dan kemampuan melakukan eksperimen dan analisis ilmiah dengan akurat dan presisi. Kemahiran dalam teknik biologi molekuler, analisis data, dan pemurnian protein, sangat penting untuk mendukung keberhasilan di bidang ini. Selain itu, kemampuan bekerja dalam tim, komunikasi yang efektif, dan kapasitas untuk memahami proses biologis yang kompleks juga penting bagi para ahli biokimia. Secara keseluruhan, kombinasi keterampilan teknis, analitis, dan interpersonal diperlukan untuk bisa unggul di bidang biokimia. Peran biokimia dalam penguatan IPTEK terkait kesehatan sudah mulai dikembangkan di Indonesia, meskipun masih memerlukan sinergi yang optimal antara pihak

akademisi, peneliti, industri yang bergerak di bidang kesehatan, pemerintah, serta masyarakat.

Hal yang tidak kalah penting yakni pendidikan dan pelatihan biokimia, yang saat ini sedang dalam proses perbaikan untuk memenuhi tuntutan jalur karir abad ke-21, dengan fokus pada penelitian interdisipliner, pemikiran kritis, dan wacana ilmiah. Hal yang cukup mendasar lainnya yakni inovasi dalam biokimia dan bioteknologi, bahwa penelitian biokimia mendorong inovasi di bidang-bidang seperti bioteknologi, bioinformatika, biomaterial, biosensing, bioproses, dan nanoteknologi, yang dapat mengarah pada teknologi dan perawatan medis baru (Bhalla et al., 2016). Singkatnya, biokimia merupakan bidang kajian yang memainkan peran penting dalam memperkuat ilmu pengetahuan dan teknologi yang berkaitan dengan kesehatan.

Beberapa contoh spesifik teknologi kedokteran yang telah dikembangkan melalui penelitian biokimia antara lain, teknologi biosensor telah dikembangkan untuk mendeteksi penanda biokimiawi yang memungkinkan diagnosis kondisi seperti diabetes, sepsis, dan penyakit menular, secara dini dan akurat (Bhalla et al., 2016). Teknologi ini mengintegrasikan bioreseptor dengan transduser yang beroperasi berdasarkan prinsip fisika dan kimia, memungkinkan metode diagnostik yang cepat dan hemat biaya. Terapi-terapi ini didasarkan pada pemahaman mendalam tentang proses biokimiawi yang mendasari berbagai penyakit. Penelitian biokimia telah berkontribusi pada pengembangan vaksin melalui pemahaman respon imun dan mekanisme molekuler agen infeksi, antara lain dalam mengatasi pandemi COVID-19, influenza, dan hepatitis. Kemajuan dalam teknologi pencitraan molekuler, seperti tomografi emisi positron (PET) dan tomografi komputer emisi foton tunggal (SPECT), juga penggabungan dengan teknologi kecerdasan buatan (AI), telah dikembangkan, salah satunya melalui penelitian biokimia (Arabi et al, 2021). Teknologi ini memungkinkan visualisasi dan pelacakan proses biokimiawi dalam organisme hidup, membantu diagnosis penyakit dan pemantauan pengobatan. Contoh-contoh ini menunjukkan bahwa penelitian biokimia telah berkontribusi langsung terhadap pengembangan teknologi medis, yang mengarah pada peningkatan diagnosis penyakit, pengobatan, dan perawatan pasien.

Meskipun penanda biokimiawi menawarkan beberapa keunggulan dalam membantu diagnosis, namun memiliki keterbatasan, antara lain adanya variabilitas antar individu, sehingga sulit untuk menetapkan kriteria diagnostik universal. Adanya hasil yang bersifat positif dan negatif palsu, sehingga menyebabkan diagnosis salah atau diagnosis terlewat. Keterbatasan dalam pengembangan dan penggunaan perangkat medis yang menggunakan penanda biokimiawi memerlukan biaya yang mahal, sehingga membatasi aksesibilitasnya di beberapa tempat. Penggunaan penanda biokimiawi pada perangkat medis memerlukan keahlian teknis, yang mungkin tidak tersedia di semua rangkaian layanan kesehatan. Hal penting lainnya adalah pertimbangan etis, penggunaan penanda biokimiawi pada peralatan medis menimbulkan polemik seperti masalah privasi dan potensi diskriminasi berdasarkan informasi genetik. Keterbatasan inilah memerlukan pertimbangan dan evaluasi yang cermat terhadap penanda biokimiawi dalam perangkat medis untuk diagnosis, termasuk keandalan, validitas, dan potensi dampaknya terhadap perawatan pasien (Bhalla et al., 2016; Vigneshva et al., 2016). Kemampuan penguasaan IPTEK, khususnya yang berbasis pemahaman biokimia, memberikan fondasi penting dalam membantu menyelesaikan permasalahan kesehatan, antara lain melalui berbagai metode dalam mendeteksi penyakit secara dini, cepat, mudah dan ekonomis.

Peran Biokimia dalam Penguatan IPTEK terkait Pengembangan Alat Kesehatan Berbasis Medan Listrik

Salah satu permasalahan kesehatan yang masih cukup kompleks yakni kanker. Jumlah penderita dan mortalitas akibat kanker selalu meningkat dari tahun ke tahun. Peningkatan tersebut tidak hanya dalam hal jumlah kasus, tetapi juga jenis kanker. Pemahaman mengenai pertumbuhan dan perkembangan sel kanker, baik secara seluler, molekuler dan biokimiawi semakin komprehensif. Penanganan untuk mengatasi pertumbuhan kanker diperlukan berbagai upaya, tidak hanya melalui khemoterapi, namun juga menggunakan peralatan yang dapat mematikan atau melemahkan kemampuan pertumbuhan sel kanker. Peralatan terapi kanker yang sudah umum dilakukan adalah radioterapi, yakni memanfaatkan energi dari radioisotop untuk mematikan sel

kanker. Khemoterapi maupun radioterapi sudah menjadi prosedur umum dalam mengatasi kanker, namun terapi tersebut belum mampu mengatasi semua permasalahan yang dihadapi baik oleh dokter maupun pasien (Globocan, 2020). Pengembangan jenis terapi baru masih sangat diperlukan, khususnya terapi yang memanfaatkan energi dari medan listrik dalam mengganggu pertumbuhan atau pembelahan sel kanker.

Tubuh manusia pada dasarnya memiliki muatan listrik yang berasal dari ion-ion yang ada di media intra maupun ekstra seluler. Setiap sel memiliki potensial membran yang ditimbulkan oleh muatan ion-ion yang ada disekitar membran. Potensial membrane sel akan mengalami perubahan saat terjadinya pembelahan sel. Kondisi sel kanker yang selalu membelah secara tidak terkontrol, memiliki potensial membran yang berbeda dengan sel normal. Kondisi inilah yang menjadi salah satu target bagi pengembangan alat terapi berbasis medan listrik frekuensi menengah dengan intensitas rendah (Kirson et al., 2004)

Terapi medan listrik untuk kanker, yang pertama dikembangkan adalah peralatan *Tumor Treating Fields* (TTFields) yang dikembangkan oleh Kirson et al., 2004. Alat terapi ini relatif baru, dengan konsep dasar penggunaan medan listrik bolak-balik (AC) dengan intensitas rendah (1-3 V/cm) dan frekuensi menengah (~100-300 kHz) untuk mengganggu mitosis (pembelahan) sel tumor (Kirson et al., 2004; 2009; Wenger et al., 2018; Rominiyi et al., 2020). Terapi ini diberikan melalui perangkat portabel non-invasif yang menyalurkan medan listrik secara kontinyu dan menempel langsung pada kulit. Dibandingkan dengan terapi kanker konvensional, radioterapi dan kemoterapi, terapi TTFields memiliki profil efek samping yang ringan dan tidak ada toksisitas sistemik kumulatif. Alat TTFields telah disetujui oleh *Food and Drug Administration* (FDA) Amerika untuk pengobatan glioblastoma berulang dan glioblastoma yang baru didiagnosis dalam kombinasi dengan kemoterapi Temodar (temozolomide) (Toms et al., 2019; Romiyini et al., 2020).

Pengobatan kanker glioblastoma dengan TTFields yang dikombinasikan dengan kemoterapi, sudah dilakukan hingga ke taraf uji klinis fase III untuk glioblastoma berulang, dan hasilnya menunjukkan peningkatan rata-rata kelangsungan hidup dibandingkan

dengan kemoterapi (Kirson and Dbaly 2007; Stupp et al., 2017). Namun, tingkat keberhasilan terapi TTFields untuk jenis kanker lainnya secara klinis masih dipelajari, dan diperlukan lebih banyak penelitian untuk mengetahui efektivitasnya. Meskipun terapi TTFields menjanjikan dalam pengobatan jenis kanker tertentu, namun terapi ini juga memiliki keterbatasan, termasuk potensi resistensi dan pembesaran sel, perlunya penyesuaian frekuensi, non-selektivitas, dan kurangnya spesifisitas untuk suatu jenis sel (Wenger et al. 2018; Romiyini et al., 2020). Penelitian terbaru di China, menunjukkan bahwa TTField cukup aman dan efektif untuk terapi pasien yang baru terdiagnosis glioblastoma, namun kurang efektif bagi pasien glioblastoma yang kambuh berulang (She et al., 2023).

Electro-capacitive cancer therapy (ECCT) adalah alat terapi kanker dengan memanfaatkan medan listrik, dengan menggunakan teknik kapasitif listrik, dan tidak kontak langsung ke kulit. Alat ini berbasis pada penemuan TTFields, namun ada perbedaan dari jenis medan listrik dan kemasan elektrodanya. Alat kesehatan ECCT diciptakan oleh Dr. Purwo Taruno Warsito dari C-Tech Lab Edwar Technology, dengan paten IDN Patent REG. P00201200092 (2012). Alat terapi medan listrik yang telah dikembangkan untuk penelitian terapi kanker pra-klinis maupun klinis, terdiri dari osilator dan konektor yang terhubung ke kandang hewan uji atau rompi maupun penutup kepala. Alat ini dikembangkan sebagai terapi potensial untuk berbagai jenis kanker, termasuk kanker payudara metastatik, kanker otak, dan kanker paru-paru (Purnami et al., 2021). Terapi medan listrik dirancang untuk memicu kematian sel kanker melalui gangguan terhadap protein mikrotubulin yang membentuk benang spindel selama proses mitosis sel (Giladi et al., 2015). Terapi ini mengarah ke kemampuan sebagai anti-proliferasi dan pro-apoptotik sel kanker (Palupi et al., 2023).

Penelitian terkait efektivitas ECCT frekuensi 100 kHz, intensitas 18 Vpp terhadap pertumbuhan kultur sel tumor payudara MCF-7 menunjukkan adanya kemampuan penghambatan proliferasi 28-39% secara *in vitro* dan penurunan ukuran nodul tumor hingga 67% pada mencit (*Mus musculus* L.) yang ditransplantasi sel MCF-7 (Alamsyah et al, 2015). Pengurangan ukuran nodul tumor juga ditunjukkan oleh model tikus (*Rattus norvegicus* Berkenhout, 1769)

bertumor payudara (Alamsyah et al., 2018), serta penurunan rasio sel T CD4+/CD8+ (Alamsyah et al., 2021), serta mampu menginduksi apoptosis pada sel kanker HeLa melalui ekspresi P53 (Mujib, et al., 2017). Hasil penelitian tersebut telah dikonfirmasi oleh hasil penelitian berikutnya, yakni dari Pratiwi et al. (2020) yang menyatakan bahwa ECCT pada frekuensi 150 kHz dan intensitas 18 Vpp mampu menurunkan ekspresi gen *PCNA* terkait marker proliferasi, serta *ErbB2* terkait reseptor hormon pertumbuhan (HER2) dan mampu menurunkan secara signifikan ekspresi gen *CCL2* yang merupakan sinyal ke arah pertumbuhan tumor metastasis. Kajian selanjutnya juga melaporkan bahwa paparan ECCT pada tikus bertumor payudara menunjukkan adanya peningkatan ekspresi protein CD4, CD8, terkait respon imun dari sel T, serta Caspase 8 dan 9 pada sel-sel jaringan tumor payudara tikus (Nuriliani et al., 2024).

Selain menguji efektivitas medan listrik yang dihasilkan ECCT terhadap sel atau jaringan tumor, khususnya payudara, juga dilakukan assesmen terhadap keamanan terapi tersebut dari profil hematologis, kondisi kimia darah dan histologis organ hati dan ginjal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada perubahan signifikan terkait parameter tersebut antara tikus yang dipaparkan ECCT, baik frekuensi 100 kHz maupun 150 kHz, dengan yang tanpa dipaparkan. Parameter yang dikaji meliputi profil sel darah putih maupun sel darah merah, serta kimia darah terkait fungsi hati (SGPT dan SGOT) dan fungsi ginjal (kreatinin), juga kondisi patologis jaringan hati dan ginjal (Nurhidayat et al., 2022; Alamsyah et al., 2023). Hasil uji praklinis terhadap alat kesehatan ECCT yang sudah dilaporkan tersebut, telah digunakan sebagai dasar uji klinis fase 1 melalui penggunaan rompi ECCT pada 40 sukarelawan sehat di tahun 2019. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pemakaian rompi ECCT aman bagi pemakai, ditinjau dari profil hematologis (Setyaji, 2020), kimia darah SGPT, SGOT, bilirubin, dan kreatinin, serta tidak merubah kondisi keberadaan protein penanda tumor CA15-3 dan CEA (Jagad, 2022). Namun penelitian ECCT khususnya terkait uji klinis tahap berikutnya masih perlu dilakukan. Hal ini untuk menjawab pertanyaan, apakah ECCT memang dapat dikembangkan hingga ke hilirnya, yakni menjadi bagian dari alat kesehatan yang diakui oleh Kementerian Kesehatan

Republik Indonesia, untuk terapi ke pasien pengidap kanker? Meskipun langkah tersebut masih cukup panjang, namun dengan adanya penemuan ECCT, dan juga alat kesehatan lainnya, diharapkan dapat menjadi upaya untuk meningkatkan itikad baik dan sinergi yang melibatkan ilmuwan, baik inventor, maupun peneliti (yang menguji keefektifan maupun keamanan baik dari kajian praklinis hingga klinis), dengan pihak pemerintah dan pihak investor, dalam rangka mendukung kemandirian bidang kesehatan, dalam hal ini menyangkut alat kesehatan.

Sinergi antara Penelitian Berbasis Pemanfaat Sumber Daya Alam Hayati oleh Sumber Daya Manusia dalam Mendukung Kemandirian Bidang Kesehatan di Indonesia

Hadirin yang saya hormati,

Potensi penelitian berbasis pemanfaatan sumber daya hayati oleh sumber daya manusia dalam mendukung kemandirian bidang kesehatan di Indonesia cukup besar. Terdapat banyak instansi, baik negeri maupun swasta, yang memiliki tim kajian tanaman obat maupun produk perairan. Hal ini berdasarkan fakta bahwa Indonesia kaya tanaman obat, baik jenis tanaman, maupun hewan perairan yang dapat digunakan untuk penelitian di bidang kesehatan. *Biobank* adalah istilah teknis untuk arsip materi biologis seperti DNA, darah, jaringan, sel tubuh, gamet, dan lainnya (Vaught and Lockhart, 2012). Pengembangan jejaring *biobank* di Indonesia dapat menyelaraskan pengetahuan dan pemahaman tentang *biobank* untuk penelitian kesehatan, menyediakan sumber daya berharga untuk melakukan penelitian dan pengembangan alat diagnostik maupun terapeutik. Dengan mengintegrasikan pertimbangan keanekaragaman hayati ke dalam berbagai sektor, termasuk penelitian dan teknologi, Indonesia dapat memanfaatkan kekayaan keanekaragaman hayatinya untuk penelitian kesehatan, yang mengarah pada pengembangan teknologi dan pengobatan medis baru, dan kemajuan strategi pengendalian penyakit. Berbagai upaya telah dilakukan untuk membangun jejaring *biobank* untuk penelitian kesehatan di Indonesia.

Perkembangan ilmu terkini, seperti biologi sintetik, atau biosintetik atau *synbio* sudah cukup pesat. Biosintetik merupakan pengetahuan tentang proses produksi suatu bahan melalui penggabungan prinsip biologi, rekayasa, dan teknik desain ulang sistem biologis dalam rangka lebih memahami proses kehidupan untuk melakukan fungsi yang menguntungkan (Zheng et al., 2022). Biologi sintetik memberikan potensi manfaat untuk melestarikan keanekaragaman hayati khususnya di Indonesia. Dengan mengidentifikasi permasalahan lokal, peneliti dan mahasiswa dapat berkontribusi terhadap konservasi keanekaragaman hayati. Keragaman hayati menjadi sumber penting dalam pengembangan materi melalui pendekatan biosintetik, khususnya dalam mendukung kemandirian di bidang kesehatan. Keanekaragaman hayati yang melimpah, termasuk sumber daya hayatinya, telah diakui sebagai hal yang penting, tidak hanya bagi kesehatan manusia, tetapi juga ketahanan pangan, dan bioekonomi. Keanekaragaman hayati Indonesia yang kaya, termasuk tanaman obat, menawarkan potensi pengembangan pengobatan dan teknologi medis baru, sehingga berkontribusi terhadap peningkatan hasil yang signifikan di bidang kesehatan.

One health merupakan pendekatan yang menggabungkan antara kesehatan lingkungan, kesehatan hewan dan kesehatan manusia (Calistri et al., 2012). Pendekatan *One Health* yang komprehensif menjadi prioritas penting untuk pengendalian penyakit menular di Indonesia, dengan penekanan perlunya mensinergikan penelitian dan kondisi lapangan. Menurut Aditama (2022), pendekatan ini dapat mengarah pada pengembangan strategi pengendalian penyakit, khususnya yang bersifat zoonosis, dengan menangani masalah kesehatan masyarakat, hewan, tanaman dan ekosistem secara terkoordinasi dan terintegrasi. *One Health* dapat mengarah pada pengembangan strategi pengendalian penyakit yang inovatif melalui kemajuan teknologi bidang kesehatan. Penelitian menunjukkan bahwa peningkatan layanan kesehatan pedesaan di Indonesia dapat mengarah pada konservasi karbon hutan, yang menunjukkan potensi pertukaran konservasi dengan layanan kesehatan. Potensi manfaat ini menyoroti pentingnya penggunaan sumber daya hayati dalam penelitian kesehatan

di Indonesia, termasuk pengembangan teknologi medis baru, strategi pengendalian penyakit, dan konservasi keanekaragaman hayati.

Sumber daya hayati Indonesia yang melimpah, termasuk lebih dari 5.000 spesies tanaman obat, telah diteliti untuk penanganan sindrom metabolik. Senyawa alami dari tanaman obat telah menunjukkan potensi dalam mengatasi gangguan metabolisme, hal ini mencerminkan pemanfaatan sumber daya hayati Indonesia untuk penelitian kesehatan. Ada beberapa contoh tanaman obat Indonesia yang digunakan dalam penelitian kesehatan, seperti kunyit Jawa (*Curcuma* Spp), tanaman rempah ini populer di Indonesia sebagai bahan obat atau herbal dan mengandung senyawa metabolit yang berfungsi sebagai antivirus untuk menghambat COVID-19 (Permana, 2020). Sambiloto (*Andrographis paniculata*), sirsak (*Annona muricata*), kayu manis (*Cinnamomum burmanni*), manggis (*Garcinia mangostana*), dan kunyit adalah jenis tanaman obat, dengan beragam senyawa fitokimia yang diekstrak dari tanaman herbal tersebut, dan menunjukkan manfaat yang dapat diverifikasi dalam pengobatan pasien sindrom metabolik (Iqbal et al., 2022). Kumis kucing (*Orthosiphonis staminei*), daun pegagan (*Centellae asiaticae*), kunyit (*Curcuma domesticae*), dan temu lawak (*Curcuma xanthorrhizae*), merupakan jenis tanaman obat yang berasal dari berbagai wilayah di Indonesia dan distandarisasi untuk digunakan sebagai "Jamu Ilmiah" atau *scientific herbal*, yaitu obat herbal dan fitofarmaka terstandar. Lidah buaya (*Aloe vera*), jeringau (*Acorus calamus*), seledri (*Apium graveolens*), dan daun bawang (*Allium fistulosum*), merupakan tanaman obat yang telah dimanfaatkan di Indonesia, untuk mengobati penyakit dalam, pernafasan-hidung, telinga, mulut/gigi, dan tenggorokan (Kartini et al., 2019).

Ada beberapa praktik penyembuhan tradisional di Indonesia yang melibatkan penggunaan tanaman obat untuk mengatasi kanker. Beberapa tanaman herbal Indonesia yang telah diteliti potensinya sebagai anti-kanker antara lain daun sirsak atau *Annona muricata* L. (Wulandari, 2016; Ilango et al., 2022), biji apokat atau *Persea Americana* Mill (Widiastuti et al., 2018), ganyong atau *Canna indica* L. (Ifandari et al, 2020), berbagai benalu (Ikawati et al., 2008), rumput Knop atau *Hyptis capitata* Jacq.(Lamiaceae) (To'bungan et al., 2022)

melalui kajian *in vitro*. Keanekaragaman hayati Indonesia yang kaya memberikan keragaman produk alami yang dapat dieksplorasi potensinya sebagai agen antikanker. Praktek pengobatan tradisional yang didukung oleh pengetahuan, teori dan pembuktian berdasarkan kearifan lokal, termasuk pemanfaatan tumbuhan untuk pengobatan, memiliki pendekatan yang berbeda dengan pengobatan modern. Pemanfaatan tanaman obat Indonesia untuk pengobatan kanker diharapkan bisa lebih terjangkau dibandingkan pengobatan kanker yang selama ini diterapkan. Potensi ini menggambarkan penggunaan tanaman obat Indonesia yang beragam, termasuk potensinya sebagai agen antikanker, dan keterjangkauan praktik pengobatan tradisional. Selain itu, pemanfaatan inovasi lainnya dalam terapi kanker menggunakan tanaman obat masih sangat diperlukan. Kondisi ini diharapkan menjadi bagian dalam mendukung kemandirian bidang bidang kesehatan.

Tantangan dalam Menghadapi Permasalahan Kemandirian Bidang Kesehatan di Indonesia

Masih banyak tantangan yang terkait dengan masalah kemandirian bidang kesehatan di Indonesia. Salah satunya adalah pengintegrasian tanaman obat Indonesia ke dalam praktik pengobatan modern. Sebagai contoh, tanaman obat yang dikembangkan dapat berinteraksi dengan obat lain, sehingga menimbulkan efek samping atau penurunan khasiat. Kajian tentang dosis yang efektif, karena kandungan fitokimia tanaman obat dapat bervariasi. Selain itu, beberapa orang mungkin alergi terhadap sebagian komponen fitokimia pada tanaman obat tertentu, sehingga menimbulkan reaksi alergi atau efek samping lainnya (Syukriansyah et al., 2023). Tantangan lainnya yakni kurangnya bukti ilmiah yang cukup kuat untuk mendukung penggunaan obat herbal Indonesia, terutama melalui uji praklinis dan klinis. Perlunya regulasi dan standarisasi obat herbal, meskipun pemerintah Indonesia telah berupaya untuk mengatur penggunaan obat tradisional (Rahmawati et al., 2016).

Permasalahan lainnya yang perlu diatasi yakni kurangnya kepercayaan diri dalam penggunaan obat tradisional untuk pengobatan secara medis. Dokter di Indonesia masih jarang yang meresepkan obat

herbal. Adanya stigma buruk bahwa obat-obatan herbal di Indonesia, antara lain belum tervalidasi maupun terstandar, sehingga menyebabkan kurangnya kepercayaan terhadap khasiat dan keamanannya. Adanya variabilitas kualitas, yakni bahan baku yang digunakan dalam pengobatan herbal, dikarenakan kandungan fitokimianya yang tergantung pada kondisi lingkungan. Tantangan-tantangan ini memicu perlunya pertimbangan dan evaluasi yang cermat terhadap tanaman obat Indonesia dalam praktik pengobatan modern, termasuk kehandalan, kemanjuran, dan potensi dampaknya terhadap perawatan pasien. Pengembangan bukti ilmiah, regulasi, dan standardisasi yang lebih komprehensif dan holistik dapat membantu mengatasi beberapa tantangan ini, sehingga dapat mendukung integrasi tanaman obat Indonesia ke dalam praktik pengobatan modern (Syukriansyah et al., 2023).

Perlunya peningkatan kolaborasi, baik secara nasional maupun internasional, yang mengkaji kondisi dan hambatan terkait pengembangan obat herbal di Indonesia, termasuk di bidang penelitian dan pengembangan. Indonesia diharapkan dapat mengembangkan infrastruktur penelitian yang kuat yang mendukung kemandirian sektor kesehatan. Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 21 Tahun 2020 tentang Rencana Strategis Kemenkes Tahun 2020-2024, telah mengamanatkan pengembangan sumber daya manusia dan peralatan pendukung di Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan dalam rangka mendukung pencapaian program pembangunan kesehatan (Kemenkes RI, 2020). Penelitian di bidang kesehatan juga telah banyak dilakukan oleh para peneliti di berbagai perguruan tinggi, maupun oleh peneliti di bagian pengembangan riset, yang dimiliki oleh industri yang terkait produk yang mendukung kesehatan. Namun sinergitas antar instansi dan lembaga, baik pemerintah maupun swasta, masih perlu ditingkatkan, terutama dalam hal komunikasi dan kerjasama. Pemerintah perlu lebih mendorong adanya sinergitas antar instansi atau lembaga, maupun organisasi masyarakat yang bergerak di bidang kesehatan.

Penutup

Hadirin yang saya muliakan,

Penguasaan biokimia menjadi salah satu fondasi penting dalam pengembangan cara pencegahan maupun pengobatan terhadap penyakit. Perkembangan biokimia saat ini sudah sangat pesat dan memerlukan integrasi dengan bidang ilmu lainnya, seperti teknologi pemisahan senyawa bioaktif, biosintetik, elektronik, teknologi informatik, hingga teknologi *Artificial Intelligence* untuk membantu mempermudah penemuan-penemuan baru dalam bidang kesehatan.

Upaya pencegahan terhadap penyakit perlu ditingkatkan, karena pada dasarnya mencegah lebih baik dari pada mengobati. Pengembangan pangan fungsional maupun nutrasetikal lainnya dengan memanfaatkan biodiversitas di Indonesia perlu mendapat perhatian pemerintah, baik melalui pengembangan penelitian, edukasi masyarakat, dan mendorong industri makanan untuk lebih banyak memproduksi pangan fungsional.

Pemanfaatan biodiversitas dalam bidang farmasetikal di Indonesia selama ini belum optimal jika dibandingkan dengan banyaknya obat-obatan tradisional yang terbukti mampu dalam mengatasi masalah kesehatan, baik untuk mengatasi penyakit menular maupun gangguan metabolisme. Kurangnya standardisasi dan regulasi obat herbal, serta kurangnya bukti ilmiah, juga menjadi tantangan dalam mengintegrasikan tanaman obat Indonesia ke dalam praktik pengobatan modern. Kemampuan mengatasi tantangan-tantangan ini sangat penting sebagai upaya peningkatan bukti ilmiah, regulasi, dan standardisasi yang lebih kuat guna mendukung integrasi tanaman obat Indonesia ke dalam praktik pengobatan modern.

Perlunya penguatan terhadap penelitian pengembangan alat kesehatan yang telah ditemukan oleh para peneliti Indonesia, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pengobatan penyakit. Hal ini penting dalam upaya meningkatkan kemandirian terhadap pengobatan, yang selama ini masih tergantung dari peralatan terapi impor.

Ucapan Terima Kasih

Hadirin yang saya hormati,

Dalam kesempatan yang berbahagia ini, saya sebagai pribadi, menyampaikan ucapan terima kasih kepada Pemerintah Republik Indonesia melalui Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi, yang telah memberikan kepercayaan kepada saya sebagai Guru Besar dalam bidang Biokimia di Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada. Rasa terimakasih saya ucapkan kepada Senat Akademik, Dewan Guru Besar, Rektor beserta jajarannya yang telah memproses dan menyetujui pengangkatan saya sebagai Guru Besar.

Ucapan terima kasih kepada Ketua Senat Fakultas Biologi UGM, Prof. Dr. Suwarno Hadi Susanto, S.U. dan Dekan Fakultas Biologi UGM, Prof. Dr. Budi Setiadi Daryono, M.Agr.Sc., beserta jajarannya yang telah mendorong dan mendukung selama proses pengusulan guru besar saya, serta Prof. Dr. Yusuf Subagyo, M.Sc., yang telah mengangkat saya sebagai dosen di Fakultas Biologi UGM.

Ucapan terima kasih setulusnya dari saya kepada para guru saya mulai dari pendidikan dasar, menengah hingga tinggi, yang telah mendidik dan mengajar saya dengan penuh dedikasi. Jasa-jasa para guru saya, yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, akan selalu saya kenang, dan hanya doa yang bisa saya panjatkan kepada Allah Swt untuk selalu mengangkat derajat para guru saya, baik ketika masih hidup maupun yang sudah wafat.

Ucapan rasa terima kasih yang tulus saya sampaikan kepada Prof. Dra. Sukarti Moeljopawiro, MApp. Sc, Ph.D., yang telah memberikan inspirasi dan membimbing saya selama menyelesaikan skripsi di bidang Biokimia hingga menjadi dosen di Fakultas Biologi UGM. Ucapan terima kasih kepada Prof. Marjolaine Crabeel, pembimbing saya dalam tugas belajar program *Master of Science* bidang Biologi Molekuler di Vrije Universiteit Brussel, Belgia. Ucapan terima kasih kepada Dr. Elizabeth Jazwinska, Dr. Nathan Subramaniam, Dr. Greg Anderson dan Prof. Lawrie Powell sebagai pembimbing saya selama tugas belajar di program Doktor bidang *Medicine* di University of Queensland, Australia. Ucapan terima kasih kepada Dr. Jeike Biewinga dan Prof. dr. Sofia Mubarika Haryana, MMed.Sc. Ph.D., yang telah memeberikan kesempatan pada saya untuk mendalami bidang Imunologi di Fakultas Kedokteran UGM dan di Vrije Universiteit Amsterdam, Belanda.

Ucapan terima kasih yang yang tulus juga saya sampaikan kepada senior saya Prof. Dr. Ir. Joedoro Soedarsono (alm.), Prof. Dr. Sujadi, Apt., Prof. Dr. drh. Wayan T. Artama, Prof. Dr. drh. Widya Asmara, Prof. Dr. dr. Triwibawa, Prof. Dr. dr. Sutaryo, Prof. Dr. Ir. Triwibowo Yuwono, Prof. Dr. Ir. Irfan D. Prijambodo, Prof. Dr. Ir. Siti Subandiyah, MAggr.Sc. dan Dr. Ir. Donny Widiyanto yang telah membimbing dan bekerjasama dengan saya saat mengemban tugas di Pusat Studi dan Program Studi Bioteknologi UGM.

Terima kasih atas bimbingan dan doa yang menyertai, saya haturkan kepada senior saya di Laboratorium Biokimia, Fakultas Biologi UGM, alm. Dr. Hari Hartiko, M.Sc., dan alm. Drs. Bambang Prayitno. Kepada rekan-rekan saya yang masih aktif di Laboratorium Biokimia, yakni Dr. Yekti Asih Purwestri, M.S., Dr. Tri Rini Nuringtyas, M.Sc., Dr. Woro Anindito Sri Tunjung, M.Sc., Lisna Hidayati, S.Si., M.Biotech., Dr. Tyas Ikhsan Himawan, M.Sc, Yuni Hartati dan Sumardi, saya ucapkan terima kasih atas kebersamaannya dan saling asah, asih dan asuh.

Tidak lupa kami haturkan terimakasih kepada Prof. Dr. L. Hartanto Nugroho, M.Agr.Sc dan Prof. Dr. Endang Semiarti, M.S., M.Sc. atas kesediaannya mereview naskah pidato ini.

Ucapan terimakasih yang dalam juga saya sampaikan kepada seluruh Sivitas Akademika Fakultas Biologi UGM atas kebersamaan dan pertemanan yang tulus selama ini, serta kepada para bimbingan mahasiswa saya yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, yang telah memberikan kesempatan bagi saya untuk selalu belajar bersama secara terus menerus dalam mengikuti perkembangan dinamika ilmu yang kita tekuni. Terima kasih juga kepada para mitra, sahabat yang telah membantu saya selama ini dalam menjalankan tugas maupun kehidupan.

Tiada kata-kata yang tepat yang bisa mengungkapkan rasa terima kasih dan syukur saya yang tidak terhingga kepada kedua orang tua saya alm. Bapak Drs. Soedihadjo dan almarhumah Ibu Loes Soertijati yang sudah menjadikan saya sebagai anak yang selalu ingin menggapai cita-cita untuk menjadi manusia yang lebih baik. Terima kasih yang setulus-tulusnya kepada saudara-saudara saya Wuwuh Asrining Puri, Woro Sulistyanning Pakerti, Triyanti Kenyo Mumpuni,

Djalu Witjaksono dan Damar Prastetyo yang selalu kebersamai dan mendukung selama perjalanan hidup saya, meski kita sering dipisahkan oleh jarak tempat. Rasa terima kasih yang mendalam saya ucapkan kepada mertua alm. Bapak Muhammad Ali dan almarhumah Ibu Mustari, juga kepada saudara ipar saya Ali Siti Nurhayati dan Tri Indarti yang selalu mendukung setiap langkah saya.

Kepada suami tercinta Bambang Joko Gambiro dan ananda tersayang Satrio Migunani, tanpa kalian, mungkin saya tidak dapat mencapai apa yang sudah saya raih sampai hari ini. Pengorbanan, dukungan dan rasa cinta dan kasih sayang kalian yang membuat hidup saya lebih berwarna dan bermakna, doakan selalu supaya saya bisa menjadi manusia yang lebih bijak lagi. Terima kasih.

Demikian yang bisa saya sampaikan kepada para hadirin yang saya muliakan dan mohon maaf apabila ada tutur kata dan sikap yang kurang berkenan dari saya selama ini.

Wabil taufiq wal hidayah,

Wassalamu 'alaikum warrohmatullahi wabarakatuh

Referensi

- Aditama TY. 2022. One Health, Kesehatan Satu Bersama. *eJKI* (10)2: 90-91
- Alamsyah, F., Fadhlurrahman, A. G., Pello, J. I., Firdausi, N., Evi, S., Karima, F. N., **Pratiwi, R.**,
- Fitria, L., Nurhidayat, L., & Taruno, W. P. (2018). PO-111 Non-contact electric fields inhibit the growth of breast cancer cells in animal models and induce local immune reaction. *ESMO Open*, 3, A269.
- Alamsyah, F., Niswah Ajrina, I., Nur, F., Dewi, A., Iskandriati, D., Prabandari, S. A., & Taruno, W. P. (2015). Antiproliferative Effect of Electric Fields on Breast Tumor Cells In Vitro and In Vivo. *Indonesian Journal of Cancer Chemoprevention*.
- Alamsyah, F., **Pratiwi, R.**, Firdausi, N., Irene Mesak Pello, J., Evi Dwi Nugraheni, S., Ghitha Fadhlurrahman, A., Nurhidayat, L., & Purwo Taruno, W. (2021). Cytotoxic T cells response with decreased CD4/CD8 ratio during mammary tumors inhibition in rats induced by non-contact electric fields. *F1000Research*, 10, 35.
- Alamsyah, F., **Pratiwi, R.**, Firdausi, N., Irine J.M. P., Nugraheni, S.E.D., Fadhlurrahman, A.G., Nurhidayat, L., Taruno, W.P., 2021. Cytotoxic T cells response with decreased CD4/CD8 ratio during mammary tumors inhibition in rats induced by non-contact electric fields. *F1000Research*, 10 (35): 1-20.
- Alamsyah, F., Firdausi, N., NugrahenI, S.E.D., Fadhlurrahman, A.G., Nurhidayat, L., **Pratiwi, R.**, and Taruno, W.P. 2023. Kidney and Liver Histology in Tomour-Induced Rats Exposed to Non-Contact Electric Fields. *F1000 Research*. (12)117: 1-23.
- Alberts, B., Johnson A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Walter, P. 2015. *Molecular Biology of the Cell*. 6th ed. Garland Publ. Inc., New York.
- Arabi H, Allaf AA, Sanaat A, Shiri A, and Zaidi H. 2021. The promise of artificial intelligence and deep learning in PET and SPECT imaging. *Physica Medica* 83 (2021) 122–137

- Baek, J. A., Chung, N. J., Choi, K. C., Hwang, J. M., and Lee, J. C. (2015). Hull extracts from pigmented rice exert antioxidant effects associated with total flavonoid contents and induce apoptosis in human cancer cells. *Food Sci. Biotechnol.* 24, 241–247.
- Bhalla N, Jolly P, Formisano N, and Estrela P. 2016. Introduction to biosensors. *Essays in Biochemistry* (60): 1–8.
- Boue, S. M., Daigle, K. W., Chen, M.-H., Cao, H., and Heiman, M. L. (2016). Antidiabetic potential of purple and red rice (*Oryza sativa* L.) bran extracts. *J. Agric. Food Chem.* 64, 5345–5353.
- BPS. 2023. Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2023 (Angka Sementara).
<https://www.bps.go.id/id/pressrelease/2023/10/16/2037/luas-panen-dan-produksi-padi-di-indonesia-2023--angka-sementara-.html>.
- Calistri P, Iannetti S, Danzetta ML, Narcisi V, Cito F, Di Sabatino D, Bruno R, Sauro F, Atzeni M, Carvelli A and Giovannini A. 2012. The Components of ‘One World – One Health’ Approach. Blackwell Verlag GmbH. *Transboundary and Emerging Diseases.* 60 (Suppl. 2) 4–13.
- Chacko SM, Thambi PT, Kuttan R, and Nishigaki I. 2010. Beneficial effects of green tea: A literature review. *Chinese Medicine.* 5:13.
- Giladi M, Schneiderman RS, Voloshin T, Porat Y, Munster M, Blat R, et al. 2015. Mitotic Spindle Disruption by Alternating Electric Fields Leads to Improper Chromosome Segregation and Mitotic Catastrophe in Cancer Cells. *Sci Rep.* 11;5.
- Giladi M, Weinberg, U, Schneiderman RS, Porat Y, Munster M, Voloshin T, Blatt R, Cahal S,
- Itzhaki A, Onn A, Kirson ED, and Palti Y. 2014. Alternating electric fields (tumor-treating fields therapy) can improve chemotherapy treatment efficacy in non-small cell lung cancer both *in vitro* and *in vivo*. *Semin. Oncol.* 41 Suppl 6, S35–4.
- Globocan. 2020. New Global Cancer Data.
<https://www.uicc.org/news/globocan-2020-global-cancer-data>

- Ifandari; Widyarini, S., Nugroho, L.H., and **Pratiwi, R.** 2020. Phytochemical analysis and cytotoxic activities of two distinct cultivars of Ganyong rhizomes (*Canna indica*) against the WiDr colon cancer cell line. *Biodiversitas*. (21)4: 1660-1669.
- Ilango S, Sahoo DK, Paital B, Kathirvel K, Gabriel JI, Subramaniam K, Jayachandran P, Dash RK, Hati AK, Behera TR, Mishra P and Nirmaladevi R. 2022. A Review on *Annona muricata* and Its Anticancer Activity. *Cancers MPDP*. (14) 4539.
- Ikawati M, Wibowo AE, Octa UNS, dan Adelina A. 2008. Pemanfaatan benalu sebagai agen Antikanker. Conference: International Seminar of Indonesia – Malaysia Update 2008
- Iqbal M, Triyandi R, Aulia RD, Yuliyanda PC, Romantika RN, Pawarti N, Nur HS. 2022. Pencegahan Hiperlipidemia dengan Tanaman Obat Indonesia: Sebuah Langkah Awal Penurunan Prevalensi Penyakit Kardiovaskular. *JPM Ruwa Jurai*. (7)1: 34-39.
- Jagad, NJ. 2022. Evaluasi Pofil Sel Darah Merah, Kimia Darah dan Tumor Marker (CA 15-3 dan CEA) Setelah Pemaparan ECCT (Electro-Capacitive Cancer Therapy) pada Sukarelawan Sehat. Tesis. Program Studi Magister BiologiUGM.
- Karanam NK, Srinivasan K, Ding L, Sishc B, Saha D and Story MD. 2017. Tumor-treating fields elicit a conditional vulnerability to ionizing radiation via the downregulation of BRCA1 signaling and reduced DNA double-strand break repair capacity in non-small cell lung cancer cell lines. *Cell Death and Disease* (8), e2711.
- Kartini K, Jayani NIE, Octaviyanti ND, Krisnawan AH, and Avanti C. 2019. Standardization of Some Indonesian Medicinal Plants Used in “Scientific Jamu”. IOP Conf. Ser.: *Earth Environ. Sci.* 391 012042.
- Kim, E. H., Song, H. S., Yoo, S. H., & Yoon, M. (2016). Tumor treating fields inhibit glioblastoma cell migration, invasion and angiogenesis. *Oncotarget*, 7(40), 65125–65136.
- Kirson, E. D., & Dbaly´, V. (2007). Alternating electric fields arrest cell proliferation in animal tumor models and human brain tumors. *PNAS*, 104(24), 10152–10157.

- Kirson, E. D., Gurvich, Z., Schneiderman, R., Dekel, E., Itzhaki, A., Wasserman, Y., Schatzberger, R., & Palti, Y. (2004). Disruption of Cancer Cell Replication by Alternating Electric Fields. *Cancer Research*, *64*, 3288–3295.
- Kirson, E. D., Schneiderman, R. S., Dbal, V., Tovary, F., Vymazal, J., Itzhaki, A., Mordechovich, D., Gurvich, Z., Shmueli, E., Goldsher, D., Wasserman, Y., & Palti, Y. (2009). Chemotherapeutic treatment efficacy and sensitivity are increased by adjuvant alternating electric fields (TTFields). *BMC Medical Physics*, *9*(1).
- Kristantini, Taryono, Basunanda P, Murti RH, and Supriyanta. 2012. Morphological Of Genetic Relationships Among Black Rice Landraces From Yogyakarta and Surrounding Areas. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*. 1990-6145
- Lodish H, Berk A, Kaiser CA, Krieger M, Bretscher A, Ploegh H, Amon, Martin KC. 2016. Molecular Cell Biology Eighth Edition. Publisher, W. H. Freeman. Mbanjo EGN, Kretzschmar T, Jones H, Ereful N, Blanchard C, Boyd LA and Sreenivasulu N. 2020. The Genetic Basis and Nutritional Benefits of Pigmented Rice Grain. *Frontiers in Genetics*. (11)229.
- Melianawati, R., and **Pratiwi, R.** 2022. Pengaruh Pakan Eksogen Awal Terhadap Aktivitas Enzim Pencernaan dan Pertumbuhan Larva *Epinephelus fuscoguttatus* (Forsskal, 1775). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. (14)1: 131-146.
- Mujib SA, Alamsyah F, Taruno WP. 2017. Cell Death and Induced p53 Expression in Oral Cancer, HeLa, and Bone Marrow Mesenchyme Cells under the Exposure to Noncontact Electric Fields. *Integr Med Int.*;4(3–4):161–70.
- Melianawati, R., and **Pratiwi, R.** 2022. Pengaruh Pakan Eksogen Awal Terhadap Aktivitas Enzim Pencernaan dan Pertumbuhan Larva *Epinephelus fuscoguttatus* (Forsskal, 1775). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. (14)1: 131-146.
- Nelson, D.L. and Cox, M.M. 2021. Lehninger Principles of Biochemistry. Eight Eddition. W.H. Freeman and Company, New York.

- Nuriliana, A., Nurhidayat, L., Fatmasari, H., Afina, D., Alamsyah, A., Taruno, W.P., **Pratiwi, R.** 2024. Non-Contact Electric Field May Induced Higher CD4, CD8, Caspase-8, and Caspase-9 Protein Expression in Breast Tumor Tissue of Rats (*Rattus norvegicus* Berkenhout, 1769). *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences* (20_):74-88).
- Nurhidayat, N., Fajar, I., Afifyati., Prinanda, H.H., Izudin, M.I., Afina, D., Fadlurrahman, A.G., Antara, N.A., Alamsyah, F., Taruno, W.P., **Pratiwi, R.** 2022. Evaluation of Static Electric Field Exposure on Histopathological Structure and Function of Kidney and Liver in DMBAInduced RAT (*Rattus norvegicus* Berkenhout, 1769). *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences.* (18)6: 703-713.
- Palupi, E.S., Retnoaji, B., Astuti, P., Alamsyah, F., and **Pratiwi, R.** 2023. The Specificity and Efficacy of Alternating Electric Fields as a Prospective Cancer Treatment. *ASM Science Journal*, (8): 1-14.
- Permana, A. 2020. Manfaat Kunyit dan Temulawak Terhadap Penanganan COVID-19. <https://www.itb.ac.id/berita/detail/57446/manfaat-kunyit-dan-temulawak-terhadap-penanganan-covid-19>
- Portal Informasi Indonesia. 2023. <https://indonesia.go.id/mediapublik/detail/2080>, cit Sumber: @IndonesiaBaik.id.
- Portal Informasi Indonesia. 2018. <https://indonesia.go.id/kategori/seni/260/indonesia-negara-megabiiodiversitas?lang=1>
- Pratiwi, R.**, Antara, N.Y., Fadliansyah, L.G., ARIF, S.A., Nurhidayat, L., Sholikhah, E.N., Sunarti, Widyarini, S., Fadhlurrahman, A.G., Fatmasari, H., Tunjung, W.A.S., Harjana, S.M., Alamsyah, F., Taruno, W.P. 2020. CCL2 and IL18 expressions may associate with the anti-proliferative effect of noncontact electro capacitive cancer therapy in vivo. *F1000Research.* (8) 1770: 1-25.
- Pratiwi, R.** and Purwestri, Y.A., 2017. Black rice as a functional food in Indonesia. *Functional Foods in Health and Disease*, 7(3): 182-194.

- Purnami SW, Putra RS, Edina AI, Pertiwi IN, Sukur E, and Soraya N. 2021. Cox Model Survival Analysis to Evaluate Treatment of Electro-Capacitive Cancer Therapy (ECCT) For Cancer Patients. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1863 012036. 1-11.
- Purwaningsih, I., Hardiyati, R., Zulhamdani M., Laksani, C.S., and Riyanto, Y. 2021. Current status of functional foods research and development in Indonesia: Opportunities and Challenges. *J. Teknol. dan Industri Pangan.* (32)1: 83-91.
- PUSHIDROSAL (2018). Data kelautan yang menjadi rujukan nasional diluncurkan <https://www.pushidrosal.id/berita/5256/DATA-KELAUTAN-YANG-MENJADI-RUJUKAN-NASIONAL--DILUNCURKAN/>
- Rahmawati, Jati, S.P., Sriatmi, A. 2016. Analisis implementasi pengintegrasian pelayanan kesehatan tradisional di puskesmas halmahera kota semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat.* (4)1:12-22.
- Rominiyi O, Vanderlinden A, Clenton SJ, Bridgewater C, Al-Tamimi Y, and Collis SJ. 2020. Tumour treating fields therapy for glioblastoma: current advances and future directions. *British Journal of Cancer* 124:697–709; <https://doi.org/10.1038/s41416-020-01136-5>
- Sebastian, A., Nugroho, I.C., Putra, H.S.D., Susanto, F.A., Wijayanti, P., Yamaguchi, N., Nuringtyas, T.N and Purwestri, Y.A. 2022. Identification and characterization of drought-tolerant local pigmented rice from Indonesia. *Physiology and Molecular Biology of Plants.* 28:1061–107
- Sembiring, B.M., Giri N.A., **Pratiwi, R.**, Haryanti, Hadisusanto, S. 2022. Effects of Dietary Protein Levels on Growth Performance, Amino and Fatty Acids of Juvenile Sandfish, *Holothuria scabra*. *Iranian Journal of Fisheries Sciences.* (21)6: 1447-1460.
- Sembiring, B.M., Giri N.A., **Pratiwi, R.**, Haryanti, Hadisusanto, S. 2022. Effects of Dietary Protein Levels on Growth Performance, Amino and Fatty Acids of Juvenile Sandfish, *Holothuria scabra*. *Iranian Journal of Fisheries Sciences.* (21)6: 1447-1460.

- Setyaji Y. 2020. Efek terapi Electro Capacitive Cancer Therapy (ECCT) terhadap profil leukosit dan rasio CD4+/CD8+ sukarelawan sehat. Tesis. Program Studi Magister Biologi UGM.
- SheL, Gong X, Su L and Liu C. 2023. Eectiveness and safety of tumor-treating fields therapy for glioblastoma: A single-center study in a Chinese cohort. *Frontiers in Neurology*.
- Sofyantoro, F., Sya, A.M., Adania, B.A., Fikri, A.M., Nasution, B.P.B., Fatcha, A.H.R., Mataram, M.B.A., Maharesi, C.E., Nurhidayah, S., Purwestri, Y.A., Nuriliani, A., Hidayati, L., and **Pratiwi, R.** 2024. Therapeutic Effects of BRC Functional Food from Indonesian Black Rice on Body Weight and Haematological Parameters in Obese Rats. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*. (9)1: 1-14.
- Solekha R, Susanto FA, Joko T, Nuringtyas TR, and Purwestri YA. 2020. Phenylalanine ammonia lyase (PAL) contributes to the resistance of black rice against *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae*. *Journal of Plant Pathology* (2020) 102:359–365.
- Stupp R, Taillibert S, Kanner A, Read W, Steinberg DM, Lhermitte B, et al. 2017. Effect of tumor-treating fields plus maintenance temozolomide vs maintenance temozolomide alone on survival in patients with glioblastoma a randomized clinical trial. *JAMA - J Am Med Assoc.*;318(23):2306–16.
- Sumarno dan Mayang sari. 2016. Tanaman Obat Merupakan Komoditi Indonesia Masa Depan." *Jurnal Ilmiah Agribios* (14)2.
- Syukriansyah, Kusuma, W.A., Annisa. 2023. Pengembangan Sistem Manajemen Pengetahuan Tumbuhan Obat Indonesia Berbasis Ontologi. *Jurnal Ilmu Komputer Agri-Informatika*. (10)2: 147 – 163
- Toms SA, Kim Y, Nicholas G, and Ram Z. 2019. Increased compliance with tumor treating fields therapy is prognostic for improved survival in the treatment of glioblastoma: a subgroup analysis of the EF-14 phase III trial. *Journal of Neuro-Oncology* (2019) 141:467–473
- To'bungan. N, **Pratiwi, R.**, Widyarini, S., Nugroho, L.H. 2022. Cytotoxicity Extract and Fraction of Knobweed (*Hyptis capitata*)

- and its Effect on Migration and Apoptosis of T47D cells. *Biodiversitas*. (23)1: 572-580.
- Torrance, A.W. 2000. Bioprospecting and the convention on biological diversity. [https://dash.harvard.edu/bitstream/handle/1/8965586/Torrance%2C Andrew_00.html?sequence=2](https://dash.harvard.edu/bitstream/handle/1/8965586/Torrance%2C%20Andrew_00.html?sequence=2) (Akses: 20 Februari 2024)
- Vaught J and Lockhart N, 2012. The Evolution of Biobanking Best Practices. *Clin Chim Acta*. 2; 413(19-20): 1569–1575.
- Vigneshvar S, Sudhakumari CC, Senthilkumaran B, and Prakash H. 2016. Recent Advances in Biosensor Technology for Potential Applications – An Overview. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. (4)11.
- Wenger C, Miranda PC, Salvador R, Thielscher A, Bomzon Z, Giladi M, Mrugala MM, and Korshoej AR. 2018. Review on Tumor-Treating Fields (TTFields): Clinical Implications Inferred From Computational Modeling. *IEEE REVIEWS IN BIOMEDICAL ENGINEERING*, (11): 195-207.
- Widiyastuti Y, **Pratiwi R**, Riyanto S, and Wahyuono S. 2018. Cytotoxic activity and apoptosis induction of avocado *Persea americana* Mill. seed extract on MCF-7 cancer cell line. *IJ Biotech*. (2)3
- Wulandari RL. 2016. Pemanfaatan daun sirsak untuk pencegahan dan pengobatan alternatif penyakit kanker. *Abdimas Unwahas*. (1)1, 7-10.
- Zheng, S., Zeng, T., Li, C., Chen, B., and Coley, B., Yang, Y., Deep, R.B. 2022. Deep learning driven biosynthetic pathways navigation for natural products with BioNavi-NP. *Nature Communication*. 13: 3342.

BIODATA



Data Pribadi

Nama : Prof. Dra. Rarastoeti Pratiwi, M.Sc., Ph.D.
Tempat, Tanggal lahir : Yogyakarta, 25 Oktober 1963
NIP : 196310251989032001
Jabatan : Guru Besar
Pangkat dan golongan : Pembina/ IVb
Alamat kantor : Fakultas Biologi UGM, Jln Teknika Selatan,
Sekip Utara, Sleman
Alamat rumah : Gebang, RT/RW 005/045, Jetis,
Wedomartani, Ngemplak, Sleman

Keluarga

Suami : Drs. Bambang Joko Gambiro, S.H., S.E.,
M.Pd.
Anak : Satrio Migunani

Pendidikan Formal

SD : SD Negeri Tegalyoso I, Klaten (1970-1975)
SMP : SMP Negeri II Klaten (1976-1979)
SMA : SMA Negeri I Klaten (1979-1982)
S1 : Doktoranda, Fakultas Biologi UGM (1982-1987)
S2 : *Master of Science, Tropical Molecular Biology*, Vrije
Universiteit Brussel, Brussel, Belgia (1991-1993)
S3 : *Doctor of Philosophy, in the Field of Medicine*, University of
Queensland, Brisbane, Australia (1996-2001)

International Research Training/Fellowship

1. *Research training on Molecular Biology* (DGHE-JSPS), Nagoya University, Japan (*October – December, 1990*)
2. *Research training on human genome* (TWAST-UNESCO), Queensland Institute of Medical Research Brisbane, Australia (*September-November 1996*)
3. *Research fellow on molecular immunology* (KWH-Netherland), Vrije Universiteit Amsterdam, (*May-July 2003; January-Mart 2004*)

Riwayat Pekerjaan

1. Dosen Fakultas Biologi (1988 – sekarang)
2. Kepala Laboratorium Biokimia, Pusat Studi Bioteknologi, UGM (2001 – 2003)
3. Kepala Laboratorium Biokimia, Fakultas Biologi UGM (2002 – 2006; 2010 – 2016; 2022-sekarang)
4. Sekertaris Pusat Studi Bioteknologi, UGM (2004 – 2008)
5. Ketua Pengelola Program S2 dan S3 Program Studi Bioteknologi, Sekolah Pascasarjana, UGM (2005 – 2007)
6. Sekertaris Pengelola Program S2 dan S3 Program Studi (2008 – 2020)

Pengalaman sebagai Ketua Penelitian 5 tahun terakhir

1. Aktivitas antikanker eksopolisakarida *Lacticaseibacillus casei* strain AP dan AG terhadap kolonWiDr (2023)
2. Pengaruh Pemberian Produk Pangan Fungsional BRC terhadap Ekspresi Relatif mRNA TNF- α , IL-1 β , dan IL-6 pada Jaringan Hati dan Adiposa Tikus (*Rattus Norvegicus* Berkenhout, 1769) Obesitas (2023)
3. Pengembangan Tanaman Telang sebagai Produk Minuman Kesehatan dan Antihama Tanaman Budidaya di CV Pradipta Paramita (2023)
4. Kajian Praklinis Efek Pemberian Produk Pangan Fungsional *Black Rice Crunch* Terhadap Tikus Model Obesitas (2022)
5. Relatif ekspresi mRNA gen terkait respon inflamasi pada jaringan ginjal dan limpa tikus (*Rattus norvegicus* berkenhout, 1769) tanpa

dan dengan tumor payudara setelah paparan medan listrik statis frekuensi menengah (2022)

6. level ekspresi mRNA gen terkait diferensiasi bm-msc menjadi sel caf pada tikus (*Rattus norvegicus*, berkenhout 1769) bertumor payudara dengan perlakuan medan listrik statis (2021)
7. Pengaruh paparan medan listrik statis frekuensi menengah dan intensitas rendah terhadap ekspresi gen terkait peran sel natural killer pada jaringan tumor payudara tikus (Ketua, 2020)
8. Uji praklinis *Electro-Capacitive Cancer Therapy* (ECCT) pada tikus model kanker payudara dan uji klinis fase I pada sukarelawan sehat (2018-2019)

Publikasi Ilmiah 5 Tahun Terakhir

Jurnal

- Sari, I.P., Hidayat, R.F.A., Afifah, F.N., Lanjar, Sarbini, Hartati H., **Pratiwi, R.** 2024. Pemberdayaan Masyarakat Padukuhan Malangrejo dalam Pemanfaatan Pewarna Alami Makanan. *Warta LPM*. (27)1: 102-113.
- Nuriliana, A., Nurhidayat, L, Fatmasari, H., Afina, D., Alamsyah, A., Taruno, W.P., **Pratiwi, R.** 2024. Non-Contact Electric Field May Induced Higher CD4, CD8, Caspase-8, and Caspase-9 Protein Expression in Breast Tumor Tissue of Rats (*Rattus norvegicus* Berkenhout, 1769). *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences* (20):74-88).
- Sofyantoro, F., Sya, A.M., Adania, B.A., Fikri, A.M., Nasution, B.P.B., Fatcha, A.H.R., Mataram, M.B.A., Maharesi, C.E., Nurhidayah, S., Purwestri, Y.A., Nuriliani, A., Hidayati, L., and **Pratiwi, R.** 2024. Therapeutic Effects of BRC Functional Food from Indonesian Black Rice on Body Weight and Haematological Parameters in Obese Rats. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*. (9)1: 1-14.
- Palupi, E.S., Retnoaji, B., Astuti, P., Alamsyah, F., and **Pratiwi, R.** 2023. The Specificity and Efficacy of Alternating Electric Fields as a Prospective Cancer Treatment. *ASM Science Journal*, (8): 1-14.

- Mulia, D.S., **Pratiwi, R.**, Asmara, W., Sayuti, M.A., Yasin, I.S., and Isnansetyo, A. 2023. Isolation, Genetic Characterization, and Virulence Profiling of Different *Aeromonas* Species Recovered from Moribund Hybrid Catfish (*Clarias* spp.). *Veterinary World*. (16): 1974-1984.
- Pollo, G.V., Antara, N.Y., Alamsyah, A., **Pratiwi, R.** 2023. In Silico and Validation Approaches for Optimum Conditions of *Rattus norvegicus* Target Gene qPCR Primers. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*. (8)2: 1-25.
- Sembiring, S.B.M, Hutapea, J.H., Mahardika, K., Giri, I.N.A., **Pratiwi, R.**, Haryanti, Hadisusanto, S. 2023. Effect of the Supplementation of Endogenous Probiotics in Feed on Growth Performance, Digestive Enzyme Activity, and Non-Specific Immunity Gene Expression of Sandfish, *Holothuria scabra* Juveniles. *Hayati Journal of Bioscience*. (30) 5: 808-815.
- Maliza; R., Santoso, P., Arya, B., Tofrizal; A., **Pratiwi, R.** 2023. In Silico Analysis of Gene Expression Location and Single Nucleotide Polymorphisms (SNPs) of The Glucagon Like Peptide 1 Receptor (GLP-1R). *Hayati Journal of Biosciences*. (30)2: 281-291.
- Alamsyah, F., Firdausi, N., NugrahenI, S.E.D., Fadhlurrahman, A.G., Nurhidayat, L., **Pratiwi, R.**, and Taruno, W.P. 2023. Kidney and Liver Histology in Tomour-Induced Rats Exposed to Non-Contact Electric Fields. *F1000 Research*. (12)117: 1-23.
- Maturbongs, A.C., **Pratiwi, R.**, Nugroho, L.H., Maturbongs, R.A. 2023. Potensi Ekstrak Organ Vegetatif Anggrek Vanda Hasil Persilangan sebagai Agen Antikanker. *Jurnal Ilmiah Ilmu Kesehatan*. (1)2: 117-125.
- Widiasri, N.K., Fauziyah1, A.N., Alamsyah, F., **Pratiwi, R.** 2022. Relative expression of IL-10 and TNF- α mRNA of kidney and spleen tissues of rat with and without mammary tumor after exposed to alternating current electric field *Acta Biochimica Indonesiana*. *Acta Biochimica Indonesiana*. 6(1)107: 1-9.
- Melianawati, R., and **Pratiwi, R.** 2022. Pengaruh Pakan Eksogen Awal Terhadap Aktivitas Enzim Pencernaan dan Pertumbuhan Larva

- Epinephelus fuscoguttatus* (Forsskal, 1775). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. (14)1: 131-146.
- To'bungan, N. **Pratiwi, R.**, Widyarini, S., Nugroho, L.H. 2022. Cytotoxicity Extract and Fraction of Knobweed (*Hyptis capitata*) and its Effect on Migration and Apoptosis of T47D cells. *Biodiversitas*. (23)1: 572-580.
- To'bungan, N, Widyarini, S., Nugroho, L.H., **Pratiwi, R.** 2022. Ethnopharmacology of *Hyptis capitata*. *Plant Science Today*. (9)3: 593-600.
- Melianawati, R., **Pratiwi, R.**, Soesilo, N.P., and Astuti, P. 2022. The Role of Zooplankton as Live Feeds on the Thyroid Hormone Profile Related to Metamorphosis of Marine Fish Larvae Coral Trout *Plectropomus leopardus* (Lacep`Ede, 1802). *Aquaculture and Fisheries*. (7): 179-184.
- Astuti, R.P., Isnansetyo, I., **Pratiwi, R.**, and Hadisusanto,S. 2022. Comparison of Nutritional and Protease Activity Profiles of Two Live Feed Candidates of Pseudodiaptomus Species. *Indonesian Aquaculture Journal*. (17): 1: 45-51.
- Fathurrohmah, S., Yehezkiel, G.A.B. P.C., Alamsyah, A., and **Pratiwi, R.** 2022. Electric Field-Based Cancer Therapy Induces the Expression of HMGB1 and PD-L1 mRNA Genes on Breast Tumor of Female Rats. *Indonesian Journal of Cancer Chemoprevention*. (13)2: 128-136.
- Nurhidayat, N., Fajar, I., Afifyati., Prinanda, H.H., Izudin, M.I., Afina, D., Fadlurrahman, A.G., Antara, N.A., Alamsyah, F., Taruno, W.P., **Pratiwi, R.** 2022. Evaluation of Static Electric Field Exposure on Histopathological Structure and Function of Kidney and Liver in DMBAInduced RAT (*Rattus norvegicus* Berkenhout, 1769). *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*. (18)6: 703-713.
- Sembiring, B.M., Giri N.A., **Pratiwi, R.**, Haryanti, Hadisusanto, S. 2022. Effects of Dietary Protein Levels on Growth Performance, Amino and Fatty Acids of Juvenile Sandfish, *Holothuria scabra*. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. (21)6: 1447-1460.
- Alamsyah, F., **Pratiwi, R.**, Firdausi, N., Irine J.M. P., Nugraheni, S.E.D., Fadhlurrahman, A.G., Nurhidayat, L., Taruno, W.P.,

2021. Cytotoxic T cells response with decreased CD4/CD8 ratio during mammary tumors inhibition in rats induced by non-contact electric fields. *F1000Research*, 10 (35): 1-20.
- Mulia, D.S., Isnansetyo, A., **Pratiwi, R.**, Asmara, W. 2021. Antibiotic Resistance of *Aeromonas* spp. Isolated from Diseased Walking Catfish. *Biodiversitas*. (22)11: 4839-4846.
- Kristina. R.M., Widiyanto, D., Wahyuningsih, T.D., **Pratiwi, R.**, Widodo, S.P. 2021. Assessing the Survival and Ability of *Lactobacillus* strains in Coconut Neera to Bolster its Suitability as a Functional Beverage after Storage. *Food Research* 2021, 5 (5): 220-225.
- Pratiwi, R.**, Antara, N.Y., Fadliansyah, L.G., ARIF, S.A., Nurhidayat, L., Sholikhah, E.N., Sunarti, Widyarani, S., Fadhlurrahman, A.G., Fatmasari, H., Tunjung, W.A.S., Harjana, S.M., Alamsyah, F., Taruno, W.P. 2020. CCL2 and IL18 expressions may associate with the anti-proliferative effect of noncontact electro capacitive cancer therapy in vivo. *F1000Research*. (8) 1770: 1-25.
- Ifandari; Widyarani, S., Nugroho, L.H., and **Pratiwi, R.** 2020. Phytochemical analysis and cytotoxic activities of two distinct cultivars of Ganyong rhizomes (*Canna indica*) against the WiDr colon cancer cell line. *Biodiversitas*. (21)4: 1660-1669.
- Nugroho, L.H., **Pratiwi, R.** Soesilohadi, H., Rarnasari, S. Wahyuni, S., Jekly, Hartini, Y.S., Lailaty, I.Q. 2020. Repellent Activity of *Piper* spp. Leaves Extracts on Rice Ear Bugs (*Leptocorisa oratorius* Fabricius) and the Characters of Its Volatile Compounds. *Annual Research & Review in Biology*. (35)9: 34-45.
- Mulia, D.S., Isnansetyo, A., **Pratiwi, R.**, Asmara. 2020. Molecular characterizations of *Aeromonas caviae* isolated from catfish (*Clarias* sp.). *AAACL Bioflux*. (13)5: 2717-2732.
- Pratiwi, R.**, Amalia, A.R., Tunjung, W.A.S., Rumiati. 2019. Active Fractions of Black Rice Bran cv Cempo Ireng Inducing Apoptosis and S-phase Cell Cycle Arrest in T47D Breast Cancer Cells. *Journal of Mathematical and Fundamental Sciences*. (51)1: 47-59.

- Raharjo, T.J., Pratama, G.A., Nuryanti, I., **Pratiwi, R.** 2019. Forgery Detection Beef with Mice Meat (*Mus musculus*) in Meatballs Using Real-Time Polymerase Chain Reaction (Real-Time PCR) Primer Specific for a Target Mitochondrial DNA ND-1 Gene. *Indonesian Journal of Chemistry*. (19)1: 89-95.
- Chasanah, S.N., dan **Pratiwi, R.** Kadar serum glutamic pyruvate transaminase darah tikus (*Rattus norvegicus* Berkenhout, 1769) hiperlipidemia dengan asupan pelet nasi dan bekatul beras hitam padi (*Oryza sativa* L.) “Cempo Ireng”. *Jurnal Ilmiah Cendikia Eksakta*. (4)1: 33-38.

Prosiding 5 tahun terakhir

- Sembiring, I.S.B., Hutapea, J.H., Haryanti. **Pratiwi, R.**, Hadisusanto, S. 2-22. 2022. The Genetic Variation Analysis of Sandfish (*Holothuria scabra*) Population Using Simple Sequence Repeats (SSR). 2nd International Conference on Tropical Wetland Biodiversity and Conservation. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing Ltd. 1-8
- Sembiring, I.S.B., Hutapea, J.H., Giri, I.N.A., Haryanti. **Pratiwi, R.**, Hadisusanto, S. 2022. Characterization of Digestive Enzymes from Sandfish, *Holothuria scabra* Juvenile. 5th EMBRIO International Symposium IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing Ltd. 1-7
- Sembiring, I.S.B., Hutapea, J.H., Giri, I.N.A., Hadisusanto, S., **Pratiwi, R.**, Haryanti. 2021. Isolating and characterizing bacteria in the intestine of wild sandfish, *Holothuria scabra* as probiotics candidate. 2nd International Conference on Fisheries and Marine 15 July 2021, Khairun University, Ternate, Indonesia (Virtual). IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 890. IOP Publishing. 1-10.
- Nurhayati, R., Miftakhussolikah, Oktavianingrum, D.A., **Pratiwi, R.** 2020. The effect of encapsulated *Pediococcus lolii* L2 on its cell viability and alpha- glucosidase inhibition activity. 3rd International Conference on Natural Products and Bioresource Sciences 2019. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (462)1. 1-7.

Nurhayati, A.P.D., **Pratiwi, R.**, Soekardiman. 2019. Total and Differential Cells of Leukocyte Mice (*Mus musculus*) On Evaluation In Vivo Anticancer Extracts Ethanol Marine Sponges *Aaptos suberitoides*. The 1st International Seminar on Smart Molecule of Natural Resources. Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing Ltd. IOP Publishing Ltd. 1-6.

Paten

00201809652 (2022) Makanan fungsional berbahan dasar beras hitam dan proses pembuatannya

Pengabdian kepada Masyarakat 3 tahun terakhir

1. Dosen Pembimbing Lapangan KKN-PPM UGM, 2022-sekarang
2. Pemberdayaan Masyarakat Padukuhan Malangrejo, Wedomartani, Ngemplak, Sleman dalam Pemanfaatan Pewarna Alami untuk Produk Makanan Sehat melalui Program Merdeka Belajar Kampus Merdeka, 2022
3. Peningkatan Kualitas dan Kuantitas Produk Olahan Makanan dengan Pewarna Alami di Padukuhan Malangrejo melalui Program Merdeka Belajar Kampus Merdeka, 2023
4. Narasumber Pelatihan Biokimia Analitik 2023

Penghargaan

1. Satyalencana Karya Satya 10 tahun dari Presiden RI, 2001
2. Satyalencana Karya Satya 20 tahun dari Presiden RI, 2013
3. Penghargaan 25 tahun mengabdikan dari Rektor UGM, 2014
4. Satyalencana Karya Satya 30 tahun dari Presiden RI, 2021