

**INOVASI SISTEM SENSOR BERBASIS
KECERDASAN ARTIFISIAL DAN TANTANGAN
HILIRISASINYA**



Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar
dalam Ilmu Fisika pada Fakultas MIPA
Universitas Gadjah Mada

Disampaikan
pada tanggal 12 Oktober 2023
di Yogyakarta

Oleh:
Prof. Dr. Eng. Kuwat Triyana, M.Si.

UNIVERSITAS GADJAH MADA

Bismillahirrohmanirrohim.

Assalamu'alaikum warohmatullohi wabarokatuh.

Selamat pagi dan salam sejahtera untuk kita semua.

Yang saya hormati:

- Pimpinan dan segenap anggota Majelis Wali Amanat Universitas Gadjah Mada;
- Pimpinan dan segenap anggota Senat Akademik Universitas Gadjah Mada;
- Pimpinan dan segenap anggota Dewan Guru Besar Universitas Gadjah Mada;
- Rektor dan para Wakil Rektor Universitas Gadjah Mada;
- Pimpinan dan segenap anggota Senat Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gadjah Mada;
- Para Wakil Dekan, Ketua dan Sekretaris Departemen, Ketua dan Sekretaris Program Studi, dan Kepala Laboratorium di lingkungan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gadjah Mada;
- Para Dekan, Wakil Dekan, dan Ketua Lembaga di lingkungan Universitas Gadjah Mada;
- Segenap sivitas akademika, khususnya para dosen dan staf kependidikan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gadjah Mada;
- Para tamu undangan, handai taulan, kerabat, saudara, keluarga saya, dan para hadirin yang saya muliakan.

Alhamdulillahirobbil'alamin. Marilah kita panjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah Subhanahuwata'ala yang telah melimpahkan karunia kesehatan dan kesempatan kepada kita semua sehingga pada pagi ini kita dapat berkumpul secara luring di Balai Senat Universitas Gadjah

Mada maupun secara daring melalui Zoom dan kanal YouTube untuk menghadiri acara pengukuhan ini.

Pada pidato pengukuhan saya sebagai Guru Besar dalam bidang Fisika ini, izinkan saya memilih judul “**Inovasi Sistem Sensor Berbasis Kecerdasan Artifisial dan Tantangan Hilirisasinya**”. Topik yang saya angkat tersebut didasarkan atas penelitian dalam bidang fisika material fungsional di Laboratorium Fisika Material dan Instrumentasi (Lab. Fismatel) Departemen Fisika FMIPA UGM yang kami tekuni sejak tahun 2008. Material fungsional yang dimaksud adalah terkait dengan pengembangan sensor gas dan sensor rasa.

Untuk mengawali pidato ini, saya akan menyampaikan tentang kontribusi ilmu dasar dan ilmu terapan terhadap inovasi serta posisi Indonesia dalam indeks inovasi global (*global innovation index*, GII). Setelah itu, saya akan menguraikan secara singkat tentang inovasi-inovasi dalam pengembangan sensor gas dan sensor rasa serta sistem sensor berbasis kecerdasan artifisial. Penekanan aplikasi dari sensor dan sistem sensor serta hilirisasinya adalah pada bidang medis mengingat regulasinya paling ketat. Harapannya, kita mendapatkan *lesson learned* bagaimana produk inovasi dihilirkan untuk bidang non-medis yang tidak terlalu *strict-regulated*. Akhirnya, saya akan menyampaikan juga aktivitas apa saja yang perlu dilakukan untuk memperlancar proses hilirisasi dan komersialisasi produk inovasi di masa datang.

Ibu/Bapak hadirin yang saya hormati.

Untuk memulai pidato pengukuhan ini, izinkan saya untuk sedikit menghubungkan peran antara ilmu dasar, penelitian ilmu terapan dan inovasi karena sebagai fisikawan yang berusaha selalu menghilirkan hasil penelitian. Secara

singkat, ilmu dasar memberikan dasar untuk ilmu terapan, yang pada gilirannya dapat menghasilkan inovasi.

Ilmu dasar adalah fondasi dari pengetahuan manusia tentang fenomena alam. Ini adalah jenis penelitian yang didasarkan pada eksperimen dan pengamatan yang bertujuan untuk memahami prinsip-prinsip dasar di balik fenomena alam. Penelitian-penelitian ilmu dasar memiliki tingkat kesiapan teknologi (TKT) yang rendah, yakni TKT 1 hingga 3. Pada tahap ini, penelitian masih berada dalam tahap eksperimental, dan aplikasi praktisnya belum jelas.

Ilmu terapan adalah penerapan pengetahuan ilmu dasar ke dalam konteks yang lebih praktis. Ini melibatkan penggunaan prinsip-prinsip ilmu dasar untuk memecahkan masalah nyata atau mengembangkan teknologi baru. TKT penelitian-penelitian ilmu terapan biasanya berada pada tingkat 4 hingga 7. Pada tahap ini, konsep-konsep ilmu dasar mulai diujicobakan dalam lingkungan yang lebih relevan dengan aplikasi praktisnya.

Sementara itu, inovasi adalah hasil dari pengembangan ilmu terapan yang berhasil. Ini adalah penciptaan dan penerapan solusi baru atau perubahan yang signifikan dalam produk, layanan, atau proses yang ada. TKT untuk level inovasi dapat berkisar dari tingkat 8 hingga 9. Pada tahap ini, solusi yang dikembangkan telah diuji dan diverifikasi dalam lingkungan nyata, siap untuk diadopsi secara luas oleh masyarakat atau industry (Rodrigues, G. 2019).

Ibu/Bapak hadirin yang saya hormati.

Marilah kita tengok sejenak posisi Indonesia dalam indeks inovasi global (*Global Innovation Index - GII*). Pada tahun 2022, GII Indonesia berada pada indeks ke-75 dari 132 negara (K&K Advocates, 2023). Di tingkat Asean, peringkat Indonesia masih sangat memprihatinkan karena masih berada

di bawah beberapa negara Asia Tenggara, seperti Singapura, Malaysia, Thailand, Vietnam, dan Filipina. Dengan komitmen terus-menerus untuk mendorong inovasi dan berinvestasi dalam kemampuan inovasi, Indonesia memiliki potensi besar untuk terus meningkatkan peringkatnya dalam GII dan meraih manfaat ekonomi dan sosial yang lebih besar dari inovasi (Dempere et al., 2023).

GII adalah sebuah ukuran yang digunakan untuk mengevaluasi kemampuan negara-negara di seluruh dunia dalam mendorong inovasi. Indeks ini menggabungkan berbagai indikator yang mencakup aspek-aspek kunci inovasi, seperti investasi dalam penelitian dan pengembangan (R&D), kapasitas inovasi, iklim bisnis, pendidikan, dan sektor teknologi. GII dibuat oleh *World Intellectual Property Organization* (WIPO) bersama dengan lembaga-lembaga mitra (GII, 2023).

Secara konsep, GII dirancang untuk memberikan pandangan yang komprehensif tentang tingkat inovasi di suatu negara. Ini mencakup beberapa elemen kunci, yakni kapasitas inovasi (mengukur kemampuan negara untuk menghasilkan ide-ide baru, penelitian, dan pengembangan teknologi), lingkungan bisnis (menilai kondisi bisnis dan regulasi yang mendukung atau menghambat inovasi), sumber daya manusia dan penelitian (mengukur kualitas pendidikan, tingkat partisipasi dalam penelitian, dan investasi dalam sumber daya manusia), kemampuan penerapan (memeriksa sejauh mana inovasi yang dihasilkan juga diimplementasikan dalam praktik bisnis dan masyarakat), dan dampak ekonomi (menilai sejauh mana inovasi berdampak pada pertumbuhan ekonomi dan pengembangan sosial).

Kembali lagi untuk kasus di Indonesia, secara lebih rinci, Indonesia berada di peringkat 110 dalam hal kecanggihan bisnis, yang merupakan pilar terlemah dalam

GII. Perusahaan bisnis hanya membiayai 8% dari pengeluaran litbang, jauh di bawah 60% yang dikontribusikan oleh perusahaan-perusahaan yang berada di lima besar pembelanja litbang di seluruh dunia (Surianta, 2021). Sementara itu, Indonesia berada di peringkat ke-91 dalam hal sumber daya manusia dan dalam hal hasil kreatif, yang mengindikasikan adanya ruang untuk perbaikan dalam menghasilkan ide-ide dan inovasi baru (Nurchahyo & Putra, 2021).

Ibu/Bapak hadirin yang saya hormati.

Inovasi yang kuat bergantung pada penelitian berkualitas tinggi. Penelitian yang baik memberikan dasar pengetahuan yang kokoh untuk pengembangan produk, teknologi, atau layanan baru. Penelitian yang menghasilkan inovasi seringkali memunculkan kekayaan intelektual (KI) seperti paten. Ini memberikan hak eksklusif kepada pemilik untuk mengkomersialisasi inovasi mereka, mendorong investasi dalam penelitian dan pengembangan. KI mendorong investasi dalam penelitian, perlindungan KI memberikan jaminan bahwa hasil penelitian yang berharga akan mendapatkan imbalan finansial kepada pemilikinya. Ini memotivasi perusahaan dan individu untuk berinvestasi dalam penelitian dan pengembangan (Harzing, 2016) dan (Boudreaux, 2017).

Di sisi lain, inovasi mendukung eksploitasi KI. Inovasi dapat menghasilkan produk atau teknologi baru yang dilindungi oleh KI. Memanfaatkan KI ini dapat menghasilkan pendapatan dan memberikan keunggulan kompetitif. Inovasi yang didukung oleh penelitian berkualitas tinggi dan perlindungan KI yang tepat merupakan kombinasi yang sempurna untuk mendorong pertumbuhan ekonomi,

meningkatkan daya saing, dan memajukan ilmu pengetahuan dan teknologi (Jonkers & Sachwald, 2018).

Publikasi ber-*impact factor* tinggi berkorelasi positif dengan inovasi, karena publikasi ini mewakili generasi pengetahuan baru dan penyebaran temuan penelitian di berbagai bidang. Publikasi-publikasi yang berkualitas tinggi berkontribusi pada pengembangan ide, teknologi, dan solusi baru yang mendorong inovasi (Wan, et al., 2023). Selain itu, publikasi yang ber-*impact factor* tinggi dapat meningkatkan kolaborasi di antara para peneliti, perusahaan, lembaga pemerintah, dan pemangku kepentingan lainnya, sehingga memungkinkan terjadinya pertukaran sumber daya, ide, dan keahlian (Sinfield & Solis, 2016). Kolaborasi ini dapat meningkatkan proses inovasi dan berkontribusi pada pertumbuhan dan perkembangan berbagai industri secara keseluruhan.

Secara umum, faktor dampak yang tinggi mencerminkan bahwa publikasi tersebut telah memengaruhi penelitian di lapangan tersebut dan telah mendapatkan pengakuan yang signifikan di kalangan rekan-rekan sejawat. Oleh karena itu, kualitas penelitian yang baik berkontribusi pada pencapaian *impact factor* tinggi publikasi, yang pada gilirannya mempromosikan penyebaran pengetahuan ilmiah yang lebih luas dan pengaruh yang lebih besar dalam komunitas ilmiah (Boudreaux, 2017)..

Dengan demikian, kualitas penelitian merupakan faktor penting dalam menentukan peringkat inovasi suatu negara dalam GII karena menggabungkan beberapa indikator kualitas penelitian untuk menilai kinerja inovasi ekonomi di seluruh dunia. Beberapa contoh indikator kualitas penelitian yang digunakan dalam GII antara lain (WIPO, 2023) dan (Xue Lan, 2023):

1. GII mempertimbangkan kinerja universitas di suatu negara dalam peringkat universitas global, seperti *QS World University Rankings*.

2. Jumlah peneliti di suatu negara merupakan indikator sumber daya manusia dan kapasitas penelitian yang tersedia untuk inovasi.

3. GII memperhitungkan jumlah dana yang dihabiskan untuk penelitian dan pengembangan oleh suatu negara, yang merupakan faktor penting dalam mendorong inovasi dan kualitas penelitian.

4. GII mencakup h-indeks, yang mengukur dampak dan produktivitas seorang peneliti berdasarkan seberapa sering publikasi mereka dikutip. Indeks ini memberikan penghargaan kepada para peneliti yang secara konsisten menerbitkan makalah yang ber-*impact factor* tinggi, yang mencerminkan pentingnya kualitas penelitian dalam proses inovasi. Indikator kualitas penelitian ini, bersama dengan faktor-faktor lain, berkontribusi pada peringkat inovasi suatu negara secara keseluruhan dalam GII.

Sekali lagi, menumbuhkan ekosistem penelitian yang kuat sangat penting untuk mendorong inovasi, pertumbuhan ekonomi, dan mengatasi masalah-masalah di masyarakat. Ekosistem ini biasanya mencakup para pemangku kepentingan seperti industri, investor, universitas, lembaga penelitian, dan lembaga pemerintah, yang semuanya bekerja sama untuk menciptakan lingkungan yang mendorong inovasi, kreativitas, dan pertumbuhan.

Ibu/Bapak hadirin yang saya hormati.

Berikutnya, ijinkan saya untuk masuk ke topik tentang inovasi sensor dan sistem sensor yang berbasis kecerdasan artifisial. Tren inovasi dalam pengembangan sensor gas berfokus pada integrasi material baru, miniaturisasi,

kemampuan nirkabel, dan penggunaan teknologi nano. Kemajuan ini membuka pintu untuk berbagai pasar dan aplikasi baru, seperti ekosistem IoT, *smart city*, *smart home*, dan industri otomotif (Luyun Jiang, 2020).

Salah satu tren yang signifikan adalah pengembangan sensor gas berdasarkan bahan nano 2D, yang menawarkan peningkatan sensitivitas, akurasi, dan stabilitas saat mendeteksi gas tertentu (Ge et al., 2019). Struktur nano semikonduktor oksida logam (MOx) secara luas diselidiki sebagai lapisan sensing pada sensor gas karena rasio luas permukaan terhadap volume yang tinggi, biaya rendah, sintesis yang mudah, dan pemrosesan yang mudah.

Tren lainnya adalah pengembangan sensor gas yang dapat dikenakan (*wearable*), yang diyakini memiliki potensi besar dalam berbagai aplikasi, termasuk perawatan kesehatan dan pemantauan lingkungan (Bag & Lee, 2021). Integrasi sensor gas ke dalam jaringan IoT memungkinkan pemantauan dan pengendalian konsentrasi gas dari jarak jauh di berbagai lingkungan, didorong oleh meningkatnya adopsi teknologi IoT di berbagai industri (Grand View Research, 2023b).

Ibu/Bapak hadirin yang saya hormati.

Ada beberapa jenis sensor gas, masing-masing dengan prinsip kerja, keunggulan, dan keterbatasannya. Pemilihan teknologi sensor gas yang tepat tergantung pada faktor-faktor seperti gas target, konsentrasinya, kondisi sekitar, dan persyaratan spesifik aplikasi. Beberapa teknologi sensor gas yang umum antara lain:

1. Sensor katalitik: Sensor ini mendeteksi gas yang mudah terbakar dengan mengukur perubahan resistansi saat gas berinteraksi dengan bahan katalitik pada permukaan sensor. Sensor ini cocok

untuk hidrokarbon, pelarut, alkohol, dan beberapa senyawa organik yang mudah menguap atau VOC (Figaro Engineering Inc., 2023).

2. Sensor elektrokimia: Sensor ini sensitif dan selektif untuk gas tertentu, seperti karbon monoksida, hidrogen sulfida, dan oksigen. Sensor ini bekerja dengan mengukur arus yang dihasilkan oleh reaksi kimia antara gas target dan elektrolit (Figaro Engineering Inc., 2022).
3. Sensor absorpsi inframerah: Sensor ini mendeteksi gas dengan mengukur penyerapan cahaya inframerah oleh molekul gas. Sensor ini cocok untuk mendeteksi gas heteroatomik seperti karbon dioksida dan senyawa hidrokarbon (Goldenstein, et al., 2017).
4. Sensor *photo-ionization lamp* (PID): Sensor ini menggunakan sinar ultraviolet untuk mengionisasi molekul gas, menghasilkan arus listrik yang sebanding dengan konsentrasi gas. Sensor PID biasanya digunakan untuk mendeteksi senyawa organik yang mudah menguap (VOC) (TSI Incorporated, 2023).
5. Sensor semikonduktor: Juga dikenal sebagai sensor semikonduktor oksida logam (MOS), sensor ini mendeteksi gas dengan mengukur perubahan hambatan listrik ketika molekul gas berinteraksi dengan permukaan sensor. Sensor ini terutama digunakan untuk mendeteksi gas beracun dan polutan udara (Figaro Engineering Inc., 2022).
6. Sensor akustik: Sensor ini adalah yang sebagian besar kami kembangkan di UGM, yakni sensor berbasis *quartz crystal microbalance* (QCM). Secara singkat, sensor jenis ini mendeteksi gas

dengan mengukur perubahan frekuensi resonansi akibat adsorpsi gas pada permukaan sensor (Aflaha et al., 2023; Aflaha et al., 2023; Julian et al., 2019, 2020; Nugroho et al., 2019; Rianjanu et al., 2021; Rianjanu et al., 2018; Rianjanu et al., 2021; Rianjanu et al., 2019; Rianjanu et al., 2020; Rianjanu et al., 2019; Rianjanu et al., 2021; Rianjanu et al., 2020; Roto, et al., 2020; Roto, et al., 2020; Triyana et al., 2019).

Potensi pasar sensor gas global sangat besar, diperkirakan akan mencapai USD 5,49 miliar pada tahun 2030 (Grand View Research, 2023a). Pertumbuhan ini dapat didorong dengan meningkatnya jumlah peraturan kesehatan dan keselamatan oleh pemerintah di seluruh dunia dan kebutuhan untuk terus mengontrol dan memantau emisi gas oleh berbagai proses industri.

Ibu/Bapak hadirin yang saya hormati.

Ada beberapa tantangan dalam pengembangan sensor gas, termasuk meningkatkan selektivitas, sensitivitas, respons dan waktu pemulihan, stabilitas jangka panjang, dan pergeseran penuaan. Tantangan-tantangan ini sedang diatasi melalui berbagai pendekatan, seperti penggunaan material baru, teknologi nano, dan teknik machine learning.

Untuk merespon tantangan ini, para peneliti mengeksplorasi bahan dan teknik baru untuk meningkatkan sifat sensing (Yaqoob & Younis, 2021). Penggunaan material nano, seperti struktur nanofiber, telah menunjukkan harapan dalam meningkatkan sensitivitas, selektivitas, dan stabilitas (Triyana et al., 2018; Rianjanu, et al., 2021). Pemanfaatan *machine learning* telah berhasil membantu mempersingkat pengembangan sensor gas yang diinginkan melalui prediksi

material sensor dan gas target yang diinginkan (Rianjanu, et al., 2021).

Kemudian, apakah jika selektivitas sensor gas tidak berguna? Justru sensor-sensor gas dengan selektivitas rendah (Fauzi et al., 2021; Humairah et al., 2023), yang juga disebut mempunyai selektivitas global atau selektivitas silang, dapat dibuat larik sensor untuk menghasilkan pola respon yang konsisten. Maka dari itu, diperlukan sistem pengenalan pola berbasis kecerdasan artifisial seperti machine learning. Inilah yang kemudian disebut dengan hidung elektronik yang meniru sistem penciuman manusia yang mampu mendeteksi jenis has secara kualitatif (Triyana & Hidayat, 2023).

Prinsip kerja hidung elektronik didasarkan pada interaksi antara gas target dan susunan sensor. Ketika molekul gas berinteraksi dengan sensor, mereka menghasilkan tanda tangan atau pola yang merupakan karakteristik dari uap. Dengan menghadirkan banyak bahan kimia yang berbeda ke dalam susunan sensor, basis data tanda tangan dapat dibangun. Sistem komputasi kemudian menggunakan algoritme pengenalan pola untuk menganalisis data sensor dan mengidentifikasi bau atau aroma tertentu (Astantri et al., 2020; Astuti et al., 2021; Hidayat et al., 2019, 2022; Lelono et al., 2017; Prakoso et al., 2021; Sabilla et al., 2019, 2020; Saktiawati et al., 2021; Sarno et al., 2020).

Ibu/Bapak hadirin yang saya hormati.

Berbagai jenis sensor dapat digunakan pada hidung elektronik, seperti sensor semikonduktor oksida logam, sensor elektrokimia, dan sensor akustik seperti quartz crystal microbalance (QCM) dan sensor gelombang akustik permukaan (SAW) (Julian et al., 2020). Pilihan sensor bergantung pada gas target, konsentrasinya, dan persyaratan spesifik aplikasi.

Hidung elektronik memiliki berbagai aplikasi dalam industri seperti pertanian, makanan, lingkungan, keamanan, dan alkes (Nurputra et al., 2022). Mereka dapat digunakan untuk pemantauan proses, kontrol keamanan, kontrol kualitas, dan mendeteksi bahaya lingkungan, di antara tujuan lainnya (Putri et al., 2023).

Teknologi hidung elektronik memiliki berbagai macam aplikasi di berbagai industri. Beberapa makalah terbaru yang membahas aplikasi ini meliputi: 1. Kualitas dan keamanan makanan: Hidung elektronik telah digunakan untuk menentukan sifat-sifat yang berhubungan dengan kualitas makanan dan mendeteksi bakteri patogen bawaan makanan (Tan & Xu, 2020). 2. Diagnosis medis: E-nose telah digunakan untuk deteksi dini non-invasif penyakit gastrointestinal (Wilson, 2018a) dan sebagai alat diagnostik dalam industri medis untuk mendiagnosis pasien (Xu et al., 2020). 3. Pemantauan lingkungan: Hidung elektronik telah digunakan untuk pemantauan di dalam dan luar ruangan, mendeteksi senyawa organik yang mudah menguap (VOC) di lingkungan (Wilson & Baietto, 2009). 4. Pertanian dan kehutanan: E-noses telah diterapkan di bidang pertanian dan kehutanan untuk deteksi dini penyakit tanaman dan hewan (Wilson, 2018b). 5. Aplikasi keamanan dan militer: Hidung elektronik telah digunakan dalam sistem keamanan militer dan sipil untuk mendeteksi uap kimia dan menghasilkan "smell prints" (Karakaya et al., 2020).

Ibu/Bapak hadirin yang saya hormati.

Selanjutnya izinkanlah saya untuk menguraikan secara singkat tentang sensor rasa. Mirip dengan sensor gas, sensor rasa atau *taste sensor* dapat merespons secara selektif terhadap lima rasa dasar dalam bentuk larutan, yakni manis, asam, asin, pahit, dan umami. Sensor rasa dapat dibuat

dengan membran lipid/polimer adalah perangkat yang menggunakan membran lipid/polimer, atau dengan menggabungkan lipid, plastisizer, dan polivinil klorida (PVC) sebagai reagen pendukung polimer. Sensor rasa menghasilkan perubahan potensial membran yang disebabkan oleh interaksi elektrostatis dan hidrofobik antara membran lipid/polimer dan zat perasa. Lipid dan plastisizer masing-masing berperan dalam menyesuaikan muatan dan hidrofobisitas permukaan membran (Nakatani et al., 2019). Pada umumnya, karakteristik sensor rasa berbasis membran lipid/polimer adalah mempunyai selektivitas global (Kobayashi et al., 2010).

Sensor rasa berbasis lipid membran menawarkan beberapa keunggulan dibandingkan jenis sensor rasa lainnya:

1. Selektivitas global: Sensor ini dapat secara selektif merespons masing-masing dari lima rasa dasar, seperti manis, asam, asin, pahit, dan umami, sehingga memberikan profil rasa yang komprehensif (Kobayashi et al., 2010),
2. Korelasi yang tinggi dengan skor sensorik manusia: Sensor rasa berbasis lipid membran telah dikembangkan untuk memiliki korelasi yang tinggi dengan skor sensorik manusia, sehingga cocok untuk berbagai aplikasi di industri makanan,
3. Dapat digunakan kembali: Sensor rasa dengan membran lipid/polimer dapat digunakan kembali berkali-kali tanpa memengaruhi akurasi pengukuran, sehingga hemat biaya dan efisien untuk berbagai aplikasi (Xiang et al., 2021),
4. Keserbagunaan: Sensor rasa berbasis membran lipid dapat digunakan di berbagai industri, seperti makanan dan minuman, alkes, dan kontrol kualitas, untuk menganalisis dan mengevaluasi profil rasa dari berbagai produk (Wu & Toko, 2023), dan
5. Kemampuan beradaptasi: Sensor ini dapat dirancang dengan kombinasi lipid dan plastisizer yang berbeda untuk menargetkan kekhususan untuk setiap kualitas

rasa, memungkinkan pengembangan membran selektivitas tinggi dan prosedur pengukuran (Toko, 2023).

Ibu/Bapak hadirin sekalian yang saya hormati.

Mirip dengan hidung elektronik, konsep lidah elektronik atau *electronic tongue* berdasarkan larik sensor rasa dan kecerdasan artifisial melibatkan pengembangan instrumen analitik yang meniru sistem pengecapan manusia. Instrumen ini terdiri dari susunan sensor kimia non-selektif dan selektif rendah dengan stabilitas tinggi dan sensitivitas silang terhadap spesies yang berbeda dalam larutan, yang dikombinasikan dengan pengenalan pola atau metode kalibrasi multivariat untuk pemrosesan data (Tazi et al., 2018; Tamara et al., 2023).

Ada berbagai jenis lidah elektronik yang tersedia di pasaran, yang dapat dikategorikan secara luas berdasarkan mekanisme sensing dan kualitas rasa yang ditargetkan. Beberapa jenis lidah elektronik yang berbeda meliputi: 1. Lidah elektronik berdasarkan potensiometri (Duraiarasu E, 2023; Umar et al., 2023): Perangkat ini menggunakan sensor potensiometri, seperti membran lipid atau elektroda selektif ion, untuk mengukur perbedaan potensial antara elektroda referensi dan elektroda yang berfungsi sebagai respons terhadap kualitas rasa tertentu. Contoh lidah elektronik berbasis potensiometri yang dikomersialkan adalah sistem sensing rasa SA402B dan TS-5000Z (Duraiarasu E, 2023), 2. Lidah elektronik berdasarkan amperometri: Perangkat ini menggunakan sensor amperometri untuk mengukur arus yang dihasilkan oleh oksidasi atau reduksi zat perasa pada elektroda yang bekerja (Riul Jr. et al., 2010), 3. Lidah elektronik berdasarkan voltametri siklik: Perangkat ini menggunakan voltametri siklik untuk mengukur respons arus elektroda kerja sebagai fungsi dari potensial yang diterapkan.

Alat ini dapat memberikan informasi tentang sifat redoks zat perasa dan digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk analisis makanan dan minuman serta analisis farmasi, 4. Lidah elektronik berdasarkan spektroskopi impedansi: Perangkat ini menggunakan spektroskopi impedansi untuk mengukur respons impedansi dari susunan sensor terhadap zat perasa yang berbeda. Alat ini dapat memberikan informasi tentang sifat listrik dari zat perasa dan digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk analisis makanan dan minuman serta analisis farmasi (Latha & Lakshmi, 2012).

Ibu/Bapak hadirin sekalian yang saya hormati.

Berdasarkan pengalaman kami hingga saat ini, berikut adalah tantangan dan juga rintangan yang harus dihadapi untuk hilirisasi dan mengkomersialisasikan teknologi hidung elektronik dan lidah elektronik atau alat serupa untuk penerapan secara umum. Setelah proses identifikasi penerapan alat serta kajian pasar, dilanjutkan dengan rancangan prototip agar dapat diintegrasikan ke dalam lingkungan operasional yang relevan. Hal yang sangat penting selanjutnya adalah validasi dan optimisasi. Uji coba laboratorium dalam rangka memvalidasi untuk memastikan bahwa alat memberikan hasil yang akurat untuk aplikasi tertentu serta optimasi parameter dan pengaturan alat untuk meningkatkan kinerja sesuai dengan kebutuhan aplikasi. Pengujian di lapangan dan pemasaran serta dukungan kepada pengguna juga harus disiapkan dengan baik. Tidak lupa juga kita harus memastikan keberlanjutan, dengan menyisihkan pendanaan dari hasil komersialisasi untuk penelitian dan pengembangan selanjutnya. Dua hal lagi yang juga harus dilakukan untuk hilirisasi adalah dengan menjalin kemitraan strategis dengan perusahaan terkait, lembaga riset, atau asosiasi industri untuk memperluas pasar dan aplikasi, serta

memantau kinerja alat secara berkala dan berikan pembaruan jika diperlukan.

Penerapan produk inovasi untuk menjadi alkes harus mematuhi regulasi yang sangat ketat, jauh lebih ketat dibandingkan dengan aplikasi yang lain (Maresova, 2023). Menghilirkan dan mengkomersialisasikan hidung elektronik dan lidah elektronik untuk aplikasi alkes, misalnya, adalah proses yang membutuhkan investasi waktu, sumber daya dan dana, dan kesabaran yang luar biasa disamping juga harus bekerja sama dengan ahli di bidang medis dan bisnis untuk berhasil di pasar alkes yang kompetitif.

Regulasi yang sangat ketat dalam konteks penerapan hidung elektronik dan lidah elektronik adalah untuk medis dan farmasi. Penggunaan hidung elektronik dan lidah elektronik untuk alkes dan pemantauan kesehatan pasien memiliki regulasi yang paling ketat. Ini karena hasil dari alat-alat ini dapat memengaruhi keputusan medis dan pengobatan pasien. Regulasi medis, seperti yang dikeluarkan oleh Kementerian Kesehatan RI, memerlukan uji klinis yang ketat, sertifikasi, dan persyaratan lainnya untuk memastikan keamanan, akurasi, dan efikasi perangkat medis. Demikian pula, dalam pengembangan dan pengujian obat-obatan dan bahan kimia farmasi, hidung elektronik dan lidah elektronik dapat digunakan untuk analisis berdasarkan aroma dan rasa.

Regulasi dalam industri farmasi juga cukup ketat, terutama untuk memastikan hasil yang konsisten dan akurat dalam uji aroma dan rasa. Penggunaan hidung elektronik dan lidah elektronik dalam konteks non-medis, seperti industri makanan atau pengendalian mutu produk, mengikuti regulasi yang lebih ringan dibandingkan dengan aplikasi medis dan farmasi. Meskipun begitu, masih penting untuk mematuhi regulasi yang berlaku terkait dengan mutu dan keamanan produk.

Ibu/Bapak hadirin sekalian yang saya hormati.

Secara ringkas saya sampaikan dalam pidato ini mengenai pengalaman menghilirkan hidung elektronik (merek terdaftar sebagai GeNose C19) melalui beberapa tahap dalam rangka pemenuhan sesuai regulasi di Indonesia. Tahap I: Sejak bulan Mei 2020, bekerjasama dengan pendampingan dari tim dokter dan ijin dari Komisi Etik FKMK UGM (khususnya dr. Dian Kesumapramudya Nurputra, MSc, PhD, Sp.A), hidung elektronik menjalani uji profiling baku di Rumah Sakit Bhayangkara Polda DIY untuk membedakan secara konsisten nafas orang sehat dan pasien yang dirawat Ruang Isolasi Covid19. Setelah *trial-error*, akhirnya diperoleh prosedur baku pengoperasian (SOP) hidung elektronik di Rumah Sakit, hingga kemudian dibuatlah satu unit hidung elektronik lagi dan dilakukan uji profiling di Rumah Sakit Lapangan Khusus Covid19 di Bantul. Laporan uji profiling mengindikasikan bahwa hidung elektronik konsisten dengan akurasi lebih dari 95%, dimana di kemudian dari dipublikasi sebagai bukti dan tanggung jawab ilmiah di jurnal internasional bereputasi grup Nature (Nurputra et al., 2022).

Tahap II: Setelah uji profiling selesai, kemudian kedua unit hidung elektronik diuji standar di Balai Pengamanan Fasilitas Kesehatan (BPFK) Surabaya. Laporan hasil uji (LHU) standar tersebut tersebut menjadi salah satu syarat permohonan izin untuk uji diagnostik ke Direktorat Jenderal Kefarmasian dan Alat Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI. Tahap III: Uji diagnostik dilakukan setelah mendapatkan izin dari tim panel independen Kemenkes, di mana pada tahap ini tim harus membuat 12 unit hidung elektronik yang sama untuk didistribusikan di 10 rumah sakit mitra (multi site), mulai dari DIY, Jateng, DKI Jakarta dan Jatim. Sebagai bukti ilmiah, hasil uji diagnostic dipublikasi di jurnal internasional

bereputasi Artificial Intelligence in Medicine (Hidayat et al., 2019). Setelah dievaluasi oleh tim independent Kemenkes, hasil uji diagnostic akhirnya mendapatkan izin edar dari Dirjen Farmakes Kemenkes RI pada tanggal 24 Desember 2020. Pada tahap ini juga, nama hidung elektronik diajukan ke Dirjen Kekayaan Intelektual menjadi merek GeNose C19.

Ibu/Bapak hadirin sekalian yang saya hormati.

Tahap IV: PT. Swayasa Prakarsa, yang memiliki sertifikat GMP atau *Good Manufacturing Practice*, menggunakan hasil inovasi GeNose C19 mulai tanggal 08 September 2020 hingga 07 September 2022. Alhamdulillah, paten terkait yang didaftarkan pada tahun 2017, akhirnya *granted* pada tanggal 1 Februari 2021 dengan nomor paten: IDP000074761. Pada tahap ini, PT. Swayasa harus melakukan *scale-up* produksi atau *pre-mass production* dan menggandeng mitra industri menjadi konsorsium sesuai dengan keahlian masing-masing. Setelah hasil *pre-mass production* berhasil, akhirnya PT Swayasa mendapatkan pendanaan awal dari Badan Intelijen Negara (BIN). Dari sinilah akhirnya produksi masal GeNose C19 dilakukan secara bertahap, hingga akhirnya dalam waktu yang sangat singkat berhasil diproduksi 5 ribu-an unit. Penjualan GeNose C19 dilakukan oleh perusahaan distributor yang mempunyai izin. Pada setiap tahap, inventor tidak bisa lepas karena hal ini terkait dengan produk baru.

Terkait dengan hilirisasi GeNose C19, kami mendapatkan pembelajaran yang luar biasa banyak untuk kedepannya. Sebagai produk yang aplikasinya baru, penjaminan mutu GeNose C19 harus dilakukan, meliputi uji diagnostik *pre-market* dan *post-market* serta literasi dan peningkatan skill operator agar patuh kepada SOP yang telah ditetapkan. Sementara itu, sebagai pertanggungjawaban

ilmiah, alhamdulillah minimal dua paper telah berhasil diterbitkan di jurnal bereputasi (Nurputra et al., 2022) dan (Hidayat et al., 2019). Hingga titik ini, peran inovator masih harus bersama-sama dengan industri pengguna invensi sehingga kami mengusulkan penyesuaian pengelolaan royalti agar para inventor lebih bersemangat lagi.

Ibu/Bapak hadirin sekalian yang saya hormati.

Masalah utama hilirisasi dan komersialisasi produk inovasi khususnya alat kesehatan (alkes) di Indonesia meliputi beberapa aspek, seperti keterbatasan modal, lemahnya ekosistem produksi, dan kurangnya koordinasi antara peneliti, pemerintah, dan industri. Pertama, keterbatasan modal atau pembiayaan menjadi salah satu kendala utama dalam pengembangan produk alkes inovatif di Indonesia. Hal ini menghambat penelitian dan pengembangan produk alkes yang lebih maju dan berteknologi tinggi. Kedua, lemahnya ekosistem produksi alkes nasional menjadi salah satu kendala yang dihadapi industri alat kesehatan di Indonesia[10]. Untuk mengatasi masalah ini, sinergi antara universitas, pemerintah, dan industri perlu ditingkatkan, termasuk penambahan fasilitas pengujian, pembuatan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk pengujian alkes, dan penguatan industri bahan baku pendukung.

Ketiga, kurangnya koordinasi antara peneliti, pemerintah, dan industri juga menjadi masalah dalam hilirisasi dan komersialisasi produk alkes inovatif. Untuk mempercepat proses hilirisasi, peran industri perlu dilibatkan sejak tahap ide atau pembuatan proposal penelitian inovasi. Selain itu, perusahaan swasta juga diharapkan dapat berkolaborasi dalam pengembangan produk alkes inovatif.

Selain itu, 90% produk alat kesehatan di Indonesia merupakan produk impor, yang menunjukkan bahwa industri alat kesehatan dalam negeri belum mampu memproduksi sebagian besar produk alat kesehatan berteknologi tinggi. Untuk mencapai kemandirian dalam industri alkes, Indonesia perlu meningkatkan kapasitas produksi produk dalam negeri dan mendorong peningkatan jumlah produk hasil riset dan inovasi dalam negeri.

Ibu/Bapak hadirin sekalian yang saya hormati.

Pada bagian akhir dari pidato ini, berikut adalah upaya-upaya yang dapat saya sarankan agar alkes baru dapat diterima pasar dan kompetitif. Hal ini saya sampaikan karena pada umumnya, para inventor hanya fokus pada pengembangan produk. Jadi, kita perlu merancang strategi komprehensif yang mencakup berbagai aspek bisnis, pemasaran, selain pengembangan produk itu sendiri.

- a) Mulailah dengan penelitian pasar yang komprehensif. Pahami kebutuhan dan masalah yang dihadapi oleh pasar sasaran. Identifikasi pesaing utama dan peluang yang ada.
- b) Pastikan bahwa produk alkes ini memiliki keunggulan yang jelas dan unik dibandingkan dengan produk sejenis yang sudah ada. Ini bisa berupa kinerja yang lebih baik, biaya yang lebih rendah, keamanan yang lebih tinggi, atau fitur-fitur tambahan yang bermanfaat.
- c) Lakukan uji klinis standar untuk mendukung klaim keamanan dan efektivitas produk alkes ini. Hasil positif dari uji klinis akan meningkatkan kepercayaan konsumen dan profesional kesehatan terhadap produk alkes.
- d) Pilih model bisnis yang sesuai dengan alkes. Ini bisa berupa penjualan langsung kepada rumah sakit atau lembaga kesehatan, distribusi melalui mitra, atau model berlangganan, tergantung pada kebutuhan pasar.

- e) Pertimbangkan kemitraan dengan rumah sakit, laboratorium, atau produsen alat kesehatan besar yang dapat membantu memasarkan dan mendistribusikan produk alkes dengan lebih efektif.
- f) Lakukan kampanye edukasi yang kuat untuk memperkenalkan produk alkes kepada profesional kesehatan, pelanggan potensial, dan pemangku kepentingan lainnya. Jelaskan manfaat dan keunggulan produk dengan jelas.
- g) Tentukan strategi harga yang kompetitif berdasarkan analisis biaya produksi dan harga pesaing. Pertimbangkan juga faktor-faktor seperti perawatan pasien dan keuntungan yang diharapkan.
- h) Pemasaran yang Efektif: Buat rencana pemasaran yang kuat yang mencakup media sosial, situs web, pameran industri, dan strategi pemasaran lainnya. Pertimbangkan untuk bekerja sama dengan agen pemasaran atau perusahaan PR untuk meningkatkan visibilitas produk.
- i) Pastikan dukungan teknis dan perawatan produk yang memadai. Ini termasuk pelatihan pengguna, pemeliharaan perangkat, dan dukungan pelanggan yang responsif.
- j) Bangun dan jaga hubungan dengan para profesional kesehatan, peneliti, dan pengambil keputusan di bidang kesehatan. Koneksi ini dapat membantu memperluas penggunaan produk.
- k) Terus pantau kinerja produk di pasar. Dengan melacak feedback pelanggan dan hasil penjualan, Anda dapat mengidentifikasi perbaikan yang diperlukan dan beradaptasi dengan perubahan pasar.
- l) Pastikan bahwa produk mematuhi semua peraturan dan persyaratan regulasi yang berlaku di Indonesia.

Memasarkan alkes baru dan menjadikannya kompetitif memerlukan kombinasi strategi yang matang, investasi yang bijak, dan komitmen yang kuat terhadap kualitas dan kepuasan pelanggan. Terlibatlah dengan para profesional kesehatan dan pemangku kepentingan lainnya untuk memastikan bahwa produk memenuhi kebutuhan dan ekspektasi pasar.

Ibu/Bapak hadirin sekalian yang saya hormati.

Mengakhiri pidato ini, izinkan saya menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada institusi, guru-guru, kolega, teman-teman, dan keluarga yang saya cintai dan banggakan yang telah banyak membantu di sepanjang perjalanan karier akademik saya.

Pertama-tama, saya berterima kasih kepada Pemerintah Republik Indonesia melalui Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia atas amanah jabatan fungsional Guru Besar dalam bidang Ilmu Fisika yang diberikan kepada saya. Kepada Prof. dr. Ova Emilia, M.Med.Ed., Sp.OG(K), Ph.D., dan Ibu/Bapak Wakil yang selalu memberikan kemudahan-kemudahan dalam urusan Fakultas MIPA. Terima kasih atas kerjasamanya yang sangat baik kepada Ibu/Bapak Dekan di lingkungan UGM, Ibu Kenok dan rekan-rekan lain di Direktorat Sumber Daya Manusia, saya mengucapkan terima kasih atas dukungan dan bantuan selama proses kenaikan jabatan saya.

Kepada pimpinan universitas periode 2017-2022, Prof. Dr. Panut Mulyono, Prof. Dr. Djalal Wiseso Marseno, Prof. Dr. Ika Dewi Ana, Prof. Dr. Bambang Agus Kironoto, Prof. Dr. Supriyadi, dan Prof. Dr. Paripurna, serta Dr. Danang Sri Hadmoko, saya mengucapkan terima kasih atas dukungan dan bantuan bukan hanya selama proses kenaikan jabatan

saya namun juga dukungan yang luar biasa dalam hilirisasi GeNose C19 pada saat pandemic Covid-19.

Terima kasih saya sampaikan kepada Prof. Yusril Yusuf dan Prof. Reza MI Pulungan yang telah membantu saya menelaah draft naskah pidato ini. Saya juga tidak akan pernah melupakan jasa guru-guru saya di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam: Alm. Dr. Anwar Dhani, Alm. Prof. Muslim, Alm. Prof. Kamsul Abraha, Alm. Prof. Karyono, Alm. Prof. Kirbani, Alm. Dr. Sumartono, Alm. Drs, R Sudirman, Alm. Prof Subanar, Alm.

Saya bersyukur menjadi bagian dari Universitas Gadjah Mada sehingga dapat belajar dan berkembang bersama Prof. Agung Bambang Setio Utomo, Prof Sismanto, Prof Pekik Nurwantoro, Prof Arief Hermanto, Dr. Guntur Maruto, Dr. Moh. Ali Joko Wasono, Prof. Jazi Eko Istiyanto, Prof Mudasir, Prof. Chairil Anwar, Prof. Sudjatmoko (PPNY Batan-BRIN), Prof. Harsojo, Dr. Wahyudi, Drs. Sunarta, M.S. Prof Edi Suharyadi, Dr. Eddy Hartantyo, Prof. Mitrayana, Prof Supama, Prof Sri Wahyuni dan Prof Sismindari. Demikian juga, saya berterima kasih atas jasa para pembimbing saya di Institut Teknologi Bandung: Prof. The Hou Liong, serta Universitas Kyushu Jepang: Prof. Tetsuo Tsutsui dan Prof. Katsuhiko Fujita.

Terima kasih yang tidak terhingga saya sampaikan kepada Jenderal Polisi (Purn.) Budi Gunawan (Kepala Badan Intelijen Negara), Prof. Muhadjir Effendy (Menteri Koordinator Bidang Pembangunan Manusia dan Kebudayaan), Dr. Budi Karya Sumadi (Menteri Perhubungan), Prof. Pratikno (Menteri Sekretaris Negara), Bapak Didiek Hartantyo (Direktur Utama PT Kereta Api Indonesia), Dr. Hargo Utomo dan Prof Sang Kompiang Wirawan (Direktorat Pengembangan Usaha UGM), Petrus Tedja Hapsoro (Dirut PT YPTI), Dr. Bondan Ardiningtyas

(Direktur PT Swayasa Prakarsa), Dr. Eko Fajar Nurprasetyo (PT. Hikari Solusindo Sukses), Bapak Malik Khidir (PT Stechoq Robotika Indonesia) dan seluruh manajemen PT Nanosense Instrument Indonesia yang telah membantu dan mendukung proses hilirisasi GeNose C19 secara nasional.

Terima kasih kepada para kolega peneliti yang terus menerus berdiskusi memimpikan inovasi-inovasi baru: Prof. Khairurrijal (ITB), Dr. Hutomo Suryo Wasisto (Infineon Technologies AG, Nanosense), dr. Dian Kesumapramudya Nurputra, PhD (FKKMK UGM), Prof. dr. Madarina Julia, PhD (FKKMK UGM), Prof. Abdul Rohman dan seluruh tim peneliti sepsis neonatal dan pneumonia anak.

Tidak ada ungkapan terima kasih yang cukup untuk guru-guru saya di SD Negeri Papringan II, Kecamatan Kaliwungu, Kabupaten Semarang, SMP Negeri 4 Boyolali dan SMA Negeri 1 Boyolali. Sebagian besar di antara mereka telah kembali ke haribaan-Nya, tetapi inspirasi, penyemangat dan fondasi pengetahuan yang mereka berikan tidak akan pernah saya lupakan.

Saya juga mengucapkan penghargaan kepada para Wakil Dekan (Prof. Roto, Prof. Reza MI Pulungan, Dr. Wiwit Suryanto, dan Dr. Fajar Adi Kusumo), serta para pengurus Departemen, Program Studi dan Laboratorium di FMIPA beserta seluruh rekan-rekan dosen dan staf kependidikan Departemen Fisika khususnya dan Fakultas MIPA umumnya yang tidak saya sebutkan satu persatu telah tanpa henti berdoa dan berikhtiar yang luar biasa sehingga institusi ini unggul dalam berbagai bidang. Penghargaan yang sama saya sampaikan kepada rekan-rekan di Urusan Pegawai Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam: Pak Bomahasko Rossasih, Pak Dwi Winarno, dan Bu Shafa Purnama Sari.

Doa istimewa saya panjatkan kepada Allah Subhanahuwata'ala untuk Bapak/Ibu mertua, yakni Bapak

Moch. Ma'ruf (almarhum) dan Ibu Sarinten (almarhumah) yang pada saat hidupnya tiada henti-hentinya mendoakan dan memberikan kami semangat. Kami sekeluarga juga berterima kasih atas dukungan keluarga mbak Muslimah & mas Tasis, mas Akhmad Asnawi,SPd I & dan mbak Sri Wahyuni, S Tr. Keb., mbak Istianah & mas Syuaib. Tidak lupa saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada keluarga mas Sarjono atas dukungan dan bantuan mereka selama ini untuk keluarga kami.

Saya sangat beruntung dilahirkan di sebuah keluarga yang sangat sederhana. Ibu dan Almarhum Ayah saya adalah guru kami yang pertama. Almarhum Ayah Mitro Sartono mengajari semua anak-anaknya untuk hidup jujur, kedisiplinan, penghargaan terhadap waktu, rasa ingin tahu, dan fokus. Ibu saya Rubiyem mengajari kami kasih sayang, keteguhan hati, optimisme, dan pantang menyerah. Dengan susah payah dan seadanya, Ayah dan Ibu kami sudah berhasil menyekolahkan, memberi dasar penghidupan, dan menikahkan saya dan adik-adik saya: Supriyadi & Munjayani, Wigati & Suharno, Sri Rahayu & Fahrul Hayat, Budi Handoyo & Dian Widyastuti. Kepada Ayah dan Ibu saya persembahkan seluruh karya-karya saya.

Saya merasa diberkati oleh Allah Subhanahuwata'ala telah dipertemukan dengan istri saya Nurun Djamilatun. Dia adalah pendidik terbaik dalam keluarga kecil kami, tiang rumah tangga kami, dan pendukung utama karier saya. Kasih sayangnya tidak berhenti menyejukkan rumah tangga kami, serta putra-putri: Muhammad Iqbal Nuriyana & Ajeng Novianti Puspitasari, Vivi Fauziah Nuriyana, serta cucu tersayang kami Sarah Hanifah.

Ibu/Bapak hadirin sekalian yang saya hormati.

Sebelum saya akhiri, mari kita luangkan waktu dan tundukkan kepala sejenak untuk mengenang kembali guru-guru kita masing-masing dan mendoakan mereka semoga ilmu yang telah mereka ajarkan kepada kita menjadi amal jariyah bagi mereka.

Wabillahi taufiq walhidayah. Wassalamu'alaikum warohmatullohi wabarokatuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Aflaha, R., Afyanti, H., Azizah, Z. N., Khoirudin, H., Rianjanu, A., Kusumaatmaja, A., Roto, R., & Triyana, K. (2023). Improving ammonia sensing performance of quartz crystal microbalance (QCM) coated with nanofibers and polyaniline (PANi) overlay. *Biosensors and Bioelectronics: X*, 13. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.biosx.2022.100300>
- Aflaha, R., Sari, N. L. I., Katriani, L., As'ari, A. H., Kusumaatmaja, A., Rianjanu, A., Roto, R., Wasisto, H. S., & Triyana, K. (2023). Maltodextrin-overlaid polyvinyl acetate nanofibers for highly sensitive and selective room-temperature ammonia sensors. *Microchemical Journal*, 193. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2023.109237>
- Goldenstein, C.S., Spearrin, R.M., Jeffries, J.B., Hanson, R.K.(2017), Infrared laser-absorption sensing for combustion gases, *Progress in Energy and Combustion Science* 60, 132-176. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2016.12.002>.
- Astantri, P. F., Prakoso, W. S. A., Triyana, K., Untari, T., Airin, C. M., & Astuti, P. (2020). Lab-Made Electronic Nose for Fast Detection of *Listeria monocytogenes* and *Bacillus cereus*. *Veterinary Sciences*, 7(1), 20. <https://doi.org/10.3390/vetsci7010020>
- Astuti, S. D., Tamimi, M. H., Pradhana, A. A. S., Alamsyah, K. A., Purnobasuki, H., Khasanah, M., Susilo, Y., Triyana, K., Kashif, M., & Syahrom, A. (2021). Gas sensor array to classify the chicken meat with *E. coli* contaminant by using random forest and support vector machine. *Biosensors and Bioelectronics: X*, 9. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.biosx.2021.100083>

- Bag, A., & Lee, N.-E. (2021). Recent Advancements in Development of Wearable Gas Sensors. *Advanced Materials Technologies*, 6(3), 2000883. <https://doi.org/10.1002/admt.202000883>
- Boudreaux, C. J. (2017). Institutional quality and innovation: Some cross-country evidence. *Journal of Entrepreneurship and Public Policy*, 6(1), 26–40. <https://doi.org/10.1108/JEPP-04-2016-0015>
- Components 101. (2023). *Introduction to Gas Sensors: Construction Types and Working*. Components101. <https://components101.com/articles/introduction-to-gas-sensors-types-working-and-applications>
- Dempere, J., Qamar, M., Allam, H., & Malik, S. (2023). The Impact of Innovation on Economic Growth, Foreign Direct Investment, and Self-Employment: A Global Perspective. *Economies*, 11(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/economies11070182>
- Durairasu E. (2023, July 31). *Electronic Tongue: A Taste-Sensing Technology - Electronics For You*. <https://www.electronicsforu.com/technology-trends/electronic-tongue-taste-sensing-technology>
- Fauzi, F., Rianjanu, A., Santoso, I., & Triyana, K. (2021). Gas and humidity sensing with quartz crystal microbalance (QCM) coated with graphene-based materials – A mini review. *Sensors and Actuators, A: Physical*, 330, 112837. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2021.112837>
- Figaro Engineering Inc. (2022). *NDIR type—Operating principle—Technology—FIGARO Engineering inc*. <https://www.figaro.co.jp/en/technicalinfo/principle/catalytic-type.html>
- Figaro Engineering Inc. (2023). *Catalytic type—Operating principle—Technology—FIGARO Engineering inc*.

- <https://www.figaro.co.jp/en/technicalinfo/principle/catalytic-type.html>
- Ge, L., Mu, X., Tian, G., Huang, Q., Ahmed, J., & Hu, Z. (2019). Current Applications of Gas Sensor Based on 2-D Nanomaterial: A Mini Review. *Frontiers in Chemistry*, 7, 839. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fchem.2019.00839>
- GII. (2023). *About the GII*. Global Innovation Index. <https://www.globalinnovationindex.org/about-gii>
- Grand View Research. (2023a). *Gas Sensor Market Size To Reach \$5.49 Billion By 2030*. <https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-gas-sensors-market>
- Grand View Research. (2023b). *Shock Sensor Market Size, Share & Growth Report, 2030*. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/shock-sensor-market>
- Rodrigues, G., (2019). *Basic Science and Technological Innovation: The linear model and its limits*. IRIS-BH. <https://irisbh.com.br/en/basic-science-and-technological-innovation-the-linear-model-and-its-limits/>
- Harzing, A.-W. (2016, February 6). *Metrics: H and g-index*. Harzing.Com. <https://harzing.com/resources/publish-or-perish/tutorial/metrics/h-and-g-index>
- Hidayat, S. N., Julian, T., Dharmawan, A. B., Puspita, M., Chandra, L., Rohman, A., Julia, M., Rianjanu, A., Nurputra, D. K., Triyana, K., & Wasisto, H. S. (2022). Hybrid learning method based on feature clustering and scoring for enhanced COVID-19 breath analysis by an electronic nose. *Artificial Intelligence in Medicine*, 129, 102323. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2022.102323>

- Hidayat, S. N., Triyana, K., Fauzan, I., Julian, T., Lelono, D., Yusuf, Y., Ngadiman, N., Veloso, A. C. A., & Peres, A. M. (2019). The Electronic Nose Coupled with Chemometric Tools for Discriminating the Quality of Black Tea Samples In Situ. *Chemosensors*, 7(3), 29. <https://doi.org/10.3390/chemosensors7030029>
- Humairah, N. A., Nurijal, I., Ainus Sofa, S., Chaerunnisa, A., Roto, R., Kusumaatmaja, A., Hadi Sujiono, E., & Triyana, K. (2023). Molecularly imprinted polyvinyl acetate doped with boric acid for sensitivity and selectivity of ammonia sensing by QCM. *Biosensors and Bioelectronics: X*, 13. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.biosx.2023.100320>
- Jonkers, K., & Sachwald, F. (2018). The dual impact of ‘excellent’ research on science and innovation: The case of Europe†. *Science and Public Policy*, 45(2), 159–174. <https://doi.org/10.1093/scipol/scx071>
- Julian, T., Hidayat, S. N., Rianjanu, A., Dharmawan, A. B., Wasisto, H. S., & Triyana, K. (2020). Intelligent mobile electronic nose system comprising a hybrid polymer-functionalized quartz crystal microbalance sensor array. *ACS Omega*, 5(45), 29492–29503. <https://doi.org/10.1021/acsomega.0c04433>
- Julian, T., Rianjanu, A., Hidayat, S. N., Kusumaatmaja, A., Roto, R., & Triyana, K. (2019). Quartz crystal microbalance coated with PEDOT–PSS/PVA nanofiber for a high-performance humidity sensor. *Journal of Sensors and Sensor Systems*, 8(2), 243–250. <https://doi.org/10.5194/jsss-8-243-2019>
- Karakaya, D., Ulucan, O., & Turkan, M. (2020). Electronic nose and its applications: A survey. *International Journal of Automation and Computing*, 17(2), 179–209. <https://doi.org/10.1007/s11633-019-1212-9>

- K&K Advocates. (2023). *Indonesia's Rank Improvement in the Global Innovation Index 2022*. <https://www.kk-advocates.com/news/read/indonesias-rank-improvement-in-the-global-innovation-index-2022>
- Kobayashi, Y., Habara, M., Ikezaki, H., Chen, R., Naito, Y., & Toko, K. (2010). Advanced Taste Sensors Based on Artificial Lipids with Global Selectivity to Basic Taste Qualities and High Correlation to Sensory Scores. *Sensors*, 10(4), 3411–3443. <https://doi.org/10.3390/s100403411>
- Triyana, K. dan Hidayat, S.N. (2023). *Hidung Elektronik: Konsep dan Aplikasi* (1st ed., Vol. 1). Deepublish. <https://deepublishstore.com/shop/buku-hidung-elektronik-konsep-dan-aplikasi/>
- Latha, R. S., & Lakshmi, P. K. (2012). Electronic tongue: An analytical gustatory tool. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research*, 3(1), 3–8. <https://doi.org/10.4103/2231-4040.93556>
- Lelono, D., Triyana, K., Hartati, S., & Istiyanto, J. E. (2017). Development of Electronic Nose with High Stable Sample Heater to Classify Quality Levels of Local Black Tea. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 7(2), 352. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.7.2.1659>
- Lestari, L. A., Triyana, K., Hanifah, A. K., & Wildiana, R. A. (2021). The use of electronic tongue (E-tongue) as a simple and rapid method for honey authentication. *Food Research*, 5(3), 453–460. Scopus. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(3\).615](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(3).615)
- Luyun Jiang. (2020, March 18). *Gas Sensor Innovations Enable New Markets to Come*. IDTechEx. <https://www.idtechex.com/en/research-article/gas->

sensor-innovations-enable-new-markets-to-come/20157

- Maresova, P., (2023) Impact of Regulatory Changes on Innovations in the Medical Device Industry, *International Journal of Health Policy and Management*. 12: 7262. doi: 10.34172/ijhpm.2022.7262
- Nurchahyo, R.; Putra, P.A. (2021) Critical Factors in Indonesia's E-Commerce Collaboration. *J. Theor. Appl. Electron. Commer. Res.* 16, 2458-2469. <https://doi.org/10.3390/jtaer16060135>.
- Nakatani, F., Ienaga, T., Wu, X., Tahara, Y., Ikezaki, H., Sano, H., Muto, Y., Kaneda, Y., & Toko, K. (2019). Development of a Sensor with a Lipid/Polymer Membrane Comprising Na⁺ Ionophores to Evaluate the Saltiness Enhancement Effect. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 19(23), 5251. <https://doi.org/10.3390/s19235251>
- Nugroho, D. B., Rianjanu, A., Triyana, K., Kusumaatmaja, A., & Roto, R. (2019). Quartz crystal microbalance-coated cellulose acetate nanofibers overlaid with chitosan for detection of acetic anhydride vapor. *Results in Physics*, 15. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2019.102680>
- Nurputra, D. K., Kusumaatmaja, A., Hakim, M. S., Hidayat, S. N., Julian, T., Sumanto, B., Mahendradhata, Y., Saktiawati, A. M. I., Wasisto, H. S., & Triyana, K. (2022). Fast and noninvasive electronic nose for sniffing out COVID-19 based on exhaled breath-print recognition. *Npj Digital Medicine*, 5(1), 115. <https://doi.org/10.1038/s41746-022-00661-2>
- Philip Barrett, Niels-Jakob Hansen, Jean-Marc Natal, & Diaa Noureldin. (2021, June 10). *Why Basic Science Matters for Economic Growth*. IMF.

<https://www.imf.org/en/Blogs/Articles/2021/10/06/blog-ch3-weo-why-basic-science-matters-for-economic-growth>

- Prakoso, W. S. A., Astantri, P. F., Triyana, K., Untari, T., Airin, C. M., & Astuti, P. (2021). Rapid Detection of Escherichia coli and Salmonella Typhimurium Using Lab-Made Electronic Nose Coupled with Chemometric Tools. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 11(4), 1494–1500. Scopus.
<https://doi.org/10.18517/ijaseit.11.4.12844>
- Putri, L. A., Rahman, I., Puspita, M., Hidayat, S. N., Dharmawan, A. B., Rianjanu, A., Wibirama, S., Roto, R., Triyana, K., & Wasisto, H. S. (2023). Rapid analysis of meat floss origin using a supervised machine learning-based electronic nose towards food authentication. *Npj Science of Food*, 7(1), 31.
<https://doi.org/10.1038/s41538-023-00205-2>
- Rianjanu, A., Aflaha, R., Khamidy, N. I., Djamal, M., Triyana, K., & Wasisto, H. S. (2021). Room-temperature ppb-level Trimethylamine gas sensors functionalized with Citric Acid-doped Polyvinyl Acetate nanofibrous mats. *Materials Advances*, 2(11), 3705–3714. <https://doi.org/10.1039/D1MA00152C>.
- Rianjanu, A., Hidayat, S.N., Yulianto, N., Majid, N., Triyana, K., dan Wasisto, H.S., (2021) Sensitivity prediction and analysis of nanofiber-based gas sensors using solubility and vapor pressure parameters, *Japanese Journal of Applied Physics*, 60, 10, 107001. DOI 10.35848/1347-4065/ac1a8e
- Rianjanu, A., Fauzi, F., Triyana, K., & Wasisto, H. S. (2021). Electrospun nanofibers for quartz crystal microbalance gas sensors: A review. *ACS Applied Nano Materials*,

- 4(10), 9957–9975.
<https://doi.org/10.1021/acsanm.1c01895>
- Rianjanu, A., Hasanah, S. A., Nugroho, D. B., Kusumaatmaja, A., Roto, R., & Triyana, K. (2019). Polyvinyl acetate film-based quartz crystal microbalance for the detection of benzene, toluene, and xylene vapors in air. *Chemosensors*, 7(2).
<https://doi.org/10.3390/chemosensors7020020>
- Rianjanu, A., Julian, T., Hidayat, S. N., Yulianto, N., Majid, N., Syamsu, I., Wasisto, H. S., & Triyana, K. (2020). Quartz crystal microbalance humidity sensors integrated with hydrophilic polyethyleneimine-grafted polyacrylonitrile nanofibers. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 319, 128286.
<https://doi.org/10.1016/j.snb.2020.128286>
- Rianjanu, A., Nugroho, D. B., Kusumaatmaja, A., Roto, R., & Triyana, K. (2019). A study of quartz crystal microbalance modified with polyvinyl acetate nanofiber to differentiate short-chain alcohol isomers. *Sensing and Bio-Sensing Research*, 25, 100294.
<https://doi.org/10.1016/j.sbsr.2019.100294>
- Rianjanu, A., Nurfani, E., Arif, M. F., Triyana, K., & Wasisto, H. S. (2021). Stability evaluation of quartz crystal microbalances coated with polyvinyl acetate nanofibrous mats as butanol vapor sensors. *Materials Today Communications*, 26, 101770.
<https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2020.101770>
- Rianjanu, A., Roto, R., Julian, T., Hidayat, S., Kusumaatmaja, A., Suyono, E., & Triyana, K. (2018). Polyacrylonitrile Nanofiber-Based Quartz Crystal Microbalance for Sensitive Detection of Safrole. *Sensors*, 18(4), 1150.
<https://doi.org/10.3390/s18041150>

- Rianjanu, A., Triyana, K., Nugroho, D. B., Kusumaatmaja, A., & Roto, R. (2020). Electrospun polyvinyl acetate nanofiber modified quartz crystal microbalance for detection of primary alcohol vapor. *Sensors and Actuators, A: Physical*, 301. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2019.111742>
- Riul Jr., A., Dantas, C. A. R., Miyazaki, C. M., & Oliveira Jr., O. N. (2010). Recent advances in electronic tongues. *The Analyst*, 135(10), 2481. <https://doi.org/10.1039/c0an00292e>
- Roto, R., Rianjanu, A., Fatyadi, I. A., Kusumaatmaja, A., & Triyana, K. (2020). Enhanced sensitivity and selectivity of ammonia sensing by QCM modified with boric acid-doped PVAc nanofiber. *Sensors and Actuators, A: Physical*, 304. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2020.111902>
- Roto, R., Rianjanu, A., Rahmawati, A., Fatyadi, I. A., Yulianto, N., Majid, N., Syamsu, I., Wasisto, H. S., & Triyana, K. (2020). Quartz crystal microbalances functionalized with Citric Acid-doped Polyvinyl Acetate nanofibers for Ammonia sensing. *ACS Applied Nano Materials*, 3(6), 5687–5697. <https://doi.org/10.1021/acsanm.0c00896>
- Sabilla, S. I., Sarno, R., & Triyana, K. (2019). Optimizing threshold using pearson correlation for selecting features of electronic nose signals. *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, 12(6), 81–90. Scopus. <https://doi.org/10.22266/ijies2019.1231.08>
- Sabilla, S. I., Sarno, R., Triyana, K., & Hayashi, K. (2020). Deep learning in a sensor array system based on the distribution of volatile compounds from meat cuts using

- GC–MS analysis. *Sensing and Bio-Sensing Research*, 29. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.sbsr.2020.100371>
- Sagar, M. S. I., Allison, N. R., Jalajamony, H. M., Fernandez, R. E., & Sekhar, P. K. (2022). Review–Modern Data Analysis in Gas Sensors. *Journal of The Electrochemical Society*, 169(12), 127512. <https://doi.org/10.1149/1945-7111/aca839>
- Saktiawati, A. M. I., Triyana, K., Wahyuningtias, S. D., Dwihardiani, B., Julian, T., Hidayat, S. N., Ahmad, R. A., Probandari, A., & Mahendradhata, Y. (2021). eNose-TB: A trial study protocol of electronic nose for tuberculosis screening in Indonesia. *PLOS ONE*, 16(4), e0249689. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249689>
- Sarno, R., Triyana, K., Sabilla, S. I., Wijaya, D. R., Sunaryono, D., & Fatichah, C. (2020). Detecting Pork Adulteration in Beef for Halal Authentication Using an Optimized Electronic Nose System. *IEEE Access*, 8, 221700–221711. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3043394>
- Sinfield, J. V., & Solis, F. (2016). Finding a Lower-Risk Path to High-Impact Innovations. *MIT Sloan Management Review*. <https://sloanreview.mit.edu/article/finding-a-lower-risk-path-to-high-impact-innovations/>
- Surianta, A. (2021). *Indonesia's false choice between investment and innovation*. <https://www.eastasiaforum.org/2021/06/15/indonesias-false-choice-between-investment-and-innovation/>
- Tamara, M.R., Lelono, D., Roto, Triyana, K., (2023), All-solid-state astringent taste sensor using polypyrrole-carbon black composite as ion-electron transducer, *Sensors and Actuators A: Physical*, 351, 114170. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2023.114170>

- Tan, J., & Xu, J. (2020). Applications of electronic nose (e-nose) and electronic tongue (e-tongue) in food quality-related properties determination: A review. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 4, 104–115. <https://doi.org/10.1016/j.aiaa.2020.06.003>
- Tazi, I., Triyana, K., Siswanta, D., Veloso, A. C. A., Peres, A. M., & Dias, L. G. (2018). Dairy products discrimination according to the milk type using an electrochemical multisensor device coupled with chemometric tools. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(4), 2385–2393. <https://doi.org/10.1007/s11694-018-9855-8>
- Toko, K. (2023). Research and development of taste sensors as a novel analytical tool. *Proceedings of the Japan Academy, Series B*, 99(6), 173–189. <https://doi.org/10.2183/pjab.99.011>
- Triyana, K., Rianjanu, A., Nugroho, D. B., As'ari, A. H., Kusumaatmaja, A., Roto, R., Suryana, R., & Wasisto, H. S. (2019). A highly sensitive safrole sensor based on Polyvinyl Acetate (PVAc) nanofiber-coated QCM. *Scientific Reports*, 9(1), 15407. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51851-0>
- Triyana, K., Sembiring, A., Rianjanu, A., Hidayat, S., Riowirawan, R., Julian, T., Kusumaatmaja, A., Santoso, I., & Roto, R. (2018). Chitosan-Based Quartz Crystal Microbalance for Alcohol Sensing. *Electronics*, 7(9), 181. <https://doi.org/10.3390/electronics7090181>
- TSI Incorporated. (2023). *Photo-Ionization Detection (PID) Technology Application Note TSI-147*. https://tsi.com/getmedia/e6812861-60a7-4dee-82a7-09b1ea9f734c/TSI-147_Photo_Ionization_Detection_Technology?ext=.pdf

- Umar, L., Nur Hafifah, C., Rosandi, V. A., Tamara, Moch. R., Suhendar, H., & Triyana, K. (2023). Potentiometry lipid membrane based electronic tongue for the classification of mint in tea by principal component analysis (PCA) and linear discrimination analysis (LDA). *Instrumentation Science & Technology*, 1–10. <https://doi.org/10.1080/10739149.2023.2164932>
- Wilson, A., & Baietto, M. (2009). Applications and Advances in Electronic-Nose Technologies. *Sensors*, 9(7), 5099–5148. <https://doi.org/10.3390/s90705099>
- Wilson, A. D. (2018a). Application of Electronic-Nose Technologies and VOC-Biomarkers for the Noninvasive Early Diagnosis of Gastrointestinal Diseases. *Sensors*, 18(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/s18082613>
- Wilson, A. D. (2018b). Applications of Electronic-Nose Technologies for Noninvasive Early Detection of Plant, Animal and Human Diseases. *Chemosensors*, 6(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/chemosensors6040045>
- WIPO. (2023). *Global Innovation Index 2022, 15th Edition*. <https://doi.org/10.34667/tind.46596>
- Wu, X., & Toko, K. (2023). Taste sensor with multiarray lipid/polymer membranes. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 158, 116874. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2022.116874>
- Xiang, Z., Jing, Y., Ikezaki, H., & Toko, K. (2021). Electrical Properties of Two Types of Membrane Component Used in Taste Sensors. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 21(24), 8343. <https://doi.org/10.3390/s21248343>
- Xu, B., Moradi, M., Kuplicki, R., Stewart, J. L., McKinney, B., Sen, S., & Paulus, M. P. (2020). Machine Learning Analysis of Electronic Nose in a Transdiagnostic

Community Sample With a Streamlined Data Collection Approach: No Links Between Volatile Organic Compounds and Psychiatric Symptoms. *Frontiers in Psychiatry*, 11. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsy.2020.503248>

Xue Lan. (2023). *Global Innovation Hubs Index 2022*. <https://www.nature.com/articles/d42473-022-00486-3>

Yaqoob, U., & Younis, M. I. (2021). Chemical Gas Sensors: Recent Developments, Challenges, and the Potential of Machine Learning—A Review. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 21(8), 2877. <https://doi.org/10.3390/s21082877>

BIODATA

Nama	: Kuwat Triyana
Tempat lahir	: Semarang
Tanggal lahir	: 14 September 1967
NIP	: 196709141997021001
Jabatan akademik	: Guru Besar dalam Bidang Ilmu Fisika pada Departemen Fisika, FMIPA UGM
Jabatan strktural	: Dekan FMIPA UGM Periode 2021-2026
Pangkat/Golongan	: Pembina Tk. I / IVb
Email	: triyana@ugm.ac.id
Alamat kantor	: Gedung KPTU FMIPA UGM, Sekip Utara, Bulaksumur, Sleman, Yogyakarta 55281
Alamat rumah	: Mustokorejo No.4 RT02/RW43 Stan Maguwoharjo, Depok, Sleman, 55581

Keluarga:

Istri : Nurun Djamilatun

Anak : 1. Muhammad Iqbal Nuriyana & Ajeng Novianti Puspitasari

2. Vivi Fauziah Nuriyana

Cucu : Sarah Hanifah

Riwayat Pendidikan:

1. 1974–1981: SD Negeri II Papringan Kab. Semarang

2. 1981–1983: SMP Negeri 4 Boyolali

3. 1983–1986: SMA Negeri 1 Boyolali

4. 1986–1991: Sarjana Fisika Universitas Gadjah Mada

5. 1995–1997: Magister Fisika, Institut Teknologi Bandung
6. 2002–2004: Doktor of Engineering, Graduate School of Engineering Sciences, Kyushu University

Riwayat Pekerjaan & Profesional:

1. 1991–1994: Seismic data processing, PT. DwiPantara Perdana (Halliburton Geophysical Services)
2. 1994–1997: Dosen Prodi Teknik Informatika, Universitas Dian Nuswantoro, Semarang.
3. 1997–sekarang: Dosen Departemen Fisika, FMIPA UGM.
4. 2008–2014: Manajer Teknis, LPPT UGM.
5. 2014–2017: Manajer Mutu LPPT UGM.
6. 2018–Sekarang: Asesor KAN (ISO 17025)
7. 2020–2021: Ketua Departemen Fisika, FMIPA UGM.
8. 2021–2026: Dekan FMIPA UGM
9. 2015–2021: Wakil ketua Physical Society of Indonesia
10. 2022–Sekarang: Presiden Material Research Society of Indonesia (MRS-id)
11. 2023–Sekarang: Sekjen Asosiasi Dekan MIPA se Indonesia (MIPAnet)

Publikasi Ilmiah Pilihan:

1. Putri, L.A., Rahman, I., Puspita, M., Hidayat, S.N., Dharmawan, A.B., Rianjanu, A., Wibirama, S., Roto, R., **Triyana, K.**, Wasisto, H.S. (2023) Rapid analysis of meat floss origin using a supervised machine learning-based electronic nose towards food authentication, *npj Science of Food*, 7 (1), art. no. 31. DOI: 10.1038/s41538-023-00205-2
2. Aflaha, R., Sari, N.L.I., Katriani, L., As'ari, A.H., Kusumaatmaja, A., Rianjanu, A., Roto, R., Wasisto,

- H.S., **Triyana, K.** (2023) Maltodextrin-overlaid polyvinyl acetate nanofibers for highly sensitive and selective room-temperature ammonia sensors, *Microchemical Journal*, 193, art. no. 109237. DOI: 10.1016/j.microc.2023.109237
3. Rositawati, D.N., Absor, M.A.U., **Triyana, K.**, Santoso, I. (2023) Charge transport properties of interstitially doped graphene: a first-principles study, *Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology*, 14 (3), art. no. 035010, DOI: 10.1088/2043-6262/acebd9
 4. Aflaha, R., Katriani, L., As'ari, A.H., Sari, N.L.I., Kusumaatmaja, A., Rianjanu, A., Roto, R., **Triyana, K.** (2023) Enhanced trimethylamine gas sensor sensitivity based on quartz crystal microbalance using nanofibers overlaid with maltodextrin, *MRS Communications*, 13 (4), pp. 664-672. DOI: 10.1557/s43579-023-00409-3
 5. Widiyanto, E., Shobih, Nursam, N.M., Hanna, M.Y., **Triyana, K.**, Rusydi, A., Santoso, I. (2023) Electronic correlations enhance optical absorption in graphene oxide-modified methylammonium lead iodide perovskite, *Journal of Alloys and Compounds*, 947, art. no. 169634, DOI: 10.1016/j.jallcom.2023.169634
 6. Rianjanu, A., Aulya, M., Rayhan, M.A.A.P., Aflaha, R., Maulana, S., Taher, T., Sipahutar, W.S., Maulana, M.I., Yulianto, N., **Triyana, K.**, Wasisto, H.S. (2023) Impact of hydrophilic bamboo cellulose functionalization on electrospun polyacrylonitrile nanofiber-based humidity sensors, *MRS Communications*, 13 (3), pp. 514-519. DOI: 10.1557/s43579-023-00367-w
 7. Humairah, N.A., Nurijal, I., Ainus Sofa, S., Chaerunnisa, A., Roto, R., Kusumaatmaja, A., Hadi Sujiono, E., **Triyana, K.** (2023) Molecularly imprinted polyvinyl acetate doped with boric acid for sensitivity

- and selectivity of ammonia sensing by QCM, *Biosensors and Bioelectronics*: X, 13, art. no. 100320, DOI: 10.1016/j.biosx.2023.100320
8. Aflaha, R., Afiyanti, H., Azizah, Z.N., Khoirudin, H., Rianjanu, A., Kusumaatmaja, A., Roto, R., **Triyana, K.** (2023) Improving ammonia sensing performance of quartz crystal microbalance (QCM) coated with nanofibers and polyaniline (PANi) overlay, *Biosensors and Bioelectronics*: X, 13, art. no. 100300, DOI: 10.1016/j.biosx.2022.100300
 9. Tamara, M.R., Lelono, D., Roto, R., **Triyana, K.** (2023) All-solid-state astringent taste sensor using polypyrrole-carbon black composite as ion-electron transducer, *Sensors and Actuators A: Physical*, 351, art. no. 114170, DOI: 10.1016/j.sna.2023.114170
 10. Umar, L., Nur Hafifah, C., Rosandi, V.A., Tamara, M.R., Suhendar, H., **Triyana, K.** (2023) Potentiometry lipid membrane based electronic tongue for the classification of mint in tea by principal component analysis (PCA) and linear discrimination analysis (LDA), *Instrumentation Science and Technology*, 51 (5), pp. 514-523. DOI: 10.1080/10739149.2023.2164932
 11. Nurputra, D.K., Kusumaatmaja, A., Hakim, M.S., Hidayat, S.N., Julian, T., Sumanto, B., Mahendradhata, Y., Saktiawati, A.M.I., Wasisto, H.S., **Triyana, K.** (2022) Fast and noninvasive electronic nose for sniffing out COVID-19 based on exhaled breath-print recognition, *npj Digital Medicine*, 5 (1), art. no. 115, DOI: 10.1038/s41746-022-00661-2
 12. Khamidy, N.I., Aflaha, R., Nurfani, E., Djamal, M., **Triyana, K.**, Wasisto, H.S., Rianjanu, A. (2022) Influence of dopant concentration on the ammonia sensing performance of citric acid-doped polyvinyl

- acetate nanofibers, *Analytical Methods*, 14 (47), pp. 4956-4966. DOI: 10.1039/d2ay01382g
13. Agustika, D.K., Mercuriani, I., Purnomo, C.W., Hartono, S., **Triyana, K.**, Iliescu, D.D., Leeson, M.S. (2022) Fourier transform infrared spectrum pre-processing technique selection for detecting PYLCV-infected chilli plants, *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 278, art. no. 121339, DOI: 10.1016/j.saa.2022.121339
 14. Widiyanto, E., Firdaus, Y., Shobih, Pranoto, L.M., **Triyana, K.**, Santoso, I., Nursam, N.M. (2022) Device modeling of two-dimensional hole transport materials for boosting the performance of non-fullerene acceptor bulk heterojunction organic solar cells, *Optical Materials*, 132, art. no. 112771, DOI: 10.1016/j.optmat.2022.112771
 15. Hidayat, S.N., Julian, T., Dharmawan, A.B., Puspita, M., Chandra, L., Rohman, A., Julia, M., Rianjanu, A., Nurputra, D.K., **Triyana, K.**, Wasisto, H.S. (2022) Hybrid learning method based on feature clustering and scoring for enhanced COVID-19 breath analysis by an electronic nose, *Artificial Intelligence in Medicine*, 129, art. no. 102323, DOI: 10.1016/j.artmed.2022.102323
 16. Ismarti, I., Handoko, D.D., **Triyana, K.**, Salleh, H.M., Fadzillah, N.A., Nordin, N.F.H. (2022) Study on Volatile Compounds of Gelatine and The Maillard Reaction Products from Different Species Using SPME-GCMS, *Science and Technology Indonesia*, 7 (2), pp. 132-139. DOI: 10.26554/sti.2022.7.2.132-139
 17. Junaidi, Afriliani, L., Manurung, P., Sembiring, S., **Triyana, K.**, Hadi, S. (2022) The Crystal Structure Analysis of Silver Nanowires Using Rietveld Method for Optoelectronic Application, *Journal of Nano*

- Research, 71, pp. 1-12. DOI:
10.4028/www.scientific.net/JNanoR.71.1
18. Astuti, S.D., Tamimi, M.H., Pradhana, A.A.S., Alamsyah, K.A., Purnobasuki, H., Khasanah, M., Susilo, Y., **Triyana, K.**, Kashif, M., Syahrom, A. (2021) Gas sensor array to classify the chicken meat with E. coli contaminant by using random forest and support vector machine, *Biosensors and Bioelectronics*: X, 9, art. no. 100083, DOI: 10.1016/j.biosx.2021.100083
 19. Sarno, R., Sungkono, K.R., Taufiqulsa'di, M., Darmawan, H., Fahmi, A., **Triyana, K.** (2021) Improving efficiency for discovering business processes containing invisible tasks in non-free choice, *Journal of Big Data*, 8 (1), art. no. 113, DOI: 10.1186/s40537-021-00487-x
 20. Yulianto, N., Refino, A.D., Syring, A., Majid, N., Mariana, S., Schnell, P., Wahyuono, R.A., **Triyana, K.**, Meierhofer, F., Daum, W., Abdi, F.F., Voss, T., Wasisto, H.S., Waag, A. (2021) Wafer-scale transfer route for top-down III-nitride nanowire LED arrays based on the femtosecond laser lift-off technique, *Microsystems and Nanoengineering*, 7 (1), art. no. 32, DOI: 10.1038/s41378-021-00257-y
 21. Dharmawan, A.B., Mariana, S., Scholz, G., Hörmann, P., Schulze, T., **Triyana, K.**, Garcés-Schröder, M., Rustenbeck, I., Hiller, K., Wasisto, H.S., Waag, A. (2021) Nonmechanical parfocal and autofocus features based on wave propagation distribution in lensfree holographic microscopy, *Scientific Reports*, 11 (1), art. no. 3213, DOI: 10.1038/s41598-021-81098-7
 22. Widiyanto, E., Shobih, Rosa, E.S., **Triyana, K.**, Nursam, N.M., Santoso, I. (2021) Performance analysis of carbon-based perovskite solar cells by graphene oxide as

- hole transport layer: Experimental and numerical simulation, *Optical Materials*, 121, art. no. 111584, DOI: 10.1016/j.optmat.2021.111584
23. Rianjanu, A., Fauzi, F., **Triyana, K.**, Wasisto, H.S. (2021) Electrospun Nanofibers for Quartz Crystal Microbalance Gas Sensors: A Review, *ACS Applied Nano Materials*, 4 (10), pp. 9957-9975. DOI: 10.1021/acsanm.1c01895
24. Fauzi, F., Rianjanu, A., Santoso, I., **Triyana, K.** (2021) Gas and humidity sensing with quartz crystal microbalance (QCM) coated with graphene-based materials – A mini review, *Sensors and Actuators, A: Physical*, 330, art. no. 112837, DOI: 10.1016/j.sna.2021.112837
25. Rianjanu, A., Hidayat, S.N., Yulianto, N., Majid, N., **Triyana, K.**, Wasisto, H.S. (2021) Sensitivity prediction and analysis of nanofiber-based gas sensors using solubility and vapor pressure parameters, *Japanese Journal of Applied Physics*, 60 (10), art. no. 107001, DOI: 10.35848/1347-4065/ac1a8e
26. Widiyanto, E., Shobih, Rosa, E.S., **Triyana, K.**, Nursam, N.M., Santoso, I. (2021) Graphene oxide as an effective hole transport material for low-cost carbon-based mesoscopic perovskite solar cells, *Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology*, 12 (3), art. no. 035001, DOI: 10.1088/2043-6262/ac204a
27. Rianjanu, A., Aflaha, R., Khamidy, N.I., Djamal, M., **Triyana, K.**, Wasisto, H.S. (2021) Room-temperature ppb-level trimethylamine gas sensors functionalized with citric acid-doped polyvinyl acetate nanofibrous mats, *Materials Advances*, 2 (11), pp. 3705-3714. DOI: 10.1039/d1ma00152c

28. Lestari, L.A., **Triyana, K.**, Hanifah, A.K., Wildiana, R.A. (2021) The use of electronic tongue (E-tongue) as a simple and rapid method for honey authentication, *Food Research*, 5 (3), pp. 453-460. DOI: 10.26656/fr.2017.5(3).615
29. Yusbarina, Y., Roto, R., **Triyana, K.** (2021) Hydroxyl functionalized graphene as a superior anode material for electrochemical oxidation of methylene blue, *Rasayan Journal of Chemistry*, 14 (2), pp. 1140-1147. DOI: 10.31788/RJC.2021.1426180
30. Saktiawati, A.M.I., **Triyana, K.**, Wahyuningtias, S.D., Dwihardiani, B., Julian, T., Hidayat, S.N., Ahmad, R.A., Probandari, A., Mahendradhata, Y. (2021) eNose-TB: A trial study protocol of electronic nose for tuberculosis screening in Indonesia, *PLoS ONE*, 16 (4 April), art. no. e0249689, DOI: 10.1371/journal.pone.0249689
31. Rianjanu, A., Nurfani, E., Arif, M.F., **Triyana, K.**, Wasisto, H.S. (2021) Stability evaluation of quartz crystal microbalances coated with polyvinyl acetate nanofibrous mats as butanol vapor sensors, *Materials Today Communications*, 26, art. no. 101770, DOI: 10.1016/j.mtcomm.2020.101770
32. Yulianto, N., Kadja, G.T.M., Bornemann, S., Gahlawat, S., Majid, N., **Triyana, K.**, Abdi, F.F., Wasisto, H.S., Waag, A. (2021) Ultrashort Pulse Laser Lift-Off Processing of InGaN/GaN Light-Emitting Diode Chips, *ACS Applied Electronic Materials*, 3 (2), pp. 778-788. DOI: 10.1021/acsaelm.0c00913
33. Ismarti, I., **Triyana, K.**, Fadzillah, N.A., Nordin, N.F.H. (2021) The significance of Maillard reaction for species-specific detection gelatine in food industry, *Journal of Physics: Conference Series*, 1731 (1), art. no. 012018, DOI: 10.1088/1742-6596/1731/1/012018

34. Prakoso, W.S.A., Astantri, P.F., **Triyana, K.**, Untari, T., Airin, C.M., Astuti, P. (2021) Rapid Detection of Escherchia coli and Salmonella Typhimurium Using Lab-Made Electronic Nose Coupled with Chemometric Tools, International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, 11 (4), pp. 1494-1500. DOI: 10.18517/ijaseit.11.4.12844
35. Fardela, R., Suparta, G.B., Ashari, A., **Triyana, K.** (2021) Experimental Characterization of Dosimeter Based on a Wireless Sensor Network for A Radiation Protection Program, International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, 11 (4), pp. 1468-1473. DOI: 10.18517/ijaseit.11.4.11875
36. Yusbarina, Y., Roto, R., **Triyana, K.** (2021) Stainless steel/hydroxyl functionalized graphene electrode for electrochemical oxidation of methyl orange, Key Engineering Materials, 884 KEM, pp. 32-38. DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.884.32
37. Agustika, D.K., Mercuriani, I.S., Ariyanti, N.A., Purnomo, C.W., **Triyana, K.**, Iliescu, D.D., Leeson, M.S. (2021) Gas chromatography-mass spectrometry analysis of compounds emitted by pepper yellow leaf curl virus-infected chili plants: A preliminary study, Separations, 8 (9), art. no. 136, DOI: 10.3390/separations8090136
38. Suksmono, A.B., Rulaningtyas, R., **Triyana, K.**, Sitanggang, I.S., Rahaju, A.S., Kusumastuti, E.H., Nabila, A.N.L., Maharani, R.N., Ismayanto, D.F., Katherine, Winarno, Putra, A.P. (2021) Classification of adeno carcinoma, high squamous intraepithelial lesion, and squamous cell carcinoma in Pap smear images based on extreme learning machine, Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering: Imaging

- and Visualization, 9 (2), pp. 115-120. DOI: 10.1080/21681163.2020.1817793
39. Sitanggang, I.S., Akbar, A., Rulaningtyas, R., Suksmono, A.B., **Triyana, K.**, Winarni, D. (2020) Automatic system for stitching microscopic images using OpenPano, AIP Conference Proceedings, 2314, art. no. 0034916, DOI: 10.1063/5.0034916
 40. Julian, T., Hidayat, S.N., Rianjanu, A., Dharmawan, A.B., Wasisto, H.S., **Triyana, K.** (2020) Intelligent Mobile Electronic Nose System Comprising a Hybrid Polymer-Functionalized Quartz Crystal Microbalance Sensor Array, ACS Omega, 5 (45), pp. 29492-29503. DOI: 10.1021/acsomega.0c04433
 41. Agustika, D.K., Hidayat, S.N., **Triyana, K.**, Iliescu, D.D., Leeson, M.S. (2020) Steady-state response feature extraction optimization to enhance electronic nose performance, International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI), 2020-October, pp. 144-149. DOI: 10.23919/EECSI50503.2020.9251887
 42. Rianjanu, A., Julian, T., Hidayat, S.N., Yulianto, N., Majid, N., Syamsu, I., Wasisto, H.S., **Triyana, K.** (2020) Quartz crystal microbalance humidity sensors integrated with hydrophilic polyethyleneimine-grafted polyacrylonitrile nanofibers, Sensors and Actuators, B: Chemical, 319, art. no. 128286, DOI: 10.1016/j.snb.2020.128286
 43. Nasikhudin, Diantoro, M., Kusumaatmaja, A., **Triyana, K.** (2020) Enhancing photocatalytic performance by sonication and surfactant addition on the synthesis process of PVA/TiO₂nanofibers membranes by electrospinning method, AIP Conference Proceedings, 2251, art. no. 040045, DOI: 10.1063/5.0017654

44. Sabilla, S.I., Sarno, R., **Triyana, K.**, Hayashi, K. (2020) Deep learning in a sensor array system based on the distribution of volatile compounds from meat cuts using GC–MS analysis, *Sensing and Bio-Sensing Research*, 29, art. no. 100371, DOI: 10.1016/j.sbsr.2020.100371
45. Roto, R., Rianjanu, A., Rahmawati, A., Fatyadi, I.A., Yulianto, N., Majid, N., Syamsu, I., Wasisto, H.S., **Triyana, K.** (2020) Quartz Crystal Microbalances Functionalized with Citric Acid-Doped Polyvinyl Acetate Nanofibers for Ammonia Sensing, *ACS Applied Nano Materials*, 3 (6), pp. 5687-5697. DOI: 10.1021/acsanm.0c00896
46. Kresnawaty, I., Mulyatni, A.S., Eris, D.D., Prakoso, H.T., Tri-Panji, **Triyana, K.**, Widiastuti, H. (2020) Electronic nose for early detection of basal stem rot caused by Ganoderma in oil palm, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 468 (1), art. no. 012029, DOI: 10.1088/1755-1315/468/1/012029
47. Roto, R., Rianjanu, A., Fatyadi, I.A., Kusumaatmaja, A., **Triyana, K.** (2020) Enhanced sensitivity and selectivity of ammonia sensing by QCM modified with boric acid-doped PVAc nanofiber, *Sensors and Actuators, A: Physical*, 304, art. no. 111902, DOI: 10.1016/j.sna.2020.111902
48. Astantri, P.F., Prakoso, W.S.A., **Triyana, K.**, Untari, T., Airin, C.M., Astuti, P. (2020) Lab-made electronic nose for fast detection of *Listeria monocytogenes* and *Bacillus cereus*, *Veterinary Sciences*, 7 (1), art. no. 20, pp. 1-11. DOI: 10.3390/vetsci7010020
49. Syahidi, I., Prayogo, E., Pratama, B., **Triyana, K.**, Khairurrijal, K., Susanto, H., Suryana, R. (2020) Porous silicon fabrication on N-type Si (111) electrochemical anodization technique with HF:methanol solution,

- Materials Today: Proceedings, 44, pp. 3430-3434. DOI: 10.1016/j.matpr.2021.02.833
50. Pratama, B., Syahidi, I., Prayogo, E., **Triyana, K.**, Khairurrijal, Susanto, H., Suryana, R. (2020) Formation of porous silicon on N-type Si (1 0 0) and Si (1 1 1) substrates by electrochemical anodization method, Materials Today: Proceedings, 44, pp. 3426-3429. DOI: 10.1016/j.matpr.2021.02.832
51. Fardela, R., Suparta, G.B., Ashari, A., **Triyana, K.** (2020) Radiation dose rate measurement for protection programs in the work environment for the health workers: An experimental study, Periodico Tche Quimica, 17 (36), pp. 662-673.
52. Sarno, R., **Triyana, K.**, Sabilla, S.I., Wijaya, D.R., Sunaryono, D., Faticah, C. (2020) Detecting Pork Adulteration in Beef for Halal Authentication using an Optimized Electronic Nose System, IEEE Access, DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3043394
53. Kusumaatmaja, A., Nur, W., Chotimah, **Triyana, K.** (2020) Hydrophilic/hydrophobic property changes on polyacrylonitrile/cellulose acetate nanofiber membrane, Materials Science Forum, 990 MSF, pp. 215-219. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.990.215
54. Humairah, N.A., Fadlunisa, F., Histingtyas, K.A., Fatyadi, I.A., Roto, R., Kusumaatmaja, A., **Triyana, K.** (2020) Molecular imprinting polymer-based QCM sensor for detection of α -pinene, Key Engineering Materials, 840 KEM, pp. 418-423.
55. Jihad, I., Hendrawan, J., Putra, A.S., **Triyana, K.**, Absor, M.A.U. (2020) Prediction of rashba effect on two-dimensional MX monochalcogenides (M = Ge, Sn and X = S, Se, Te) with buckled square lattice, Indonesian

- Journal of Chemistry, 20 (3), pp. 697-704. DOI: 10.22146/ijc.49331
56. Junaidi, Maulidiasani, K., **Triyana, K.**, Khairurrijal (2020) Thin films of silver nanowires for flexible, transparent, and conductive (FTC) electrodes, International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, (1), pp. 137-144. DOI: 10.18517/ijaseit.10.1.5889
57. Ismarti, I., **Triyana, K.**, Fadzilah, N.A., Salleh, H.M., Nordin, N.F.H. (2020) Optimisation of the maillard reaction of bovine gelatine-xylose model using response surface methodology, Food Research, 4, pp. 99-106. DOI: 10.26656/fr.2017.4(S1).S13
58. Rianjanu, A., **Triyana, K.**, Nugroho, D.B., Kusumaatmaja, A., Roto, R. (2020) Electrospun polyvinyl acetate nanofiber modified quartz crystal microbalance for detection of primary alcohol vapor, Sensors and Actuators, A: Physical, 301, art. no. 111742, DOI: 10.1016/j.sna.2019.111742
59. Hidayat, S.N., Rusman, A., Julian, T., **Triyana, K.**, Veloso, A.C.A., Peres, A.M. (2019) Electronic nose coupled with linear and nonlinear supervised learning methods for rapid discriminating quality grades of superior java cocoa beans, International Journal of Intelligent Engineering and Systems, 12 (6), pp. 167-176. DOI: 10.22266/ijies2019.1231.16
60. **Triyana, K.**, Rianjanu, A., Nugroho, D.B., As'ari, A.H., Kusumaatmaja, A., Roto, R., Suryana, R., Wasisto, H.S. (2019) A highly sensitive safrole sensor based on polyvinyl acetate (PVAc) nanofiber-coated QCM, Scientific Reports, 9 (1), art. no. 15407, DOI: 10.1038/s41598-019-51851-0

61. Nugroho, D.B., Rianjanu, A., **Triyana, K.**, Kusumaatmaja, A., Roto, R. (2019) Quartz crystal microbalance-coated cellulose acetate nanofibers overlaid with chitosan for detection of acetic anhydride vapor, *Results in Physics*, 15, art. no. 102680, DOI: 10.1016/j.rinp.2019.102680
62. Syamsu, I., Granz, T., Scholz, G., Mariana, S., Yulianto, N., Daul, L., Koenders, L., **Triyana, K.**, Daniel Prades, J., Peiner, E., Waag, A., Wasisto, H.S. (2019) Design and fabrication of AlN-on-Si chirped surface acoustic wave resonators for label-free cell detection, *Journal of Physics: Conference Series*, 1319 (1), art. no. 012011, DOI: 10.1088/1742-6596/1319/1/012011
63. Hidayat, S.N., **Triyana, K.**, Fauzan, I., Julian, T., Lelono, D., Yusuf, Y., Ngadiman, N., Veloso, A.C., Peres, A.M. (2019) The electronic nose coupled with chemometric tools for discriminating the quality of black tea samples in situ, *Chemosensors*, 7 (3), art. no. 29, DOI: 10.3390/chemosensors7030029
64. Rianjanu, A., Nugroho, D.B., Kusumaatmaja, A., Roto, R., **Triyana, K.** (2019) A study of quartz crystal microbalance modified with polyvinyl acetate nanofiber to differentiate short-chain alcohol isomers, *Sensing and Bio-Sensing Research*, 25, art. no. 100294, DOI: 10.1016/j.sbsr.2019.100294
65. Julian, T., Rianjanu, A., Hidayat, S.N., Kusumaatmaja, A., Roto, R., **Triyana, K.** (2019) Quartz crystal microbalance coated with PEDOT-PSS/PVA nanofiber for a high-performance humidity sensor, *Journal of Sensors and Sensor Systems*, 8 (2), pp. 243-250. DOI: 10.5194/jsss-8-243-2019
66. Astuti, S.D., Mukhammad, Y., Duli, S.A.J., Putra, A.P., Setiawatie, E.M., **Triyana, K.** (2019) Gas sensor array

- system properties for detecting bacterial biofilms, *Journal of Medical Signals and Sensors*, 9 (3), pp. 158-164. DOI: 10.4103/jms.JMSS_60_18
67. Rianjanu, A., Hasanah, S.A., Nugroho, D.B., Kusumaatmaja, A., Roto, R., **Triyana, K.** (2019) Polyvinyl acetate film-based quartz crystal microbalance for the detection of benzene, toluene, and xylene vapors in air, *Chemosensors*, 7 (2), art. no. 20, DOI: 10.3390/chemosensors7020020
68. Sabilla, S.I., Sarno, R., **Triyana, K.** (2019) Optimizing threshold using pearson correlation for selecting features of electronic nose signals, *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, 12 (6), pp. 81-90. DOI: 10.22266/ijies2019.1231.08
69. Rianjanu, A., **Triyana, K.**, Nurbaiti, N., Hasanah, S.A., Kusumaatmaja, A., Roto, R. (2019) An enhanced safrole sensing performance of a polyacrylonitrile nanofiber-based-QCM sensor by overlaying with chitosan, *Sains Malaysiana*, 48 (9), pp. 2041-2049. DOI: 10.17576/jsm-2019-4809-25