

**RAPAT TERBUKA
UNIVERSITAS GADJAH MADA**



**MEMBANGUN INOVASI
SAINTEK UGM UNTUK NKRI**

Puncak Peringatan Dies Natalis ke-69
UNIVERSITAS GADJAH MADA
19 Desember 2018

MEMBANGUN INOVASI SAINTEK UGM UNTUK NKRI:

Puncak Peringatan Dies Natalies ke-69 Universitas Gadjah Mada 19 Desember 2018

TIM PENYUSUN

Ketua:

Prof. Dr. Suratman, M.Sc.

Sekretaris:

Prof. Dr. Chairil Anwar

Anggota:

Prof. Dr. Ir. Bambang Triatmodjo

Dr. Budi S. Daryono, M.Agr.Sc.

Prof. Drs. Koentjoro, MBS., Ph.D.

Prof. Dr. Gunawan Sumodiningrat, M.Ec.

Proofreader:

Heru Sutrisno, S.Hut. M.Sc.

Venantia Melinda Sari, S.I.P.

Nanik Andayani, S.S.

Desain grafis:

Pram's

Tata letak isi:

Samsul

Penerbit:

Gajah Mada University Press

Anggota IKAPI

Ukuran: 15,5 X 22 cm; 58 hlm

ISBN: 978-602-386-341-9

Redaksi:

Jl. Grafika No. 1, Bulaksumur

Yogyakarta, 55281

Telp./Fax.: (0274) 561037

ugmpress.ugm.ac.id | gmupress@ugm.ac.id

Cetakan pertama: Desember 2018

Hak Penerbitan © 2018 Gajah Mada University Press

Dilarang mengutip dan memperbanyak tanpa izin tertulis dari penerbit, sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apa pun, baik cetak, photoprint, microfilm, dan sebagainya.

Yang kami hormati,
Sri Sultan Hamengku Buwono X,
Ketua, Sekretaris, dan anggota Majelis Wali Amanat,
Ketua, Sekretaris, dan anggota Dewan Guru Besar,
Ketua, Sekretaris, dan anggota Senat Akademik,
Rektor dan Wakil Rektor,
Para Dekan dan Wakil Dekan,
Kepala Pusat Studi,
Ketua dan Sekretaris Senat Fakultas,
Para dosen, tenaga kependidikan, dan mahasiswa,
Para pengurus dan anggota Keluarga Alumni Universitas Gadjah Mada,
Para tamu undangan dan hadirin yang kami muliakan.

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Selamat pagi, salam sejahtera, Om swastiastu.

Puji syukur kita panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena dengan perkenan-Nya hari ini kita dapat berkumpul di sini untuk memperingati Dies Natalis Universitas Gadjah Mada yang ke-69.

Hadirin yang kami hormati.

Perkembangan sains dan teknologi adalah setua manusia. Banyak penemuan yang diklaim setelah abad ke-11 sebenarnya berasal dari zaman Yunani dan Cina berabad-abad sebelumnya. Informasi ilmiah yang diajukan oleh filsuf Yunani, Aristoteles (384–322 SM), dan yang lain hilang pada Abad Kegelapan di Inggris dan Eropa setelah runtuhnya kekaisaran Romawi.

Dengan adanya sumber daya alam yang berlimpah, seperti minyak, gas bumi, hutan, lautan, sungai, danau, mangrove, gambut, dan beragam ekosistem yang terbentang dari timur hingga barat, meyakinkan kita bahwa Indonesia adalah negara yang sangat kaya.

Lahirnya ‘teknologi’ sendiri adalah ketika manusia awal yang mirip, *Homo habilis* (‘orang terampil’, 2,6 juta tahun SM) membuat sisi (situs) tajam dari batu. Kemudian, *Homo neanderthalis* atau manusia gua (200.000–30.000 tahun SM) menggunakan alat dan senjata dan merupakan nenek moyang *Homo sapiens* yang sangat sukses, spesies yang kita kenali sebagai nenek moyang kita saat ini.

Dalam perkembangan teknologi tersebut, Indonesia mempunyai potensi untuk berkembang menjadi negara maju. Dengan adanya sumber daya alam yang berlimpah, seperti minyak, gas bumi, hutan, lautan, sungai, danau, mangrove, gambut, dan beragam ekosistem yang terbentang dari Sabang sampai Merauke, dari Miangas hingga Pulau Rote, meyakinkan kita bahwa Indonesia adalah negara yang sangat kaya. Indonesia pernah berjaya dalam perkembangan teknologi pada era Medang, Sriwijaya, Majapahit, dan Mataram.

Kekayaan alam dan sejarah besar ini yang menjadi pegangan Universitas Gadjah Mada—sejak awal berdiri hingga sekarang—untuk selalu inovatif dan kreatif dalam menjalankan Tridharma Perguruan Tinggi. Penelitian inovatif yang memiliki dampak luas (*high impact*) terus dilakukan untuk memecahkan masalah pembangunan nasional dan kedaulatan bangsa Indonesia. Pada orasi ilmiah Dies Ke-69 UGM kali ini kami sampaikan inovasi sains dan teknologi UGM dengan judul:

“MEMBANGUN INOVASI SAINTEK UGM UNTUK NKRI”

Hadirin yang kami muliakan.

Pedang, pisau, dan persenjataan lain mewakili masyarakat yang suka berperang, tetapi juga diartikan sebagai barang penunjuk status sosial, mungkin diberikan sebagai hadiah diplomatik antarsuku, yang digambarkan sebagai belati Celtic Zaman Besi dari 250–50 SM. Kemudian, roda merupakan penemuan yang paling lama digunakan dalam sejarah manusia, memiliki pengaruh terbesar pada perkembangan peradaban modern.

Pada abad ke-15, kemunculan mesin cetak mekanik mampu membuat salinan lembaran kertas dan buku yang identik. Mencetak dan menyebarkan pengetahuan dan informasi merupakan proses yang sangat lambat sebelum penemuan tipografi. Johannes Gutenberg (1398–1468) mengembangkan mesin cetak mekanik pertama pada tahun 1440-an. Buku cetak pertama adalah Alkitab pada tahun 1456 dengan jumlah 150 eksemplar. Setiap Alkitab sebelumnya membutuhkan waktu tiga tahun untuk dibuat dengan tangan. Kemudian, kita mengenal teleskop yang ditemukan oleh orang Belanda, Hans Lippershey (1570–1619). Pada 1610, dengan menggunakan desainnya yang ditingkatkan, Galileo Galilei (1564–1642) mampu membuktikan bahwa Bumi berputar mengelilingi Matahari. Hal ini menegaskan ide-ide astronom Polandia, Nicolaus Copernicus (1473–1543), tetapi membuat marah Gereja Katolik yang telah mengadopsi gagasan bahwa Bumi adalah pusat dari segalanya.

Pada abad ke-15, kemunculan mesin cetak mekanik mampu membuat salinan lembaran kertas dan buku yang identik. Mencetak dan menyebarkan pengetahuan dan informasi merupakan proses yang sangat lambat sebelum penemuan tipografi.

Seiring perkembangannya, teknologi mengubah hal yang mustahil menjadi mungkin. Melihat benda-benda kecil kini dapat dilakukan berkat Hans Janssen dan putranya, yang meletakkan lensa kaca bersama pada tahun 1590 untuk membuat mikroskop primitif.

Revolusi Industri I ditandai dengan berkembangnya tenaga uap. Pada era ini mesin uap berfungsi untuk menghidupkan mesin pabrik.

Seiring perkembangannya, teknologi mengubah hal yang mustahil menjadi mungkin. Melihat benda-benda kecil kini dapat dilakukan berkat Hans Janssen dan putranya, yang meletakkan lensa kaca bersama pada tahun 1590 untuk membuat mikroskop primitif. Anton van Leeuwenhoek (1632–1723) mengambil penemuan ini selangkah lebih maju pada 1676 dengan perbesaran 270 kali dan menemukan makhluk bersel tunggal kecil di air tambak. Pada akhirnya, alat ini membantu pemahaman kita tentang mikroorganisme dan penyakit. Mikroskop adalah alat untuk melihat objek yang terlalu kecil untuk dapat dilihat oleh mata telanjang. Hari ini, ada mikroskop elektron, yang menggunakan medan magnet dan sinar elektron, bukan lensa dan cahaya, sehingga memungkinkan untuk melihat bahkan atom sekalipun.

Hadirin yang kami banggakan.

Revolusi Industri I ditandai dengan berkembangnya tenaga uap. Pada era ini mesin uap berfungsi untuk menghidupkan mesin pabrik. James Watt (1736–1819) diakui sebagai penemu mesin uap pada 1765. Hal ini menyebabkan ekspansi kereta api yang cepat di seluruh Inggris dan dunia. Kombinasi besi dan uap membuka jalan bagi proyek-proyek rekayasa besar dari Kerajaan Isambard Kingdom Brunel (1806–1859).

Pada periode ini pula fotografi ditemukan oleh warga Perancis, Joseph Nicéphore Niépce (1765–1833). Menggunakan ‘bitumen Judea’ yang

tersebar di piring timah dan paparan delapan jam di bawah sinar matahari yang cerah, menghasilkan gambar permanen pertama. Tekniknya diperbaiki oleh rekannya, Louis Daguerre (1787–1851), menggunakan senyawa perak, dasar fotografi modern. Sudah pada abad ke-16, perangkat yang disebut “kamera *obscura*” mampu memproyeksikan gambar di papan, tetapi tidak dapat menangkap gambar permanen. Pada tahun 1888, George Eastman mendaftarkan merek dagang Kodak (yang hanya merupakan kombinasi dari beberapa huruf favoritnya), yang sudah lama dikenal karena berbagai macam produk film fotografinya.

Hadirin yang terhormat.

Revolusi Industri II ditandai dengan masifnya industri manufaktur. Pada fase ini pula bola lampu listrik Thomas Edison diciptakan dan menjadi yang terbaik pada tahun 1879. Fisikawan Jerman, Heinrich Hertz (1857–1854), berhasil membuktikan keberadaan gelombang radio yang dapat merambat ke segala arah dengan kecepatan 300.000 km per detik. Kemudian, Guglielmo Marconi (1874–1937) mendirikan stasiun radio pertama di dunia untuk mengirim dan menerima kode Morse. Pada pergantian abad, yaitu tahun 1903, dua tukang reparasi sepeda dari Ohio, Wilbur dan Orville Wright, membangun dan menerbangkan pesawat pertama yang sangat sukses di dekat Kitty Hawk, North Carolina. Sejak

Revolusi Industri II ditandai dengan masifnya industri manufaktur. Pada fase ini pula bola lampu listrik Thomas Edison diciptakan dan menjadi yang terbaik pada tahun 1879.

saat itu, kemajuan pesat dan keuntungan militer dari penerbangan terealisasi dalam Perang Dunia I.

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dapat dilihat sebagai hal yang baik atau buruk. Penemuan bubuk mesiu pasti tampak seperti itu. Pada tahun 1932, fisikawan John Cockcroft dan Ernest Walton melakukan hal yang mustahil, yaitu mereka membagi atom. Mereka membuktikan teori relativitas yang diperkenalkan oleh Einstein pada 1905. Einstein membuka kunci rahasia inti atom. Memisahkan atom merupakan pencapaian ilmiah yang cemerlang. Namun, memiliki pengetahuan itu memungkinkan para ilmuwan mengembangkan bom atom. Penggunaan bom atom di Hiroshima dan Nagasaki di Jepang untuk mengakhiri Perang Dunia II pada tahun 1945 merupakan keputusan politik yang sangat kontroversial. Kita sekarang tahu bahwa tidak ada jalan untuk kembali setelah penemuan ilmiah dan teknologi dilakukan.

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dapat dilihat sebagai hal yang baik atau buruk. Penemuan bubuk mesiu pasti tampak seperti itu. Pada tahun 1932, fisikawan John Cockcroft dan Ernest Walton melakukan hal yang mustahil, yaitu mereka membagi atom.

Hadirin yang berbahagia.

Setelah penemuan-penemuan baru di Perang Dunia II, kemajuan dalam sains dan teknologi datang dengan cepat. Plastik dikembangkan untuk pertama kalinya. Pada 1949, komputer elektronik pertama yang diprogram praktis mengalami masalah matematika. Pada 1960-an, *chip* silikon elektronik ditemukan, komputer menjadi lebih kecil dan lebih kuat. Pada 1984, *compact disk* lahir dan revolusi digital pun dimulai. *Website* di seluruh dunia telah

Setelah penemuan-penemuan baru di Perang Dunia II, kemajuan dalam sains dan teknologi datang dengan cepat. Plastik dikembangkan untuk pertama kalinya. Pada 1949, komputer elektronik pertama yang diprogram praktis mengalami masalah matematika.

memberi kita akses ke miliaran dokumen dengan informasi dan gambar serta belanja *online* dan perbankan.

Menggunakan teknologi telepon seluler berarti kita memiliki kontak instan dengan teman dan keluarga. Selama periode ini, ada juga kemajuan besar dalam genetika sejak ditemukannya struktur DNA pada tahun 1953. Saat ini, bioteknologi dan rekayasa genetika menunjukkan tren pertumbuhan yang cepat dan menjadi bisnis besar. Sangat menarik untuk bertanya-tanya, apa selanjutnya? Mungkin ruang adalah batas akhir, seperti yang disarankan di “*Star Trek*”. Saat ini ruang pun telah terlampaui dengan hadirnya revolusi industri 4.0 dimana ruang dan waktu tidak lagi membatasi kehidupan kita.

Hutan, lautan, sungai, danau, mangrove, gambut, terumbu karang, dan beragam ekosistem yang terbentang dari Indonesia bagian timur hingga barat, di laut dan di darat serta pada setiap pulau telah meyakinkan kita bahwa Indonesia sangat kaya akan sumber daya alam dan keanekaragaman hayati.

PERKEMBANGAN SAINTEK INDONESIA

Hadirin yang kami muliakan.

Indonesia merupakan negara yang terkenal dengan kekayaan sumber daya alamnya. Hutan, lautan, sungai, danau, mangrove, gambut, terumbu karang, dan beragam ekosistem yang terbentang dari Indonesia bagian timur hingga barat, di laut dan di darat serta pada setiap pulau telah meyakinkan kita bahwa Indonesia sangat kaya akan sumber daya alam dan keanekaragaman hayati. Secara biogeografis, bentang alam Indonesia membentuk *bioregion* yang dapat dipisahkan antara biogeografi flora dan fauna Asia dengan Australasia sehingga terbentuklah garis

Wallacea dan garis biogeografi, seperti garis Weber dan Lydekker. Posisi tersebut menyebabkan Indonesia mempunyai keanekaragaman hayati yang sangat tinggi, mungkin lebih tinggi daripada Brazil apabila sumber daya hayati yang ada di laut dan darat sudah dijelajahi seluruhnya.

Keanekaragaman hayati merupakan komponen penting dalam keberlangsungan bumi dan isinya, termasuk eksistensi kita sebagai manusia. Berbagai jasa dan layanan keanekaragaman hayati sudah dimanfaatkan sejak manusia ada, mulai dari sebagai sumber sandang dan pangan, obat-obatan, energi, jasa penyedia air dan udara bersih, perlindungan dari bencana alam, hingga regulasi iklim. Keanekaragaman hayati ini jugalah yang melahirkan kemajuan teknologi di Nusantara.

Tingginya teknologi yang dimiliki Nusantara dapat dilihat pada peninggalan budaya Medang (Mataram Kuno) yang berlokasi di Jawa Tengah, yaitu Candi Borobudur dan Prambanan yang telah diakui sebagai warisan budaya dunia oleh UNESCO. Sebagian besar candi di Nusantara dibangun pada era Medang, yaitu sekitar abad 8–10. Candi-candi yang dibangun dengan arsitektur monumental megah dan masih bertahan hingga kini menunjukkan tingginya budaya dan teknologi pada waktu itu. Berdasarkan kajian akan bentuk simetris candi, diperkirakan perancangan arsitektur candi tersebut telah menerapkan prinsip-prinsip matematika biner. Dengan kata lain, cikal bakal matematika

Tingginya teknologi yang dimiliki Nusantara dapat dilihat pada peninggalan budaya Medang (Mataram Kuno) yang berlokasi di Jawa Tengah, yaitu Candi Borobudur dan Prambanan yang telah diakui sebagai warisan budaya dunia oleh UNESCO

biner yang sekarang sudah jauh berkembang dan diterapkan dalam teknologi informasi dan komputer sudah dikenal dan diterapkan pada zaman Medang. Selain pembangunan candi-candi yang megah, pencapaian lain dalam bidang teknologi pada era ini adalah ditemukannya sistem irigasi untuk pertanian, metalurgi, dan perkapalan.

Pada era ini juga berdiri kerajaan besar di Sumatera, yaitu Sriwijaya yang bercirikan sebagai kerajaan maritim. Kerajaan Sriwijaya mengandalkan hegemoni pada kekuatan armada lautnya dalam menguasai alur pelayaran, jalur perdagangan, menguasai dan membangun beberapa kawasan strategis sebagai pangkalan armadanya dalam mengawasi, melindungi kapal-kapal dagang, memungut cukai, serta untuk menjaga wilayah kedaulatan dan kekuasaannya. Kemajuan di bidang teknologi perkapalan berkembang pesat pada era ini. Jenis perahu besar bercadik kembar yang ditampilkan di relief Candi Borobudur kemungkinan besar merupakan jenis kapal yang sama yang digunakan oleh Dinasti Syailendra dan Kerajaan Sriwijaya yang menguasai perairan Nusantara pada kurun abad ke-7 hingga ke-13. Bisa dikatakan bahwa era Medang dan Sriwijaya merupakan awal kebangkitan teknologi dan pengetahuan Nusantara.

Kita tentu juga mengenal kebesaran Majapahit yang menguasai wilayah Nusantara pada abad 14 di bawah pimpinan Hayam Wuruk dan patihnya yang legendaris, Gadjah Mada. Teknologi irigasi

Pada era ini juga berdiri kerajaan besar di Sumatera, yaitu Sriwijaya yang bercirikan sebagai kerajaan maritim. Kerajaan Sriwijaya mengandalkan hegemoni pada kekuatan armada lautnya dalam menguasai alur pelayaran, jalur perdagangan, menguasai dan membangun beberapa kawasan strategis sebagai pangkalan armadanya dalam mengawasi, melindungi kapal-kapal dagang, memungut cukai, serta untuk menjaga wilayah kedaulatan dan kekuasaannya.

pertanian dan kelautan semakin berkembang pada era Majapahit dan diakui sebagai negara agraris maritim yang kuat di dunia. Gajah Mada telah menyerukan Sumpah Palapa untuk menyatukan Nusantara dan membangun negara yang sejahtera dan berdaulat. Wilayahnya terbentang dari barat hingga timur dengan keberagaman budaya dan bahasa adat, seperti Indonesia saat ini yang tetap kukuh dengan Bhinneka Tunggal Ika dan Pancasila sebagai dasar hidup. Semangat gotong royong juga telah tertanam dan diwariskan oleh nenek moyang kita.

Ilmu pengetahuan dan teknologi bangsa ini telah maju sejak zaman nenek moyang, dibuktikan dengan teknologi perkapalan yang dapat mengangkat binatang (gajah) beserta akomodasinya dari Pulau Sumatera ke Jawa pada abad 7.

Hadirin yang kami banggakan.

Indonesia memiliki tiga pilar kekuatan, yaitu *nature* (alam) yang begitu kaya akan sumber daya hayati dan sumber daya alam, *culture* (budaya) dengan lebih dari 200 suku bangsa dan bahasa daerah, serta *mankind* (manusia) yang berhasil membawa kejayaan Nusantara dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologinya. Ilmu pengetahuan dan teknologi bangsa ini telah maju sejak zaman nenek moyang, dibuktikan dengan teknologi perkapalan yang dapat mengangkat binatang (gajah) beserta akomodasinya dari Pulau Sumatera ke Jawa pada abad 7. Kita tidak hanya melihat kemajuan perkapalan, tetapi juga navigasi dan ilmu tentang perilaku hewan. Kemegahan Borobudur dan Prambanan menjadi bukti nyata kemajuan bangsa ini. Selain itu, kemampuan mendata dan mendeskripsikan dengan cermat keragaman tumbuhan dan hewan

(biodiversitas) juga dapat dilihat pada relief Candi Borobudur dan Prambanan.

Indonesia mempunyai potensi untuk berkembang menjadi negara maju. Sumber daya alam melimpah, seperti migas, emas, bijih besi, batu bara, perikanan, pertanian, kehutanan, dan sebagainya. Banyaknya jumlah penduduk merupakan potensi sumber daya manusia dan konsumen. Sayangnya, anak bangsa belum bisa mengelola sumber daya alam sepenuhnya. Banyak sumber daya alam yang dikelola bangsa asing.

Di bidang teknologi, kita masih tertinggal dari bangsa-bangsa lain. Kita banyak tergantung pada produk asing. Mulai dari bangun tidur sampai tidur kembali tidak lepas dari produk impor, seperti beras, gula, susu, mobil, motor, HP, televisi, AC, komputer, pesawat terbang, kereta api, dan sebagainya. Jutaan mobil dan motor yang berlalu-lalang di jalanan kota-kota besar sampai pelosok desa tidak satu pun buatan Indonesia.

Kita harus bangkit untuk maju. Kita harus bisa menguasai teknologi seperti mereka. Kita kejar ketertinggalan di bidang penguasaan teknologi melalui pendidikan, pelatihan, dan penelitian. Universitas Gadjah Mada sebagai perguruan tinggi terkemuka di Indonesia harus bisa membawa bangsa ini maju. Pendidikan akan mengantarkan bangsa untuk menguasai ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek). Suatu bangsa dikatakan maju, jika tingkat pendidikannya juga maju.

Di bidang teknologi, kita masih tertinggal dari bangsa-bangsa lain. Kita banyak tergantung pada produk asing. Mulai dari bangun tidur sampai tidur kembali tidak lepas dari produk impor, seperti beras, gula, susu, mobil, motor, HP, televisi, AC, komputer, pesawat terbang, kereta api, dan sebagainya.

Pada masa Orde Baru, Indonesia pernah berusaha menuju negara maju dengan membangun industri berteknologi tinggi seperti IPTN pada tahun 1976 yang memproduksi pesawat terbang, PT. PAL pada tahun 1980 yang bergerak di bidang industri galangan kapal, PT. INKA berdiri tahun 1981 yang memproduksi kereta api, PT. PINDAD pada 1983 yang memproduksi persenjataan. Industri berteknologi tinggi tersebut merupakan langkah awal menuju negara maju.

Hadirin yang kami hormati.

Bangsa Eropa membutuhkan waktu hampir lima abad untuk mencapai kemajuan, yaitu sejak masa Renaisans pada abad 14 sampai abad 19 yang mana teknologi sudah maju. Kemajuan tersebut diawali dengan penemuan-penemuan baru yang berproses cukup lama.

Bangsa Eropa membutuhkan waktu hampir lima abad untuk mencapai kemajuan, yaitu sejak masa Renaisans pada abad 14 sampai abad 19 yang mana teknologi sudah maju. Kemajuan tersebut diawali dengan penemuan-penemuan baru yang berproses cukup lama. Pada pertengahan abad 19, tepatnya tahun 1868, Jepang memulai Restorasi Meiji. Jepang mengadopsi pendidikan Barat dan belajar dari apa yang sudah dicapai Barat. Teknologi yang sudah maju di Barat ditiru, dipelajari, dicermati, diteliti, disempurnakan, dimodifikasi, dan diproduksi oleh bangsa Jepang. Hasilnya, hanya dalam waktu 40 tahun Jepang sudah menyamai kemajuan Barat. Hal yang sama juga dilakukan oleh Korea Selatan dan Cina.

Amerika Serikat (AS) merupakan negara hebat dalam penemuan-penemuan ilmiah, yang ditunjukkan dengan banyaknya ilmuwan AS

memenangkan hadiah Nobel. Lebih dari 280 ilmuwan AS telah memenangkan Nobel. Jumlah ilmuwan Inggris yang mendapatkan Nobel sebanyak 95 orang, disusul Jerman (79 Nobel) dan Perancis (49 Nobel). Sementara itu, Jepang hanya mendapatkan 19 Nobel, Cina hanya satu orang, dan Korea Selatan belum pernah mendapatkannya.

Data tersebut menunjukkan bahwa Jepang, Cina, dan Korea Selatan yang begitu hebat di bidang teknologi. Mereka hebat karena kemampuannya dalam mengadopsi, meniru, dan menyempurnakan teknologi asing serta memproduksinya. Mereka kurang mengembangkan ilmu dasar, tetapi sangat hebat dalam inovasi teknologi terapan yang langsung bermanfaat bagi masyarakat. Dengan mengadopsi teknologi dan budaya Barat, dalam waktu sangat singkat Jepang bisa menyejajarkan diri dengan Eropa dan Amerika. Hal yang sama juga dilakukan oleh Korea Selatan dan Cina.

Lalu, bagaimanakah dengan bangsa Indonesia? Apakah kita berkiblat kepada AS dan Eropa yang begitu hebat di bidang riset, atau meniru Jepang, Cina, dan Korea Selatan yang lebih fokus pada pengembangan ilmu terapan? Sulit untuk mengejar apa yang sudah dilakukan oleh bangsa Amerika. Bagi bangsa yang sedang berkembang, lebih realistis apabila kita mengikuti jejak ketiga negara Asia tersebut. Kita bisa belajar dari keberhasilan bangsa Jepang, Korea Selatan, dan Cina dalam mencapai

Lalu, bagaimanakah dengan bangsa Indonesia? Apakah kita berkiblat kepada AS yang begitu hebat di bidang riset, atau meniru Jepang, Cina, dan Korea Selatan yang lebih fokus pada pengembangan ilmu terapan? Sulit untuk mengejar apa yang sudah dilakukan oleh bangsa Amerika.

kemajuan teknologi, dan menerapkannya di negeri ini.

Kita bisa mengadopsi cara yang mereka tempuh untuk menguasai teknologi. Kita melakukan riset berdasarkan teknologi maju yang sudah dicapai oleh bangsa Jepang dan bangsa-bangsa maju lainnya. Kita pelajari, kita teliti kelebihan dan kekurangannya, kita modifikasi, kita sempurnakan, dan kita produksi untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Kerja sama dengan pihak lain juga perlu dilakukan dalam rangka transfer teknologi. Dengan cara tersebut, penguasaan teknologi bisa lebih cepat dicapai.

Kita bisa mengadopsi cara yang mereka tempuh untuk menguasai teknologi. Kita melakukan riset berdasarkan teknologi maju yang sudah dicapai oleh bangsa Jepang dan bangsa-bangsa maju lainnya.

Kita juga perlu menyadari keunggulan bangsa kita. Teknologi air pada era Majapahit sudah begitu hebat. Budaya maritim dan peradaban sungai terjaga sebagai napas kehidupan bangsa. Ironisnya, paradigma pembangunan Nusantara sempat bergeser ke kehidupan darat kepulauan. Dengan pembangunan daratan yang begitu dominan justru merusak daratan sendiri, juga sungai dan laut. Pemerintah kini mulai sadar bahwa Indonesia harus bangkit sebagai poros maritim dunia. Universitas Gadjah Mada mendukung renaisans Yogyakarta dan NKRI untuk menyongsong kejayaan abad Samudra Hindia, berlayar melampaui fisik seperti istilah berselancar dalam internet.

PERANAN UGM DALAM PENGEMBANGAN SAINTEK DI INDONESIA

Hadirin yang berbahagia.

Universitas Gadjah Mada sejak awal berdiri hingga sekarang memiliki budaya inovatif dan kreatif dalam menjalankan Tridharma Perguruan Tinggi. Penelitian inovatif yang memiliki dampak luas (*high impact*) terus dilakukan untuk memecahkan masalah pembangunan nasional dan kedaulatan bangsa Indonesia. Inovasi di bidang penginderaan jauh berkembang sejak 1970-an untuk tujuan percepatan pembangunan wilayah secara komprehensif. Pada saat itu metode interpretasi foto udara digunakan untuk mendukung pelaksanaan pembangunan ketransmigrasian dan perencanaan penggunaan lahan serta keagrariaan (Kardono dkk.).

Berawal dari iptek bidang penginderaan jauh inilah konsep pemetaan sumber daya terpadu dengan basis *spatial database* berkembang di Indonesia.¹ Penerapan “*integration of remote sensing and GIS*” digunakan sebagai dasar dalam penyusunan *database* sumber daya wilayah *multiscale* dan *multitemporal*. Iptek bidang penginderaan jauh dan sistem informasi geografis dikembangkan oleh UGM dan Bakosurtanal yang sekarang disebut BIG (Badan Informasi Geospasial). Selain itu, dilakukan

Berawal dari iptek bidang penginderaan jauh inilah konsep pemetaan sumber daya terpadu dengan basis *spatial database* berkembang di Indonesia. Penerapan “*integration of remote sensing and GIS*” digunakan sebagai dasar dalam penyusunan *database* sumber daya wilayah *multiscale* dan *multitemporal*.

1. Salah satu inovasi yang dikembangkan adalah Augmented Reality Sandbox untuk simulasi topografi secara realtime mengikuti bentuk pasir yang diubah-ubah bentuknya. Inovasi ini digunakan sebagai simulasi genangan air pada bencana banjir (Taufik, 2014).

pula kerja sama kolaborasi UGM dengan perguruan tinggi ITC di Belanda yang kemudian mendirikan Puspici sebagai pusat pengembangan pengindraan jauh dan GIS berskala internasional. Terobosan pemetaan sumber daya kebumiharian melibatkan bidang geografi, geologi, geodesi, dan geofisika. Inovasi bidang sistem informasi geografis berkembang dan mendukung lahirnya UUIG (Undang-Undang Informasi Geospasial). Implementasi *one map policy* merupakan inovasi IT dalam sistem pembangunan nasional NKRI di era digital.

Pada tahun 1975, UGM bekerja sama dengan Nuffic Belanda melaksanakan penelitian jangka panjang dalam bidang inovasi pengelolaan DAS terpadu di DAS kritis, yaitu DAS Serayu, Jawa Tengah. Konsep dan metode pengelolaan DAS terpadu dikembangkan untuk memetakan potensi dan masalah geomorfologi lahan air, vegetasi/penggunaan lahan, degradasi lingkungan, dan kebencanaan (Karmono dkk.). Penelitian DAS Serayu secara terpadu diterapkan untuk mendukung studi S-1, S-2, dan S-3 di UGM.

Pada tahun 1975, UGM bekerja sama dengan Nuffic Belanda melaksanakan penelitian jangka panjang dalam bidang inovasi pengelolaan DAS terpadu di DAS kritis, yaitu DAS Serayu, Jawa Tengah. Konsep dan metode pengelolaan DAS terpadu dikembangkan untuk memetakan potensi dan masalah geomorfologi lahan air, vegetasi/penggunaan lahan, degradasi lingkungan, dan kebencanaan.

Penelitian kolaboratif internasional ini telah menghasilkan konsep *integrated watershed management* di Indonesia. Dampak luas dari penelitian DAS Serayu bagi pembangunan nasional menjadi rekomendasi dibangunnya Bendungan Jenderal Soedirman di Banjarnegara, Jawa Tengah.

Hadirin yang mulia.

Inovasi pengelolaan lahan kepebisiran, lahan tandus di bentang lahan gumuk pasir di zona selatan DIY dan Jawa Tengah dimulai dengan riset unggulan terpadu (RUT) tahun 1990-an oleh Sutikno dan kawan-kawan. Penelitian bersifat terpadu dengan melibatkan bidang kehutanan, pertanian, dan peternakan. Pada saat itu lahan pasir tandus tidak dimanfaatkan oleh masyarakat secara produktif. Melalui *integrated farming system* maka diujilah lahan pasir dengan model *dempplot (demonstration plot)* pertanian. Dampak luas dari penerapan konsep *integrated farming system* di kawasan pesisir ialah mendukung implementasi “*integrated coastal zone management*”. Dampak luas dari penelitian inovatif ini, yaitu adanya perubahan pengelolaan wilayah kepebisiran dalam meningkatkan ekonomi masyarakat pesisir di Yogyakarta hingga ke wilayah Jawa Tengah bagian selatan.

Selain itu juga munculnya inovasi objek wisata di Pantai Depok, Gua Cemara di Bantul, dan objek wisata di Kebumen yang merupakan hutan konservasi pantai, pengelolaan lingkungan tandus yang inovatif dengan melibatkan masyarakat pesisir ini berdampak pada pusat pertumbuhan pembangunan wilayah dan ekonomi kreatif masyarakat. Bentuk inovasi irigasi lahan pasir tandus di pesisir tersebut dikenal dengan irigasi sumur renteng.

Pada tahun 1970-an, UGM juga melaksanakan riset kependudukan dengan fokus kajian demografi

Selain itu juga munculnya inovasi objek wisata di Pantai Depok, Gua Cemara di Bantul, dan objek wisata di Kebumen yang merupakan hutan konservasi pantai, pengelolaan lingkungan tandus yang inovatif dengan melibatkan masyarakat pesisir ini berdampak pada pusat pertumbuhan pembangunan wilayah dan ekonomi kreatif masyarakat.

dan *family planning* untuk pembangunan SDM Indonesia yang dikenal dengan Keluarga Berencana (Masri Singarimbun, Ida Bagus Mantra). Selain itu juga dikaji masalah ketenagakerjaan dan ketransmigrasian. Program Keluarga Berencana telah mampu mengendalikan masalah kependudukan di Indonesia.

Upaya pelestarian gumuk pasir tipe *barchan* di Pantai Parangtritis dimulai pada tahun 1992 dengan rintisan kerja sama Fakultas Geografi UGM dengan pemerintah DIY di bawah arahan Sultan Hamengku Buwono X. Konsep inovatif pelestarian ekosistem gumuk pasir dilakukan melalui kerja sama antara Fakultas Geografi, Bakosurtanal Pemda DIY, dan Pemkab Bantul. Hasil kajian di lapangan ialah ditetapkannya zonasi monumen alam gumuk pasir dan museum gumuk pasir. Monumen Alam Gumuk Pasir *Barchan* diresmikan oleh Ir. Hatta Rajasa sebagai Menristek, sedangkan peletakan batu pertama pembangunan Museum Gumuk Pasir dan Laboratorium dilakukan oleh Sultan Hamengku Buwono X pada tahun 2002 (Suratman dkk.). Selanjutnya, Museum Gumuk Pasir dan Monumen Alam *Barchan* dikembangkan menjadi *Geomaritime Science Technopark* (GSTP) Parangtritis yang diresmikan oleh Menristek Prof. Nasir dan Sultan Hamengku Buwono X sebagai Gubernur DIY, serta Rektor UGM. GSTP Parangtritis sekarang menjadi pusat unggulan riset inovatif yang mendukung visi DIY dalam memasuki abad Samudra Hindia dan NKRI sebagai Poros Maritim Dunia.

Konsep inovatif pelestarian ekosistem gumuk pasir dilakukan melalui kerja sama antara Fakultas Geografi, Bakosurtanal Pemda DIY, dan Pemkab Bantul. Hasil kajian di lapangan ialah ditetapkannya zonasi monumen alam gumuk pasir dan museum gumuk pasir.

GSTP Parangtritis disambut baik oleh masyarakat pesisir di Bantul, yaitu dengan dikembangkannya Pantai Depok sebagai objek wisata baru bersama Monumen Alam Gumuk Pasir dan Museum Gumuk Pasir. Berbagai aktivitas ekonomi masyarakat pesisir mulai kreatif, seperti nelayan, pedagang kuliner, dan *home industry*, serta atraksi-atraksi budaya dan wisata pendidikan.

Pengembangan ilmu geo-sains untuk kebencanaan juga terus dilakukan dengan mempertimbangkan Indonesia sebagai *multihazard country*. Maka, pada tahun 2002 dibentuklah Pusat Studi Bencana Alam di UGM yang pertama di Indonesia (Sutikno dkk.). Pengembangan berikutnya ialah didirikannya *Geoinformation for Spatial Planning and Disaster Risk Management*. Dampak penting secara nasional ialah lahirnya UU No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, yang sekarang ini Indonesia memiliki institusi BNPB dan BPBD di seluruh wilayah. UGM mengembangkan pula sistem informasi kebencanaan berupa aplikasi mobile GOTRO (Gotong Royong) yang menginformasikan kondisi posko pengungsi korban bencana (Anggri Setiawan).

Penelitian berskala internasional di bidang ekosistem karst diawali dengan kerja sama *International Geography Union*, Komisi Karst Dunia yang diketuai oleh Urushibara Yoshino sejak tahun 1991 sampai dengan 2002. Penelitian ekosistem karst dilakukan di Gunungsewu di zona selatan

Penelitian berskala internasional di bidang ekosistem karst diawali dengan kerja sama *International Geography Union*, Komisi Karst Dunia yang diketuai oleh Urushibara Yoshino sejak tahun 1991 sampai dengan 2002.

Jawa dan juga karst di zona utara Jawa. Selain itu juga penelitian karst di Bali. Hasil penelitian ini disambut baik oleh Sultan Hamengku Buwono X dan puncaknya diresmikannya kawasan ekokarst oleh Presiden Susilo Bambang Yudhoyono, yang mana sekarang kawasan Gunungsewu ditetapkan menjadi *Geopark* Gunungsewu oleh UNESCO (Suratman dkk.).

Pada bidang lingkungan dan kebencanaan, berbagai inovasi terus dikembangkan, mengingat kerusakan lingkungan di Indonesia terus meningkat, seperti pencemaran air, udara, kerusakan lahan, kerusakan hutan, dan kemiskinan, serta timbulnya berbagai bencana yang merugikan kehidupan, baik harta, jiwa, maupun aset fisik di suatu wilayah yang terkena bencana.

Dampak dari status Gunungsewu sebagai *geopark* dunia sangat dirasakan dalam pembangunan wilayah, yaitu tumbuhnya kegiatan ekonomi kreatif masyarakat karst yang berbasis wisata alam, mulai dari pantai karst hingga gua karst dan sungai bawah tanah, yang mencakup Kabupaten Gunungkidul, Wonogiri, dan Pacitan. Konsep *geopark* sangat sesuai dengan program SDGs yang mengutamakan pertumbuhan ekonomi secara berkelanjutan dengan menitikberatkan pelestarian ekosistem untuk generasi masa depan. Peran UGM sangat penting untuk mempertahankan Gunungsewu sebagai *geopark* dunia, yaitu melalui edukasi dan penelitian serta pemberdayaan masyarakat untuk budaya pelestarian. Tiga aspek yang perlu dijaga ialah *geodiversity*, *biodiversity*, dan *cultural diversity*.

Pada bidang lingkungan dan kebencanaan, berbagai inovasi terus dikembangkan, mengingat kerusakan lingkungan di Indonesia terus meningkat, seperti pencemaran air, udara, kerusakan lahan, kerusakan hutan, dan kemiskinan, serta timbulnya berbagai bencana yang merugikan kehidupan, baik

harta, jiwa, maupun aset fisik di suatu wilayah yang terkena bencana. Dalam upaya membangun Indonesia tangguh dan ramah lingkungan, telah didirikan Klinik Lingkungan dan Mitigasi Bencana (KLMB) yang merupakan inovasi ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang lingkungan hidup dan mitigasi kebencanaan (Suratman, 2010). Gagasan ini ditengarai dengan adanya gempa bumi dan letusan Merapi pada tahun 2006 dan 2010. Dalam hal ini, KLMB bekerja sama dengan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) dan BNPB. Inovasi KLMB mengutamakan pengembangan riset unggulan untuk mendukung penanganan lingkungan dan kasus lingkungan serta bencana. Jejaring Laboratorium Forensik Nasional telah disiapkan untuk membantu penegakan hukum di bidang lingkungan hidup, seperti kasus kebakaran hutan gambut, pencemaran oleh limbah pertambangan dan industri. Selain itu juga mendukung Jejaring Forensik Internasional dalam menangani kasus kerusakan lingkungan di perbatasan dan/atau di daerah yang dilindungi.

Dalam merespons *global climate change* yang mengancam kehidupan masa depan planet Bumi, UGM telah melakukan program restorasi sungai dan adaptasi Program Kampung Iklim (ProKlim) yang diawali dengan kerja sama UGM dengan Kementerian Lingkungan Hidup.

Hadirin yang berbahagia.

Dalam merespons *global climate change* yang mengancam kehidupan masa depan planet Bumi, UGM telah melakukan program restorasi sungai dan adaptasi Program Kampung Iklim (ProKlim) yang diawali dengan kerja sama UGM dengan Kementerian Lingkungan Hidup (Arif Yuwono, 2015). Dalam Gerakan Restorasi Sungai dilakukan

Kiprah Gerakan Sekolah Sungai dan Srikandi Sungai, sesuai dengan visi UGM sebagai kampus *ESD for SDGs* yang diapresiasi oleh UNESCO yang mengutamakan ciri gotong royong. Dewasa ini, Gerakan Sekolah Sungai dan Srikandi Sungai telah meliputi seluruh provinsi dan pulau-pulau besar di Indonesia.

deklarasi bersama Sultan Hamengku Buwono X pada Hari Air Dunia tanggal 25 Maret 2015 di Sungai Gajah Wong. Kemudian berlanjut dengan dibentuknya Komunitas Peduli Sungai dan Sekolah Sungai, serta Kongres Sungai di Banjarnegara yang dihadiri oleh Menteri Pekerjaan Umum, Basuki Hadimuljono, Menteri Koordinator Pembangunan Manusia dan Kebudayaan, Puan Maharani, dan Gubernur Jawa Tengah, Ganjar Pranowo. Era gerakan masyarakat ini merupakan tonggak baru memulihkan peradaban budaya sungai dan mendukung negara maritim Indonesia (Nawacita). Selain itu juga lahirnya gerakan perempuan sungai yang disebut Srikandi Sungai Indonesia yang dibentuk di Museum Afandi pada 29 April 2016 dalam rangka memperingati Hari Kartini. Gerakan Srikandi Sungai Indonesia diapresiasi oleh BNPB dan KPPPA oleh Yohana Susana Yembise (Suratman dkk.).

Kiprah Gerakan Sekolah Sungai dan Srikandi Sungai, sesuai dengan visi UGM sebagai kampus *ESD for SDGs* yang diapresiasi oleh UNESCO yang mengutamakan ciri gotong royong. Dewasa ini, Gerakan Sekolah Sungai dan Srikandi Sungai telah meliputi seluruh provinsi dan pulau-pulau besar di Indonesia. Jejaring Internasional segera merespons gerakan ini sehingga UGM menjadi contoh model pemberdayaan masyarakat dalam ESD dan melalui Jejaring KKN Internasional.

Gerakan masyarakat peduli lingkungan sungai diperluas dengan model sekolah gunung dan pantai oleh BNPB. Inovasi pemberdayaan masyarakat ini

telah mampu menggerakkan multi-*stakeholder* dan berdampak pada pertumbuhan ekonomi masyarakat sungai dengan membuat taman sungai (*economy river park*) di seluruh Indonesia. Baru saja diresmikan 14 taman sungai kreatif karya masyarakat untuk mendukung program pengentasan kemiskinan dan lingkungan kumuh di sekitar badan sungai (*waterfront city, smart city*) oleh Gubernur Jawa Tengah dan Menteri Yohana Susana Yembise.

Hadirin yang berbahagia.

Atas pertimbangan bahwa diperlukan ilmu pengetahuan empiris yang menitikberatkan pada kajian benda hidup atau organisme, UGM menyelenggarakan Pendidikan Tinggi Ilmu Biologi. Hal ini tentu didasari dengan status Indonesia sebagai negara yang kaya akan keanekaragaman hayati. Keanekaragaman ini meliputi keanekaragaman ekosistem, spesies, dan genetik. Oleh karena itu, pengembangan biologi sebagai ilmu dasar dirasa sangat penting dalam konteks pengelolaan sumber daya alam yang dimiliki Indonesia serta menunjang pengembangan ilmu lain yang terkait dengan sistem hayati.

Pada 1960, Gembong Tjitrosoepomo sudah dianggap sebagai rujukan nasional dalam bidang sistematika tumbuhan dan dendrologi karena inovasinya dalam mengembangkan metode identifikasi tumbuhan dan dendrologi. Inovasi ini tentu menjadi hal fundamental dalam perkembangan

Pada 1960, Gembong Tjitrosoepomo sudah dianggap sebagai rujukan nasional dalam bidang sistematika tumbuhan dan dendrologi karena inovasinya dalam mengembangkan metode identifikasi tumbuhan dan dendrologi.

ilmu sistematika tumbuhan. Tanpa jasa beliau, para ahli sistematika akan kesulitan dalam memahami penamaan dan pengklasifikasian tumbuhan yang menjadi dasar dalam kajian tumbuhan atau flora yang lebih lanjut serta mendalam. Tidak hanya di level nasional, beliau merupakan tokoh yang dikenal secara internasional. Pada tahun 1974, beliau diminta menjadi *visiting consultant* di UPLB (University of Philippines Los Banos) Filipina. Selain itu, pada tahun 1978, beliau juga menjadi penguji luar/*external assessor* di *Department Biology*, Universiti Kebangsaan Malaysia. Beliau telah banyak menulis buku tentang tumbuhan dan buku-buku pelajaran untuk sekolah menengah dan perguruan tinggi di Indonesia, dan beberapa bukunya hingga saat ini masih digunakan sebagai acuan.

Selain Gembong Tjitrosoepomo, salah satu inovator pada awal berdirinya Fakultas Biologi adalah Moeso Suryowinoto, seorang botanis dan pencinta anggrek. Sebagai seorang botanis, beliau dikenal di kalangan botanis internasional bahkan pernah mendapatkan kiriman tumbuhan dari Universitas di Napoli.

Selain Gembong Tjitrosoepomo, salah satu inovator pada awal berdirinya Fakultas Biologi adalah Moeso Suryowinoto, seorang botanis dan pencinta anggrek. Sebagai seorang botanis, beliau dikenal di kalangan botanis internasional bahkan pernah mendapatkan kiriman tumbuhan dari Universitas di Napoli. Beliau juga turut dalam melengkapi terjemahan buku karangan Steenis yang berjudul *Flora voor de Scholen in Indonesia*. Hal ini menunjukkan reputasinya sebagai botanis dikenal hingga level internasional. Selain itu, kecintaan beliau pada anggrek membuat beliau mendalami bidang tersebut hingga memperoleh sertifikat dalam *Orchidology* dari University of Hawaii East West Centre pada 15 April 1974. Lebih lanjut,

beliau merupakan salah satu penggagas dan pendiri Perhimpunan Anggrek Indonesia (PAI) serta berhasil menemukan teknik budi daya anggrek dengan teknik kultur jaringan. Teknik tersebut selanjutnya menjadi cikal bakal lahirnya bioteknologi dan konservasi tanaman di Indonesia. Melalui pendekatan bioteknologi tersebut, akhirnya beliau mendirikan laboratorium bioteknologi tanaman pertama di Indonesia.

Selanjutnya, kita tentu mengenal pelopor bidang genetika di Indonesia, Suryo Sodo Adisewoyo. Beliau yang lebih dikenal dengan panggilan “Pak Suryo” ini merupakan pionir pendiri Laboratorium Genetika di Fakultas Biologi UGM yang kemudian diikuti oleh beberapa PTN dan PTS lainnya di Indonesia. Pendirian laboratorium ini merupakan salah satu karya beliau setelah mengikuti Kursus Sitogenetika (1962) dan Genetika (1972) di University of California Davis Campus, Amerika Serikat. Lebih lanjut, beliau merupakan penyusun dan pengembang bahan ajar Genetika Dasar, Genetika Tumbuhan dan Hewan, Genetika Manusia, Genetika Sel, Genetika Mikrobial, dan Genetika Populasi. Bahan ajar ini merupakan rujukan nasional dalam bidang genetika bagi perguruan tinggi di Indonesia. Selain itu, beberapa buku karya beliau masih digunakan sampai sekarang, misalnya buku yang berjudul *Genetika*, *Sitogenetika*, dan *Genetika Manusia*. Salah satu karya riset beliau, yaitu studi tentang keragaman genetik kerbau di Toraja, Sulawesi Selatan, serta aktif dalam

Selanjutnya, kita tentu mengenal pelopor bidang genetika di Indonesia, Suryo Sodo Adisewoyo. Beliau yang lebih dikenal dengan panggilan “Pak Suryo” ini merupakan pionir pendiri Laboratorium Genetika di Fakultas Biologi UGM yang kemudian diikuti oleh beberapa PTN dan PTS lainnya di Indonesia.

konseling genetika bagi masyarakat, khususnya di Yogyakarta dan Jawa Tengah.

Hadirin yang berbahagia.

Tradisi berinovasi di Fakultas Biologi dalam rangka pengembangan saintek di Indonesia tidak hanya terhenti di *founding fathers* fakultas. Tradisi inovasi ini terus dilanjutkan hingga pada tahun 1980, Shalihuddin Djalal Tandjung menjadi pionir dalam pengembangan ilmu biologi lingkungan dan secara spesifik pengembangan metode analisis dampak lingkungan (AMDAL) melalui pendekatan biologi. Hal ini telah meningkatkan peran sentral biologi dalam pengelolaan lingkungan di Indonesia. Selain di bidang biologi lingkungan, inovasi di bidang anatomi dan perilaku hewan menjadi salah satu unggulan Fakultas Biologi sejak tahun 1980. Dimotori oleh Suparmi beliau melakukan pengkajian komodo (*Varanus komodoensis*) sebagai salah satu hewan eksotis nasional secara ilmiah berdasarkan struktur anatomi dan perilakunya. Hasil penelitiannya selanjutnya menjadi rujukan nasional dan internasional tentang beragam studi komodo di Indonesia. Selanjutnya, Fakultas Biologi juga berhasil mengembangkan inovasinya di bidang serangga atau entomologi, khususnya inovasi dalam pengembangan ulat sutra alami Indonesia. Inovasi ini dipimpin oleh Jesmandt Situmorang. Sejak tahun 1990, beliau menjadi rujukan nasional atas inovasinya dalam penemuan ulat sutra liar

Tradisi berinovasi di Fakultas Biologi dalam rangka pengembangan saintek di Indonesia tidak hanya terhenti di *founding fathers* fakultas. Tradisi inovasi ini terus dilanjutkan hingga pada tahun 1980, Shalihuddin Djalal Tandjung menjadi pionir dalam pengembangan ilmu biologi lingkungan dan secara spesifik pengembangan metode analisis dampak lingkungan (AMDAL) melalui pendekatan biologi.

lokal Indonesia dan berhasil menemukan formulasi pakannya dalam menghasilkan sutra alam Indonesia. Hasil penelitian tersebut kemudian dikolaborasikan dengan PT. YARSILK (Yogya Royal Silk) untuk memproduksi kain ulat sutra emas dan perak yang menjadi andalan ekspor dari Yogyakarta.

Hadirin yang kami muliakan.

Waktu terus berlanjut, dan perkembangan ilmu biologi bergerak begitu cepat. Oleh karena itu, inovasi merupakan keniscayaan dalam merespons perkembangan keilmuan ini. Melalui inovasi maka keilmuan akan memiliki dampak positif yang jauh lebih besar untuk ilmu pengetahuan dan masyarakat. Inovasi tersebut lahir di Laboratorium Bioteknologi yang didirikan oleh Moeso Suryowinoto. Melalui tangan terampil dan pemikiran yang luar biasa dari Endang Semiarti, lahirlah penemuan metode pembuatan tanaman transgenik anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis*), anggrek *Vanda tricolor* Merapi, dan anggrek hitam (*Coelogyne pandurata*) menggunakan *Agrobacterium tumefaciens* untuk memperbanyak anggrek secara massal dan cepat berbunga. Inovasi di bidang rekayasa genetika anggrek ini berhasil memperoleh paten internasional pada tahun 2009 dan paten nasional pada tahun 2014.

Inovasi selanjutnya lahir di Laboratorium Genetika dan Pemuliaan yang awalnya didirikan oleh Suryo Sodo Adisewoyo, yaitu penemuan gen-gen ketahanan tanaman melon terhadap virus dan jamur

Inovasi selanjutnya lahir di Laboratorium Genetika dan Pemuliaan yang awalnya didirikan oleh Suryo Sodo Adisewoyo, yaitu penemuan gen-gen ketahanan tanaman melon terhadap virus dan jamur tepung, pengembangan deteksi gen-gen ketahanan tanaman dengan aplikasi penanda molekuler, *mapping gene* tanaman, serta metode pemuliaan dan perakitan tanaman berbagai kultivar melon unggul di Indonesia.

tepung, pengembangan deteksi gen-gen ketahanan tanaman dengan aplikasi penanda molekuler, *mapping gene* tanaman, serta metode pemuliaan dan perakitan tanaman berbagai kultivar melon unggul di Indonesia. Dimulai sejak 1997, Budi Setiadi Daryono terus berusaha untuk mengembangkan tanaman melon berbasis genetika molekuler. Inovasi ini selanjutnya mendapatkan 2 SK Pelepasan Varietas Melon pada tahun 2015 dan 10 Tanda Daftar Varietas Tanaman Melon pada tahun 2017. Saat ini, beliau sedang mengembangkan salah satu kultivar melon unggulan yang sudah beredar luas di pasaran, yaitu Hikapel UGM, melon berukuran kecil dan *handy* dengan rasa yang manis dan aroma yang sangat harum serta tahan terhadap virus dan jamur. Tahun 2015, beliau juga berhasil memperoleh Paten No.: ID P000038776 atas penemuannya yang berjudul “Serbuk *Bio-Catharantine* Agensia Baru untuk Poliploidisasi Tanaman”. Inovasi penemuan tersebut sebagai upaya untuk mengurangi ketergantungan bangsa dan negara Indonesia terhadap impor kolkisin sebagai agensia poliploidisasi tanaman serta dalam rangka meningkatkan inovasi bioteknologi tanaman melalui teknik penggandaan kromosom dan genom tanaman.

Inovasi selanjutnya kembali hadir dari Laboratorium Bioteknologi melalui Eko Agus Suyono, yang telah memulai kajiannya sejak tahun 2000.

Inovasi selanjutnya kembali hadir dari Laboratorium Bioteknologi melalui Eko Agus Suyono yang telah memulai kajiannya sejak tahun 2000. Inovasi ini hadir dalam bentuk penemuan teknik isolasi, karakterisasi, serta pengembangan rekayasa kultivasi dan potensi konsorsium mikroalga

dan bakteri yang berasal dari Yogyakarta. Mikroalga merupakan salah satu organisme yang bisa dikatakan menjadi primadona saat ini karena manfaatnya yang luar biasa, antara lain di bidang energi, pangan, farmasetikal, dan kosmetik. Oleh karena itu, inovasi di bidang ini merupakan inovasi yang sangat strategis dalam rangka memperkuat kemandirian bangsa Indonesia.

Hadirin yang kami hormati.

Sekitar tahun 1970-an, pemerintah menggiatkan usaha untuk mendukung ketahanan pangan nasional, dalam upaya peningkatan produksi lahan. Salah satu usaha tersebut, yakni melalui pemanfaatan lahan rawa di Kalimantan dan Sumatera. Pengembangan daerah rawa di Kalimantan dipercayakan kepada UGM, sedangkan daerah Sumatera dipercayakan kepada ITB. Selanjutnya, lahan rawa yang sudah dikembangkan tersebut dimanfaatkan sebagai daerah transmigrasi.

Lahan rawa mempunyai nilai keasaman yang sangat rendah sehingga sulit untuk dikembangkan sebagai lahan pertanian tanaman pangan. Pengembangan wilayah rawa mensyaratkan untuk perbaikan tata air dengan pembuatan jaringan-jaringan pengairan dan drainase. Kendala dalam pengembangan sistem tata air dan pengairan di lahan rawa meliputi, antara lain biofisik lahan, sosial ekonomi, adat dan budaya masyarakat sehingga perlu

Lahan rawa mempunyai nilai keasaman yang sangat rendah sehingga sulit untuk dikembangkan sebagai lahan pertanian tanaman pangan. Pengembangan wilayah rawa mensyaratkan untuk perbaikan tata air dengan pembuatan jaringan-jaringan pengairan dan drainase.

pendekatan yang komprehensif dan holistik yang berbasis pada ilmu pengetahuan dan teknologi.

Pengembangan persawahan pasang surut di Kalimantan dirintis oleh beberapa dosen UGM (Sunarjo dkk.). Pekerjaan utama pembukaan lahan rawa mengandalkan strategi perhitungan keteknikan dan kualitas tanah uji saat itu yang berupa hutan rawa dengan pengembangan sistem tradisional yang telah lama dikembangkan oleh masyarakat lokal. Para ahli tersebut mengembangkan lahan pengairan pasang surut dengan sistem garpu dan sistem sisir yang memungkinkan penggenangan lahan pada saat air pasang dan pengatusan air (drainase) saat air surut. Dengan sistem pengairan tersebut lahan rawa yang semula tidak bisa ditanami tanaman pangan dapat dimanfaatkan sebagai lahan rawa produksi padi sawah yang cukup tinggi sehingga daerah rawa dikenal sebagai gudang beras.

Di bidang konstruksi bangunan, kita mengenal sistem Cakar Ayam Modifikasi (CAM) yang merupakan pengembangan lebih lanjut dari sistem Cakar Ayam Sedyatmo

Untuk mendukung kegiatan tersebut telah dibangun Laboratorium P4S (Proyek Pengairan Pasang Surut) di Kuningan (Kampus UGM), dan menjadi cikal bakal berdirinya Pusat Studi Sumber Daya Lahan UGM. Laboratorium P4S UGM juga digunakan sebagai pembekalan bagi para mahasiswa yang akan menjalankan program KKN.

Hadirin yang terhormat.

Di bidang konstruksi bangunan, kita mengenal sistem Cakar Ayam Modifikasi (CAM) yang merupakan pengembangan lebih lanjut dari sistem

Cakar Ayam Sedyatmo (Bambang Suhendro dkk.). Pengembangan yang telah dilakukan didasarkan pada evaluasi hasil-hasil penelitian yang dilakukan secara intensif sejak tahun 1990 oleh tim pengembangan sistem CAM. Sistem CAM telah dikembangkan dan dipatenkan dengan No. Paten P0029758 – 15 Desember 2011.

Sistem cakar ayam sangat cocok digunakan untuk perkerasan kaku (*rigid pavement*), terutama bila perkerasan terletak pada tanah-dasar yang bermasalah atau tidak stabil. Cakar yang berfungsi sebagai paku/angker dan pemberat yang menjaga agar pelat beton dalam kontak yang baik dengan tanah di bawahnya membuat perkerasan mempunyai kekuatan yang tinggi dan tahan lama.

Sistem CAM telah diaplikasikan untuk jalan *detour* di atas tanah lunak pada Jalan Tol Sedyatmo, jalan di Pantura Indramayu-Pamanukan (uji coba skala penuh oleh Puslitbang Jalan Bandung), Jalan Tol Seksi IV Makassar, jalan penghubung di Samarinda, landasan peti kemas di Palaran dan Pelabuhan Semarang, dan lain-lain. Aplikasi sistem CAM juga digunakan untuk mendukung timbunan ringan yang dibangun di atas tanah gambut pada proyek pembangunan jalan akses Bandara Depati Parbo, Sungai Penuh, Jambi.

Selain itu, dari civitas akademika UGM juga menemukan *Gama Early Warning System* (Gama EWS) yang menjadi sistem peringatan dini bencana longsor. Penerapan sistem peringatan dini sejalan

Selain itu, dari civitas akademika UGM juga menemukan *Gama Early Warning System* (Gama EWS) yang menjadi sistem peringatan dini bencana longsor. Penerapan sistem peringatan dini sejalan dengan Kerangka Aksi Sendai 2015–2030 dengan tujuh tujuan khusus, yang mana tujuan khusus ke-7 adalah peningkatan akses untuk mendapatkan sistem peringatan dini multibencana, kajian dan informasi risiko bencana

Teknologi sistem peringatan dini gerakan tanah dan aliran debris yang terkoneksi dengan sistem telemetri (SMS, GSM, *radio frequency*, WiFi, hingga satelit) telah dipasang di 98 kabupaten/kota di 28 provinsi di Indonesia, dan juga di Myanmar.

dengan Kerangka Aksi Sendai 2015–2030 dengan tujuh tujuan khusus, yang mana tujuan khusus ke-7 adalah peningkatan akses untuk mendapatkan sistem peringatan dini multibencana, kajian dan informasi risiko bencana (Teuku Faisal Fathani, Dwikorita Karnawati, dkk.). Sejak tahun 2006, UGM telah mengembangkan alat-alat deteksi dini bencana, dan hingga kini telah lahir generasi ke-5 yang dinamakan Gajah Mada *Early Warning System* atau GAMA-EWS. Sekitar 25 varian alat deteksi, seperti *extensometer*, *crackmeter*, *tiltmeter*, *inclinometer*, penakar hujan, *ultrasonic water level sensor*, dan *groundwater sensor*, telah dilindungi dengan lima paten, menggunakan lebih dari 90 persen komponen lokal dan diproduksi oleh industri kecil dan menengah (UKM) di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta dan Provinsi Jawa Tengah.

Teknologi sistem peringatan dini gerakan tanah dan aliran debris yang terkoneksi dengan sistem telemetri (SMS, GSM, *radio frequency*, WiFi, hingga satelit) telah dipasang di 98 kabupaten/kota di 28 provinsi di Indonesia, dan juga di Myanmar. Di samping BNPB, Kemendesa PDTT, dan BPBD, inovasi teknologi ini juga telah digunakan oleh kalangan industri/swasta dalam dan luar negeri, yaitu Pertamina Geothermal Energy, Medco International, Freeport Indonesia, hingga United Mercury Group-Myanmar. Sistem peringatan dini ini sudah terbukti mampu menyelamatkan jiwa manusia di Banjarnegara (2007), Aceh Besar (2015),

Donggala (2016), Lombok Barat (2016), Kerinci (2017), Gunungkidul (2017), dan lokasi lainnya.

Inovasi teknologi ini merupakan hasil riset jangka panjang yang telah dihilirisasi sehingga pada tahap berikutnya akan mendukung upaya UGM dalam mendirikan *teaching industry* untuk produksi GAMA-EWS. Dengan capaian ini maka sejak tahun 2011 UGM ditetapkan oleh UN-ISDR UNESCO sebagai *World Center of Excellence on Landslide Disaster Risk Reduction* selama tiga periode berturut-turut (2011–2014, 2014–2017, dan 2017–2020). Nilai kemanfaatan hasil inovasi teknologi ini sangat besar bagi pengurangan risiko bencana melalui peningkatan ketangguhan pemerintah-masyarakat-dunia usaha termasuk perguruan tinggi untuk menegaskan kedaulatan teknologi nasional, khususnya di bidang kebencanaan.

Sementara itu, teknologi *Early Warning System* (EWS) Gempa Bumi dan Tsunami sejak tahun 2014 dikembangkan oleh Sunarno dan masih dalam proses pengurusan hak paten. Teknologi ini dirancang untuk mengantisipasi terjadinya bahaya dampak gempa bumi dan dampak sekundernya, seperti tsunami. Pengembangan teknologi EWS dimulai dengan mengembangkan sistem sensor. Sensor yang dikembangkan adalah sensor getaran, sensor level air, dan sensor gas radon. Perubahan karakter level air dan gas radon terjadi sekitar 2–20 hari menjelang terjadinya gempa bumi. Antisipasi dampak sekunder dari gempa bumi, seperti tsunami, dilakukan dengan

Sementara itu, teknologi *Early Warning System* (EWS) Gempa Bumi dan Tsunami sejak tahun 2014 dikembangkan oleh Sunarno dan masih dalam proses pengurusan hak paten. Teknologi ini dirancang untuk mengantisipasi terjadinya bahaya dampak gempa bumi dan dampak sekundernya, seperti tsunami.

membuat pemetaan daerah rawan tsunami. Pemetaan dilakukan untuk mengurangi kepanikan warga jika terjadi sebuah gempa bumi besar dan berpotensi tsunami.

Alat yang dikembangkan mampu mendeteksi dan merekam level air tanah dan aktivitas radon secara kontinu dengan memanfaatkan efek kapasitansi dari dua konduktor (kabel) berbasis *Programmable System on Chip* (PSoC). Data tercatat dikirim melalui pemantauan jarak jauh (telemetry) ke ruang pemantauan sensor level air dan gas di Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika UGM.

Pemantauan unsur gas radon di lingkungan sebagai indikasi awal pergerakan tanah, radon akan muncul sebelum gempa. Alat EWS ini telah dipasang di daerah patahan berbagai lokasi di DIY, Jawa Tengah, dan beberapa daerah lainnya. Pada alat yang dipasang di Lombok, level air menunjukkan perubahan dua hari sebelum kejadian gempa Lombok pada 29 Juli dan 5 Agustus 2018. Pada gempa Situbondo, alat ini menunjukkan terjadinya perubahan kadar radon dua hari sebelum gempa pada 11 Oktober 2018.

Hadirin yang dimuliakan.

Untuk mengetahui tingkat stres seseorang, secara *real time* kita dapat menggunakan *GSR-Psychoanalyzer*. Alat ini merupakan pengukur tingkat stres seseorang secara *real time* berdasarkan *GSR (Galvanic Skin Resistance)* yang dikembangkan oleh

Untuk mengetahui tingkat stres seseorang, secara *real time* kita dapat menggunakan *GSR-Psychoanalyzer*. Alat ini merupakan pengukur tingkat stres seseorang secara *real time* berdasarkan *GSR (Galvanic Skin Resistance)* yang dikembangkan oleh Sunarno.

oleh Sunarno sejak tahun 2011 dan telah sampai pada generasi ke-4.

GSR adalah suatu alat yang dipergunakan untuk mengukur impedansi kulit. GSR dikenakan pada dua jari tangan terdekat. GSR memproduksi suatu arus listrik untuk dilewatkan pada kulit seseorang, lalu diukur seberapa besar arus listrik tersebut dapat kembali ke GSR. Apabila kulit orang tersebut mengeluarkan keringat maka besar arus yang kembali akan mendekati besar arus sebelum dilewatkan. Semakin banyak keringat yang dikeluarkan, semakin besar konduktansi kulit dan resistansi kulit semakin kecil. Dengan peranti ini diharapkan mampu merekam secara otomatis respons stres klien sesuai dengan keadaan stres klien pada saat itu.

Alat pengukur stres ini telah diujikan dan didemokan pada ratusan responden. Berdasarkan hasil wawancara dengan para responden, mereka mengatakan cocok dengan gejala perasaannya. Alat ini telah dikembangkan secara berkelanjutan dengan meningkatkan kualitas respons sensornya dan perbaikan pada algoritma program yang ditanamkan pada PC. Sedangkan pemilihan jenis gambar yang ditayangkan untuk dilihat para responden dipilhkan gambar atau foto yang berhubungan dengan situasi pemicu perasaan responden. Alat ini secara resmi telah didaftarkan untuk mendapatkan hak paten bersama antara Sunarno dan Fakultas Kedokteran UGM.

Alat pengukur stres ini telah diujikan dan didemokan pada ratusan responden. Berdasarkan hasil wawancara dengan para responden, mereka mengatakan cocok dengan gejala perasaannya.

Hadirin yang mencintai sains dan teknologi.

Tahun 1963, Indonesia meluncurkan dua roket dari Pantai Sanden, Bantul, Yogyakarta. Keduanya adalah roket yang istimewa karena merupakan karya pertama anak bangsa. Roket itu adalah Gama IIA dan IIB berkekuatan 1.000 pon bahan bakar padat buatan mahasiswa Universitas Gadjah Mada. Prestasi ini mendapat sambutan hangat dari masyarakat dan Presiden Soekarno pada waktu itu. Pembuatan roket ini terinspirasi dari Uni Soviet atas keberhasilannya meluncurkan Sputnik I pada tahun 1957. Semenjak itu, sekitar 50 mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Teknik Kimia, dan MIPA UGM membentuk Perkumpulan Roket Mahasiswa Indonesia (PRMI). Prestasi ini mendapatkan apresiasi dari Presiden Soekarno. Ketika berpidato di *Sport Hall* Gelora Bung Karno dalam rangka Hari Sarjana tahun 1963, Bung Karno mengatakan bahwa keberhasilan peluncuran roket ini sejalan dengan semboyan bangsa kita, yakni Bapak Angkasa dan Ibu Pertiwi.

Universitas Gadjah Mada dan Kementerian Riset dan Teknologi (Kemenristek) RI membentuk Komunitas Roket Uji Muatan (RUM) dalam rangka mendukung kesiapan sumber daya manusia dalam pengembangan teknologi industri roket di tanah air. Menurut rencana, komunitas RUM akan memanfaatkan kawasan Pantai Pandansimo, Bantul, sebagai area pelatihan peluncuran uji roket muatan. Pengembangan roket menjadi pilihan kebijakan strategis kepentingan jangka panjang yang

Universitas Gadjah Mada dan Kementerian Riset dan Teknologi (Kemenristek) RI membentuk Komunitas Roket Uji Muatan (RUM) dalam rangka mendukung kesiapan sumber daya manusia dalam pengembangan teknologi industri roket di tanah air.

seharusnya menjadi perhatian negara. Pengembangan roket membutuhkan investasi yang sangat besar dengan hasil yang penuh risiko dan manfaat yang abstrak serta jangka panjang, tetapi roket merupakan salah satu teknologi strategis.

Tim peneliti UGM juga bekerja sama dengan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (Lapan) memanfaatkan teknologi pesawat terbang nirawak atau *unmanned aerial vehicle* (UAV) untuk melakukan pemotretan kubah Gunung Merapi dari udara. Berdasarkan teknik tersebut diperoleh gambar puncak Gunung Merapi untuk pertama kali sejak Merapi mengalami letusan besar tahun 2010. Para peneliti menggunakan pesawat nirawak karena aktivitas Gunung Merapi yang tinggi dan frekuensi letusan yang sering terjadi sehingga diperlukan sistem pemantauan dengan tingkat keamanan yang tinggi serta persyaratan terbang yang murah dan mudah. Uniknya, pesawat kecil ini dibuat hanya dengan menggunakan bahan *styrofoam*. Memiliki panjang sekitar 1,2 meter dan bentang sayap 1,6 meter. Dilengkapi sistem terbang otomatis sehingga dapat terbang bebas sesuai sasaran dan jalur terbang yang telah ditentukan. Pesawat ini mampu terbang hingga ketinggian 3.300 meter. Untuk pengambilan gambar di puncak Merapi, pesawat nirawak ini dipasang kamera *pocket* untuk memotret kondisi di atas puncak Gunung Merapi dari berbagai sisi. Hasil yang diperoleh sekitar 900 gambar dengan resolusi 12 *megapixel*. Selanjutnya, gambar-gambar tersebut diolah oleh tim dari Geofisika UGM

Tim peneliti UGM juga bekerja sama dengan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (Lapan) memanfaatkan teknologi pesawat terbang nirawak atau *unmanned aerial vehicle* (UAV) untuk melakukan pemotretan kubah Gunung Merapi dari udara (wawancara dengan Tri Kuntoro Priyambodo dkk.).

Uniknya, pesawat kecil ini dibuat hanya dengan menggunakan bahan *styrofoam*. Memiliki panjang sekitar 1,2 meter dan bentang sayap 1,6 meter. Dilengkapi sistem terbang otomatis sehingga dapat terbang bebas sesuai sasaran dan jalur terbang yang telah ditentukan. Pesawat ini mampu terbang hingga ketinggian 3.300 meter.

untuk menghasilkan foto tiga dimensi agar bisa memberikan informasi yang lebih rinci. Teknologi ini dapat digunakan di masa-masa mendatang, mengingat kebutuhan pemantauan spasial harus dilakukan secara berkala terhadap Gunung Merapi. Tidak hanya kondisi puncak, tetapi juga untuk pemantauan area yang lebih luas sehingga mencakup seluruh area bahaya dan potensi bahaya Merapi.

Dari bidang ilmu kimia, VCO (*virgin coconut oil*) pertama kali dikembangkan tahun 1990-an sebagai produk kesehatan (Djoko Sasmito dkk.). Saat ini VCO sudah sangat populer di tengah masyarakat dan telah dikembangkan dalam berbagai varian produk. Ada sekitar 25 jenis produk kosmetik yang dihasilkan dari VCO, seperti minyak telon, penyubur rambut, *baby lotion*, vitamin bibir, dan lain sebagainya, dengan *brand* Heltico karya dosen UGM.

Riset lain yang sedang dikembangkan di Departemen Kimia Fakultas MIPA UGM yang sudah mulai dikenal di masyarakat adalah pupuk organik SROP (*Slow Release Organic Paramagnetic*)

Riset lain yang sedang dikembangkan di Departemen Kimia Fakultas MIPA UGM yang sudah mulai dikenal di masyarakat adalah pupuk organik SROP (*Slow Release Organic Paramagnetic*) (Agus Kuncoko dkk.). Pupuk yang berbahan baku limbah organik ini sudah diujicobakan pada tanaman kentang maupun tanaman lainnya di Pegunungan Dieng dan hasilnya sangat menggembirakan. Saat ini telah diproduksi bersama dengan sejumlah investor. Pupuk *slow release* jenis lain berbasis silika/zeolit/lempung juga tengah dikembangkan oleh Departemen Kimia Fakultas MIPA UGM.

Hadirin yang kami hormati.

Di akhir orasi ini kami ingin menyampaikan bahwa Universitas Gadjah Mada telah mengikuti perkembangan Revolusi Industri 4.0 dengan mempersiapkan inovasi teknologi yang dimulai dari riset grup mahasiswa, terintegrasi dengan peran laboratorium dan para pakar. Tahun ini, tim mahasiswa UGM mendapat penghargaan tingkat internasional dalam pengembangan teknologi terkini. Mahasiswa kita yang tergabung dalam Tim *Smart Car* MCS menjadi juara dunia dalam kompetisi inovasi teknologi yang diadakan di London. Mengusung gagasan pengembangan mobil pintar yang mampu mengolah limbah plastik menjadi bahan bakar alternatif, tim ini berhasil mengalahkan 3.336 tim mahasiswa dari 140 negara.

Di bidang *start up*, alumni UGM sukses mengembangkan aplikasi bernama *Pasienia* yang dinobatkan sebagai pemenang dalam kompetisi *Google Business Group (GBG) Stories*. Aplikasi ini menjadi juara dunia dengan menyisihkan 468 aplikasi lain dari berbagai negara. UGM juga mulai merespons energi terbarukan dengan membentuk *Centre for Development of Sustainable Region (CDSR)*. Menjadi bagian dari program *Sustainable Higher Education Research Alliances (SHERA)* yang merupakan kerja sama antara Kemenristekdikti dan *United States Agency for International Development (USAID)*, CDSR bertujuan untuk mengimplementasikan sistem energi hibrida dan

Di bidang *start up*, alumni UGM sukses mengembangkan aplikasi bernama *Pasienia* yang dinobatkan sebagai pemenang dalam kompetisi *Google Business Group (GBG) Stories*.

efisiensi energi beserta jejaring pendukungnya guna membangun kepulauan tropis yang berkelanjutan.

Hadirin yang kami muliakan.

UGM terus berupaya mengembangkan penelitian untuk kesejahteraan bangsa Indonesia. Hingga Oktober 2018 tercatat UGM memiliki 47 hak paten dan 138 hak cipta yang bisa dimanfaatkan untuk meningkatkan kesejahteraan rakyat. Dalam melakukan proses hilirisasi, UGM berhasil menggabungkan peran antara pengembangan riset, masyarakat, komunitas, perusahaan, dan pemerintah. Dikembangkannya *UGM Science Techno Park* di Purwomartani Sleman dan Kulon Progo, selain sebagai *teaching industry*, juga disiapkan untuk menghilirkan produk-produk akademik dan penelitian secara langsung kepada masyarakat melalui industri. Selain itu, di pesisir selatan, UGM memiliki *Parangtritis Geomaritime Science Park* (PGSP) yang menyediakan informasi geospasial yang andal, terintegrasi, dan mudah dimanfaatkan untuk mendukung negara maritim Indonesia. Di wilayah Batang, Jawa Tengah, UGM memiliki PT. Pagilaran yang menjadi perkebunan inti rakyat dengan produk teh dan kakao yang juga merupakan *teaching industry* bagi mahasiswa UGM.

Proses hilirisasi juga dilakukan melalui Kuliah Kerja Nyata (KKN) yang mengintegrasikan berbagai bidang ilmu, seperti pangan, energi, kesehatan, pariwisata, ekonomi kreatif, sumber daya air, dan

Selain itu, di pesisir selatan, UGM memiliki *Parangtritis Geomaritime Science Park* (PGSP) yang menyediakan informasi geospasial yang andal, terintegrasi, dan mudah dimanfaatkan untuk mendukung negara maritim Indonesia.

kebencanaan. Untuk berperan dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs), saat ini Dewan Guru Besar UGM tengah merencanakan Guru Besar Masuk Desa untuk membangun masyarakat desa sebagai upaya penghapusan kemiskinan.

Membangun Indonesia dari desa merupakan salah satu misi Universitas Gadjah Mada untuk turut menyejahterakan bangsa Indonesia. Dengan program KKN di wilayah perbatasan, sekolah komunitas perbatasan, profesor bangun perbatasan, sistem informasi pembangunan perbatasan yang terus digodok dan dikembangkan merupakan upaya UGM untuk turut membangun dari pinggiran. Mewujudkan perkembangan saintek dengan pembangunan infrastruktur, SDM, dan pendidikan yang merata dan berakar di masyarakat merupakan penerapan dari semboyan UGM, “Mengakar Kuat Menjulang Tinggi”.

Dengan program KKN di wilayah perbatasan, sekolah komunitas perbatasan, profesor bangun perbatasan, sistem informasi pembangunan perbatasan yang terus digodok dan dikembangkan merupakan upaya UGM untuk turut membangun dari pinggiran.

Hadirin yang kami muliakan.

Sebagai penutup orasi, kami mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu data, analisis, dan usulan rekomendasi dalam orasi hari ini.

Wassalamu’alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Data Inovasi Sainstek Fakultas Biologi

No.	Temuan Teknologi	Inovasi Sains	Inventor	Tahun	Pengaruh di Tingkat Nasional/Internasional
1	Pengembangan Sistematisa Tumbuhan dan Dendrologi	Metode identifikasi tumbuhan dan dendrologi	Prof. Ir. Gembong Tjirosopomo	1960 s.d. 1990-an	Sebagai rujukan nasional dalam bidang sistematisa tumbuhan dan dendrologi
2	Anggrek Alam Indonesia	Pendiri Perhimpunan Anggrek Indonesia (PAI), menemukan teknik budi daya anggrek dengan teknik kultur jaringan, dan membuat laboratorium bioteknologi tanaman pertama di Indonesia	Prof. Ir. Moeso Suryowinoto	3 November 1969	Konservasi biodiversitas dan penemuan bioteknologi tanaman
3	Pelopop Bidang Genetika	Menyusun dan mengembangkan bahan ajar Genetika Dasar, Genetika Tumbuhan dan Hewan, Genetika Manusia, Genetika Sel, Genetika Mikrobial, dan Genetika Populasi	Ir. Suryo Sodo Adisewoyo	1965–1990	Menjadi buku ajar rujukan bidang genetika bagi perguruan tinggi di Indonesia
4	Pengembangan Ilmu Biologi Lingkungan	Metode analisis dampak lingkungan (AMDAL) melalui pendekatan ilmu biologi	Prof. Dr. Shalihuddin Djatal Tandjung, M.Sc.	1980–2000	Meningkatkan peran ilmu biologi dalam pengelolaan lingkungan
5	Pengembangan Ulat Sutra Liar	Penemuan ulat sutra liar lokal Indonesia dan formulasi pakannya dalam menghasilkan sutra alam Indonesia	Prof. Dr. Jesmandit Situmorang, M.Sc.	1990–2000	<ul style="list-style-type: none"> • Produksi ulat sutra alami Indonesia • Menemukan formulasi pakan ulat sutra liar

No.	Temuan Teknologi	Inovasi Sains	Inventor	Tahun	Pengaruh di Tingkat Nasional/Internasional
6	Peneliti dan Penemu Struktur Anatomi dan Perilaku Komodo	Pengkajian komodo sebagai hewan eksotis nasional secara ilmiah	Dra. Suparmi	1980	Menjadi rujukan nasional dan internasional tentang studi komodo di Indonesia
7	Rekayasa Genetika Anggrek	Penemuan metode pembuatan tanaman transgenik anggrek bulan (<i>Phalaenopsis amabilis</i>), anggrek hitam (<i>Coelogyne pandurata</i>) menggunakan <i>Agrobacterium tumefaciens</i> untuk perbanyakan anggrek secara massal dan cepat berbunga	Dr. Endang Semiarti, M.S., M.Sc.	Mulai 2001	Produksi dan pemuliaan tanaman anggrek <ul style="list-style-type: none"> • Paten Internasional Tahun 2009 • Paten Nasional Tahun 2014
8	Genetika Molekuler dan Pemuliaan Melon	Penemuan gen-gen ketahanan tanaman melon terhadap virus dan jamur tepung, serta metode pemuliaan tanaman dan perakitan berbagai kultivar melon unggul	Dr. Budi Setiadi Dayono, M.Agr.Sc.	Mulai 1997 s.d. sekarang	Pengembangan tanaman melon berbasis genetika molekuler <ul style="list-style-type: none"> • Paten Nasional Tahun 2015 • 2 SK Pelepasan Varietas Melon Tahun 2015 • 10 Tanda Daftar Varietas Tanaman Melon

No.	Temuan Teknologi	Inovasi Sains	Inventor	Tahun	Pengaruh di Tingkat Nasional/Internasional
9	Eksplorasi dan Pengembangan Potensi Konsorsium Mikroalga dan Bakteri <i>Strain-Strain</i> Lokal (D.I. Yogyakarta)	Isolasi, karakterisasi, serta pengembangan rekayasa kultivasi dan potensi konsorsium mikroalga dan bakteri yang berasal dari D.I. Yogyakarta	Dr. Eko Agus Suyono, M.App.Sc., Prof. Ir. Anief Budiman, D.Eng., Yano Surya Pradana, M.Eng., Thoriq Teja Samudera, M.Sc.	2008	Mengangkat potensi konsorsium mikroalga dan bakteri strain-strain lokal

Sumber: Fakultas Biologi UGM

Data Inovasi Sainstek Fakultas Geografi

No.	Temuan Teknologi	Inovasi Sains	Inventor	Tahun	Pengaruh di Tingkat Nasional/Internasional
1	Pengindraan Jarak Jauh	Awal pemanfaatan foto udara, metode interpretasi foto udara	Prof. Kardono, Prof. Sutanto, Prof. Surastopo	1970-an	Pembangunan wilayah, transmigrasi, inovasi kelembagaan agraria
2	Pengelolaan DAS Terpadu	Metode survey lahan kritis, geomorfologi, geohidrologi, dan <i>land system</i>	Prof. Karmono Mangunsukardjo, Prof. Sugeng Martopo, Prof. Sutanto, Prof. Sutikno	1975-an	Riset geografi berskala internasional Nuffic Belanda, inovasi pengelolaan DAS kritis, dan menghasilkan rekomendasi pembangunan bendungan Jenderal Soedirman, Banjarnegara
3	Pengelolaan Pesisir Terpadu	Inovasi pengelolaan lahan tandus gumuk pasir	Prof. Sutikno, Prof. Sumitro, Prof. Suhardi, Prof. Dr. Suratman, M.Sc., Drs. Budi Sulaswono	1990-an	Riset unggulan terpadu, gerakan masyarakat pesisir, pencapaian irigasi sumur renteng untuk pertanian tanah tandus secara terpadu. Ada kabupaten yang mendapatkan Kalpataru.

No.	Temuan Teknologi	Inovasi Sains	Inventor	Tahun	Pengaruh di Tingkat Nasional/Internasional
4	Konservasi Gumuk Pasir <i>Barchan</i>	Laboratorium Alam Gumuk Pasir, Monumen Alam Gumuk Pasir <i>Barchan</i> yang langka	Prof. Dr. Suratman, M.Sc., Drs. Sukwarjono, Drs. Sudaryatno, Drs. Ibnu Kadiasi, Prof. Dr. Aris Marfai, Ir. Bambang Sunarminto (PU), Prof. Dr. Sumarto, M.S., Prof. Dr. Totok Gunawan, M.S.	1992–2010	Kolaborasi Fakultas Geografi, Bakosurtanal Prov. DIY, Kabupaten Bantul, dan Sri Sultan Hamengku Buwono X menghasilkan Museum Gumuk Pasir dan <i>Parangtritis Geo Maritime Science Park</i> , Prodi MPPDAS
5	Kebencanaan	Ilmu dan geo-sains untuk kebencanaan	Prof. Sutikno, Prof. Sudibiyakto, Prof. Dr. Suratman, M.Sc., Dr. Galuh	2002	Pembentukan Pusat Studi Bencana Alam UGM pertama di Indonesia, Prodi Internasional <i>Geoinformation for Spatial Planning and Disaster Risk Management</i> , ikut melahirkan Undang-Undang No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana
6	Ekologi Karst	Pemetaan dan pengelolaan Karst Gunungsewu	Prof. Dr. Suratman, M.Sc., Dr. Eko Haryono, Dr. Cahyo Nugroho Aji	1991	Inisiasi Pendirian <i>Geopark Gunungsewu</i> (UNESCO) kerja sama Fakultas Geografi dengan BLH DIY, Fakultas Geografi dengan IGU, Komisi Karst Dunia (Prof. Urushibara) melahirkan Museum Karst Gunungsewu
7	Kependudukan	Keluarga Bencana (KB)	Prof. Kardono, Prof. Masi Singarimbun, Prof. Ida Bagus Mantra M.A	1970-an	Program Keluarga Berencana (KB) dan penguatan kependudukan dan lingkungan
8	Pengelolaan Lingkungan dan Bencana	Klimik lingkungan dan mitigasi bencana (KLMB)	Prof. Dr. Suratman, M.Sc., Prof. Aris marfai, Dr.Slamet Suprayogi, Dr.Langgeng	2010	Inovasi teknologi pengelolaan lingkungan dan mitigasi bencana, lab. Forensik jejaring nasional dan internasional, penegakkan hukum lingkungan dan bencana.

No.	Temuan Teknologi	Inovasi Sains	Inventor	Tahun	Pengaruh di Tingkat Nasional/Internasional
9	Restorasi sungai dan adaptasi iklim	Gerakan masyarakat restorasi sungai dan adaptasi iklim	Prof. Dr. Suraman, M.Sc., Dr. Agus Maryono, Surani Hasan, S.Si., M.Si., Dr. Puji Astuti	2015	Gerakan komunitas sekolah sungai untuk Indonesia tangguh, gerakan Srikandi Sungai untuk Indonesia tangguh, kerjasama dengan BNPP, BPDD, dan Komunitas peduli sungai se-Indonesia, menginspirasi program ESD for SDGs oleh UNESCO, jejaring Internasional Women River Asosiation dan ASEAN ESD Network di Bangkok, kerjasama UGM dengan KLHK (Ir. Arif Yuwono), pemberdayaan perempuan Indonesia bersama KPPA.

Sumber: Fakultas Geografi UGM

Data Inovasi Sainstek Fakultas MIPA

No.	Temuan Teknologi	Inovasi Sains	Inventor	Tahun	Pengaruh di Tingkat Nasional/Internasional
1	Eksperimen Peluncuran Roket	Inovasi di bidang fisika	Prof. Drs. Muslim, Ph.D. dkk.		
2	VCO (<i>Virgin Coconut Oil</i>)	Metode pemisahan VCO dari santan kelapa	Prof. Bambang Setiaji dan Dr. Djoko Sasmito	1980-an	Untuk pengembangan teknologi kelapa rakyat, UMKM, dan dalam bidang kesehatan (biofarmaka)
3	Sistem Pemantauan Gunung Berapi Jarak Jauh (Merapi dan Kelud)	Inovasi telemetri gunung api (geofisika)	Prof. Ir. Mugiono dan Prof. Dr. Kirbani Sri Brotopuspito		Memperkuat mitigasi bencana letusan gunung berapi secara nasional

No.	Temuan Teknologi	Inovasi Sains	Inventor	Tahun	Pengaruh di Tingkat Nasional/ Internasional
4	Pengembangan Metode Pencarian Minyak Bumi	Geofisika	Dr. Wahyudi, M.S. dkk.		Inovasi aplikasi untuk eksplorasi cadangan minyak bumi, bekerja sama dengan Pertamina
5	<ul style="list-style-type: none"> Nanomaterial Penemuan Elektrikal Nose 	Elektronika industri, ilmu komputer, dan fisika	Dr. Yusril Yusuf, Dr. Kuwat Triyana, dkk.		<ul style="list-style-type: none"> Dapat digunakan untuk organ manusia buatan. Dimanfaatkan untuk membantu kepolisian dan kebencanaan untuk mengendus bahan berbahaya
6	Pupuk <i>Slow Release</i> , Ramah Lingkungan, Terbuat dari Arang	Bidang kimia, inovasi pertanian bagi petani	Dr. Agus Kuncaka, DEA. dan Dr. Yateman Arryanto		Pengembangan pupuk yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan meningkatkan produktivitas

Data Inovasi Saintek Fakultas Peternakan

No.	Temuan Teknologi	Inovasi Sains	Inventor (Tim/ Perorangan)	Tahun	Pengaruh di Tingkat Nasional/ Internasional
1	<i>Agromix Plus</i>	Kombinasi dari berbagai mineral dan vitamin sebagai mineral-vitamin <i>mix</i> untuk kebutuhan sapi	Prof. Dr. Ir. Ali Agus., DAA., DEA., IPU	2000	Sebagai bahan campuran pakan untuk meningkatkan produktivitas peternakan



No.	Temuan Teknologi	Inovasi Sains	Inventor (Tim/Perorangan)	Tahun	Pengaruh di Tingkat Nasional/ Internasional
2	Laser untuk induksi berahi pada ternak	Induksi estrus menggunakan laser dengan interval tertentu pada titik-titik tertentu	Dr. Ir. Sigit Bintara, S.Pt., M.Si., IPM.	2004	Meningkatkan reproduktivitas ternak
3	Saus Burger Pakan	Kombinasi berbagai mikrobia untuk digunakan sebagai <i>starter</i> fermentasi	Prof. Dr. Ir. Ali Agus., DAA., DEA., IPU	2010	Bahan pembuatan pakan fermentasi untuk meningkatkan produktivitas peternakan rakyat
4	<i>Gama Burger</i> Pakan Ruminansia	Metode memanfaatkan limbah pertanian sebagai pakan dengan metode fermentasi, atau sering disebut fermentasi pakan komplet	Prof. Dr. Ir. Ali Agus., DAA., DEA., IPU	2010	Metode pembuatan pakan alternatif ketika terjadi kekurangan pakan di peternakan rakyat
5	Metode Pembuatan Pupuk Organik Cair Berbahan Baku Urine Ternak <i>Gama LBF (Liquid Bio Fertilizer)</i>	Pemanfaatan urine sebagai pupuk organik dengan proses fermentasi	Prof. Dr. Ir. Ali Agus., DAA., DEA., IPU	2013	Pemanfaatan limbah urine sebagai pupuk yang bernilai ekonomi dan dapat digunakan untuk menurunkan penggunaan pupuk kimia
6	<i>Software Recording</i> Ternak	Pengembangan <i>software recording</i> ternak berbasis intranet untuk BPBTR Ungaran yang meliputi pencatatan ternak dan perhitungan perkawinan hingga kelahiran	Dyah Maharani, Cuk Tri Novianti, Ragil Budiman, Galuh Adi Insani, I Gede Suparta Budi Satria	2014–2016	<i>Software</i> ini mempermudah proses pencatatan dan pelaksanaan perkawinan ternak di 4 satuan kerja di lingkungan BPBTR Ungaran

No.	Temuan Teknologi	Inovasi Sains	Inventor (Tim/Perorangan)	Tahun	Pengaruh di Tingkat Nasional/Internasional
7	Deteksi unsur babi pada produk makanan	Pengembangan metode untuk mendeteksi adanya penambahan unsur babi pada produk makanan melalui teknologi PCR	Yuny Erwanto, S.Pt., M.P., Ph.D.	2015	Dapat digunakan untuk mendeteksi kontaminasi unsur babi pada makanan sehingga dapat digunakan sebagai dasar sebagai status kehalalan. Metode ini dapat dimanfaatkan oleh lembaga pemerintah seperti BPOM, BPJPH, atau MUJ. Metode ini juga dapat dikembangkan sebagai metode uji untuk pembuatan SNI uji deteksi babi.
8	<i>Agromix Super</i>	Suplemen pakan dari campuran mineral dan vitamin yang ditambahkan senyawa herbal untuk temak	Prof. Dr. Ir. Ali Agus., DAA., DEA., IPU	2016	Sebagai bahan campuran pakan untuk meningkatkan produktivitas peternakan
9	<i>Agromix Booster</i>	Pengembangan kombinasi <i>essential oil</i> sebagai campuran suplemen pakan temak	Prof. Dr. Ir. Ali Agus., DAA., DEA., IPU	2016	Sebagai bahan campuran pakan untuk meningkatkan produktivitas peternakan serta menghasilkan produk peternakan yang berkualitas
10	<i>Software Recording Ternak</i>	Pengembangan <i>software recording</i> ternak berbasis <i>website</i> untuk BPTU Indrapuri yang mampu menghitung nilai-nilai pemuliaan ternak, kebutuhan ransum, dan pencatatan kesehatan ternak	Cuk Tri Noviandi, Dyah Maharani, Ragil Budiman, Galuh Adi Insani, I Gede Suparta Budi Satria	2016-2018	<i>Software</i> ini sangat bermanfaat dalam pencatatan data ternak, perkiraan perkawinan, menghitung nilai-nilai pemuliaan ternak, pencatatan data hijauan dan pakan, menghitung kebutuhan pakan (formulasi ransum), dan pencatatan kesehatan ternak

No.	Temuan Teknologi	Inovasi Sains	Inventor (Tim/Perorangan)	Tahun	Pengaruh di Tingkat Nasional/Internasional
11	Program Formulasi Ransum Sederhana	Pengembangan <i>software</i> sederhana berbasis Ms Excel untuk menyusun ransum sederhana bagi ternak potong (sapi, kambing, dan domba)	Cuk Tri Noviandi	2017	<i>Software</i> ini dapat dipelajari dengan mudah dan digunakan oleh peternak untuk menyusun ransum selimbang bagi ternak ruminansia
12	<i>Agromix Twin Booster</i>	Suplemen pakan ternak dengan kandungan senyawa herbal (<i>essential oil</i>) yang lebih tinggi	Prof. Dr. Ir. Ali Agus., DAA., DEA., IPU	2018	Sebagai bahan campuran pakan untuk meningkatkan produktivitas peternak serta menghasilkan produk peternakan yang berkualitas
13	Telur Fungsional	Telur dengan kandungan <i>nutrient</i> yang lebih tinggi dan baik dibandingkan telur umumnya	Prof. Dr. Ir. Ali Agus., DAA., DEA., IPU	2018	Bahan pangan yang aman dan menyehatkan untuk dikonsumsi

Sumber Data: Fakultas Peternakan

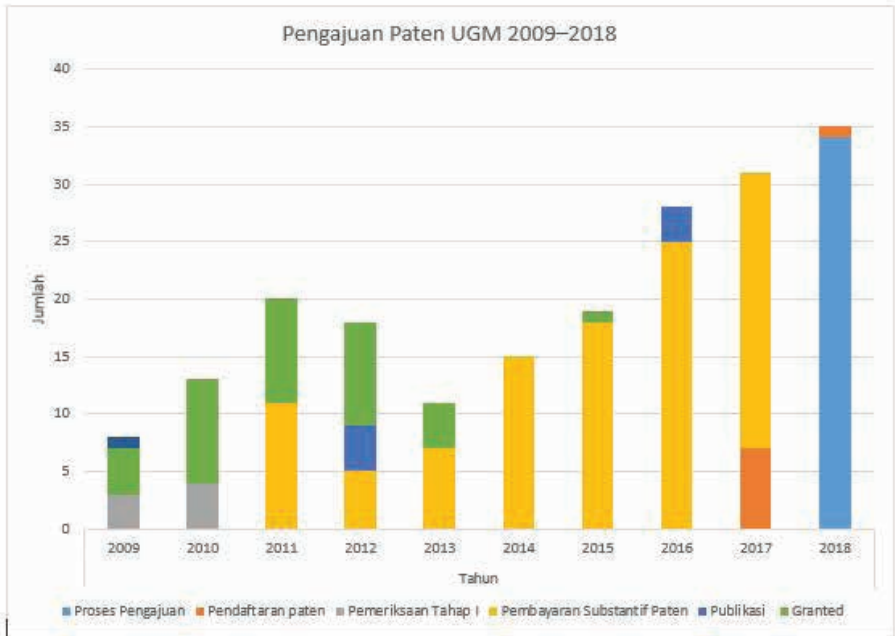
Inovasi Sainsteks Fakultas Teknik

No	Temuan Teknologi	Inovasi Sains	Inventor (Tim/Perorangan)	Tahun	Pengaruh di tingkat nasional/internasional
1	Persawahan Pasang Surut	Sistem irigasi – drainasi di lahan gambut	Prof. Sunaroyo, Prof. Hardjoso Pridjopangarso	1970-an	Ketahanan pangan dan pengembangan daerah transmigrasi
2	Tripikon S	Sistem sanitasi limbah rumah tangga	Prof. Hardjoso Prodjopangarso	1980	Pengolahan limbah di daerah pasang surut
3	Hidrograf Gama 1 dan 2	Metode perkiraan banjir	Prof. Sri Harto	1985	Analisis hidrograf banjir

No	Temuan Teknologi	Inovasi Sains	Inventor (Tim/Perorangan)	Tahun	Pengaruh di tingkat nasional/internasional
4	Sumur resapan	Penampungan air hujan dalam sumur resapan	Prof. Sunjoto	1995	Konservasi air tanah
5	Beras Irwin		Prof. Winoto	1965-an	Membantu saat kekurangan pangan Indonesia
6	Sosrobahu	Konstruksi pemutar bahu lengan beton jalan layang	Dr. Ir. Tjokorda Raka Sukawati.	1988	Pembangunan jalan layang
7	Early Warning System Gempa Bumi melalui aktifitas Radon (Rn) di alam dan fluktuasi level air tanah	Prediksi antara 2 sampai dengan 10 hari sebelum terjadinya gempa bumi di daeraha DIY dan Jawa Tengah	Prof. Ir. Sunarno, M.Eng., Ph.D.	2014	Mitigasi Bencana Gempa Bumi (Sistem Peringatan Dini)
8	GSR - Psychoanalyzer	Pengukur tingkat stress seseorang secara realtime berdasarkan GSR (galvanis skin resistance)	Prof. Ir. Sunarno, M.Eng., Ph.D.	2011	Teknologi Alat kesehatan (kesehatan jiwa dan psikologi)

No	Temuan Teknologi	Inovasi Sains	Inventor (Tim/Perorangan)	Tahun	Pengaruh di tingkat nasional/internasional
9	GAMA-EWS : Alat deteksi dini bencana sedimen (longsor, banjir, aliran debris)	Sistem pemantau dan peringatan dini bencana sedimen berbasis telemetri. Lebih dari 25 varian alat deteksi dini telah dihasilkan dari 5 paten granted.	Prof. Teuku Faisal Fathani, Ph.D. Prof. Dwikorita Karnawati, Ph.D.	2007-2018	SNI 8235:2017 Sistem peringatan dini gerakan tanah ISO 22327:2018 Guideline for implementation of community-based landslide EWS Konsep EWS ini telah dimuat dalam RPJMN 2015-2019 melalui Master Plan Penanggulangan Bencana Longsor Telah dipasang di 28 propinsi dan di luar negeri Penghargaan dari Kemenristekdikti, Kemendikbud, UNESCO dan ICGdR (International Consortium on Geo-disaster Reduction)
10	Sistem Cakar Ayam Modifikasi	Struktur perkerasan untuk jalan raya, jalan toll, landasan peti kemas dan bandara	1. Prof. Ir. Bambang Suhendro, M.Sc., Ph.D. 2. Prof. Dr. Ir. Hary Christady Hardiyatmo, M.Eng., DEA 3. Ir. Maryadi Darmokumoro	2011	Kontribusi dalam pembangunan jalan Toll, pelabuhan peti kemas dan Bandara

Sumber: Fakultas Teknik



Sumber Data: Direktorat Penelitian UGM, 2018

Capaian Paten dan Hak Cipta UGM Per Oktober 2018

No.	Nama	Jumlah
1	Paten	47
2	Hak Cipta	138

Sumber Data: Direktorat Pengembangan Usaha dan Inkubasi, 2018

Capaian Paten dan Hak Cipta UGM Per Oktober 2018

No.	Fakultas	Jumlah
1	Biologi	2
2	Farmasi	5
3	FKKMK	5
4	Kedokteran Hewan	1
5	MIPA	17
6	Pertanian	2
7	Peternakan	1
8	Teknik	8
9	Teknologi Pertanian	5
10	Swayasa	1
	Jumlah	47

Sumber Data: Direktorat Pengembangan Usaha dan Inkubasi, 2018

DAFTAR PUSTAKA

- Berikut 18 Karya Inovasi Fakultas Teknik UGM untuk Era Industri 4.0 <http://kagama.co/berikut-18-karya-inovasi-fakultas-teknik-ugm-untuk-era-industri-4-0>, diakses 1 Desember 2018.
- Djojowidagdo, Soemitro dkk. 2000. “Pidato Pengukuhan Guru Besar Ilmu-Ilmu MIPA 50 Tahun UGM 1949–1999”. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- _____. “Pidato Pengukuhan Guru Besar Ilmu-Ilmu Kesehatan 50 Tahun UGM 1949–1999”. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Johannes, H. 1968. “Keluarga Berencana untuk Peningkatan Taraf Hidup Bangsa”. Salinan naskah pidato Prof. Herman Johannes pada 12 Desember 1968 di Asrama Dharma Putra Yogyakarta.
- Koentjaraningrat. 1987. *Kebudayaan, Mentalitas, dan Pembangunan*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Majelis Guru Besar UGM. 2004. “Kumpulan Pidato Pengukuhan Guru Besar Universitas Gadjah Mada Ilmu-Ilmu Kesehatan”. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- _____. “Kumpulan Pidato Pengukuhan Guru Besar Universitas Gadjah Mada Ilmu-Ilmu MIPA dan Ilmu-Ilmu Teknik”. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Perjanjian Kerja Sama antara Badan Koordinasi Keluarga Berencana Nasional dan Universitas Gadjah Mada Tahun 1986.
- Pramono, Djoko. 2005. *Budaya Bahari*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

- Pusat Penelitian Kependudukan. 1991. "Evaluasi Tengah Pelita V Pemerintah Daerah Tingkat I Kalimantan Timur". Yogyakarta: Pusat Penelitian Kependudukan.
- Putri, Risa Herdahita. 2018. "Majapahit dalam Kisah Panji". <https://historia.id/kuno/articles/majapahit-dalam-kisah-panji-P4e9Z>, diakses 1 Desember 2018.
- Revolusi Industri 4.0. https://tirto.id/q/revolusi-industri-40-mjn?utm_source=internal&utm_medium=lowkeyword, diakses 21 November 2018.
- "Sejarah dan Peradaban Medang". http://medang.id/index.php/2018/09/12/sejarah-dan-peradaban-medang/#_ftn1, diakses 21 November 2018.
- Suratman. 2016. "Membangun Kemandirian Ipteks di Indonesia". Materi presentasi dalam *Training* Pancasila UGM.
- Suratman. 2018. "Inovasi Program Kolaboratif Perguruan Tinggi dengan BNPP untuk *Smart Border Development*". Materi presentasi dalam Rakor BNPP di Jakarta.
- Wawancara dengan Tri Kuntoro Priyambodo dkk., Senin, 30 April 2012. <https://travel.kompas.com/read/2012/04/30/1717113/uav.buatan.ugm-lapan.potret.puncak.merapi>.