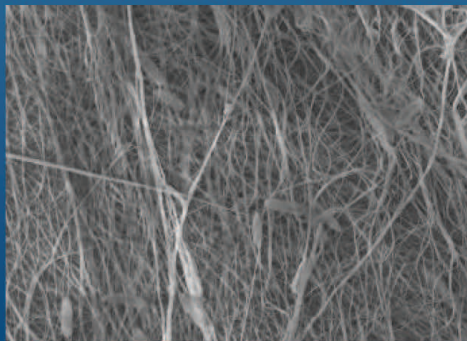


PENGEMBANGAN DAN APLIKASI BIOSELULOSA DALAM BIDANG PANGAN DAN KESEHATAN DI INDONESIA

**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
ILMU KIMIA, BIDANG KIMIA ORGANIK
KEPAKARAN KIMIA ORGANIK RAMAH LINGKUNGAN**



OLEH:

ANASTASIA WHENI INDRIANINGSIH

BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL

**PENGEMBANGAN DAN APLIKASI
BIOSELULOSA DALAM BIDANG
PANGAN DAN KESEHATAN DI
INDONESIA**

Diterbitkan pertama pada 2026 oleh Penerbit BRIN

Tersedia untuk diunduh secara gratis: penerbit.brin.go.id



Buku ini di bawah lisensi Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

Lisensi ini mengizinkan Anda untuk berbagi, mengopi, mendistribusikan, dan mentransmisi karya untuk penggunaan personal dan bukan tujuan komersial, dengan memberikan atribusi sesuai ketentuan. Karya turunan dan modifikasi harus menggunakan lisensi yang sama.

Informasi detail terkait lisensi CC BY-NC-SA 4.0 tersedia melalui tautan:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



PENGEMBANGAN DAN APLIKASI BIOSELULOSA DALAM BIDANG PANGAN DAN KESEHATAN DI INDONESIA

**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
ILMU KIMIA
BIDANG KIMIA ORGANIK
KEPAKARAN KIMIA ORGANIK
RAMAH LINGKUNGAN**

OLEH:

ANASTASIA WHENI INDRIANINGSIH

Penerbit BRIN

© 2026 Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)
Pusat Riset Tanaman Pangan

Katalog dalam Terbitan (KDT)
Pengembangan Dan Aplikasi Bioselulosa Dalam Bidang Pangan dan Kesehatan di Indonesia/
Anastasia Wheni Indrianingsih–Jakarta: PenerbitBRIN, 2026.

ix + 151 hlm.; 14,8 x 21 cm

ISSN 3090-8485

1. Bioselulosa
3. Biodegradabel

2. Komposit

620.118

Copy editor : Utami Dwi Astuti
Proofreader : Hilda Yunita
Penata Isi : Utami Dwi Astuti
Desainer Sampul : Utami Dwi Astuti

Edisi pertama : 2025



Diterbitkan oleh:
Penerbit BRIN, Anggota Ikapi
Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah
Gedung B.J. Habibie Lt. 8, Jl. M.H. Thamrin No.8,
Kb. Sirih, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat,
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10340
Whatsapp: +62 811-1064-6770
E-mail: penerbit@brin.go.id
Website: penerbit.brin.go.id
 PenerbitBRIN
 @Penerbit_BRIN
 @penerbit.brin

DAFTAR ISI

BIODATA RINGKAS	1
PRAKATA PENGUKUHAN	5
I. PENDAHULUAN.....	7
II. PERKEMBANGAN IPTEK KOMPOSIT BIOSELULOSA	15
A. Perkembangan Iptek Komposit Bioselulosa.....	21
B. Potensi Komposit Bioselulosa	23
III. PENGEMBANGAN BIOSELULOSA SEBAGAI MATERIAL FUNGSIONAL DALAM BIDANG PANGAN DAN KESEHATAN.....	27
A. Pengembangan komposit bioselulosa dalam bidang pangan.....	27
B. Pengembangan komposit bioselulosa dalam bidang kesehatan	35
IV. PELUANG DAN TANTANGAN PEMANFAATAN KOMPOSIT BIOSELULOSA DI INDONESIA.....	43
A. Peluang pemanfaatan komposit bioselulosa di Indonesia.....	43
B. Tantangan pemanfaatan komposit bioselulosa di Indonesia.....	45
V. STRATEGI PENGEMBANGAN TEKNOLOGI KOMPOSIT BIOSELULOSA	49
VI. KESIMPULAN	55
VII. PENUTUP.....	57
UCAPAN TERIMA KASIH	59
DAFTAR PUSTAKA.....	63
DAFTAR CAPAIAN DALAM BIDANG IPTEK, RISET, DAN INOVASI.....	83
DAFTAR CAPAIAN DALAM BIDANG IPTEK, RISET, DAN INOVASI.....	85
DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA.....	115
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	117

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Tipikal foto SEM dari bioselulosa (BS).	8
Gambar 1.2.	Bioselulosa (BS) yang dihasilkan dari <i>A. xylinum</i> : a. BS dalam keadaan basah, b. BS dalam keadaan kering.	12
Gambar 3.1.	Gambar SEM dari a. AT1 (aerogel dengan ekstrak bunga <i>C. ternatea</i> 0,5%); B. AT2 (aerogel dengan ekstrak 1%); C. AT3 (aerogel dengan ekstrak 2%); D. Aerogel murni (tanpa ekstrak).	30
Gambar 3.2.	Gambar SEM dari a. BS murni, b. Ag-BS (10^{-3} M), c. Ag-BS (10^{-1} M), dan d. Ag-BS- <i>C. ternatea</i> (10^{-1} M, 2×10^{-4} M).	33
Gambar 3.3.	Difraktogram dari masker bioselulosa-ekstrak tanaman dengan A: BS-teh hijau, B:BS-rosela; C: BS- <i>H. rosa</i> <i>sinensis</i> (pink), D: BS- <i>H. Rosa sinensis</i> (merah).	37
Gambar 3.4.	FTIR spektra dari masker bioselulosa-ekstrak tanaman dengan A: BS-teh hijau, B:BS-rosela; C: BS- <i>H. rosa</i> <i>sinensis</i> (pink), D: BS- <i>H. Rosa sinensis</i> (merah).	38
Gambar 3.5.	Gambar SEM dari a. BS dari siwalan, b. Komposit BS-Ag dari siwalan.....	40
Gambar 4.1	Beberapa peluang pemanfaatan bioselulosa di Indonesia	43
Gambar 5.1.	Ilustrasi skematis fermentasi produksi bioselulosa terkontrol menggunakan bioreaktor.....	51
Gambar 5.2	Skema kolaborasi riset yang baik antara industri dan pemerintah.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan bioselulosa dan selulosa dari tanaman (de Amorim et al., 2020; Mofokeng et al., 2019; Nagpal & Arora, 2025; Sayah et al., 2024).....	17
Tabel 2.2.	Ringkasan peta jalan penelitian terkini tentang bioselulosa	19

BIODATA RINGKAS



Anastasia Wheni Indrianingsih, Ph.D, lahir di Sleman, pada tanggal 30 Juli 1983 adalah anak ke-1 dari Bapak Fransiscus Xaverius Wakidi dan Ibu Catharina Margiyem. Menikah dengan Suwadi, S.Pd dan dikaruniai dua (2) orang anak, yaitu Gregorius Dheo Igganeysa dan Elisabeth Viona Ulivera.

Berdasarkan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 51/M Tahun 2023, tanggal 3 November 2023 bersangkutan diangkat sebagai Peneliti Ahli Utama pada Badan Riset dan Inovasi Nasional.

Berdasarkan Keputusan Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional Nomor 108/PR-BRIN/2026 tanggal 21 Mei 2026 yang bersangkutan melakukan orasi pengukuhan Profesor Riset.

Menamatkan Sekolah Dasar SD Kanisius Ngapak II, tahun 1995, Sekolah Menengah Pertama SMPN 1 Godean, tahun 1998, dan Sekolah Menengah Atas SMU N 2 Yogyakarta, tahun 2001. Memperoleh gelar Sarjana Sains dari Universitas Gadjah Mada tahun 2005, gelar Magister *Master of Science in Engineering* dari *Keio University Tokyo*, Jepang, tahun 2011, dan gelar Doktor bidang *Bioresource Science* dari *Ehime University*, Matsuyama, Jepang, tahun 2016.

Mengikuti kurang lebih 49 pelatihan yang terkait dengan bidang kompetensinya, antara lain: Manajemen Laboratorium di UGM, Yogyakarta (2003), Instrumentasi Kimia (HPLC, GC, GC-MS, H-NMR, XRD, AAS di UGM, Yogyakarta (2003), Pelatihan Jabatan Fungsional Tingkat Pertama (Dasar), Pusbindiklat LIPI, Bogor (2007), *Workshop-Food evaluation equipment* dan *Scanning electron microscopy* di BPTBA LIPI, Yogyakarta (2016), Pelatihan Jabatan Fungsional Tingkat Lanjut Pusbindiklat LIPI, Bogor (2017), Pelatihan *quantitative real-time PCR/qPCR* dan Histopatologi dalam Dunia Riset dan Diagnosis di BPTBA LIPI, Yogyakarta (2017), Pelatihan *Industrial Application of Cellulose Nano Crystalline* (CNC) di UGM, Yogyakarta (2017), Pelatihan Penulisan Ilmiah Populer Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor (2017), Pelatihan Penulisan karya tulis ilmiah internasional di Pusbindiklat LIPI, Cibinong (2019), Pelatihan Teknik pengolahan data dan aplikasi *meta analysis* dan *How to work safely with biosafety cabine, laminar airflow cabinest, dan fume hoods* di BPTBA LIPI, Yogyakarta (2019), Pelatihan *Exchange Scientist* di Kagawa University, Takamatsu, Jepang (2019), Pelatihan peningkatan kapasitas peneliti dalam pengajuan dana internasional, di Kemenristekdikti, Yogyakarta (2019), Diklat paten tingkat dasar, di Bogor (online, 2020), *Training Green Industry Development and Cooperation under the “Belt and Road” Initiative for Developing Countries* di Ministry of Commerce, RR China (online, 2021), Pelatihan *Experimental Design* dan Analisis Data Bidang Peternakan dan Pertanian Menggunakan R-Statistical Software di BRIN, Yogyakarta (2021), *Pasca doctoral visiting Scholar* dari Fulbright di Colorado State University, Fort Collins, USA (2022), Pelatihan SEM (*Scanning electron microscopy*), XRF (*X-ray fluorescence*), *X ray Diffractometer*, FTIR (*Fourier-transform infrared spectroscopy*) di UGM,

Yogyakarta (2022), *Pasca doctoral Fellowship* dari JASSO di Ehime University, Matsuyama, Jepang (2023), dan Pelatihan *genomics, nutriomics, dan multi-omics* untuk pangan dan pertanian di PRTTP, Yogyakarta, Indonesia (2024).

Jabatan fungsional peneliti diawali sebagai Peneliti Ahli Pertama golongan III/a tahun 2008, Peneliti Ahli Muda golongan III/c tahun 2013, Peneliti Ahli Madya golongan IVa tahun 2018, dan memperoleh jabatan Peneliti Ahli Utama golongan IV/e bidang Kimia Organik tahun 2023.

Menghasilkan 150 karya tulis ilmiah (KTI), baik yang ditulis sendiri maupun bersama penulis lain dalam bentuk buku, jurnal, dan prosiding. Sebanyak 124 KTI ditulis dalam bahasa Inggris, dan 26 dalam bahasa Indonesia. Selain itu, juga menghasilkan hak kekayaan intelektual sebanyak 29 paten berupa 21 paten terdaftar dan 8 paten tersertifikasi.

Ikut serta dalam pembinaan kader ilmiah, yaitu sebagai pembimbing jabatan fungsional peneliti pada Pusat Riset Teknologi dan Proses Pangan BRIN, pembimbing skripsi (S-1) pada universitas Universitas Negeri Semarang, (Semarang, Jawa Tengah), Universitas Negeri Malang (Malang, Jawa Timur), Universitas Brawijaya (Malang, Jawa Timur); pembimbing tesis (S-2) pada Universitas Diponegoro (Semarang, Jawa Tengah); pembimbing disertasi (S-3) pada Universitas Gadjah Mada (Yogyakarta); serta penguji tesis (S-2) pada Universitas Hasanuddin (Makassar, Sulawesi Selatan).

Aktif dalam organisasi profesi ilmiah, yaitu sebagai anggota Himpunan Kimia Indonesia (2013–2014), *Indonesian Society for Lactic Acid Bacteria and Gut Microbiota* (2013–2021), Masyarakat Nano Indonesia (2013–2014), Perhimpunan Mikologi Indonesia (2013–2019), Perhimpunan Ahli Teknologi

Pangan Indonesia (2013–sekarang), Perhimpunan Periset Indonesia (2013–sekarang).

Menerima, tanda penghargaan 110 Inovasi terbaik dari *Business Innovation Center* (2018), *Fulbright Visiting Scholar Fellowship* (2022), *L’Oreal for Women in Science Award* (2022), *JASSO (Japanese Student Service Organization) Fellowship* (2023), dan Satyalancana Karya Satya X Tahun (tahun 2017), dari Presiden RI.

PRAKATA PENGUKUHAN

Assalaamu'alaikum warahmatullaahi wabarakaatuh.

Shalom, Namo Buddhaya, Om Swastyastu, Salam Kebajikan dan Salam sejahtera untuk kita semua.

Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional yang mulia dan hadirin yang saya hormati.

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga dalam kesempatan ini kita dapat berkumpul dan bersama-sama hadir pada acara orasi ilmiah pengukuhan Profesor Riset di Badan Riset dan Inovasi Nasional.

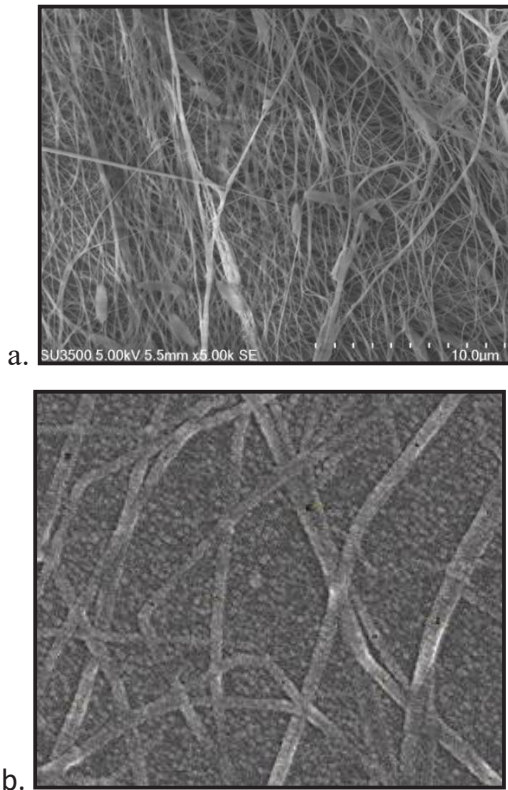
Pada kesempatan yang berbahagia ini, dengan segala kerendahan hati, izinkan saya pada tanggal (tanggal/bulan/tahun orasi dilaksanakan) menyampaikan orasi ilmiah dengan judul: “Pengembangan dan aplikasi bioselulosa dalam bidang pangan dan kesehatan”. Penelitian tentang pengembangan komposit bioselulosa ini sangat berpeluang besar dilakukan di Indonesia dengan adanya sumber daya bioselulosa yang melimpah, dikombinasi dengan ekstrak aktif tanaman Indonesia yang juga bervariasi. Orasi ini diharapkan dapat memberikan pemahaman tentang besarnya potensi dari komposit bioselulosa dan ekstrak tanaman aktif Indonesia. Dengan demikian dapat diciptakan suatu iklim kerjasama antara berbagai sektoral di Indonesia untuk menyusun strategi, kebijakan, dan aksi nyata tentang produksi komposit bioselulosa dan penerapannya dalam bidang industri pangan dan kesehatan.

I. PENDAHULUAN

Selulosa merupakan senyawa tidak larut air yang biasanya terdapat pada dinding sel tumbuhan, terutama pada cabang, batang, tangkai, dan bagian berkayu lainnya. Selulosa berperan penting dalam ketahanan dinding sel tumbuhan. Serat selulosa dari tumbuhan dikenal sebagai mikrofibril yang berdiameter kurang dari 100 nm (Indrianingsih et al., 2017) dan membentuk jaringan kuat di dalam dinding sel tumbuhan. Kelompok polisakarida tersusun secara paralel membentuk mikrofibril selulosa yang mengelompok menjadi makrofibril. Molekul selulosa dapat tersusun hingga ribuan unit rantai mikrofibril D-glukosa yang dihubungkan oleh ikatan hidrogen (Indrianingsih et al., 2017).

Selulosa dapat diproduksi melalui proses fermentasi menggunakan bakteri sehingga menghasilkan bioselulosa (BS). Bakteri yang dapat digunakan untuk memproduksi bioselulosa antara lain genus *Acetobacter*, *Gluconacetobacter*, *Agrobacter*, *Sarcina*, dan lain-lain yang termasuk bakteri non patogen dan dikenal sebagai bakteri selulosa (Kersters et al., 2006). *Acetobacter xylinum* telah dikenal sebagai penghasil bioselulosa murni selama lebih dari 100 tahun. *A. xylinum* telah diisolasi dari buah-buahan manis yang membusuk, sayuran dan air kelapa yang difermentasi. Selulosa dari tumbuhan dan bakteri memiliki struktur kimia yang sama, namun selulosa yang dihasilkan oleh bakteri memiliki komposisi serat yang lebih baik. Bioselulosa merupakan polisakarida yang terdiri dari beberapa ratus hingga ribuan unit D-glukosa yang dihubungkan dengan ikatan β (1 $\rightarrow$ 4). Serat-serat dari bioselulosa umumnya memiliki diameter lebih dari 50 nm (Gambar 1.1). Unit-unit serat selulosa saling terhubung untuk membentuk struktur jaringan, yang terdiri dari

jaringan tiga dimensi mikrofibril dan nanofibril (Indrianingsih et al., 2017).



Sumber: (Indrianingsih, et al., 2017a), (Ree et al., 2025)

Gambar 1.1 Tipikal foto SEM dari bioselulosa (BS).

Indonesia merupakan suatu negara kepulauan, terdiri dari 17 ribu pulau. Luasnya wilayah negara Republik Indonesia, disertai dengan kekayaan sumberdaya alam. Berbagai sumber daya hayati tumbuh di Indonesia yang bisa dimanfaatkan dalam berbagai keperluan, baik dalam bidang pangan, kesehatan

maupun farmasi. Salah satu sumber daya hayati di Indonesia adalah tanaman kelapa. Sampai dengan tahun 2024, Indonesia merupakan produsen kelapa terbesar kedua di dunia setelah Filipina dengan luas perkebunan kelapa mencapai 3,8 juta hektar dengan kapasitas produksi 2,8 juta ton per tahun (Badan Pusat Statistik, 2024). Hal ini disebabkan oleh Indonesia yang merupakan negara kepulauan dan memiliki lahan pantai atau pesisir yang cocok untuk tempat tumbuh tanaman kelapa. Sampai sekarang, produksi buah kelapa kebanyakan baru dimanfaatkan daging buahnya sebagai kopra, santan, susu kelapa, dan kelapa parut kering, sedangkan batok kelapa sebagai bahan baku arang dan kerajinan. Akan tetapi, air buah kelapa sebagai produk limbah dari produksi buah kelapa belum maksimal dimanfaatkan di perusahaan besar. Beberapa produk yang sudah ada tentang pemanfaatan air kelapa yakni sebagai produk minuman alami dan juga sebagai pembuatan *nata de coco* yang sering digunakan dalam minuman dan makanan. Persentase penggunaan air kelapa dibanding total produksi air kelapa Indonesia belum tercatat secara resmi, sebagian besar air kelapa belum diproses menjadi produk industri (misalnya terbuang atau digunakan untuk konsumsi segar). Dalam analisis nilai tambah skala UMKM, rata-rata 400 liter air kelapa digunakan untuk menghasilkan *nata de coco* sekitar 167,7 kg, menunjukkan bahwa hampir seluruh air kelapa tersebut dipakai langsung sebagai bahan baku fermentasi (Afidah et al., 2022). Keunggulan air kelapa sebagai bahan baku bioselulosa yakni mengandung gula sederhana (glukosa, fruktosa, sukrosa) sebagai sumber karbon utama, mengandung nitrogen alami dan mineral penting (K, Mg, Ca, P, Fe) sebagai kofaktor enzim pembentuk bioselulosa. Air kelapa ini jika dibuang ke lingkungan bisa menimbulkan polusi yang berbahaya bagi makhluk hidup dan lingkungan. Penelitian tentang bioselulosa ini sudah banyak

dilakukan (Rosyida et al., 2020), namun sayangnya belum ada industri tentang komposit bioselulosa yang ada di Indonesia sehingga kami berharap teknologi hasil penelitian kami tentang komposit bioselulosa suatu saat bisa diaplikasikan di industri besar Indonesia.

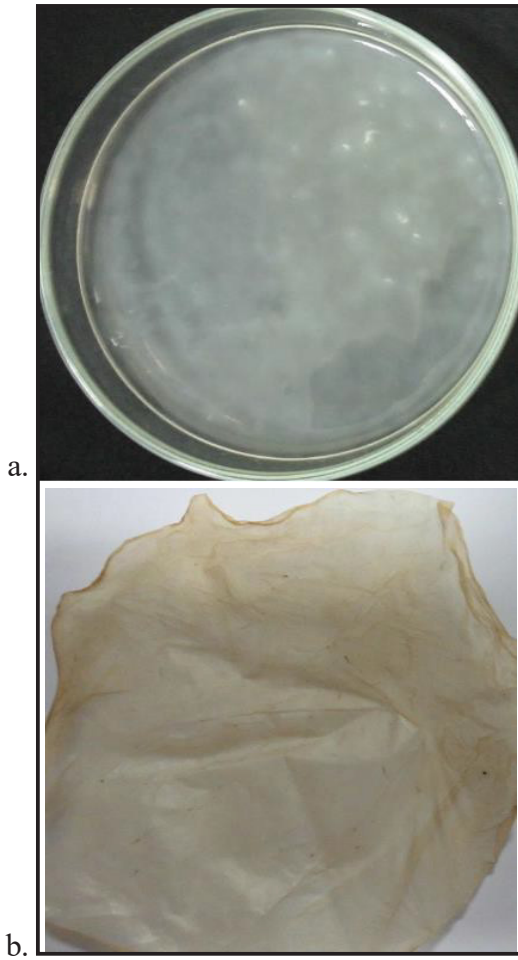
Biodiversitas sumberdaya hayati di Indonesia, termasuk tanaman herbal (Hayati et al., 2021; Indrianingsih & Prihantini, 2018; Nur Hayati et al., 2019; Windarsih et al., 2021), tanaman *indigenous* (Darsih et al., 2020; Indrianingsih, et al., 2021; Nisa et al., 2017, 2018), jamur (Bhattacharjya et al., 2020; Darsih, et al., 2019; Hayati et al., 2020; Pratiwi et al., 2017), dan rumput laut (Darsih et al., 2021; Wulanjati et al., 2020) sangat beraneka ragam. Namun pemanfaatan tanaman ini dalam aplikasi di industri, terutama dalam bidang pangan dan kesehatan masih terbatas. Banyak dari tanaman ini baru sebatas dilakukan penelitian di skala laboratorium. Beberapa aktivitas biologis dari sumberdaya hayati ini seperti senyawa imunomodulator (Fajrin et al., 2023), antiinflamasi atau antiradang (Sulistyowaty et al., 2025), antioksidan (Darsih et al., 2024; Indrianingsih, et al., 2021; Indrianingsih, et al., 2024; Iwansyah et al., 2022), anti obesitas (Ni'maturrohman et al., 2024), antibakteri (Indrianingsih, et al., 2021; Indrianingsih, et al., 2024; Rosyida et al., 2019; Suryani et al., 2024), antidiabetes (Indrianingsih et al., 2015; Indrianingsih, et al., 2023; Indrianingsih, et al., 2023), anti penuaan dini (Handayani et al., 2023), anti jamur (Darsih, Ilyas, et al., 2019) dan antihipertensi (Darsih et al., 2023), yang sangat berpotensi dalam bidang pangan dan kesehatan. Selain tanaman, bagian tanaman yang terbuang seperti kulit buah naga (Indrianingsih, et al., 2020) dan kulit manggis (Indrianingsih, et al., 2021) juga bisa dimanfaatkan karena diketahui memiliki senyawa-senyawa fungsional yang sangat berguna bagi kesehatan. Ekstrak kulit manggis diketahui memiliki aktivitas antioksidan dan antibakteri

yang kuat, serta memiliki kandungan total fenol yang tinggi (Indrianingsih et al., 2020).

Ekstrak tumbuhan mengandung senyawa alami termasuk di dalamnya yang memiliki sifat antioksidan dan antimikroba alami yang bisa digunakan dalam pembuatan makanan fungsional (Indrianingsih et al., 2019). Saat ini, antioksidan dan antimikroba dari tumbuhan sedang dikembangkan dan lebih disukai dibandingkan dengan antioksidan sintetik karena ada beberapa efek negatif dari antioksidan sintetik. Tren konsumen di era sekarang memiliki kecenderungan untuk mengonsumsi makanan yang lebih segar dan alami dengan lebih sedikit aditif sintetis. Karena itu, tanaman mempunyai kecenderungan untuk menggantikan antioksidan dan agen antimikroba sintetik. Pemanfaatan ekstrak tumbuhan sebagai agen antioksidan dan antimikroba sangat dibutuhkan untuk mengurangi bahaya kesehatan dan hal ini bisa dikombinasikan dengan bioselulosa untuk dapat diaplikasikan dalam bidang pangan dan kesehatan.

Bioselulosa murni menunjukkan tingkat kristalinitas yang lebih tinggi daripada selulosa yang diperoleh dari tanaman di mana fibril selulosa tertanam dengan lignin dan hemiselulosa (Windarsih et al., 2022). Selain itu, lignin dan hemiselulosa yang menyusun komponen dinding sel tanaman sulit dihilangkan dalam proses pemurnian. Dengan demikian, bioselulosa dapat diproses lebih lanjut tanpa produk sampingan yang berbahaya dan menggunakan energi rendah pada proses pemurnian.

Bioselulosa memiliki sifat transparan yang dapat diketahui pada saat proses pemurnian dan pengeringan selulosa mikroba pada permukaan kultur (Gambar 1.1)..



Sumber: (Indrianingsih, et al., 2017a)

Gambar 1.2. Bioselulosa (BS) yang dihasilkan dari *A. xylinum*: a. BS dalam keadaan basah, b. BS dalam keadaan kering.

Pada Gambar 1.2 terlihat bahwa penampakan fisik sampel sebelum dan sesudah pengeringan berbeda. Pada akhir proses pengeringan, lapisan bioselulosa menunjukkan warna kecokelatan. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh panas yang diberikan selama proses pengeringan. Permukaannya juga menyusut yang mengindikasikan telah hilang kadar airnya selama proses pengeringan. Secara umum, kadar air lapisan bioselulosa berkisar antara 90-95% (Indrianingsih, et al., 2017a).

Bioselulosa memiliki kapasitas penyerapan air yang lebih besar dibandingkan selulosa tumbuhan. Hal ini dikarenakan ikatan hidrogen pada bioselulosa lebih kuat dan rantai polimer bioselulosa juga lebih panjang. Komposit bioselulosa bisa disintesis dengan mengimpregnasikan ekstrak ataupun nanopartikel logam ke dalam matriks bioselulosa. Aplikasi bioselulosa sangat luas dalam berbagai industri, seperti pada industri biomedis, produksi kertas, industri makanan, dan kosmetik. Dalam bidang industri biomedis, bioselulosa dapat digunakan sebagai biosensor, biofill, *transdermal drug delivery*, dan penutup luka (Mona et al., 2019). Dalam pembuatan kertas, bioselulosa digunakan dalam produksi kertas sintetis, bahan isolasi, dan pelapis permukaan. Dalam proses pembuatan makanan, bioselulosa digunakan sebagai bahan penstabil, pembuatan *Nata de Coco*, dan pembuatan roti, sedangkan dalam bidang kosmetik, bioselulosa telah digunakan sebagai minuman tonik kesehatan dan kuku palsu.

Dengan melihat paparan diatas, dapat kita lihat potensi yang sangat besar dari sumber daya hayati di Indonesia untuk pembuatan komposit bioselulosa dan aplikasinya dalam berbagai bidang. Dalam orasi ilmiah yang berjudul “Pengembangan dan aplikasi bioselulosa dalam bidang pangan dan kesehatan”, akan

disampaikan bahasan tentang perkembangan penelitian (*state of the art*) komposit bioselulosa dengan ekstrak aktif tanaman secara lokal dan global yang sudah dilakukan serta masalah dalam riset dan pemanfaatannya sebagai kandidat yang menjanjikan untuk aplikasi dalam industri pangan dan kesehatan di Indonesia.

II. PERKEMBANGAN IPTEK KOMPOSIT BIOSELULOSA

Selulosa tumbuhan adalah biopolimer alami yang paling melimpah di bumi dan berfungsi sebagai komponen struktural utama dinding sel tumbuhan. Selulosa merupakan polisakarida yang terdiri dari unit D-glukosa β -(1 $\rightarrow$ 4) yang tidak bercabang, yang beragregasi membentuk mikrofibril kuat yang memberikan kekuatan mekanik dan integritas struktural pada tumbuhan (Carreño et al., 2017). Selulosa menyumbang lebih dari setengah karbon di biosfer, dengan perkiraan sintesis dan degradasi tahunan sebesar $1,5 \times 10^{12}$ ton (Shankar & Gupta, 2017). Selulosa tidak larut dalam air karena ikatan hidrogennya yang luas, tetapi modifikasi kimia dapat meningkatkan kelarutan dan fungsinya untuk berbagai aplikasi.

Bahan berbasis selulosa digunakan dalam kemasan makanan yang dapat terurai secara hayati dan cerdas karena sifatnya yang ramah lingkungan dan kemampuannya untuk memantau kualitas makanan (Liang et al., 2026). Serat dan *nanofiber* selulosa dimasukkan ke dalam komposit untuk meningkatkan sifat mekanik dan termal, sehingga cocok untuk aplikasi otomotif, konstruksi, dan biomedis (Mohit & Selvan, 2018). Turunan selulosa seperti karboksimetil selulosa (CMC) digunakan dalam produk farmasi, kosmetik, dan perawatan pribadi karena sifatnya yang menstabilkan dan mengentalkan (Rehman et al., 2019). Biokompatibilitas membuat selulosa cocok untuk aplikasi medis, termasuk penghantaran obat dan rekayasa jaringan (Madhushree et al., 2024). Selulosa tumbuhan merupakan biopolimer serbaguna dan berkelanjutan dengan aplikasi yang mencakup berbagai industri. Kelimpahan, kemampuan terurai secara hayati, dan

sifat mekaniknya menjadikannya alternatif yang menjanjikan untuk material sintetis. Namun, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengatasi tantangan dalam biosintesis, pemrosesan, dan aplikasi skala besar guna mewujudkan sepenuhnya potensinya dalam memajukan teknologi ramah lingkungan.

Di sisi lain, bioselulosa (BS) yang dihasilkan dari bakteri menjadi salah satu tren pilihan biomaterial di kalangan akademika karena sifatnya yang biokompatibel terhadap material lain sehingga sangat berpotensi dijadikan komposit baru yang berguna di bidang kesehatan dan pangan. Bioselulosa adalah bentuk selulosa yang sangat murni dengan sifat-sifat unggul dibandingkan selulosa yang berasal dari tumbuhan, termasuk kristalinitas yang lebih tinggi, kekuatan mekanik, kapasitas menahan air, biokompatibilitas, dan biodegradabilitas (Agustina et al., 2025; Indrianingsih, et al., 2024; Indrianingsih, et al., 2017b). Meningkatnya fokus pada keberlanjutan dan pengurangan dampak lingkungan telah menjadikan BS, material terbarukan dan mudah terurai, sebagai alternatif yang menarik dibandingkan selulosa tumbuhan. BS dapat difungsikan dan dimodifikasi untuk menciptakan komposit dengan sifat yang lebih baik, seperti konduktivitas, aktivitas antibakteri, dan kekuatan mekanik yang lebih tinggi, yang sulit dicapai dengan selulosa tumbuhan (Paten P00202103984)(Indrianingsih, et al., 2020; Indrianingsih, et al., 2021; Jiang & Zhou, 2020; Styaningrum et al., 2024). BS sendiri tidak memiliki aktivitas antimikroba ataupun antioksidan, sehingga BS perlu dimodifikasi dengan senyawa aktif ataupun agen antimikroba sehingga menjadi komposit yang bisa dimanfaatkan dalam bidang pangan dan kesehatan. Perbandingan antara bioselulosa dan selulosa dari tanaman ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbandingan bioselulosa dan selulosa dari tanaman (de Amorim et al., 2020; Mofokeng et al., 2019; Nagpal & Arora, 2025; Sayah et al., 2024)

Item	Bioselulosa	Selulosa tanaman
Sumber	Diproduksi oleh bakteri, seperti <i>Komagataeibacter xylinus</i>	Diekstraksi dari tanaman
Kemurnian	Kemurnian tinggi, bebas lignin dan hemiselulosa	Masih mengandung pengotor seperti lignin dan hemiselulosa
Struktur	Serat nano dengan jaringan 3D	Seratnya kurang seragam
Kristalinitas	Tinggi	Lebih rendah dari bioselulosa
Kapasitas penyerapan air	Tinggi	Lebih rendah dari bioselulosa
Kekuatan mekanik	Tinggi	Lebih rendah dari bioselulosa
Biokompatibilitas	Sangat cocok untuk aplikasi biomedis	Terbatas karena masih ada pengotor

Penelitian terkini tentang komposit BS telah menunjukkan kemajuan signifikan di berbagai bidang, didorong oleh sifat unik BS seperti kekuatan mekanik yang tinggi, biokompatibilitas, dan biodegradabilitas (Indrianingsih, et al., 2024; Termizi et al., 2022). Komposit BS telah dikembangkan untuk rekayasa jaringan, termasuk perancah yang dapat terurai secara

hayati untuk regenerasi tulang dan tulang rawan. Komposit ini sering menggabungkan material seperti hidroksiapatit yang kekurangan kalsium untuk meniru struktur tulang alami dan mendukung proliferasi serta diferensiasi sel (Liu et al., 2023). BS yang dikombinasikan dengan agen antibakteri (misalnya nanopartikel perak) telah menunjukkan potensi dalam aplikasi penyembuhan luka karena biokompatibilitas dan sifat antimikrobanya (Indrianingsih, et al., 2017). Struktur berpori BS memfasilitasi pengiriman obat dan protein, meskipun diperlukan modifikasi untuk mengontrol laju pelepasan. Komposit BS telah dieksplorasi untuk aplikasi transdermal dan topikal (Pandey et al., 2026).

Kekuatan mekanik dan sifat penghalang BS menjadikannya cocok untuk kemasan makanan berkelanjutan. Penggabungan agen antimikroba ke dalam matriks BS telah menghasilkan solusi kemasan aktif yang memperpanjang umur simpan makanan (Infante-Neta et al., 2024). Kristalinitas BS yang tinggi dan sifat penghalangnya terhadap gas dan kelembapan menjadikannya alternatif yang menjanjikan untuk plastik konvensional dalam pengawetan makanan. BS telah digunakan dalam pengembangan bioplastik dan emulsi *pickering* kelas pangan, meningkatkan keberlanjutan kemasan dan formulasi makanan (Agustina et al., 2025). Ringkasan peta jalan penelitian tentang BS disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Ringkasan peta jalan penelitian terkini tentang bioselulosa

Periode	Fokus utama	Kesehatan	Pangan
1950–1980	Karakterisasi	Dasar biokompatibilitas	-
1980–2000	Produksi	Uji awal	<i>Nata de coco</i>
2000–2010	Aplikasi awal	Pembalut luka	Serat pangan
2010-2018	Modifikasi	Penghantaran obat	<i>Edible film</i>
2018-sekarang	Fungsional	Biomaterial pintar	Pangan fungsional

Sumber: Li et al., 2026; Mukherjee et al., 2026; Wei et al., 2023

Studi secara morfologinya menunjukkan bahwa BS berbentuk jaring-jaring dengan gugus hidroksil pada permukaannya sehingga BS bisa membentuk komposit dengan material lain karena bisa dilakukan modifikasi secara kimia. Selain itu jaringan 3 dimensi pada BS juga memiliki struktur nano-pori, kapasitas retensi air yang tinggi, dan memiliki sifat *biodegradable* yang tinggi sehingga ramah terhadap lingkungan. Kristalinitas BS juga cukup tinggi yang bisa dipelajari dan dihitung indeks kristalinitasnya dengan instrumen difraksi sinar-

X (XRD). Salah satu hal yang bisa mempengaruhi derajat kristalinitas BS adalah metode pengeringan yang digunakan. Pengeringan BS bertujuan untuk menghilangkan kadar airnya dan biasanya bisa menggunakan beberapa cara seperti pengeringan oven, udara, vakum, CO₂ superkritis, dan kering beku (*freeze*

drying). Perbedaan metode pengeringan ini kemungkinan bisa menghasilkan perbedaan tingkat kristalinitas BS yang dihasilkan, namun sebuah studi menunjukkan bahwa penggunaan oven, udara dan kering beku tidak begitu mempengaruhi tingkat kristalinitas BS (Pa'E et al., 2014).

Produksi BS bisa menghasilkan rendemen yang berbeda-beda tergantung beberapa hal seperti konsentrasi gula, lama inkubasi, dan kondisi pH (Indrianingsih, et al., 2017b). Rendemen merupakan hasil persentase pembagian antara berat bioselulosa yang dihasilkan dengan berat bahan awal. Semakin banyak konsentrasi gula yang ditambahkan ke dalam media, maka rendemen bioselulosa yang dihasilkan juga semakin meningkat hingga mencapai konsentrasi tertentu. pH juga merupakan faktor penting bagi pertumbuhan dan pembentukan lapisan bioselulosa. Gula sebagai sumber karbon digunakan dalam proses fermentasi BS. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa dengan media air kelapa, penambahan konsentrasi gula 5% merupakan kondisi optimum bagi pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* (Indrianingsih et al., 2017). Penambahan gula lebih dari 5% menyebabkan terjadinya plasmolisis pada sel bakteri tersebut, sehingga menurunkan pembentukan selulosa dan juga mengakibatkan rendemen rendah. Sementara itu, pH optimum yang diperlukan untuk pertumbuhan *A. xylinum* adalah pH 5 dengan masa inkubasi optimum 7 hari.

Karakteristik lapisan tipis BS juga sangat bergantung pada kuat tarik dan perpanjangan lapisan tipis tersebut. Kuat tarik merupakan salah satu sifat mekanik untuk mengukur kekuatan lapisan tipis tersebut. Kuat tarik merupakan gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh lapisan tipis selama pengukuran berlangsung hingga lapisan tipis tersebut terlepas. Tinggi rendahnya kuat tarik lapisan tipis BS dapat dihubungkan dengan struktur morfologinya. Penelitian sebelumnya menunjukkan

bahwa kuat tarik BS bisa bervariasi dalam rentang 56.4 MPa-116.3 MPa, bergantung kepada waktu inkubasi yang dilakukan untuk memproduksi BS (Indrianingsih et al., 2017).

A. Perkembangan Iptek Komposit Bioselulosa

Nanopartikel merupakan agen antibakteri yang aktif karena memiliki permukaan yang luas (Dinesh Ram et al., 2023). Nanopartikel seperti perak (AgNPs) sering digunakan sebagai salah satu logam yang diimpregnasikan ke dalam komposit bioselulosa karena memiliki aktivitas antibakteri dan stabilitas termal. Penelitian sebelumnya tentang mekanisme antibakteri nanopartikel perak menunjukkan bahwa ion perak bebas (Ag^+) yang dihasilkan dari nano perak atau kompleks nano perak dapat secara efektif menekan pertumbuhan bakteri (Samanta et al., 2022). Akan tetapi, konsentrasi AgNPs pada matriks padat perlu diperhatikan karena konsentrasi yang terlalu tinggi juga dapat membahayakan lingkungan dan kesehatan manusia (Chawla et al., 2018). Salah satu cara untuk mempertahankan aktivitas antimikroba AgNP sekaligus meminimalkan risiko kesehatan adalah dengan membuat komposit dengan bahan antimikroba lain yang aman bagi lingkungan seperti ekstrak tumbuhan.

Bioselulosa (BS) hampir tidak larut dalam air dan pelarut organik sehingga agar bisa diaplikasikan dalam bidang tertentu, BS harus dilarutkan terlebih dahulu. Beberapa pelarut yang bisa melarutkan BS misalnya dimetilaseamida dengan tambahan litium klorida dengan pemanasan antara 110°C-170°C (Lima et al., 2011). Pelarut lain yang bisa digunakan untuk melarutkan BS adalah dimetilsulfoksidan/amonium fluorida, serta natrium hidroksida dengan tambahan urea. Perkembangan *trend* penelitian juga menunjukkan bahwa cairan ionik seperti 1-etil-3-metilimidazolium asetat dan 1-alil-3-metilimidazolium

klorida bisa digunakan sebagai pelarut BS (Chen et al., 2010). Akan tetapi bahan kimia ini sebagian besar beracun dan tidak ramah lingkungan.

Komposit BS yang dapat dikontrol biodegradasinya juga merupakan faktor yang diperlukan dalam implan biomedis (Raut et al., 2023). BS bisa didegradasi oleh enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme pendegradasi selulosa, akan tetapi enzim ini tidak ada di dalam tubuh manusia, sedangkan BS juga tahan terhadap degradasi hidrolitik. Eksplorasi komposit BS menjadi fungsional sudah dilakukan oleh beberapa penelitian agar BS dapat didegradasi sebelum aplikasi in vivo dengan cara mengoksidasi unit glukosa menggunakan bahan kimia seperti nitrogen dioksida, hipoklorit, dan oksidasi 2,2,6,6-tetrametilpiperidin-1-oksiradikal (Elayaraja et al., 2021). Proses oksidasi banyak dipilih karena lebih efektif dan tidak merubah struktur polimer. Selain itu, interaksinya dengan polimer umumnya melalui ikatan kovalen. Beberapa metode lain yang digunakan untuk fungsionalisasi BS yang berkaitan dengan degradasinya antara lain kopolimerisasi, esterifikasi, pencangkokan, dan reaksi ikatan silang (Luz et al., 2020).

Aplikasi komposit BS dalam kemasan cerdas (*smart packaging*) bisa digunakan sebagai kemasan aktif yakni digunakan untuk melepaskan antioksidan atau antimikroba, memperlambat pembusukan makanan dan menjaga kesegaran (Vázquez et al., 2024). Selain itu, sebagai kemasan cerdas, komposit BS dapat memantau kualitas makanan melalui indikator seperti pewarna sensitif pH atau sensor gas, memungkinkan deteksi kesegaran secara *real-time* (Jiang et al., 2025). Selain itu, komposit BS dapat terurai secara hayati dan ramah lingkungan, mengatasi masalah lingkungan yang terkait dengan kemasan plastik. Ditengah tren global *Smart Packaging*, penelitian kami mengisi celah pada optimasi metode impregnasi ekstrak tanaman lokal

yang belum banyak dieksplorasi oleh periset luar negeri. Diharapkan hal ini dapat semakin meningkatkan peran teknologi Indonesia dalam pengembangan komposit bioselulosa.

B. Potensi Komposit Bioselulosa

Bioselulosa (BS) sebagai salah satu biomaterial serbaguna memiliki potensi besar dalam berbagai hal, termasuk rekayasa jaringan. Hal ini karena sifat bahan yang bagus seperti mekanis, kristalinitas, hidrofilisitas, dan kemurnian. Selain itu struktur nano berpori dan tingkat polimerisasi dari BS juga menjadikan BS sangat sesuai untuk pertumbuhan sel dan perkembangan jaringan seperti matriks ekstraseluler. Hal ini menjadikan BS sebagai salah satu bahan yang bisa dimodifikasi sebagai biomaterial ideal dalam rekayasa jaringan. Beberapa penerapan BS dalam rekayasa jaringan termasuk perbaikan tulang, tulang rawan, kulit, syaraf, pembuluh darah dan jaringan jantung. Adapun dalam produk pangan, BS banyak digunakan karena aman dikonsumsi, alami dan memiliki nilai fungsional. Beberapa penerapan BS dalam pangan antara lain sebagai bahan pembentuk tekstur, penstabil, pengganti lemak, serat pangan, *edible film* dan *coating* (Shruthy & Preetha, 2025).

Bioselulosa merupakan polisakarida alami dan dihasilkan oleh bakteri melalui proses biokimia dengan berbagai enzim katalitik. BS sebagai biomaterial yang berperan dalam bidang rekayasa biomedis menjadikan pasar global BS terus meningkat dan diperkirakan akan sampai 680 juta USD pada tahun 2025 (Son et al., 2022). Akan tetapi karena BS memiliki ikatan hidrogen intermolekul yang kuat dan polaritas yang tinggi maka BS memiliki kelarutan yang rendah dalam pelarut umum sehingga membuat keterbatasan dalam pemanfaatannya dalam rekayasa jaringan. Oleh karena itu, komposit BS dengan bahan-

bahan lain untuk memodifikasi sangat penting seperti kitosan, gliserin, dan dekstran. Hal ini menghasilkan material akhir dengan sifat yang diinginkan (Hobzova et al., 2018).

Bioselulosa mendapatkan perhatian yang signifikan dalam industri pangan karena sifatnya yang unik dan aplikasinya yang serbaguna. BS dapat meningkatkan tekstur makanan, bertindak sebagai pengental dan penstabil dalam berbagai produk pangan. (Wang et al., 2025). BS juga dapat digunakan sebagai pengganti lemak rendah kalori dan serat pangan, berkontribusi pada kesehatan usus dan berpotensi mengatur kadar glukosa darah. BS berfungsi sebagai pengemulsi yang efektif, yang khususnya berguna dalam produk susu dan makanan emulsi lainnya. (Płoska et al., 2023). Kekuatan mekanis, stabilitas termal, dan sifat penghalang BS yang tinggi menjadikannya kandidat yang sangat baik untuk bahan kemasan makanan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Ketika dikombinasikan dengan zat-zat seperti minyak esensial *thyme*, BS dapat digunakan untuk membuat kemasan yang menghambat pertumbuhan bakteri, sehingga memperpanjang umur simpan makanan yang mudah rusak seperti ayam. Penelitian difokuskan pada pengurangan biaya produksi dengan menggunakan media pertumbuhan alternatif seperti limbah pertanian dan makanan. Hal ini tidak hanya membuat produksi BS lebih ekonomis tetapi juga mengatasi masalah pengelolaan limbah (Xu et al., 2024). Penelitian difokuskan pada pengurangan biaya produksi dengan menggunakan media pertumbuhan alternatif seperti limbah pertanian dan makanan. Hal ini tidak hanya membuat produksi BS lebih ekonomis tetapi juga mengatasi masalah pengelolaan limbah. Penelitian telah mengoptimalkan kondisi budidaya untuk memaksimalkan hasil BS, sehingga lebih layak untuk aplikasi skala besar. BS sedang dieksplorasi karena khasiatnya yang meningkatkan kesehatan, termasuk peran potensialnya dalam

kesehatan saluran cerna dan sebagai pengatur glukosa darah (Wang et al., 2025). Meskipun terdapat kekhawatiran mengenai ukuran nanonya, studi menunjukkan bahwa BS tidak diserap ke dalam usus manusia, yang menunjukkan keamanannya untuk dikonsumsi. Biaya produksi yang tinggi masih menjadi tantangan, tetapi penelitian yang sedang berlangsung mengenai substrat berbiaya rendah dan metode produksi yang optimal menunjukkan hasil yang menjanjikan. Penggunaan BS dalam produk pangan, terutama di kawasan seperti Eropa, masih terbatas karena masalah regulasi, yang perlu ditangani melalui penilaian keamanan dan persetujuan regulasi lebih lanjut (Silva-Carvalho et al., 2024). Singkatnya, bioselulosa memiliki potensi yang signifikan di sektor pangan karena sifat dan manfaatnya yang multifungsi. Namun, mengatasi biaya produksi dan kendala regulasi akan sangat krusial bagi adopsinya secara luas.

III. PENGEMBANGAN BIOSELULOSA SEBAGAI MATERIAL FUNGSIONAL DALAM BIDANG PANGAN DAN KESEHATAN

Bioselulosa merupakan material fungsional yang menjanjikan dengan beragam aplikasi di bidang pangan dan kesehatan. Sifat-sifat uniknya, seperti kemurnian tinggi, biokompatibilitas, dan kekuatan mekanik, menjadikannya cocok untuk pengembangan makanan fungsional, kemasan yang dapat terurai secara hayati, dan perangkat biomedis canggih.

A. Pengembangan komposit bioselulosa dalam bidang pangan

Bioselulosa telah menarik perhatian signifikan di sektor pangan karena sifatnya yang unik dan aplikasinya yang serbaguna (Qin et al., 2024). Jaringan serat *ultrafine* BS memberikan luas permukaan dan kekuatan koloid yang tinggi, yang bermanfaat untuk berbagai aplikasi pangan. BC menunjukkan sifat mekanis yang sangat baik, termasuk kekuatan tarik dan kristalinitas yang tinggi, yang menguntungkan untuk kemasan pangan.

Penelitian tentang sintesis bioselulosa sudah kami lakukan sejak tahun 2017 dengan bahan awal penggunaan limbah air kelapa dengan berbagai variasi lama inkubasi dan kadar sumber gula sehingga didapatkan lapisan tipis yang optimal (Indrianingsih, et al., 2017a). Penelitian juga kami lanjutkan dengan beberapa variasi bahan lain seperti limbah air singkong (Indrianingsih, et al., 2023) dan juga air siwalan (Suntini et al., 2021). Bioselulosa yang sudah terbentuk kami lanjutkan dengan modifikasi menggunakan beberapa ekstrak tanaman dan logam

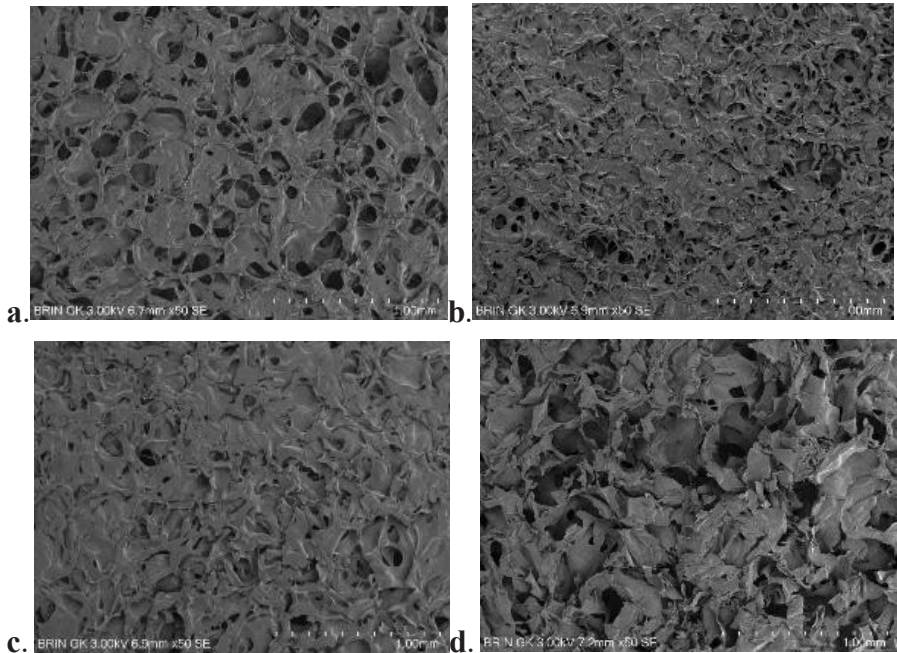
nanopartikel untuk membentuk komposit bioselulosa yang lebih fungsional.

Bioselulosa digunakan sebagai bahan pengisi rendah kalori, pengental, penstabil, dan serat pangan dalam pangan fungsional. Kemampuannya untuk membentuk berbagai bentuk dan tekstur meningkatkan kegunaannya dalam produk pangan (Lin et al., 2020). Komposit BS semakin banyak digunakan dalam kemasan pangan karena biodegradabilitas dan kekuatan mekanisnya. BS digunakan dalam pembuatan emulsi *Pickering food grade*, yaitu emulsi yang distabilkan oleh partikel padat, sehingga berpotensi untuk produk pangan inovatif. Untuk mengatasi keterbatasan BS murni, berbagai aditif seperti nanopartikel perak, montmorillonit, dan polivinil alkohol ditambahkan untuk meningkatkan sifat-sifatnya. Komposit ini menunjukkan peningkatan stabilitas termal, pengurangan porositas, dan peningkatan aktivitas antibakteri. Film berbasis BS, dikombinasikan dengan material seperti isolat protein kedelai dan kalsium alginat, telah dikembangkan untuk menghasilkan bahan kemasan yang dapat dimakan, transparan, dan kuat. Film ini memiliki transparansi optik yang tinggi, ketahanan terhadap minyak, dan kemampuan terurai sepenuhnya, menjadikannya alternatif berkelanjutan untuk plastik konvensional (Cheung et al., 2023). Dengan memanfaatkan sifat unik bioselulosa dan mengembangkan komposit inovatif, industri makanan dapat mencapai kemajuan signifikan dalam fungsionalitas produk dan keberlanjutan.

Selain kemasan makanan, bioselulosa juga bisa digunakan sebagai penyusun adsorben, pengawet makanan yang *sustainable* dan *biodegradable* untuk memperpanjang masa simpan makanan. Adsorben ini bisa digunakan untuk menggantikan adsorben kimia seperti *polyethylene* yang kurang ramah lingkungan. *Aerogel* merupakan bahan berpori dasar gel dengan ukuran pori kurang dari 100 nm dan porositas mencapai 95% (Liu et

al., 2021). Penelitian terbaru kami berupaya membuat *aerogel* menggunakan polisakarida alami seperti selulosa dan turunannya seperti karboksimetil selulosa (CMC) untuk fleksibilitas, kekuatan, dan pengurangan kerapuhan yang lebih besar. Oleh karena itu, penggabungan BS dengan CMC dapat meningkatkan karakteristik *aerogel* (Indrianingsih, et al., 2023; Styaningrum et al., 2024) (Paten P00202306999).

Salah satu tanaman yang bisa digunakan sebagai sumber senyawa aktif dalam penyusunan komposit bioselulosa adalah bunga telang. Ekstrak bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) memiliki aktivitas biologis seperti aktivitas antioksidan, antibakteri, dan antidiabetes (Indrianingsih et al., 2021). Karena aktivitas antimikrobanya, ekstrak bunganya berpotensi untuk diformulasikan menjadi bahan kemasan makanan seperti komposit *aerogel* untuk meningkatkan fungsinya. Gambar 3.1 menggambarkan morfologi permukaan komposit *aerogel* dengan berbagai konsentrasi ekstrak bunga telang (AT1=*C. ternatea* 0,5%, AT2= *C. ternatea* 1%, dan AT3= *C. ternatea* 2%) yang menunjukkan bahwa AT1 memiliki struktur mikro dan distribusi pori yang sangat baik. Persentase yang lebih tinggi (yaitu 1–2%) ekstrak bunga telang mempengaruhi morfologi AT2 dan AT3 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.b dan 3.1.c.



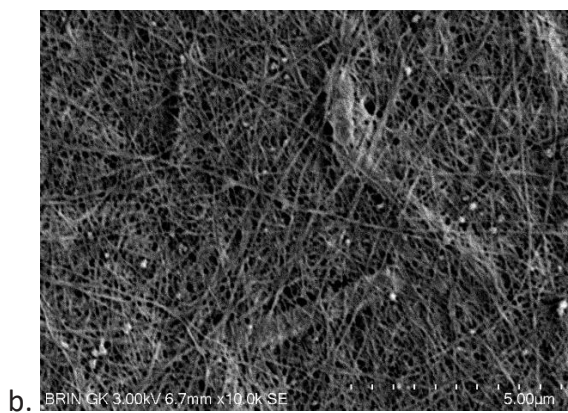
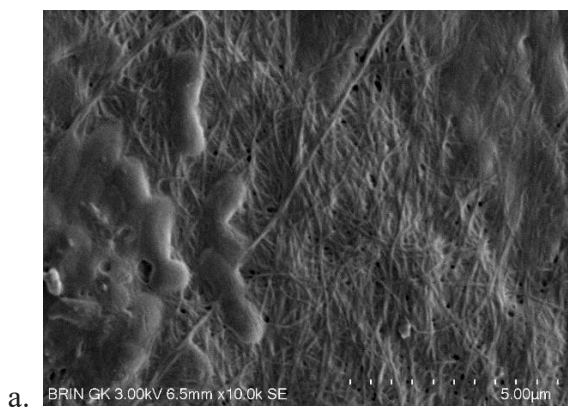
Sumber: (Indrianingsih, et al., 2023; Styaningrum et al., 2024) (Paten P00202306999).

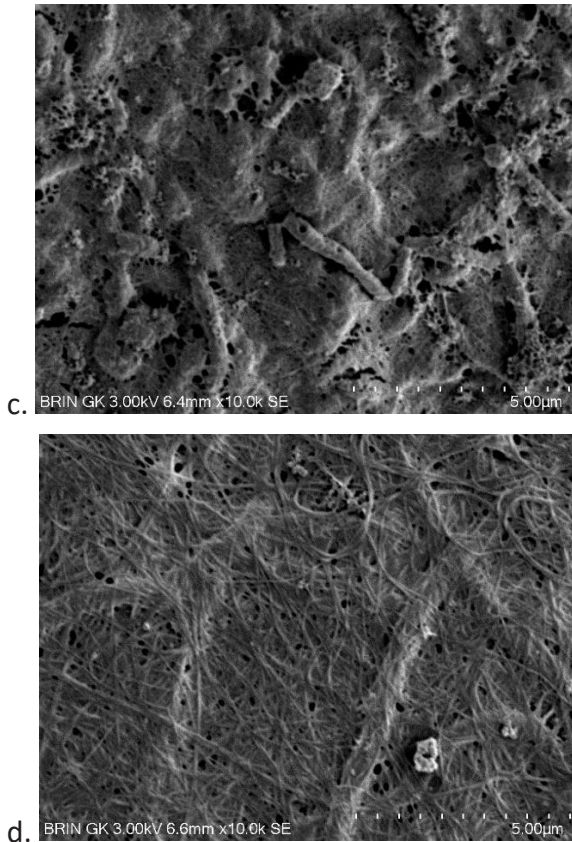
Gambar 3.1. Gambar SEM dari a. AT1 (aerogel dengan ekstrak bunga *C. ternatea* 0,5%); B. AT2 (aerogel dengan ekstrak 1%); C. AT3 (aerogel dengan ekstrak 2%); D. Aerogel murni (tanpa ekstrak).

Bunga telang telah dilaporkan mengandung berbagai senyawa, termasuk antosianin dengan aktivitas biologis, seperti antioksidan dan antibakteri. Fenolik dan senyawa lain yang mengandung gugus hidroksil dalam ekstrak bunga telang dapat membentuk ikatan hidrogen dengan matriks selulosa, sehingga

menghasilkan pori-pori yang lebih padat, lebih rapat, dan lebih kecil pada AT2. Hal ini menunjukkan bahwa antosianin pada konsentrasi tertentu dapat meningkatkan karakteristik mekanis dan morfologi *biopolymer*. Sementara itu, pori-pori yang tidak beraturan teramati pada permukaan AT3 akibat penambahan ekstrak bunga telang dengan konsentrasi yang sangat tinggi (2%), yang dapat mengurangi ikatan antarmolekul dan ikatan fisik antar rantai polimer. Antosianin dalam bunga telang juga berpotensi dalam deteksi logam berbahaya (Aryal et al., 2024; Indrianingsih, et al., 2023). Oleh karena itu, komposit ekstrak-aerogel tidak hanya menjanjikan untuk meningkatkan umur simpan produk makanan, namun juga dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai bantalan adsorben pada kemasan pangan untuk memperpanjang umur simpan pangan (Styaningrum et al., 2024).

Penelitian kami tentang lapisan tipis film BS-Ag-*C. ternatea* juga berpotensi besar dimanfaatkan sebagai kemasan pangan antibakteri yang *biodegradable* (Indrianingsih, Styaningrum, et al., 2025). Penelitian ini berfokus pada pengembangan film komposit baru untuk aplikasi pengemasan makanan, yang menggabungkan perak (Ag), bioselulosa (BS), dan ekstrak bunga telang (*Clitoria ternatea*). Sintesis ini melibatkan berbagai konsentrasi ion Ag (10^{-3} hingga 10^{-1} M) dan ekstrak bunga telang (0 hingga 2×10^{-4} µg/ml). Analisis SEM menunjukkan jaringan mikrofibril berpori, dengan konsentrasi Ag yang lebih tinggi menghasilkan permukaan yang lebih kasar (Gambar 3.2).





Sumber: (Indrianingsih, et al., 2025).

Gambar 3.2. Gambar SEM dari a. BS murni, b. Ag-BS (10^{-3}M), c. Ag-BS (10^{-1}M), dan d. Ag-BS-C. ternatea(10^{-1}M , $2 \times 10^{-4}\text{M}$).

Analisis menggunakan *energy dispersive X-ray* (EDX) mengonfirmasi persentase Ag yang terdeposisi di permukaan yang lebih tinggi dengan peningkatan konsentrasi Ag dan ekstrak, hingga 34,7% pada konsentrasi tertinggi (Indrianingsih, et al., 2025). Film-film tersebut menunjukkan aktivitas

antibakteri yang signifikan terhadap lima bakteri: *Escherichia coli*, *Salmonella Typhimurium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, dan *Staphylococcus aureus*. Aktivitas antibakteri tertinggi diamati pada film yang mengandung 10^{-1} M Ag^+ dan ekstrak 2×10^{-4} $\mu\text{g/ml}$, dengan zona hambat 7,78 mm (*S. Typhimurium*), 8,12 mm (*P. aeruginosa*), dan 8,25 mm (*B. subtilis*). Film komposit secara umum menunjukkan aktivitas antibakteri yang lebih tinggi dibandingkan dengan film BS murni. Film komposit memiliki kapasitas penyerapan uap air yang lebih rendah (2,31–6,71%) dibandingkan dengan BS saja (6,93%), yang menunjukkan perlindungan yang lebih baik terhadap kelembapan. Film komposit ekstrak Ag/BS/*C. ternatea* menunjukkan potensi yang menjanjikan sebagai bahan kemasan berkelanjutan. Mereka menawarkan sifat antibakteri yang lebih baik dan ketahanan terhadap kelembapan yang lebih baik, sehingga cocok untuk menjaga kualitas makanan. Pendekatan inovatif ini memanfaatkan sifat antimikroba alami *C. ternatea* dan manfaat struktural bioselulosa, dikombinasikan dengan efek antibakteri perak yang telah dikenal luas, untuk menciptakan solusi pengemasan makanan yang efektif.

Kulit manggis juga potensial dijadikan senyawa impregnan karena ekstraknya mengandung senyawa bioaktif, terutama *xanton* seperti α -*mangostin* dan γ -*mangostin*, yang berkontribusi pada beragam aktivitas biologisnya. Ekstrak kulit manggis menunjukkan sifat antioksidan yang kuat, berkat kandungan fenolik dan flavonoidnya yang tinggi. Hasil penelitian kami menunjukkan bahwa komposit adsorben kelembapan bioselulosa, karboksimetil selulosa, dan ekstrak kulit manggis memiliki aktivitas antibakteri yang cukup tinggi melawan bakteri *P. aeruginosa* sebesar 8,22 mm, dan terhadap bakteri *S. aureus* sebesar 9,12 mm (Indrianingsih, et al., 2025; Indrianingsih, et al., 2025) (Paten P00202510391). Hal ini

menunjukkan bahwa komposit BS-ekstrak kulit manggis sangat potensial digunakan sebagai agen antibakteri sekaligus penyerap kelembaban yang *biodegradable* dan ramah lingkungan.

Penelitian kami yang lain menunjukkan bahwa komposit BS dengan ekstrak daun *Ageratum conyzoides* L. (BS-AC) dan ekstrak daun *Chromolaena odorata* L. (BS-CO) mengandung metabolit sekunder yang berpotensi sebagai antibakteri (Indrianingsih, et al., 2024). Penelitian ini menegaskan potensi aplikasi ekstrak bioselulosa-tanaman sebagai kemasan pangan yang aktif dan *biodegradable*. Studi yang lain memanfaatkan limbah air ubi kayu (*Manihot esculenta*) untuk menghasilkan BS sebagai bahan awal pembuatan komposit baru Ag/BS (Indrianingsih, et al., 2023). Komposit dibuat dengan cara mengimpregnasi larutan perak ke dalam jaringan BS dan dilanjutkan dengan proses reduksi menggunakan NaBH₄. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa komposit Ag/BS dari singkong memiliki aktivitas antibakteri terhadap *P. aeruginosa*, *B. subtilis*, *S. typhimurium*, *E. coli* dan *S. aureus*.

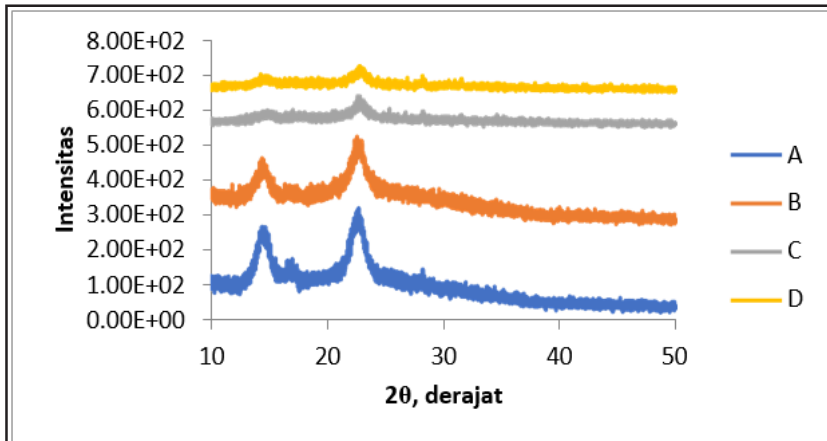
B. Pengembangan komposit bioselulosa dalam bidang kesehatan

Bioselulosa sangat cocok untuk berbagai aplikasi biomedis, terutama ketika dikembangkan menjadi komposit. Struktur berpori BS meniru matriks ekstraseluler kulit manusia, sehingga mempercepat penyembuhan luka dengan menjaga kelembapan secara berkelanjutan (Tanget al., 2022). Komposit BS, seperti yang dikombinasikan dengan sericin sutra, meningkatkan proliferasi fibroblas, sehingga lebih mengoptimalkan penyembuhan luka (Qian et al., 2023). Aplikasi meliputi kulit buatan, pembuluh darah, rekayasa jaringan tulang, dan prostesis katup jantung

(Ullah et al., 2016). Daya serap air dan biokompatibilitas BS yang tinggi menjadikannya kandidat yang sangat baik untuk sistem penghantaran obat terkontrol. Modifikasi dengan nanopartikel dan polimer lainnya meningkatkan kemampuan penghantaran obatnya (Mbituyimana et al., 2021). Komposit BS sedang dikembangkan untuk digunakan dalam pembuluh darah buatan dan prostesis katup jantung karena kekuatan mekanis dan biokompatibilitasnya. BS sedang dieksplorasi untuk digunakan dalam rekayasa jaringan kornea dan lensa kontak, memanfaatkan kemurnian dan biokompatibilitasnya yang tinggi. Penambahan nanopartikel (misalnya perak, seng, tembaga, emas) ke dalam BS meningkatkan sifat mekanis dan antibakterinya, sehingga memperluas jangkauan aplikasinya (Indrianingsih, et al., 2017; Windarsih et al., 2022). Menggabungkan BS dengan biopolimer lain seperti kitosan, gelatin, dan kolagen meningkatkan fleksibilitas, sifat antimikroba, dan kinerjanya secara keseluruhan dalam aplikasi medis. BS dapat dimodifikasi dengan material konduktif seperti grafena oksida dan polimer konduktif untuk menciptakan perancah konduktif listrik bagi regenerasi jaringan dan perangkat biomedis lainnya (Prilepskii et al., 2023).

Hasil penelitian kami juga menunjukkan bahwa bioselulosa juga bisa dimanfaatkan sebagai masker wajah (Indrianingsih, et al., 2021; Indrianingsih, et al., 2020) (Paten ID P000079370). Masker wajah dari bioselulosa ini diproduksi dengan mensintesis bioselulosa yang berbentuk lembaran tipis (film) dan diimpregnasi dengan beberapa ekstrak tanaman Indonesia seperti ekstrak daun teh hijau (*Camellia sinensis*), kelopak bunga rosela (*Hibiscus sabdariffa*), dan ekstrak bunga *Hibiscus rosa-sinensis* L. (varian warna merah dan pink). Hasil pengujian menunjukkan masker wajah BS-ekstrak tanaman ini memiliki aktivitas antioksidan dan antibakteri. Gambar 3.3 menunjukkan difraktogram

dari masker BS-ekstrak hasil pengukuran dari analisis difraksi sinar-X (XRD).

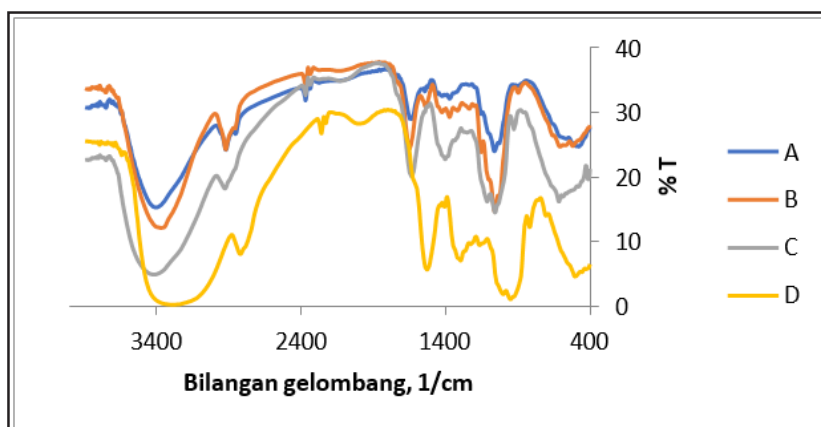


Sumber: (Indrianingsih, et al., 2021; Indrianingsih, et al., 2020) (Paten ID P000079370)

Gambar 3.3. Difraktogram dari masker bioselulosa-ekstrak tanaman dengan A: BS-teh hijau, B:BS-rosela; C: BS-*H. rosa sinensis* (pink), D: BS- *H. Rosa sinensis* (merah).

Teknik difraksi sinar-X dilakukan untuk mengevaluasi struktur kristalinitas lembaran ekstrak tumbuhan BS. Teknik ini umumnya dilakukan untuk analisis kristalinitas material serta rasio kristalinitas terhadap keadaan amorf. Difraktogram BS-esktrak menunjukkan derajat kristalinitas BS-teh hijau, BS-rosella; BS-*H. rosa-sinensis* varian merah muda, dan BS-*H. rosa-sinensis* varian merah yang sedikit berbeda. Keberadaan puncak pada 2θ sebesar 14,6, 16,9, 22,7, dan 27,9o masing-masing menunjukkan bidang difraksi (101), (111), (002), dan (130). Ini merupakan indeks Miller selulosa. Puncak difraktogram yang lebih tinggi dan lebih tajam terbentuk, dan hal ini dapat

menunjukkan potensi kristalinitasnya yang lebih tinggi. Puncak difraktogram yang diamati pada ekstrak tumbuhan BS menunjukkan puncak yang lebar yang menunjukkan bahwa film BS tidak sepenuhnya merupakan material kristalin. Ekstrak tumbuhan yang ditambahkan ke BS kemungkinan menyebabkan penurunan kristalinitasnya. Adapun gugus fungsi BS-ekstrak dianalisis menggunakan spektroskopi infra merah (FTIR) yang ditunjukkan Gambar 3.4.



Sumber: (Indrianingsih, et al., 2020) (Paten ID P000079370).

Gambar 3.4. FTIR spektra dari masker bioselulosa-ekstrak tanaman dengan A: BS-teh hijau, B:BS-rosela; C: BS-*H. rosa sinensis* (pink), D: BS- *H. Rosa sinensis* (merah).

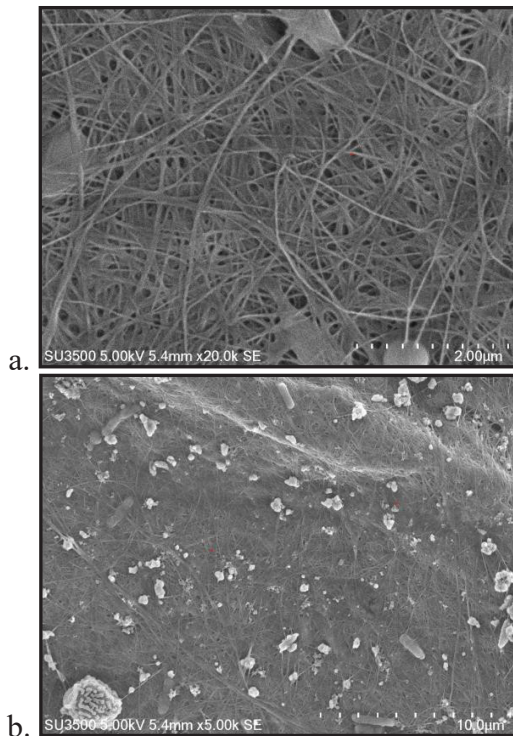
Hasil spektrum inframerah untuk komposit ekstrak tumbuhan BS dengan penambahan ekstrak bahan alami ditunjukkan pada panjang gelombang sekitar 500–4000 cm^{-1} . Pada spektrum IR komposit teh hijau-BS, vibrasi hidroksil (O–H) dalam air, fenol, dan alkohol ditunjukkan dengan pita pada 3.410 cm^{-1} . Serapan pita pada sekitar 2.924 dan 2.854 cm^{-1} menunjukkan regangan

C-H pada alkana dan regangan O-H pada asam karboksilat. Puncak serapan pada 1.635 cm^{-1} kemungkinan merupakan vibrasi C=C dan C=O pada polifenol; sementara itu, serapan pita di sekitar 1.373 cm^{-1} kemungkinan berasal dari vibrasi C-N amida-I. Vibrasi C-O dari asam amino menghasilkan pita pada 1.064 cm^{-1} . Lebih lanjut, serapan di sekitar 894 cm^{-1} kemungkinan berasal dari pembengkokan C-H. Dengan demikian, dari spektrum IR, dapat diamati bahwa komposit teh hijau-BS kemungkinan kaya akan asam karboksilat, polifenol, protein, dan asam amino. Pada spektrum IR, panjang gelombang sekitar 1.651 cm^{-1} menunjukkan keberadaan gugus karbonil glukosa dari BS. Serapan ini mengalami pergeseran pada penambahan ekstrak teh hijau, kembang sepatu merah, dan bunga kembang sepatu merah muda ke panjang gelombang sekitar 1.635 cm^{-1} . Pada lapisan tipis rosela-BS, aglikon antosianin umumnya teramati pada serapan $1.800\text{--}1.380\text{ cm}^{-1}$. Puncak lebar sekitar 3.371 cm^{-1} merupakan karakteristik ikatan hidrogen (-OH). Pita serapan pada 2.368--

2.337 cm^{-1} menunjukkan keberadaan cincin aromatik terkonjugasi yang didukung oleh pita serapan pada 1.064 cm^{-1} dari gugus fungsi C-O-C simetris. Pada lapisan tipis teh hijau-BS, pita pada 3.410 cm^{-1} merupakan hasil vibrasi gugus O-H yang terdapat dalam air, etanol, dan fenol, serta peregangan N-H dari gugus amina. Vibrasi C-H dalam alkana dan O-H dalam asam karboksilat muncul masing-masing pada 2.924 dan 2.854 cm^{-1} . Pada BS-bunga kembang sepatu merah dan kembang sepatu merah muda, terdapat beberapa kesamaan dalam penyerapan inframerah. Puncak penyerapan pada 3.387 cm^{-1} pada bunga kembang sepatu merah dan 3.425 cm^{-1} pada BS-bunga merah muda menunjukkan penyerapan gugus O-H senyawa polisakarida. Pita penyerapan pada 2.931 cm^{-1} pada

bunga kembang sepatu merah dan merah muda menunjukkan vibrasi C-H asimetris dari senyawa suberin.

Penelitian kami yang lain menunjukkan komposit dari air siwalan (*Borassus flabellifer*) juga bisa digunakan sebagai bahan pembuatan BS (Suntini et al., 2021). Komposit BS dari air siwalan dengan logam perak memiliki sifat antibakteri yang bisa digunakan sebagai bahan pembalut luka. Permukaan struktur BS-Ag dari siwalan memiliki fibril halus yang saling tumpang tindih sebagai lapisan pita selulosa (Gambar 3.5).



Sumber: (Suntini et al., 2021)

Gambar 3.5. Gambar SEM dari a. BS dari siwalan, b. Komposit BS-Ag dari siwalan.

Karakterisasi permukaan morfologi menggunakan SEM pada pelikel BS murni menunjukkan bahwa BS terdiri dari nanofibril dan membentuk struktur berpori seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.5. Serat-serat berukuran nanometer 20-50 nm tersebut saling terhubung membentuk struktur berpori seperti anyaman halus. Gambar 3.5 menunjukkan keberadaan sel bakteri dari BS dalam matriks. Permukaan bakteri terdiri dari banyak untaian yang terikat bersama untuk menghasilkan struktur agregat. Permukaan struktur BS terdiri dari banyak fibril rapi yang terjalin. Hasil studi BS air siwalan sesuai dengan studi BS yang ada, seperti literatur yang melaporkan fibril halus yang saling tumpang tindih sebagai lapisan seperti pita selulosa. Gambar 3.5 (b-d) menunjukkan morfologi komposit Ag-BS. Hasil analisis BS yang diimpregnasi partikel perak dengan rasio molaritas $\text{AgNO}_3/\text{NaBH}_4$ yang berbeda terlihat dari adanya pengendapan partikel perak di dalam matriks BS. Aglomerasi terjadi karena partikel perak terakumulasi selama proses impregnasi yang menyebabkan bentuk dan ukuran partikel perak berbeda. Dari hasil analisis Gambar 3.5 dapat disimpulkan bahwa morfologi BS sebelum diimpregnasi perak sangat berbeda. Beberapa faktor kunci yang menentukan struktur komposit Ag-BS seperti ukuran partikel Ag, konsentrasi Ag dalam Ag-BS, metode yang digunakan untuk menghasilkan nanopartikel perak, dan teknik untuk memasukkan nanopartikel perak ke dalam film BS.

Selain dengan perak, BS juga bisa dibuat komposit dengan impregnasi logam emas (Au). Studi yang telah kami laksanakan menunjukkan bahwa nanokomposit bioselulosa (BS-Au) yang dimodifikasi dengan emas menggunakan air limbah kelapa Indonesia dapat meningkatkan karakteristik dan fungsi bioselulosa (Windarsih et al., 2022). Aktivitas antibakteri yang baik diberikan oleh nanokomposit BS-Au terhadap *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, dan *S. typhimurium* menunjukkan potensi

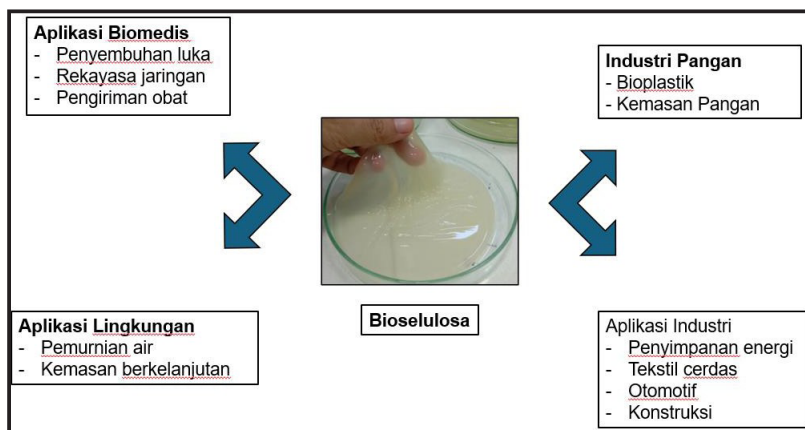
aplikasinya dalam bidang biomedis seperti pembalut luka. Komposit bioselulosa memiliki potensi yang signifikan di sektor kesehatan, terutama dalam penyembuhan luka, rekayasa jaringan, penghantaran obat, dan aplikasi kardiovaskular. Kemajuan berkelanjutan dalam teknik modifikasi dan pengembangan komposit diharapkan dapat semakin meningkatkan penerapan dan kinerjanya di bidang biomedis.

IV. PELUANG DAN TANTANGAN PEMANFAATAN KOMPOSIT BIOSELULOSA DI INDONESIA

Indonesia menawarkan peluang signifikan untuk pemanfaatan komposit bioselulosa, didorong oleh sumber daya alamnya yang melimpah, limbah pertanian, dan meningkatnya minat terhadap material berkelanjutan. Namun, beberapa tantangan harus diatasi untuk mewujudkan potensi ini sepenuhnya.

A. Peluang pemanfaatan komposit bioselulosa di Indonesia

Pemanfaatan komposit bioselulosa di Indonesia berpeluang besar di berbagai sektor karena sifatnya yang ramah lingkungan, ringan, dan kuat (Gambar 4.1). Sektor-sektor tersebut meliputi otomotif untuk panel bodi dan interior, konstruksi untuk material bangunan seperti papan dinding, serta kemasan dan produk rumah tangga (Zhong, 2020).



Gambar 4.1 Beberapa peluang pemanfaatan bioselulosa di Indonesia

Pemanfaatan ini didukung oleh sumber daya alam melimpah, seperti air kelapa untuk *nata de coco* yang merupakan sumber bioselulosa. Beberapa potensi pemanfaatan komposit bioselulosa di Indonesia seperti dalam industri otomotif, industri konstruksi, kemasan dan produk rumah tangga, serta industri pangan (Chiciudean et al., 2011; Lisowski et al., 2026; Ruka et al., 2014; Zhong, 2020). Komposit bioselulosa dapat diaplikasikan sebagai material ringan untuk panel bodi dan komponen interior kendaraan. Hal ini dapat membantu meningkatkan efisiensi bahan bakar. Sifatnya yang stabil secara termal dan mekanik menjadikan komposit ini cocok untuk material bangunan yang ramah lingkungan, seperti papan dinding, plafon, dan komponen bangunan lainnya. Berkat sifatnya yang *biodegradable* (mudah terurai) dan kuat, komposit ini dapat menjadi solusi untuk kemasan berkelanjutan dan produk rumah tangga yang lebih ramah lingkungan. Air kelapa yang melimpah dapat dimanfaatkan untuk produksi *nata de coco*, yang kemudian diolah menjadi *edible film* (lapisan makanan tipis yang bisa dimakan) atau sebagai bahan baku komposit lainnya.

Komposit BS telah menunjukkan potensi yang menjanjikan di bidang biomedis, terutama dalam pembalut luka dan rekayasa jaringan (Indrianingsih, et al., 2017). Komposit ini dapat diperkaya dengan zat antibakteri seperti nanopartikel perak dan seng oksida, sehingga cocok untuk aplikasi medis. Pengembangan bahan kemasan makanan *biodegradable* dari komposit BS merupakan peluang yang signifikan. Kemurnian dan kekuatan mekanis BS yang tinggi menjadikannya kandidat yang sangat baik untuk menciptakan solusi kemasan berkelanjutan. Pemanfaatan komposit BS dapat berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan dengan mengurangi ketergantungan pada bahan sintetis dan meminimalkan limbah. Misalnya, komposit BS dapat digunakan dalam pengolahan air dan air limbah karena biodegradabilitas

dan non-toksisitasnya. Komposit BS dapat digunakan di berbagai sektor industri, termasuk elektronik, di mana mereka berfungsi sebagai komponen dalam perangkat seperti *speaker* dan *headphone*, dan dalam produksi aditif kertas berkualitas tinggi dan filter membran. Tingginya biaya produksi BS dan komposisinya masih menjadi tantangan. Penelitian tentang metode produksi yang hemat biaya dan penggunaan substrat berbiaya rendah sangat penting untuk membuat komposit BS lebih ekonomis. Mencapai dispersi serat BS yang merata dalam komposit dan mengoptimalkan sifat mekanik material ini merupakan tantangan teknis yang berkelanjutan yang perlu ditangani. Indonesia memiliki potensi yang signifikan untuk memanfaatkan limbah pertanian dan sumber daya alamnya untuk mengembangkan dan memanfaatkan komposit bioselulosa di berbagai sektor. Dengan mengatasi biaya produksi dan tantangan teknis, komposit BS dapat memainkan peran penting dalam mempromosikan keberlanjutan dan inovasi di negara ini.

B. Tantangan pemanfaatan komposit bioselulosa di Indonesia

Komposit bioselulosa (BS) menawarkan berbagai keunggulan, termasuk kemurnian tinggi, biodegradabilitas, dan sifat mekanik yang sangat baik, sehingga cocok untuk berbagai aplikasi seperti pembalut medis, pengemasan, dan pengolahan air limbah. Namun, beberapa tantangan menghambat pemanfaatannya secara luas di Indonesia (Gambar 4.2). Tingginya biaya media fermentasi dan bahan baku berdampak signifikan terhadap keseluruhan biaya produksi BS (Kolesovs et al., 2023; Suvitha, 2021). Penggunaan material tambahan seperti nanopartikel perak dan fibroin sutra, yang meningkatkan sifat komposit BS, semakin meningkatkan biaya produksi. Mencapai tingkat produksi BS yang tinggi merupakan tantangan karena laju pertumbuhan

kultur bakteri yang lambat. Hal ini membatasi skalabilitas produksi BS untuk memenuhi permintaan industri. Proses produksi memerlukan optimalisasi strain mikroba, media kultur, dan kondisi lingkungan yang cermat untuk memaksimalkan hasil dan mengurangi biaya. BS seringkali memerlukan modifikasi kimia untuk meningkatkan sifat-sifatnya, seperti penyerapan air dan kekuatan mekanis, yang dapat menjadi rumit dan mahal. Memproduksi komposit BS dengan dispersi serat yang merata dan sifat yang diinginkan merupakan tantangan teknis. Penggunaan cairan ionik dan metode inovatif lainnya dapat menawarkan solusi tetapi memerlukan penelitian lebih lanjut. Indonesia menghasilkan limbah pertanian dalam jumlah yang signifikan, seperti sabut kelapa dan residu kelapa sawit, yang dapat dimanfaatkan untuk produksi BS. Namun, metode pengolahan yang efisien perlu dikembangkan untuk mengubah limbah ini menjadi komposit BS yang bernilai. Mengembangkan proses produksi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan sangatlah penting. Memanfaatkan sumber nutrisi terbarukan dan menerapkan bioproses hijau dapat mengatasi masalah lingkungan dan meningkatkan kelayakan ekonomi produksi bioselulosa. Memperluas aplikasi komposit bioselulosa di luar penggunaan tradisional dalam industri medis dan pengemasan ke area seperti pengolahan air limbah dan bioplastik dapat meningkatkan potensi pasar. Mempromosikan manfaat komposit bioselulosa, seperti biodegradabilitas dan keramahan lingkungan, sangat penting untuk mendapatkan penerimaan konsumen dan mendorong pertumbuhan pasar. Mengatasi tantangan ini melalui penelitian inovatif dan praktik berkelanjutan dapat meningkatkan pemanfaatan komposit bioselulosa di Indonesia secara signifikan.



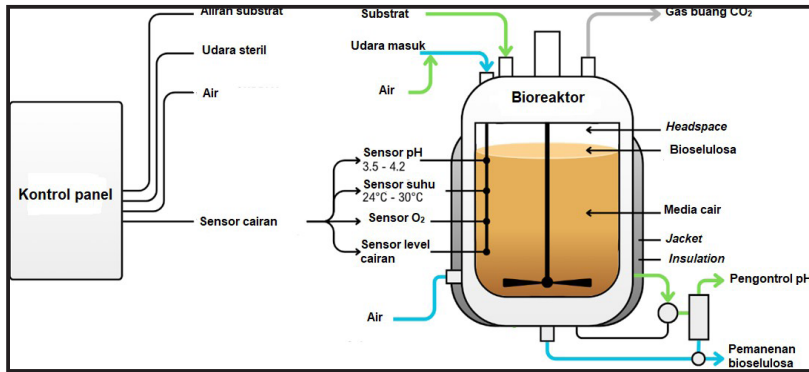
Gambar 4.1. Tantangan dalam pemanfaatan bioselulosa di Indonesia

V. STRATEGI PENGEMBANGAN TEKNOLOGI KOMPOSIT BIOSELULOSA

Strategi pengembangan BS diperlukan untuk dapat menghasilkan komposit BS yang efisien dan efektif serta aplikasi fungsionalnya yang berdampak. Beberapa strategi yang bisa diterapkan dalam riset, industri dan skala komersial, khususnya untuk material ramah lingkungan diantaranya dalam sektor bahan baku, proses produksi, pengembangan material komposit, pengujian dan standarisasi, hilirisasi dan komersialisasi, serta kebijakan dan sumber daya manusia (SDM).

Optimalisasi sumber karbon murah dari limbah agroindustri seperti air kelapa, air singkong, air siwalan, molase dan limbah buah bisa dilakukan untuk bahan produksi BS. Pemilihan strain bakteri penghasil BS yang unggul dengan produktivitas yang tinggi dan rendemen hasil yang tinggi juga penting untuk dilakukan. Adapun pengembangan substrat lokal berkelanjutan untuk menekan biaya produksi juga perlu dikembangkan. Dalam proses produksi BS, beberapa strategi yang bisa diterapkan antara lain optimasi kondisi fermentasi (pH, suhu, oksigen, waktu) dan juga pengembangan sistem bioreaktor skala besar (*stirred tank* atau *static bioreactor*) (Gambar 5.1). Bioreaktor tangki berpengaduk umumnya digunakan untuk produksi BS skala industri karena kemampuannya untuk mempertahankan pencampuran dan distribusi oksigen yang seragam (Rathore et al., 2016). Namun, pengadukan mekanis dapat berdampak negatif pada hasil BS karena gaya geser dan adhesi selulosa ke permukaan logam (Páez et al., 2024). Parameter-parameter kunci seperti diameter *impeller*, jumlah *impeller*, kecepatan pengadukan, dan tekanan oksigen sangat penting untuk

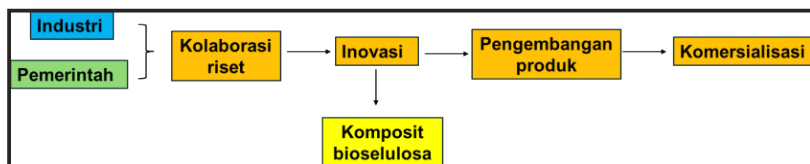
mengoptimalkan produksi BS dalam tangki pengaduk. Selain itu, penggunaan pengadukan magnetik dengan kecepatan terkontrol telah menunjukkan potensi dalam meningkatkan hasil BS. Tantangan utamanya meliputi pengelolaan tegangan geser, yang dapat merusak struktur BS, dan memastikan transfer oksigen yang memadai tanpa pengadukan berlebihan. Bioreaktor statis biasanya menghasilkan membran BS gelatin dengan kapasitas penahan air yang tinggi. Metode ini, meskipun sederhana, seringkali menghasilkan produktivitas yang lebih rendah dibandingkan dengan sistem yang diaduk (Singhania et al., 2022). Teknologi fermentasi kontinu menawarkan beberapa keuntungan untuk produksi BS, termasuk operasi kondisi stabil, pengurangan waktu henti untuk pembersihan dan sterilisasi, dan potensi produktivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan proses *batch* (Zhang et al., 2022). Metode ini sangat bermanfaat dalam bioproses industri di mana menjaga tingkat produksi dan kualitas yang konsisten sangat penting. Teknologi fermentasi kontinu menjanjikan potensi besar untuk produksi bioselulosa yang efisien dan hemat biaya. Dengan mengatasi tantangan yang terkait dengan pemeliharaan kondisi optimal dan memanfaatkan pendekatan inovatif seperti pembentukan biofilm dan sumber karbon campuran, sistem kontinu dapat meningkatkan hasil dan kualitas BS, membuka jalan bagi aplikasi industri yang lebih luas.



Gambar 5.1. Ilustrasi skematis fermentasi produksi bioselulosa terkontrol menggunakan bioreaktor.

Sementara itu strategi pengembangan material komposit BS bisa dilakukan dengan mengombinasikan BS dengan berbagai bahan seperti *biopolymer* (kitosan, alginat, pati, dan *polylactic acid* (PLA)). Modifikasi permukaan BS juga bisa dilakukan untuk meningkatkan kekuatan mekanis, ketahanan air dan stabilitas termal. Sementara itu penambahan senyawa aktif yang bersifat antimikroba dan antioksidan juga bisa dilakukan. Pengembangan komposit BS bisa multifungsi untuk kemasan pangan aktif, pembalut luka, dan juga elektronik ramah lingkungan. Di lain pihak, strategi untuk pengujian dan standarisasi komposit BS perlu dilakukan dalam beberapa hal seperti uji sifat mekanis, termal dan biodegradabilitas. Uji keamanan komposit BS juga diperlukan misalnya untuk *food grade* dan biokompatibilitas, dan penyesuaian diperlukan agar sesuai dengan standar nasional maupun internasional (SNI (Standar Nasional Indonesia), ISO (*International Organization for Standardization*), FDA (*Food and Drug Administration*)).

Dalam bidang hilirisasi dan komersialisasi, diperlukan kolaborasi riset yang baik antara industri dan pemerintah (Gambar 5.2). Kolaborasi penelitian yang kuat antara industri dan pemerintah sangat penting untuk keberhasilan pengembangan dan komersialisasi produk bernilai tambah tinggi seperti bioplastik dan kemasan *biodegradable* dari komposit bioselulosa. Kolaborasi ini dapat menjembatani kesenjangan pengetahuan antara akademisi dan industri, memastikan bahwa kebutuhan pasar terpenuhi dengan penelitian inovatif. Kelayakan ekonomi merupakan faktor penting dalam komersialisasi bioplastik. Studi menunjukkan bahwa biaya produksi polimer yang dapat terurai secara hayati dapat lebih rendah daripada plastik konvensional jika volume produksi mencukupi. Analisis kelayakan ekonomi dan siklus hidup (LCA, *Life Cycle Assessment*) juga perlu dilakukan untuk menjamin keberhasilan proses hilirisasi dan komersialisasi komposit bioselulosa (Kamal et al., 2022). LCA merupakan alat penting untuk mengevaluasi dampak lingkungan dari komposit BS sepanjang siklus hidupnya, mulai dari ekstraksi bahan baku hingga pembuangan. LCA membantu mengidentifikasi potensi titik kritis dan area yang perlu ditingkatkan dalam hal konsumsi sumber daya, emisi, dan produksi limbah. Studi LCA menunjukkan bahwa biopolimer umumnya memiliki emisi gas rumah kaca dan penggunaan sumber daya fosil yang lebih rendah.



Gambar 5.2 Skema kolaborasi riset yang baik antara industri dan pemerintah

Bioselulosa memiliki potensi strategis yang sangat tinggi untuk mendukung kedaulatan pangan dan kemandirian alat kesehatan Indonesia menuju 2045, sejalan dengan visi Rencana Induk Riset Nasional (RIRN) 2017-2045 untuk menciptakan Indonesia berdaya saing dan berdaulat. Dalam konteks swasembada pangan 2045, bioselulosa dapat dimanfaatkan melalui pendekatan bioteknologi seperti diaplikasikan sebagai bahan kemasan pangan *biodegradable (edible film)* yang memperpanjang masa simpan produk pertanian, mengurangi limbah plastik, dan meningkatkan nilai tambah hasil pertanian lokal, pangan fungsional (seperti *nata de coco* yang ditingkatkan kualitasnya) yang kaya serat dan rendah kalori untuk mendukung kesehatan masyarakat. Selain itu BS dapat dijadikan perban luka modern, dapat direkayasa menjadi matriks untuk pelepasan obat secara terkontrol sehingga BS adalah bahan strategis yang mempertemukan bioteknologi dengan kebutuhan nyata Indonesia, yaitu pangan yang sehat dan kemandirian alkes, sejalan dengan visi Indonesia Emas 2045.

Dukungan regulasi sangat penting untuk keberhasilan pemanfaatan komposit bioselulosa (BS), terutama karena manfaat lingkungan dan potensi aplikasinya di berbagai industri. Dukungan regulasi dapat mempercepat adopsi komposit BS dengan mendukung teknologi pemrosesan canggih, inovasi material, dan kolaborasi interdisipliner. Dukungan ini sangat penting untuk mengatasi tantangan skalabilitas dan efektivitas biaya, yang pada akhirnya mendorong penggunaan BS secara luas dalam material berkelanjutan generasi berikutnya. Penguatan sumber daya manusia (SDM) juga diperlukan untuk bisa memproduksi komposit BS dengan baik. Sumber daya manusia dapat diperkuat secara efektif untuk memajukan produksi dan aplikasi komposit bioselulosa melalui pelatihan bioteknologi dan material yang komprehensif. Pendekatan ini

akan memastikan pengembangan material berkinerja tinggi dan berkelanjutan untuk berbagai aplikasi industri dan biomedis. Selain itu, diperlukan juga dorongan kolaborasi antara ahli bioteknologi, ilmuwan material, dan insinyur untuk berinovasi dan mengembangkan aplikasi komposit BS baru. Peningkatan kesadaran pasar terhadap komposit BS membutuhkan pendekatan multifaset yang mencakup pemasaran yang efektif, edukasi konsumen, dan inovasi berkelanjutan. Dengan menyoroti manfaat lingkungan dan sifat unik komposit BS, serta mengatasi biaya dan tantangan produksi, dimungkinkan untuk meningkatkan kehadiran dan penerimaan pasar mereka.

VI. KESIMPULAN

Penelitian tentang pengembangan komposit bioselulosa atau bioselulosa (BS) dan ekstrak aktif tanaman Indonesia telah menunjukkan hasil yang menjanjikan, terutama di bidang pengemasan makanan dan aplikasi kesehatan. Komposit BS yang diimpregnasi dengan ekstrak tanaman Indonesia menunjukkan aktivitas antibakteri yang signifikan terhadap patogen. Uji biodegradabilitas mengungkapkan bahwa sementara impregnasi BS dengan ekstrak tanaman memperlambat proses degradasi di tanah, komposit tersebut masih mempertahankan potensinya sebagai bahan pengemasan makanan yang dapat diurai secara hayati. Komposit BS dengan ekstrak tanaman dapat mempertahankan persentase air yang tinggi, yang bermanfaat untuk menjaga kualitas makanan yang dikemas. Hal ini menunjukkan potensi aplikasi dalam pengembangan material biomedis ramah lingkungan.

Pemanfaatan bahan limbah seperti limbah tomat, kulit buah, air singkong, air siwalan dan air kelapa sebagai sumber karbon untuk produksi BS tidak hanya mengurangi dampak lingkungan tetapi juga meningkatkan keberlanjutan produksi BS. Secara umum, komposit bioselulosa yang diimpregnasi dengan ekstrak tumbuhan dari tanaman Indonesia memiliki potensi signifikan untuk aplikasi dalam kemasan makanan dan kesehatan. Komposit ini menunjukkan sifat antibakteri yang kuat, retensi air yang baik, dan biodegradabilitas, sehingga cocok untuk aplikasi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Penelitian

dan pengembangan lebih lanjut dapat meningkatkan kelayakan komersial dan aplikasi yang lebih luas di berbagai industri.

VII. PENUTUP

Pengembangan komposit BS dan ekstrak aktif dari tumbuhan Indonesia menghadirkan beberapa peluang sekaligus tantangan yang menjanjikan, terutama di bidang pangan dan kesehatan. Beberapa tantangan dalam pengembangan komposit BS antara lain efisiensi produksi, optimasi, dan modifikasi material. BS yang dikombinasikan dengan ekstrak tumbuhan dapat digunakan untuk mengembangkan bahan kemasan pangan aktif yang menawarkan perlindungan antimikroba dan antioksidan, sehingga memperpanjang umur simpan produk pangan. Bahan-bahan ini menyediakan alternatif ramah lingkungan untuk kemasan plastik tradisional, sekaligus mengatasi masalah lingkungan.

Pengembangan komposit bioselulosa (BS) dan penggabungan ekstrak tumbuhan aktif Indonesia melibatkan banyak pemangku kepentingan, yang masing-masing memainkan peran penting dalam memajukan aplikasi di sektor pangan dan kesehatan. Para peneliti berperan dalam eksplorasi berbagai metode sintesis dan menggabungkan ekstrak tumbuhan untuk meningkatkan sifat antibakteri. Pihak industri dan produsen berperan dalam meningkatkan produksi. Badan regulasi berperan dalam memastikan standar keamanan dan kualitas untuk material dan produk baru. Adapun konsumen dapat mendorong permintaan untuk produk yang berkelanjutan dan meningkatkan kesehatan. Implikasi kebijakan dalam pengembangan komposit BS dalam bidang pangan dan kesehatan bisa dilakukan dengan beberapa hal seperti pendanaan penelitian, dukungan regulasi, dan insentif berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada akhir orasi pengukuhan Profesor Riset ini, ijin saya mengucapkan terima kasih, penghargaan dan apresiasi kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung karir fungsional saya sebagai peneliti.

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Presiden Republik Indonesia, Jenderal TNI (Purn.) Prabowo Subianto, Kepala BRIN, Prof. Dr. Arif Satria, Wakil Kepala BRIN, Prof. Dr. Ir. Amarulla Octavian, S.T., M.Sc. DESD. IPU, ASEAN. Eng. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada Ketua Majelis Pengukuhan Profesor Riset BRIN, Prof. Dr. Ir. Wimpie Agoeng Noegroho Aspar, MSCE., Ph.D; Sekretaris Majelis Pengukuhan Profesor Riset BRIN, Prof. Dr. Ir. Zainal Arifin, M.Sc.; Tim Penelaah Naskah Orasi Prof. Dr. Ocky Karna Radjasa, M.Sc., Prof. Dr. Ir. Titiek Farianti Djaafar, MP, Prof. Dr. Ir. Nina Artanti, M.Sc., dan Prof. Ir. Andi Dirpan, S.TP., M.Si., Ph.D., yang telah memberikan saran dan masukan sehingga naskah orasi ini layak disampaikan pada sidang terbuka pengukuhan ini.

Ucapan terima kasih dan penghargaan juga saya sampaikan kepada Sekretasi Utama BRIN, Nur Tri Aries Suestiningtyas, S.IP., M.A.; Kepala BOSDM-BRIN, Ratih Retno Wulandari, S.Sos, M.Si.; Kepala Organisasi Riset Pertanian dan Pangan, Dr. Puji Lestari, S.P., M.Si., Kepala Pusat Riset Teknologi dan Proses Pangan, Satriyo Krido Wahono, S.T., Ph.D, serta seluruh Panitia Pelaksana Orasi Pengukuhan Profesor Riset.

Ucapan terima kasih dan penghargaan juga saya sampaikan kepada pembimbing S1 saya Prof. Suyanta dan Prof. Sri Juari Santosa dari UGM; pembimbing S2 saya Prof. Yasuaki Einaga

dari Keio University, dan pembimbing S3 saya Prof. Sanro Tachibana dan Prof. Kazutaka Itoh dari Ehime University.

Saya juga mengucapkan terima kasih kepada dosen saya Prof. Dr. Dwi Siswanta atas dukungan untuk mengajukan beasiswa sekolah. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada Prof. Takeshi Katayama, Prof. Toshisada Suzuki dari Kagawa University, Prof. Charles S Henry dari Colorado State University, dan Prof. Kazutaka Itoh, Ehime University yang telah menerima saya dalam penelitian pasca doctoral. Terima kasih juga saya ucapkan kepada Kepala UPT BPPTK LIPI dan BPTBA LIPI: Dr. Putut Irwan Pudjiono (2005-2011), Dr. Suharwadji (2011-2012), dan Dr. Hardi Julendra (2012-2018), yang telah memberikan dukungan dan bimbingan selama menjadi peneliti di UPT BPPTK LIPI dan BPTBA LIPI. Ucapan terima kasih juga saya ucapkan kepada seluruh peneliti, teknisi, dan staf di UPT. BPPTK LIPI, BPTBA LIPI dan PRTPP BRIN.

Terima kasih saya ucapkan kepada kedua orang tua, Ibu C. Margiyem dan Alm. Bapak FX. Wakidi, yang telah mendidik dan membesarkan saya dengan penuh kasih sayang dan perjuangan. Terima kasih juga kepada keluarga besar Merto Utomo, keluarga besar Hardi Wiyono dan keluarga besar Kardi Utomo, serta saudara atas semua dukungan yang telah diberikan. Terima kasih dan penghargaan juga saya ucapkan kepada suami saya Suwadi, anak saya Gregorius Dheo Igganeysa dan Elisabeth Viona Ulivera, atas semua dukungan, perhatian dan kasih sayang sehingga cita-cita saya dapat tercapai.

Akhir kata, terima kasih saya sampaikan kepada seluruh undangan yang hadir sehingga acara ini dapat terselenggara dengan baik dan mendengarkan orasi ini dengan penuh kesabaran sampai akhir. Dengan mengucapkan Puji Syukur, saya mengakhiri orasi ilmiah ini dan mohon maaf atas kekurangan dan kekhilafan

dalam menyampaikan orasi ilmiah ini. Wassalamualaikum wa rahmatullaahi wa barakaatuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Afidah, E., Prayitno, R. S., Studi, D., & Rumah, I. (2022). Analisa Nilai Tambah Air Kelapa Menjadi Nata De Coco (Studi Kasus Di Industri Rumah Tangga³ Nata Mekar³) Analysis Value-Added Of Coconut Water To Nata De Coco (Case Study In Home Industry³ Nata Mekar³) produk dari tanaman kelapa yang rumah tangga. *Jurnal Agroteknologi Merdeka Pasuruan*, 6(1), 1–8.
- Agustina, W., Boontawan, A., Gamonpilas, C., Sukyai, P., & Yamabhai, M. (2025). Recent studies and industrial applications of bacterial nanocellulose in the food industry. *Cellulose*, 32(15), 8729–8756. <https://doi.org/10.1007/s10570-025-06767-6>
- Aryal, P., **Indrianingsih, A. W.**, & Henry, C. S. (2024). Smartphone-enabled green anthocyanin sensor for Fe(III) sensing on paper using capillary-driven microfluidics. *Green Analytical Chemistry*, 8, 100091. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.greeac.2023.100091>
- Bhattacharjya, D. K., **Indrianingsih, A. W.**, Wulanjati, M. P., Suzuki, T., & Katayama, T. (2020). Antibacterial activity of seven species of edible mushrooms, using a resazurin-based 96-well plate microdilution method. *Journal of the Forest Biomass Utilization Society Vol*, 15(2), 39–43.
- BPS. (2024). *Produksi Perkebunan Rakyat Menurut Jenis Tanaman (Ribu Ton), 2021-2023*.
- Carreño, N. L. V., Barbosa, A. M., Noremborg, B. S., Salas, M. M. S., Fernandes, S. C. M., & Labidi, J. (2017). Advances in nanostructured cellulose-based biomaterials. In *SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology* (Issue 9783319581569). https://doi.org/10.1007/978-3-319-58158-3_1
- Chawla, J., Singh, D., Sundaram, B., & Kumar, A. (2018). Identifying Challenges in Assessing Risks of Exposures of Silver

- Nanoparticles. *Exposure and Health*, 10(1), 61–75. <https://doi.org/10.1007/s12403-017-0245-y>
- Chen, P., Yun, Y. S., Bak, H., Cho, S. Y., & Jin, H.-J. (2010). Multiwalled Carbon Nanotubes-Embedded Electrospun Bacterial Cellulose Nanofibers. *Molecular Crystals and Liquid Crystals*, 519(1), 169–178. <https://doi.org/10.1080/15421401003613659>
- Cheung, K. M., Jiang, Z., & Ngai, T. (2023). Edible, strong, and low-hygroscopic bacterial cellulose derived from biosynthesis and physical modification for food packaging. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 103(13), 6625–6639. <https://doi.org/10.1002/jsfa.12758>
- Chiciudean, T. G., Stoica-Guzun, A., Dobre, T., & Van Tooren, M. (2011). High-strength epoxy bacterial cellulose based composites. *Materiale Plastice*, 48(2), 159–163.
- Darsih, C., Damayanti, E., Windarsih, A., **Indrianingsih, A. W.**, Nisa, K., Rosyida, V. T., Handayani, S., Hayati, S. N., & Sujarwo, W. (2024). Phytochemicals analysis, antioxidant, and antibacterial activities from fraction of *Pneumatopteris callosa* leaves extract. *AIP Conference Proceedings*, 2957(1), 60013. <https://doi.org/10.1063/5.0183959>
- Darsih, C., Ilyas, M., Rosyida, V. T., Pratiwi, D., **Indrianingsih, A. W.**, Hernawan, ., & Apriyana, W. (2019). EKSTRAK KAYU TEGERAN (*Cudrania javanensis* Trécul) SEBAGAI ANTIJAMUR *Peniophora* sp. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia (JBBI)*, 6(1), 74. <https://doi.org/10.29122/jbbi.v6i1.3168>
- Darsih, C., **Indrianingsih, A. W.**, Apriyana, W., Hayati, S. N., Rosyida, V. T., Nisa, K., Ratih, D., & Indirayati, N. (2019). Antioxidant activity of methanol extracts from *Ganoderma lucidum* Karst. Mycelia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 251(1), 12015. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/251/1/012015>

- Darsih, C., **Indrianingsih, A. W.**, Poeloengasih, C. D., Prasetyo, D. J., & Indirayati, N. (2021). In vitro antioxidant activity of macroalgae *Sargassum duplicatum* and *Palmaria palmata* extracts collected from Sepanjang Beach, Gunungkidul, Yogyakarta. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1011(1), 12052. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1011/1/012052>
- Darsih, C., **Indrianingsih, A. W.**, Windarsih, A., Nisa, K., Taufika, V., Handayani, S., Wulanjati, M. P., Indirayati, N., & Ratih, D. (2020). *In vitro antioxidant and antibacterial activities of tegeran wood (Cudrania javanensis Trécul) extracts*. 65–72.
- Darsih, C., Windarsih, A., Damayanti, E., Amiru, V. A., **Indrianingsih, A. W.**, Marfu'ah, S., & Sujarwo, W. (2023). Antibacterial and Angiotensin I-Converting Enzyme (ACE) Inhibition Activities of Essential Oil from Java Cardamom (*Amomum compactum*) Fruit. *Indian Journal of Microbiology*, 63(3), 263–271. <https://doi.org/10.1007/s12088-023-01080-x>
- de Amorim, J. D. P., de Souza, K. C., Duarte, C. R., da Silva Duarte, I., de Assis Sales Ribeiro, F., Silva, G. S., de Farias, P. M. A., Stingl, A., Costa, A. F. S., Vinhas, G. M., & Sarubbo, L. A. (2020). Plant and bacterial nanocellulose: production, properties and applications in medicine, food, cosmetics, electronics and engineering. A review. *Environmental Chemistry Letters*, 18(3), 851–869. <https://doi.org/10.1007/s10311-020-00989-9>
- Dinesh Ram, G., Praveen Kumar, S., Srinivasan, T. K., Aravind, T., Ramya, S., Lingaraja, D., & Bhuvaneshwari, G. (2023). Green synthesis of silver nanoparticles using *Chrysopogon zizanioides* root extract and their antibacterial activities. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.01.026>
- Elayaraja, S., Liu, G., Zagorsek, K., Mabrok, M., Ji, M., Ye, Z., Zhu, S., & Rodkhum, C. (2021). TEMPO-oxidized biodegradable bacterial cellulose (BBC) membrane coated with biologically-synthesized silver nanoparticles (AgNPs) as a potential antimicrobial agent in

- aquaculture (In vitro). *Aquaculture*, 530, 735746. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735746>
- Fajrin, F. A., Sulistyowaty, M. I., Ghiffary, M. L., Zuhra, S. A., Panggalih, W. R., Pratoko, D. K., Christianty, F. M., Matsunami, K., & **Indrianingsih, A. W.** (2023). Immunomodulatory effect from ethanol extract and ethyl acetate fraction of *Curcuma heyneana* Valetton and Zijp: Transient receptor vanilloid protein approach. *Heliyon*, 9(5). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15582>
- Handayani, S., Ni'maturrohmah, D., **Indrianingsih, A. W.**, Nisa, K., Windarsih, A., Darsih, C., Sefrienda, A. R., Suryani, A. E., & Haryanti, S. (2023). Molecular Docking Study of Aloesin and Its Derivatives as Potential Antiaging Agents. *Proceedings of the 1st International Conference for Health Research – BRIN (ICHR 2022)*, 1, 288–299. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-112-8_28
- Hayati, S. N., Darsih, C., Rosyida, V. T., Apriyana, W., Nisa, K., **Indrianingsih, A. W.**, & Wulanjati, M. P. (2021). Phytochemical properties and antioxidant activity of wild- grown and cultivated *Ganoderma lucidum*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1011(1), 12061. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1011/1/012061>
- Hayati, S. N., Rosyida, V. T., Darsih, C., Nisa, K., **Indrianingsih, A. W.**, Apriyana, W., & Ratih, D. (2020). Physicochemical properties, antimicrobial and antioxidant activity of ganoderma transparent soap. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 462(1), 12047. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/462/1/012047>
- Hobzova, R., Hrib, J., Sirc, J., Karpushkin, E., Michalek, J., Janouskova, O., & Gatenholm, P. (2018). Embedding of Bacterial Cellulose Nanofibers within PHEMA Hydrogel Matrices: Tunable Stiffness Composites with Potential for Biomedical Applications. *Journal of Nanomaterials*, 2018(1), 5217095. <https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2018/5217095>

- Indrianingsih, A. W., Ahla, M. F. F., Sanjaya, E. H., Suryani, R., & Windarsih, A. (2024).** Synthesis of Extract-Bacterial Cellulose Composite Using *Ageratum conyzoides* L. and *Chromolaena odorata* L., Its Antibacterial Activities, and Biodegradability Properties. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 196(8), 5127–5143. <https://doi.org/10.1007/s12010-023-04794-2>
- Indrianingsih, A. W., Apriyana, W., Nisa, K., Rosyida, V. T., Hayati, S. N., Darsih, C., & Kusumaningrum, A. (2019).** Antiradical activity and physico-chemical analysis of crackers from *Cucurbita moschata* and modified cassava flour. *Food Research*, 3(5), 484–490. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.3\(5\).093](https://doi.org/10.26656/fr.2017.3(5).093)
- Indrianingsih, A. W., Aryal, P., & Henry, C. S. (2023).** The use of *Clitoria ternatea* as sustainable detection tool for Ni (II) and Cu (II) ions in simple paper-based analytical device. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1267(1), 12003. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1267/1/012003>
- Indrianingsih, A. W., Kristanti, D., Windarsih, A., Hastuti, H. P., & Khasanah, Y. (2025).** *Komposisi komposit penyerap kelembaban untuk makanan kemasan berbahan dasar karboksimetil selulosa dan ekstrak kulit manggis serta proses pembuatannya* (Patent No. P00202510391).
- Indrianingsih, A. W., Maryana, R., Nur Hayati, S., Rosyida, V. T., Jatmiko, T. H., & Wuri, A. (2023).** *Sediaan Pembalut Luka Berbahan Dasar Bioselulosa Terimpregnasi Perak (Ag) dan Proses Pembuatannya* (Patent No. P0020230699).
- Indrianingsih, A. W., Maryana, R., Rosyida, V. T., Apriyana, W., Jatmiko, T. H., & Hayati, S. N. (2017).** Antibacterial Activity Of Silver-Modified Bacterial Cellulose Produced From Coconut Water for Wound Dressing Application. *Chemistry Research Journal*, 2(6), 251–261.

- Indrianingsih, A. W.,** Poeloengasih, C. D., Nur Hayati, S., Rosyida, V. T., Jatmiko, T. H., & Wuri, A. (2021). *Sediaan Masker Wajah Berbahan Dasar Bioselulosa dan Proses Pembuatannya* (Patent No. ID P000079370).
- Indrianingsih, A. W.,** & Prihantini, A. I. (2018). In vitro antioxidant and α -glucosidase inhibitory assay of *Zingiber cassumunar roxb.* *AIP Conference Proceedings*, 2026(1), 20005. <https://doi.org/10.1063/1.5064965>
- Indrianingsih, A. W.,** Ratih, D., & Indirayati, N. (2020). Uji In Vitro Aktivitas Antioksidan Dari Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus costaricensis*). *Jurnal Penelitian Kehutanan Faloak*, 4(2), 71–80. <https://doi.org/10.20886/jpkf.2020.4.2.71-80>
- Indrianingsih, A. W.,** Rosyida, V. T., Apriyana, W., Darsih, C., Angwar, M., Windarsih, A., & Batrisya. (2021). The antioxidant and antibacterial study of *Canarium indicum* L. latex extract. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1011(1), 12051. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1011/1/012051>
- Indrianingsih, A. W.,** Rosyida, V. T., Apriyana, W., Hayati, S. N., Darsih, C., Nisa, K., & Ratih, D. (2020). Antioxidant and antibacterial properties of bacterial cellulose-Indonesian plant extract composites for mask sheet. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 10(7), 37–42. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2020.10705>
- Indrianingsih, A. W.,** Rosyida, V. T., Darsih, C., & Apriyana, W. (2021). Antibacterial activity of *Garcinia mangostana* peel-dyed cotton fabrics using synthetic and natural mordants. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 21. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2021.100440>
- Indrianingsih, A. W.,** Rosyida, V. T., Jatmiko, T. H., Prasetyo, D. J., Poeloengasih, C. D., Apriyana, W., Nisa, K., Nurhayati, S.,

Hernawan, Darsih, C., Pratiwi, D., Suwanto, A., & Ratih, D. (2017a). Preliminary study on biosynthesis and characterization of bacteria cellulose films from coconut water. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 101, Issue 1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/101/1/012010>

Indrianingsih, A. W., Rosyida, V. T., Jatmiko, T. H., Prasetyo, D. J., Poeloengasih, C. D., Apriyana, W., Nisa, K., Nurhayati, S., Hernawan, Darsih, C., Pratiwi, D., Suwanto, A., & Ratih, D. (2017b). Preliminary study on biosynthesis and characterization of bacteria cellulose films from coconut water Preliminary study on biosynthesis and characterization of bacteria cellulose films from coconut water. *OP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 101(2017), 012010. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/>

Indrianingsih, A. W., Rosyida, V. T., Ratih, D., & Batrisya. (2020). In Vitro Study of Antioxidant and Antimicrobial Activities of *Garcinia mangostana* L. Peel Extract. *Proceedings of the 5th International Conference on Food, Agriculture and Natural Resources (FANRes 2019)*, 152–155. <https://doi.org/10.2991/aer.k.200325.031>

Indrianingsih, A. W., Rosyida, V. T., Suryani, R., Suntini, Asari, S. M., & Pratiwi, S. I. (2023). Composite of Silver-Bacterial Cellulose from Cassava (*Manihot esculenta*) and Its Antibacterial Activity. *AIP Conference Proceedings*, 2606(January). <https://doi.org/10.1063/5.0118358>

Indrianingsih, A. W., Styaningrum, P., Suratno, Windarsih, A., Suryani, R., Noviana, E., & Itoh, K. (2024). The effect of extraction method on biological activity and phytochemical content of *Artocarpus heterophyllus* (jackfruit) leaves extract concurrent with its principal component analysis. *Process Biochemistry*, 143, 135–147. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2024.04.034>

Indrianingsih, A. W., Styaningrum, P., Suryani, R., Windarsih, A., Andriani, A., Noviana, E., & Suwanda, N. U. (2025). Silver/

bacterial cellulose/*Clitoria ternatea* composite film for packaging application: synthesis, characterization and antibacterial properties. *3 Biotech*, 15(5), 113. <https://doi.org/10.1007/s13205-025-04284-8>

Indrianingsih, A. W., Suryani, R., Rosyida, V. T., Khasanah, Y., Laila, U., Asari, S. M., & Pratiwi, S. I. (2024). Study on biological activity of *Lavandula angustifolia* and *Citrus aurantiifolia* essential oils. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1377(1), 12031. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1377/1/012031>

Indrianingsih, A. W., Tachibana, S., & Itoh, K. (2015). In Vitro Evaluation of Antioxidant and α -Glucosidase Inhibitory Assay of Several Tropical and Subtropical Plants. *Procedia Environmental Sciences*, 28. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.07.075>

Indrianingsih, A. W., Windarsih, A., Juligani, B., Darsih, C., Herawati, E., Februanata, N., Suryani, R., Suratno, Rosyida, V., Khasanah, Y., Apriyana, W., & Nurhayati, R. (2021). *Kemasan pangan biodegradable antibakteri berbahan dasar komposit bioselulosa dan proses pembuatannya*, No. Pendaftaran P00202103984, Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, 2021. (Patent No. P00202103984).

Indrianingsih, A. W., Windarsih, A., Noviana, E., Suratno, Asari, S. M., & Pratiwi, S. I. (2023). In vitro evaluation of antioxidant, α -glucosidase inhibitor, and antibacterial activities of frangipani flower and the principal component analysis of its constituents. *Process Biochemistry*, 130, 347–357. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procbio.2023.04.025>

Indrianingsih, A. W., Windarsih, A., Suryani, R., Rosyida, V. T., Apriyana, W., Khasanah, Y., Herawati, E. R. N., Nurhayati, R., Handayani, S., Asari, S. M., & Pratiwi, S. I. (2023). Evaluation of antioxidant activity, antibacterial activity, α -glucosidase inhibitory activity of *Mentha piperita* L and *Cymbopogon citratus*

essentials oils. *AIP Conference Proceedings*, 2972(1), 50004. <https://doi.org/10.1063/5.0183096>

Indrianingsih, A. W., Wulanjati, M. P., Windarsih, A., Bhattacharjya, D. K., Suzuki, T., & Katayama, T. (2021). In vitro studies of antioxidant, antidiabetic, and antibacterial activities of *Theobroma cacao*, *Annona muricata* and *Clitoria ternatea*. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 33(October 2020), 101995. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.101995>

Infante-Neta, A. A., D’Almeida, A. P., & Albuquerque, T. L. (2024). Bacterial Cellulose in Food Packaging: A Bibliometric Analysis and Review of Sustainable Innovations and Prospects. In *Processes* (Vol. 12, Issue 9, p. 1975). <https://doi.org/10.3390/pr12091975>

Iwansyah, A. C., Andriana, Y., **Indrianingsih, A. W.**, & Putri,

D. P. (2022). Relationship of antioxidant properties, phytochemical and toxicity profile of wild adlay (*Coix lacryma-jobi* L. var. *Agrotis*) extracts: A principal component analysis approach. *AIP Conference Proceedings*, 2493(1), 70002. <https://doi.org/10.1063/5.0109886>

Jiang, H., Guo, P., Ju, H., Li, Z., Chen, L., Mo, H., & Liu, X. (2025). Lotus-leaf-bioinspired biomass-based films for intelligent /active packaging. *Food Chemistry*, 496. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.146843>

Jiang, K., & Zhou, X. (2020). Research Progress on High Value Utilization of Bacterial Cellulose Composites: a Review. *Cailiao Daobao/Materials Reports*, 34(5), 9164–9169. <https://doi.org/10.11896/cldb.19040007>

Kamal, T., Ul-Islam, M., Fatima, A., Ullah, M. W., & Manan, S. (2022). Cost-Effective Synthesis of Bacterial Cellulose and Its Applications in the Food and Environmental Sectors. *Gels*, 8(9). <https://doi.org/10.3390/gels8090552>

- Kerstens, K., Lisdiyanti, P., Komagata, K., & Swings, J. (2006). The Family Acetobacteraceae: The Genera Acetobacter, Acidomonas, Asaia, Gluconacetobacter, Gluconobacter, and Kozakia. In M. Dworkin, S. Falkow, E. Rosenberg, K.-
- H. Schleifer, & E. Stackebrandt (Eds.), *The Prokaryotes: Volume 5: Proteobacteria: Alpha and Beta Subclasses* (pp. 163–200). Springer New York. https://doi.org/10.1007/0-387-30745-1_9
- Kolesovs, S., Ruklisha, M., & Semjonovs, P. (2023). Synthesis of bacterial cellulose by Komagataeibacter rhaeticus MSCL 1463 on whey. *3 Biotech*, 13(3). <https://doi.org/10.1007/s13205-023-03528-9>
- Li, Y., Yuan, J., Shi, L., Chen, C., & Sun, D. (2026). Molecular design and multidimensional modification strategies for bacterial cellulose. *Progress in Materials Science*, 160. <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2026.101677>
- Liang, J., Han, J., Zhou, M., Fakayode, O. A., Li, H., Ren, M., & Zhou, C. (2026). Cellulose in smart food packaging: production, forms, and multifunctional applications. *Cellulose*, 33(4), 1833–1875. <https://doi.org/10.1007/s10570-026-06946-z>
- Lima, G. de M., Sierakowski, M.-R., Faria-Tischer, P. C. S., & Tischer, C. A. (2011). Characterisation of bacterial cellulose partly acetylated by dimethylacetamide/lithium chloride. *Materials Science and Engineering: C*, 31(2), 190–197. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.msec.2010.08.017>
- Lin, D., Liu, Z., Shen, R., Chen, S., & Yang, X. (2020). Bacterial cellulose in food industry: Current research and future prospects. *International Journal of Biological Macromolecules*, 158, 1007–1019. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.04.230>
- Lisowski, D., Bielecki, S., & Masek, A. (2026). Eco-friendly plasticisation of bacterial cellulose using natural additives for

- sustainable material applications. *Scientific Reports*, 16(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-026-41433-2>
- Liu, Y., Liu, H., Guo, S., Qi, J., Zhang, R., Liu, X., Sun, L., Zong, M., Cheng, H., Wu, X., & Li, B. (2023). Applications of Bacterial Cellulose-Based Composite Materials in Hard Tissue Regenerative Medicine. *Tissue Engineering and Regenerative Medicine*, 20(7), 1017–1039. <https://doi.org/10.1007/s13770-023-00575-4>
- Liu, Y., Liu, J., & Song, P. (2021). Recent advances in polysaccharide-based carbon aerogels for environmental remediation and sustainable energy. *Sustainable Materials and Technologies*, 27, e00240. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.susmat.2020.e00240>
- Luz, E. P. C. G., Chaves, P. H. S., Vieira, L. de A. P., Ribeiro, S. F., Borges, M. de F., Andrade, F. K., Muniz, C. R., Infantes-Molina, A., Rodríguez-Castellón, E., Rosa, M. de F., & Vieira, R. S. (2020). In vitro degradability and bioactivity of oxidized bacterial cellulose-hydroxyapatite composites. *Carbohydrate Polymers*, 237, 116174. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116174>
- Madhushree, M., Vairavel, P., Mahesha, G. T., & Bhat, K. S. (2024). A Comprehensive Review of Cellulose and Cellulose-Based Materials: Extraction, Modification, and Sustainable Applications. *Journal of Natural Fibers*, 21(1). <https://doi.org/10.1080/15440478.2024.2418357>
- Mbituyimana, B., Liu, L., Ye, W., Ode Boni, B. O., Zhang, K., Chen, J., Thomas, S., Vasilievich, R. V., Shi, Z., & Yang, G. (2021). Bacterial cellulose-based composites for biomedical and cosmetic applications: Research progress and existing products. *Carbohydrate Polymers*, 273, 118565. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118565>
- Mofokeng, T. G., Mochane, M. J., Ojijo, V., Ray, S. S., & Mokhena, T. C. (2019). Progress on production of cellulose from bacteria. In *Soil*

Microenvironment for Bioremediation and Polymer Production (pp. 307–318). <https://doi.org/10.1002/9781119592129.ch17>

- Mohit, H., & Arul Mozhi Selvan, V. (2018). A comprehensive review on surface modification, structure interface and bonding mechanism of plant cellulose fiber reinforced polymer based composites. *Composite Interfaces*, 25(5–7), 629–667. <https://doi.org/10.1080/09276440.2018.1444832>
- Mona, S., Bajar, S., Deepak, B., Kiran, B., & Kaushik, A. (2019). Chapter 11 - Microbial cellulose: production and application. In V. Grumezescu & A. M. Grumezescu (Eds.), *Materials for Biomedical Engineering* (pp. 309–322). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818415-8.00011-5>
- Mukherjee, P., Kamble, R. D., Krishnan, J. B. V, Sivaprakasam, S., & Sekharan, S. (2026). Bacterial cellulose production, scale-up, and applications: a techno-economic study of industry-ready bacterial cellulose production from industrial and agro wastes. *Cellulose*, 33(2), 541–570. <https://doi.org/10.1007/s10570-025-06896-y>
- Nagpal, L., & Arora, S. (2025). Engineering Cellulose for Regenerative Medicine: Bacterial Cellulose and Beyond. *Regenerative Engineering and Translational Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s40883-025-00526-6>
- Ni'maturrohman, D., Darsih, C., Susanti, H., Hidhayati, N., **Indrianingsih, A. W.**, Handayani, S., Hasby, R. M., & Laksitorini, M. D. (2024). In Vitro Antioxidant and Anti-Obesity Activities of Ethanolic Extract from Microalgae Strain MRB-2. *Jurnal Biodjati*, 9(1), 1–10. <https://doi.org/10.15575/biodjati.v9i1.30385>
- Nisa, K., Nurhayati, S., Apriyana, W., & **Indrianingsih, A. W.** (2017). Investigation of Total Phenolic and Flavonoid Contents, and Evaluation of Antimicrobial and Antioxidant Activities from *Baeckea frutescens* Extracts. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 101(1), 12002. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/101/1/012002>

- Nisa, K., Rosyida, V. T., Nurhayati, S., Apriyana, W., **Indrianingsih, A. W.**, & Ratih, D. (2018). Antimicrobial and antioxidant evaluation of *Artocarpus altilis* extract as potential preservatives for food. *AIP Conference Proceedings*, 2026(1), 20041. <https://doi.org/10.1063/1.5065001>
- Nur Hayati, S., Apriyana, W., Rosyida, V. T., **Indrianingsih, A. W.**, Nisa, K., Ratih, D., & Indirayati, N. (2019). Pre – Formulation and Evaluation of Jamu Uyup – Uyup (an Indonesian Herbal Galactagogue). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 251(1), 12022. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/251/1/012022>
- Pa'E, N., Hamid, N. I. A., Khairuddin, N., Zahan, K. A., Seng, K. F., Siddique, B. M., & Muhamad, I. I. (2014). Effect of different drying methods on the morphology, crystallinity, swelling ability and tensile properties of nata de coco. *Sains Malaysiana*, 43(5), 767–773.
- Páez, M. A., Casa-Villegas, M., Aldas, M., Luna, M., Cabrera-Valle, D., López, O., Fernández, D., Cruz, M. A., Flor- Unda, O., García, M. D., & Cerda-Mejía, L. (2024). Insights into Agitated Bacterial Cellulose Production with Microbial Consortia and Agro-Industrial Wastes. In *Fermentation* (Vol. 10, Issue 8, p. 425). <https://doi.org/10.3390/fermentation10080425>
- Pandey, M., Ahmad, N., Gorain, B., Majie, A., Jain, N., Garg, U., Pooja, Kumar, T., & Mohd Amin, M. C. I. (2026). Chapter 16 - Bacterial cellulose composite for drugs and protein delivery. In M. C. I. Mohd Amin & K. B. T.-B. for A. D. and T. D. Greish (Eds.), *Woodhead Publishing Series in Biomaterials* (pp. 493–530). Woodhead Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-443-26657-7.00016-7>
- Płoska, J., Garbowska, M., Pluta, A., & Stasiak-Róžańska, L. (2023). Bacterial cellulose – Innovative biopolymer and possibilities of its applications in dairy industry. *International Dairy*

Journal, 140, 105586. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2023.105586>

- Pratiwi, D., **Indrianingsih, A. W.**, Darsih, C., & Hernawan. (2017). Decolorization and Degradation of Batik Dye Effluent using *Ganoderma lucidum*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 101(1), 12034. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/101/1/012034>
- Prilepskii, A., Nikolaev, V., & Klaving, A. (2023). Conductive bacterial cellulose: From drug delivery to flexible electronics. *Carbohydrate Polymers*, 313, 120850. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2023.120850>
- Qian, H., Liu, J., Wang, X., Pei, W., Fu, C., Ma, M., & Huang, C. (2023). The state-of-the-art application of functional bacterial cellulose-based materials in biomedical fields. *Carbohydrate Polymers*, 300, 120252. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.120252>
- Qin, Z., Ng, W., Ede, J., Shatkin, J. A., Feng, J., Udo, T., & Kong, F. (2024). Nanocellulose and its modified forms in the food industry: Applications, safety, and regulatory perspectives. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23(6). <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70049>
- Rathore, A. S., Shekhawat, L. K., & Loomba, V. (2016). Computational Fluid Dynamics for Bioreactor Design. In *Bioreactors: Design, Operation and Novel Applications* (pp. 312–338). <https://doi.org/10.1002/9783527683369.ch10>
- Raut, M. P., Asare, E., Syed Mohamed, S. M. D., Amadi, E. N., & Roy, I. (2023). Bacterial Cellulose-Based Blends and Composites: Versatile Biomaterials for Tissue Engineering Applications. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(2). <https://doi.org/10.3390/ijms24020986>
- Ree, B. J., Low, Z. J., Ngoi, K. H., Wong, J. C., Jin, K. S., Chia, C. H., & Tajima, K. (2025). Morphological details of cellulose nanofibers

- and their composites for Raman sensing application. *International Journal of Biological Macromolecules*, 310, 142658. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.142658>
- Rehman, A., Khalid, H. F., Tehseen, B., & Khan, W. S. (2019). Applications of carboxymethyl cellulose in cosmetics. In *Carboxymethyl Cellulose. Volume II: Pharmaceutical and Industrial Applications* (pp. 157–179).
- Rosyida, V. T., **Indrianingsih, A. W.**, Hayati, S. N., & Apriyana, W. (2020). The effect of different drying temperature on crystallinity and morphology structure of bacterial cellulose. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 462(1), 12050. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/462/1/012050>
- Rosyida, V. T., Nisa, K., Hayati, S. N., Apriyana, W., Darsih, C., **Indrianingsih, A. W.**, & Ratih, D. (2019). Physicochemical Properties of Noni Fruit, Yam Root, Rose Petal, and Betel Leaf Transparent Soap and Their Antimicrobial Activities. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 251(1), 12024. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/251/1/012024>
- Ruka, D. R., Simon, G. P., & Dean, K. M. (2014). Bacterial Cellulose and its Use in Renewable Composites. In *Nanocellulose Polymer Nanocomposites: Fundamentals and Applications* (Vol. 9781118871, pp. 89–130). <https://doi.org/10.1002/9781118872246.ch4>
- Samanta, S., Banerjee, J., Das, B., Mandal, J., Chatterjee, S., Ali, K. M., Sinha, S., Giri, B., Ghosh, T., & Dash, S. K. (2022). Antibacterial potency of cytocompatible chitosan-decorated biogenic silver nanoparticles and molecular insights towards cell-particle interaction. *International Journal of Biological Macromolecules*, 219, 919–939. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.08.050>
- Sayah, I., Gervasi, C., Achour, S., & Gervasi, T. (2024). Fermentation Techniques and Biotechnological Applications of Modified Bacterial Cellulose: An Up-to-Date

Overview. *Fermentation*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/fermentation10020100>

Shankar, S., & Gupta, M. (2017). Microbial cellulases and their applications in the pulp and paper industry: An emerging paradigm. In *Environmental Pollutants and their Bioremediation Approaches* (pp. 273–304). <https://doi.org/10.1201/b22171>

Shruthy, R., & Preetha, R. (2025). *Preparation, Characterization, and Antibacterial Activity of Biodegradable Bacterial Cellulose Nanocomposites BT - Engineering Applications of Polymer-Based Nanocomposites* (P. M. Visakh (ed.); pp. 139–159). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-93463-6_7

Silva-Carvalho, R., Rodrigues, P. M., Martins, D., Rodrigues, A. C., Sampaio, P., Dourado, F., Gonçalves, C., & Gama, M. (2024). Bacterial Cellulose In Vitro Uptake by Macrophages, Epithelial Cells, and a Triculture Model of the Gastrointestinal Tract. *Biomacromolecules*, 25(10), 6748–6761. <https://doi.org/10.1021/acs.biomac.4c00972>

Singhania, R. R., Patel, A. K., Tseng, Y.-S., Kumar, V., Chen, C.-W., Haldar, D., Saini, J. K., & Dong, C.-D. (2022). Developments in bioprocess for bacterial cellulose production. *Bioresour Technol*, 344, 126343. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126343>

Son, J., Lee, K. H., Lee, T., Kim, H. S., Shin, W. H., Oh, J.-M., Koo, S.-M., Yu, B. J., Yoo, H. Y., & Park, C. (2022). Enhanced Production of Bacterial Cellulose from Miscanthus as Sustainable Feedstock through Statistical Optimization of Culture Conditions. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 19, Issue 2). <https://doi.org/10.3390/ijerph19020866>

Styaningrum, P., **Indrianingsih, A. W.**, Suryani, R., Suratno, Bahmid, N. A., Rahman, M. F., & Noviana, E. (2024).

- Synthesis, characterization, and evaluation of antibacterial properties of silver/ carboxymethyl cellulose/ bacterial cellulose/ *Clitoria ternatea* extract aerogel composites. *Food and Bioprocess Processing*, 148, 527–537. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fbp.2024.10.023](https://doi.org/10.1016/j.fbp.2024.10.023)
- Sulistyowaty, M. I., Fajrin, F. A., Pratama, M. R. F., Setyawan, D., Indrianingsih, A. W., Putra, G. S., Zidan, S. A. H., Yamauchi, T., & Matsunami, K. (25 C.E.). Anti-inflammatory potential of *Curcuma heyneana*: An in vitro and in silico investigation. *Pharmacia*, 71, 1–11.
- Suntini, **Indrianingsih, A. W.**, & Harjono. (2021). Novel composite of silver-bacterial cellulose (AG-BC) from Siwalan sap (*Borassus flabellifer*) and its antibacterial activity. *Jurnal Teknologi*, 83(1). <https://doi.org/10.11113/jurnalteknologi.v83.14363>
- Suryani, A. E., Nisa, K., **Indrianingsih, A. W.**, Handayani, S., Fitrotin, U., Rahayu, E., Wulandari, A. A., & Wijayati, N. (2024). Phytochemical screening and antibacterial properties of Sungkai (*Peronema canescens* Jack.) leaf extract and fraction. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1377(1), 12060. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1377/1/012060>
- Suvitha, L. (2021). A review on Cost Effective Sources of Bacterial Cellulose. *International Journal of Mechanical Engineering*, 6(3), 497–499.
- Tang, K. Y., Heng, J. Z. X., Chai, C. H. T., Chan, C. Y., Low, B. Q. L., Chong, S. M. E., Loh, H. Y., Li, Z., Ye, E., & Loh, X. J. (2022). Modified Bacterial Cellulose for Biomedical Applications. *Chemistry, an Asian Journal*, 17(19), e202200598. <https://doi.org/10.1002/asia.202200598>
- Termizi, M. N. H., Rasidi, M. S. M., Zainuddin, F., & Masa, A. H. (2022). Mechanical and morphological properties of pure α -cellulose-filled polylactic acid (PLA) biocomposite. *AIP Conference Proceedings*, 2496. <https://doi.org/10.1063/5.0090708>

- Ullah, H., Wahid, F., Santos, H. A., & Khan, T. (2016). Advances in biomedical and pharmaceutical applications of functional bacterial cellulose-based nanocomposites. *Carbohydrate Polymers*, 150, 330–352. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.05.029>
- Vázquez, M., Flórez, M., & Cazón, P. (2024). A strategy to prolong cheese shelf-life: Laminated films of bacterial cellulose and chitosan loaded with grape bagasse antioxidant extract for effective lipid oxidation delay. *Food Hydrocolloids*, 156. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.110232>
- Wang, Z., Li, S., Zhao, X., Liu, Z., Shi, R., & Hao, M. (2025). Applications of bacterial cellulose in the food industry and its health-promoting potential. *Food Chemistry*, 464, 141763. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.141763>
- Wei, J., Zhang, J., Li, Y., Hang, W., & Ren, G. (2023). Progress in Natural Polymer Microbial Cellulose Dressings for the Management of Chronic Wounds. *Gaofenzi Cailiao Kexue Yu Gongcheng/ Polymeric Materials Science and Engineering*, 39(9), 174–180. <https://doi.org/10.16865/j.cnki.1000-7555.2023.0076>
- Windarsih, A., **Indrianingsih, A. W.**, Maryana, R., Apriyana, W., Rosyida, V. T., Nurhayati, S., Jatmiko, T. H., Ratih, D., & Suwanto, A. (2022). Gold modified bacterial cellulose from coconut water waste and its antibacterial activity. *Waste and Biomass Valorization*, 13(10), 4157–4164. <https://doi.org/10.1007/s12649-022-01769-y>
- Windarsih, A., Nisa, K., **Indrianingsih, A. W.**, Darsih, C., Handayani, S., Wulanjati, M. P., Rosyida, V. T., Wijayanti, T., & Rohman, A. (2021). The use of 1H-NMR spectroscopy and chemometrics of pattern recognition for authentication of Curcuma xanthorrhiza adulterated with Zingiber montanum. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1011(1), 12050. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1011/1/012050>

- Wulanjati, M. P., **Indrianingsih, A. W.**, Darsih, C., Apriyana, W., & Batrisya. (2020). Antioxidant and antibacterial activity of ethanolic extract from *Ulva* sp. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 462(1), 12028. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/462/1/012028>
- Xu, Y., Xin, J., Lyu, Y., & Zhang, C. (2024). Effects of bacterial cellulose/thyme essential oil emulsion coating on the shelf life of chilled chicken meat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 104(9), 5577–5587. <https://doi.org/10.1002/jsfa.13392>
- Zhang, B., Li, J., Liu, X., & Bao, J. (2022). Continuous simultaneous saccharification and co-fermentation (SSCF) for cellulosic L-lactic acid production. *Industrial Crops and Products*, 187, 115527. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115527>
- Zhong, C. (2020). Industrial-Scale Production and Applications of Bacterial Cellulose. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.605374>

DAFTAR CAPAIAN DALAM BIDANG IPTEK, RISET, DAN INOVASI

Karya Tulis Ilmiah

1. Buku Internasional	0 buah
2. Buku Nasional	0 buah
3. Bagian dari Buku Internasional	2 buah
4. Bagian dari Buku Nasional	1 buah
5. Jurnal Internasional	58 buah
6. Jurnal Nasional	10 buah
7. Prosiding Internasional	47 buah
8. Prosiding Nasional	32 buah

Kekayaan Intelektual

9. Paten Internasional	
a. Terdaftar	0 buah
b. Tersertifikasi	0 buah
10. Paten Nasional	29 buah
a. Terdaftar	21 buah
b. Tersertifikasi	8 buah
11. Perlindungan Varietas Tanaman (PVT)	0 buah

- | | |
|---|--------|
| 12. Rumpun atau Galur Hewan/Ikan/Benih Unggul Tanaman Hutan | 0 buah |
| 13. Hak Cipta | 0 buah |
| 14. Desain Industri | 0 buah |
| 15. Desain dan Tata Letak Sirkuit Terpadu | 0 buah |

Kerjasama

- | | |
|-----------------------|--------|
| 16. Transaksi Lisensi | 1 buah |
|-----------------------|--------|

DAFTAR CAPAIAN DALAM BIDANG IPTEK, RISET, DAN INOVASI

Bagian dari Buku Internasional

1. **Indrianingsih, A. W., & Darsih, C.** Natural Coloring Agents in Raising Awareness of Indonesian Textile Industry Sustainability and the Role of Corporate Social Responsibility: Health and Environmental Aspects, Corporate Social Responsibility in Textiles and Fashion, Springer Nature Switzerland, 1-13, 2024.
2. Ditahardiyani, P., **Indrianingsih, A. W.,** Darsih C., Lestari, D. W. Batik and Textile Supply Chain Management Based on United Nations' Sustainable Development Goals: Indonesian Case Studies, Sustainable Textile and Apparel Chain Management: Towards the UN Sustainable Development Goals, Springer Nature Switzerland, 117-153, 2025.

Bagian dari Buku Nasional

3. **Indrianingsih, A. W.,** Rosyida, V. T., Apriyana, W., Hayati, S. N., Ratih, D. 110 Inovasi Indonesia, chapter: Berkah kelapa untuk kecantikan, Edisi 1, 2018, Perpustakaan Nasional, Jakarta, ISBN 978-602-95290-9-8.

Jurnal Internasional

4. **Indrianingsih, A. W.,** Suda, M., Heta Y., Suzuki K., Einaga, Y. Surface Modification of Ferromagnetic *L*10 FePt Nanoparticles Using Biotin–Avidin as Biomolecular Recognition Probes, Bulletin of the Chemical Society of Japan 84 (8), 873-877, 2011.

5. Hernawan. Nurhayati, S., Nisa, K., **Indrianingsih**, A.W., Darsih, C., Kismurtono, M. Formulation and in vitro study of propranolol hydrochloride-controlled release from carboxymethyl chitosan-based matrix tablets, Indonesian Journal of Chemistry 13 (3), 242-247, 2013.
6. **Indrianingsih**, A. W., Ikegami, A., Suda, M., Einaga, Y. Reversible Photo-Switching of Interface Magnetism in Azobenzene-coated CdSe Nanoparticles, International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS Vol: 13 No: 02, ISSN: 2077-1185, 2013.
7. **Indrianingsih**, A. W., Tachibana, S., Dewi, R. T., Itoh, K. Antioxidant and α -glucosidase inhibitor activities of natural compounds isolated from *Quercus gilva* Blume leaves, Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine 5 (9), 748-755, 2015.
8. **Indrianingsih**, A. W., Tachibana, S. Bioactive constituents from the leaves of *Quercus phillyraeoides* A. Gray for α -glucosidase inhibitor activity with concurrent antioxidant activity, Food Science and Human Wellness 5 (2), 85-94, 2016.
9. **Indrianingsih**, A. W., Tachibana, S. α -Glucosidase inhibitor produced by an endophytic fungus, *Xylariaceae* sp. QGS 01 from *Quercus gilva* Blume, Food Science and Human Wellness, Volume 6, Issue 2, June 2017, Pages 88-95, 2017.
10. **Indrianingsih**, A. W., Maryana, R., Rosyida, V. T., Apriyana, W., Jatmiko, T. H., and Hayati, S. N. Antibacterial Activity of Silver - Modified Bacterial Cellulose Produced from Coconut Water for Wound Dressing Application, Chemistry research journal 2 (6), 251-261, 2017.
11. **Indrianingsih**, A.W., Apriyana, W., Nisa, K., Rosyida, V. T., Hayati, S.N., Darsih, C. Antiradical activity and physico-chemical analysis of crackers from *cucurbita moschata* and modified cassava flour, Food Research 3 (5), 484-490, 2019.
12. **Indrianingsih**, A. W., Rosyida, V. T., Apriyana, W., Hayati, S. N., Darsih, C., Nisa, K. Antioxidant and antibacterial properties

of bacterial cellulose—Indonesian plant extract composites for mask sheet, *Journal of Applied Pharmaceutical Science* 10 (7), 037-042, 2020.

13. **Indrianingsih, A. W.**, Suntini, Harjono, Novel composite of silver-bacterial cellulose (ag-bc) from siwalan sap (*borassus flabellifer*) and its antibacterial activity, *Jurnal Teknologi* 83 (1), 19-25, 2020.
14. Bhattacharjya, D. K., **Indrianingsih, A. W.**, Wulanjati, M. P., Suzuki, T., Katayama, T. Antibacterial activity of seven species of edible mushrooms, using a resazurin-based 96-well plate microdilution method, *Journal of the Forest Biomass Utilization Society* Vol 15 (2), 39-43, 2020.
15. **Indrianingsih, A. W.**, Rosyida, V. T., Darsih, C., Apriyana, W. Antibacterial activity of *Garcinia mangostana* peel-dyed cotton fabrics using synthetic and natural mordants, *Sustainable Chemistry and Pharmacy* 21, 100440, 2021.
16. **Indrianingsih, A. W.**, Wulanjati, M. P., Windarsih, A., Bhattacharjya, D. K., Suzuki, T. In vitro studies of antioxidant, antidiabetic, and antibacterial activities of *Theobroma cacao*, *Annona muricata* and *Clitoria ternatea*, *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* 33, 101995, 2021.
17. Windarsih, A., **Indrianingsih, A. W.**, Maryana, R., Apriyana, W., Rosyida, V. T. Gold modified bacterial cellulose from coconut water waste and its antibacterial activity, *Waste and Biomass Valorization* 13 (10), 4157-4164, 2022.
18. Windarsih, A., Warmiko, H. D., **Indrianingsih, A. W.**, Rohman, A., Ulumuddin, Y. I. Untargeted metabolomics and proteomics approach using liquid chromatography-Orbitrap high resolution mass spectrometry to detect pork adulteration in *Pangasius hypophthalmus* meat, *Food Chemistry* 386, 132856, 2022.
19. Kurniadi, M., Parnanto, N.H.R., Saputri, M. W., Sari, A. M., **Indrianingsih, A. W.** The effect of kappa-carrageenan and gum

- Arabic on the production of guava-banana fruit leather, *Journal of food science and technology* 59 (11), 4415-4426, 2022.
20. Iwansyah, A. C., Melanie, D., Cahyadi, W., **Indraningsih, A.W.**, Khasanah, Y. Shelf life evaluation of formulated cookies from Hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L.) and Moringa leaf flour (*Moringa oleifera*), *Food Bioscience* 47, 101787, 2022.
 21. **Indrianingsih, A. W.**, Prihantini, A. I., Tachibana, S. α -Glucosidase inhibitor and antioxidant activity of procyanidin, an isolated compound from *Quercus gilva* Blume leaves, *Journal of Applied Pharmaceutical Science* 12 (5), 213-218, 2022.
 22. Suratno, Windarsih, A., Warmiko, H. D., Khasanah, Y., **Indrianingsih, A. W.** Metabolomics and proteomics approach using LC-Orbitrap HRMS for the detection of pork in tuna meat for halal authentication, *Food Analytical Methods* 16 (5), 867-877, 2023.
 23. Irnawati, I., Windarsih, A., **Indrianingsih, A.W.**, Apriyana, W. Ratnawati, Y. A. Rapid detection of tuna fish oil adulteration using FTIR-ATR spectroscopy and chemometrics for halal authentication, *Journal of Applied Pharmaceutical Science* 13 (4), 231-239, 2023.
 24. **Indrianingsih, A. W.**, Windarsih, A., Noviana, E., Asari, S. M., Pratiwi, S. I. In vitro evaluation of antioxidant, α -glucosidase inhibitor, and antibacterial activities of frangipani flower and the principal component analysis of its constituents, *Process Biochemistry* 130, 347-357, 2023.
 25. Fajrin, F. A., Sulistyowaty, M. I., Ghiffary, M. L., Zuhra, S. A., Panggalih, W. R., Pratoko, D. K., Christianty, F. M., Matsunami, K., **Indrianingsih, A. W.** Immunomodulatory effect from ethanol extract and ethyl acetate fraction of *Curcuma heyneana* Valetton and Zijp: Transient receptor vanilloid protein approach, *Heliyon* 9 (5), 2023.

26. Sulistyowaty, M. I., Putra, G. S., Budiati, T., **Indrianingsih, A. W.**, Anwari, F. Synthesis, In Silico Study, Antibacterial and Antifungal Activities of *N*-phenylbenzamides, International Journal of Molecular Sciences 24 (3), 2745,2023.
27. Windarsih, A., **Indrianingsih, A. W.**, Apriyana, W., Rohman, A. Rapid detection of pork oil adulteration in snakehead fish oil using FTIR-ATR spectroscopy and chemometrics for halal authentication, Chemical Papers 77 (5), 2859-2870, 2023.
28. **Indrianingsih, A. W.**, Khasanah, Y., Noviana, E., Rahayu, E., Hastuti, H. P. The effect of soaking of white and red varieties of Sorghum bicolor flour on its antioxidant, antidiabetic and physicochemical properties, Food and Humanity 1, 1531-1538, 2023.
29. Darsih, C., Windarsih, A., Damayanti, E., Amiru, V. A., **Indrianingsih, A. W.** Antibacterial and Angiotensin I-Converting Enzyme (ACE) Inhibition Activities of Essential Oil from Java Cardamom (*Amomum compactum*) Fruit, Indian Journal of Microbiology 63 (3), 263-271, 2023.
30. Bahmid, N. A., Siddiqui, S. A., Ariyanto, H. D., Sasmitaloka, K. S., Rathod, N. B., Wahono, S. K., Jaiswal, S., Goksen, G., **Indrianingsih, A. W.**, Cellulose-based coating for tropical fruits: method, characteristic and functionality, Food Reviews International 40 (4), 1069-1092, 2024.
31. Prasetyaningrum, A., Jannah, H. N., **Indrianingsih, A. W.** Phycocyanin Encapsulation in Carboxymethyl Chitosan and Whey Protein Isolate as a Strategy to Enhance Physicochemical Stability as a Food Coloring: A Review, International Journal of Chemical and Biochemical Sciences 25, 2024.
32. **Indrianingsih, A. W.**, Styaningrum, P., Windarsih, A., Suryani, R., Noviana, E. The effect of extraction method on biological activity and phytochemical content of Artocarpus heterophyllus

(jackfruit) leaves extract concurrent with its principal component, *Process Biochemistry* 143, 135-147, 2024.

33. **Indrianingsih, A. W.**, Ahla, M. F. F., Sanjaya, E. H., Suryani, R., Windarsih, A. Synthesis of Extract-Bacterial Cellulose Composite Using *Ageratum conyzoides* L. and *Chromolaena odorata* L., Its Antibacterial Activities, and Biodegradability, *Applied Biochemistry and Biotechnology* 196 (8), 5127-5143, 2024.
34. **Indrianingsih, A. W.**, Rosyida, V. T., Darsih, C., Apriyana, W., Iwansyah, A. C. Physicochemical properties, antioxidant activities, β -carotene content, and sensory properties of cookies from pumpkin (*Cucurbita moschata*) and modified cassava flour (*Manihot esculenta*), *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre* 31, 100398, 2024.
35. Aryal, P., **Indrianingsih, A. W.**, Henry, C. S. Smartphone-enabled green anthocyanin sensor for Fe (III) sensing on paper using capillary-driven microfluidics, *Green Analytical Chemistry* 8, 100091, 2024.
36. Bahmid, N.A., Maharani, D.K., Suloi, A.N.F., Anwar, M. Prasetyo, D. J., Suryani, R., Jatmiko, T. H., **Indrianingsih, A.W.** Cellulose acetate/chitosan composite film loaded with ground cinnamon for active packaging: water vapor sorption kinetic, compounds release, and antimicrobial effect, *Food Packaging and Shelf Life* 43, 101311, 2024.
37. Styaningrum, P., **Indrianingsih, A. W.**, Suryani, R., Bahmid, N. A., Rahman, M. F. Synthesis, characterization, and evaluation of antibacterial properties of silver/carboxymethyl cellulose/bacterial cellulose/*Clitoria ternatea* extract aerogel composites, *Food and Bioproducts Processing*, Volume 148, Pages 527-537, 2024.
38. Windarsih, A., Irnawati, Suratno, Warmiko, H. D., Alam, L. P.M., Utami, I. D., Rohman, A. **Indrianingsih, A. W.**, Lipidomics Analysis of Different Marine Fish Oils Using Untargeted Liquid

Chromatography–Orbitrap High-Resolution Mass Spectrometry and Chemometrics, *Chromatographia* 87 (4), 203-214, 2024.

39. Anggraeni, A. S., Windarsih, A., Ujjantari, N. S. O., Utami, I. D., Alam, L.P.M., Khasanah, Y. **Indrianingsih, A. W.**, Suratno. Fast DPPH antioxidant activity analysis by UHPLC-HRMS combined with chemometrics of tempeh during food processing. *Metabolomics* 20, 130, 2024.
40. Sulistyowaty, M. I., Fajrin, F. A., Pratama, M. R. F., Setya-wan, D., **Indrianingsih, A. W.**, Putra, G. S., Zidan, S.A.H., Yamauchi, T., Matsunami, K. Anti-inflammatory potential of *Curcuma heyneana*: An *in vitro* and *in silico* investigation, *Pharmacia* 71: 1–11, 2024
41. Khasanah, Y., **Indrianingsih, A. W.**, Triwitono, P., Murdiati, A. Production, biological activities and functional food of modified cassava flour (mocaf), *Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary Journal*, 213-229, 2024.
42. Sulistyowaty, M. I., Putra, G. S., Budiati, T., **Indrianingsih, W.**, Wahyu, Y. Synthesis and docking studies of the functionalized dibenzylideneacetones as promising antimalarial agents, *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research* 13 (2), 416-430, 2025.
43. **Indrianingsih, A. W.**, Styaningrum, P., Suryani, R., Windarsih, A., Ade Andriani, Eka Noviana, Nadia Udanti Suwanda, Silver/bacterial cellulose/*Clitoria ternatea* composite film for packaging application: synthesis, characterization and antibacterial properties, *3 Biotech* 15 (5), 1-13, 2025.
44. **Indrianingsih, A. W.**, Khasanah, Y., Darsih, C., Hastuti, H. P., Suryani, A. E., Hastuti, M., Ni'maturrohman, D., Laila, U., Noviana, E., Rahayu, E., Wiyono, T. Sorghum cookies fortified with *Garcinia mangostana* peel extract: Formulation, characterization, and evaluation of antioxidant and antidiabetic activity, *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre* 33, 100467, 2025.

45. Laila, U., Yuliyanto, P., Hariyadi, S., Juligani, B., **Indrianingsih, A. W.**, Kristanti, D., Ariani, D., Herawati, E. R. N., Iwansyah, A. C., Anwar, M., Ginting, E., Pangestu, A., Andriana, Y., Purwaningsih, H., Indrasari, S. D., Hariadi, H., Hoo, A. W., Wardhani, R. Incorporation of low-pH purple-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) anthocyanin extract into a sucrose matrix: characterization and application in powdered beverage, *Food and Bioproducts Processing*, Volume 151, 172-188, 2025.
46. Suratno, Windarsih, A., Anggraeni, A. S., Alam, L. P. M., Warmiko, H. D., Jenie, S. N. A., Novianty, H., Ulumuddin, Y. I., Marmita, A., Ayuni, N. P.S., **Indrianingsih, A. W.**, Rohman, A. Untargeted fast proteomics analysis using UPLC-Orbitrap HRMS for halal authentication of meat and meat products, *Journal of Proteomics* 312, 105369, 2025
47. Windarsih, A., Ahla, M. F. F., **Indrianingsih, A. W.**, Noviana, E., Bhattacharjya, D. K., Melanny Ika Sulistyowaty, In Vitro Evaluation of Antioxidant, Antibacterial, and Antidiabetes of Billygoat weed Leaves, Stem, and Flower (*Ageratum conyzoides* L.) Concurrent with its Phytochemical Constituents, *Waste and Biomass Valorization*, 1-15, 2025
48. **Indrianingsih, A. W.**, Suwanda, N. U., Ni'maturrohman, D., Pangestuti, R., Wiyono, T., Sulistyowaty, M. I. The potential of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) as antioxidant and antidiabetic agent: a bibliometric study, *Vegetos*, 1-12, 2025.
49. **Indrianingsih, A. W.**, Hayati, S. N., Rosyida, V. T., Apriyana, W., Darsih, C., Nisa, K., Suryani, A. E., Wiyono, T., Windarsih, A., Handayani, S. Improving the functional benefits of powdered ginger beverage through the incorporation of *Ganoderma lucidum*, *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 100482, 2025.
50. Rahayu, E. **Indrianingsih, A. W.**, Nisa, K., Fitrotin, U., Handayani, S., Khamidah, A., Hastuti, H. P., Suryani, A. I., Darsih, C., Apriyati, E. Ni'maturrohman, D., Marzuki, S. U., Wiyono, T., Hastuti, M., Widuri, N. R. Latest update of *Clitoria ternatea*

research for nutraceuticals: a bibliometric analysis (2003–2022), *Vegetos*, 1-14, 2025.

51. Silver, R. A., Noviana, E., Shiddiq, M. A. A., Wardani, N. K., Windarsih, A., Indrasyah, F. S., Fakhruddin, N., **Indrianingsih, A. W.**, Charles S Henry. Paper-Based Device for Phenolic Content Determination in Tea Extracts, *Phytochemical Analysis* 36 (4), 1094-1104, 2025.
52. Windarsih, A., **Indrianingsih, A. W.**, Suryani, R., Wiyono, T., Noviana, E., Darsih, C., Rahayu, E., Pangestuti, P., Asari, S. M., Pratiwi, S. I., Apriyana, W., Rosyida, V. T., Sulistyowaty, M. I. Evaluation of the Antioxidant, Antidiabetic, and Antibacterial Activity of *Curcuma domestica*, *Zingiber officinale*, *Alpinia galanga*, *Curcuma xanthorrhiza*, and *Kaempferia galanga* Concurrent With Its Metabolite's Constituent Analysis, *Chemistry & Biodiversity*, e00645, 2025.
53. **Indrianingsih, A. W.**, Khasanah, Y., Darsih, C., Hastuti, H. P., Suryani, A. E., Hastuti, M., Ni'maturrohmah, D., Laila, U., Noviana, E., Rahayu, E., Wiyono, T. Sorghum cookies fortified with *Garcinia mangostana* peel extract: Formulation, characterization, and evaluation of antioxidant and antidiabetic activity, *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre* 33, 100467, 2025.
54. **Indrianingsih, A. W.**, Muhammad FF Ahla, Windarsih, A., Suratno, Tri Wiyono, Eka Noviana, Nurrulhidayah Ahmad Fadhillah, Ririn Nur Alfiani, Phytochemical Constituent of Devil Weed (*Chromolaena odorata*), Concurrent with Its Antioxidant, α -Glucosidase Inhibitory, and Antibacterial Activity, *Molecules* **2025**, 30, 4314. <https://doi.org/10.3390/molecules30214314>.
55. **Indrianingsih, A. W.**, Yuniar Khasanah, Cici Darsih, Heru Pitria Hastuti, Ade Erma Suryani, Nadia Udanti Suwanda, Siti Tamaroh Cahyono Murti, Windarsih, A., Tri Wiyono, Eka Rahayu, Heni Purwaningsih, Dwi Ni'maturrohmah, Eka Noviana, Donowati Tjokrokusumo, Formulation, physicochemical properties,

antioxidant and antidiabetic activity of *Morinda citrifolia* L. extract-fortified purple yam (*Dioscorea alata*) cookies, *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, Volume 34, 2025, 100503, <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2025.100503>.

56. **Indrianingsih, A. W.**, Windarsih, A., Asari, S. M., Pratiwi, S. I., Suwanda, N. U., Noviana, E., Rahayu, E., Wiyono, T. Solvent-dependent metabolite profile and in vitro biological activity of frangipani (*Plumeria rubra*) leaf extracts, *3 Biotech* **15**, 362 (2025). <https://doi.org/10.1007/s13205-025-04533-w>
57. Prasetyaningrum, A., Jannah, H. N., **Indrianingsih, A. W.**, Phycocyanin Encapsulation: Optimizing Material Ratios, pH, and Cross-Linker Concentration for Improved Stability and Efficiency, *Food and Humanity*, Volume 5, 2025, 100847, <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2025.100847>
58. Anggraeni, A. S., Jatmiko, T. H., Windarsih, A., Lestari, E. N. A., Larasati, D. Fadzillah, N. A., Setyaningrum, D. L., Laksitorini, M. D., **Indrianingsih, A. W.**, Rohman, A. Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy Enhanced by Machine Learning: A Novel Approach to Identify Pork Oil in Shark Liver Oil, *Analytical Letters*, 1–19. <https://doi.org/10.1080/00032719.2025.2558840>
59. Khasanah, Y., **Indrianingsih, A. W.**, Murdiati, A., Triwitono, P. In vitro antioxidant properties of modified cassava flour and its untargeted metabolomics, *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 100513, 2025, <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2025.100513>

Jurnal Nasional

60. **Indrianingsih, A. W.**, Suyanta, Penggunaan Kalium Nitrat (KNO₃) Untuk Sintesis Magnetit dan Aplikasinya Untuk Adsorpsi Pb (II) Dalam Medium Air, *Ekstrak Journal. Jurnal Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia*. Volume 3, Nomor 1, ISSN: 1978-077X. Hal 7-10, 2008.

61. **Indrianingsih, A. W.**, Darsih, C. Natural dyes from plants extract and its applications in Indonesian textile small medium scale enterprise, *Eksergi* 11 (1), 16-22, 2013.
62. Rosyida, V. T., Hayati, S. N., **Indrianingsih, A. W.**, Maryana, R., Purwestri, Y. A., Ayesda, C. S. Enzim Selulase Kasar *Aspergillus niger* FNCC 6018 untuk Produksi Bioetanol melalui Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak, *Jurnal Mikologi Indonesia* 2 (2), 77-89, 2018.
63. **Indrianingsih, A. W.**, Prihantini, A. I., Tachibana, S. Isolation of Endophytic Fungi QPS 05 from *Quercus phillyraeoides* A. Gray and Its Potential for α -Glucosidase Inhibitory Activity, *Jurnal Kimia Terapan Indonesia* 20 (1), 1-7, 2018.
64. Darsih, C., Lestari, D. W., Pratiwi, D., **Indrianingsih, A. W.**, Rosyida, V. T., Apriana, W. Dyeing of cotton fabric with natural dye from *Cudrania Javanensis* using Soka leaves extract as biomordant, *Dinamika Kerajinan dan Batik* 36 (2), 105-112, 2019.
65. Darsih, C., Iyas, M., Rosyida, V. T., Pratiwi, D., **Indrianingsih, A. W.**, Hernawan, Apriyana, W. Ekstrak kayu tegeran (*cudrania javanensis*) sebagai anti jamur *Peniophora* sp., *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia* 6 (1), 74-82, 2019.
66. **Indrianingsih, A. W.**, Apriyana, W., Rosyida, V. T., Nisa, K., Nurhayati, S., Darsih, C. Efek Pengeringan pada Bagian Buah Labu Kuning (*Cucurbita Moschata*) terhadap Aktivitas Antioksidan, Sifat Kimia dan Struktur Morfologi, *Indonesian Journal of Industrial Research* 11 (1), 33-41, 2019.
67. **Indrianingsih, A. W.**, Ratih, D., Indirayati, N. Uji in vitro aktivitas antioksidan dari ekstrak kulit buah naga merah (*hylocereus costaricensis*)(in vitro antioxidant activity test from red dragon fruit peel extract, *Journal Penelitian Kehutanan FALOK* 4 (2), 71-80, 2020.
68. Darsih, C., **Indrianingsih, A. W.**, Windarsih, A., Nisa, K. In-vitro antioxidant and antibacterial activities of tegeran wood (*Cudrania*

javanensis Trécul) extracts, Jurnal Riset Industri Hasil Hutan Vol 12 (2), 65, 2020.

69. Ni'maturrohmah, D., Darsih, C., Susanti, H., Hidhayati, N., **Indrianingsih, A. W.** In Vitro Antioxidant and Anti-Obesity Activities of Ethanolic Extract from Microalgae Strain MRB-2, Jurnal Biodjati 9 (1), 1-10, 2024.

Prosiding Internasional

70. **Indrianingsih, A. W.**, Ikegami, A., Suda, M., Einaga, Y. Photo-Control of Molecule-Induced Ferromagnetism at Interface of Azobenzene-coated CdSe Nanoparticles, Proceeding of The 16th China-Japan Bilateral Symposium on Intelligent Electrophotonic Materials and Molecular Electronics. Changchun, China. Northeast Normal University -China dan University of Tokyo-Japan. hal 92-93, 2009.
71. Ikegami, A., Suda, M., Watanabe, T., **Indrianingsih, A. W.**, Einaga, Y. Molecular Manipulation of Superconductivity on Nb thin-film, Proceeding of The 89th Annual meeting of The Chemical Society of Japan, Nihon University, Chiba, Japan. ISSN: 0285-7626.Hal 1 L1-36, 2009.
72. **Indrianingsih, A. W.**, Ikegami, A., Suda, M., Einaga, Y. Reversible Photo-Switching of Interface Magnetism in Azobenzene-coated CdSe Nanoparticles, Proceeding of Annual Meeting on Photochemistry, ISSN: 0913-4689. The Japanese Photochemistry Association. Hal 161., 2009.
73. **Indrianingsih, A. W.**, Einaga, Y. Surface Modification of Ferromagnetic L10 FePt Nanoparticles for Biological Applications, Proceeding of 23rd International Microprocesses and Nanotechnology Conferences (MNC), 2010.
74. **Indrianingsih, A. W.**, Rosyida, V.T., Darsih, C., Jaka, K. Conversion of Sugarcane Bagasse to Bioethanol Using Different

Acids Pretreatment and Commercial Yeast, Proceeding of International Conference on Bioscience and Biotechnology (ICBB) 2011, 13, 2011.

75. Maryana, R., Rosyida, V. T., **Indrianingsih, A. W.**, Nisa, K. The utilization of bioactive compound from roselle plant (*hibiscus sabdariffa*) for transparent soap, Proceeding of International Conference on Natural Dyes: On Future Leader, Nature and Local For Sustainable Development, 123-128, 2013.
76. Maryana, R., Ma'rifatun, D., **Indrianingsih, A. W.**, Satriyo, K. W., Rizal, W. A. Alkaline pretreatment on sugarcane bagasse for bioethanol production, *Energy Procedia* 47, 250-254, 2014.
77. **Indrianingsih, A. W.**, Tachibana, S., Itoh, K. In vitro evaluation of antioxidant and α -glucosidase inhibitory assay of several tropical and subtropical plants, *Procedia Environmental Sciences* 28, 639-648, 2015.
78. Rosyida, V. T., **Indrianingsih, A. W.**, Maryana, R., Wahono, S.K. Effect of temperature and fermentation time of crude cellulase production by *Trichoderma reesei* on straw substrate, *Energy Procedia* 65, 368-371, 2015.
79. **Indrianingsih, A. W.**, Rosyida, V. T., Jatmiko, T. H., Prasetyo, D. J. Preliminary study on biosynthesis and characterization of bacteria cellulose films from coconut water, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 101 (1), 012010, 2017.
80. Hernawan, Maryana, R., Pratiwi, D., Wahono, S. K., Darsih, C., Hayati, S.N., Poeloengasih, C.D., Nisa, K., **Indrianingsih, A. W.**, Prasetyo, D. J., Jatmiko, T. H., Kismurtono, M., Rosyida, V. T. Bioethanol production from sugarcane bagasse by simultaneous saccharification and fermentation using *Saccharomyces cerevisiae*, *AIP Conference Proceedings* 1823 (1), 2017.
81. Nisa, K., Nurhayati, S., Apriyana, W., **Indrianingsih, A. W.**, Investigation of total phenolic and flavonoid contents, and

- evaluation of antimicrobial and antioxidant activities from *Baeckea frutescens* extracts, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 101 (1), 012002, 2017.
82. Pratiwi, D., **Indrianingsih, A. W.**, Darsih, C. Decolorization and degradation of batik dye effluent using *Ganoderma lucidum*, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 101 (1), 012034, 2017.
83. Jatmiko, T. H., Rosyida, V. T., **Indrianingsih, A. W.**, Apriyana, W. Thin layer drying model of bacterial cellulose film, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 101 (1), 012011, 2017.
84. Hayati, S. N., Nisa, K., **Indrianingsih, A. W.**, Darsih, C., Kismurtono, M. Development and in vitro evaluation of carboxymethyl chitosan based drug delivery system for the controlled release of propranolol hydrochloride, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 101 (1), 012038, 2017.
85. **Indrianingsih, A. W.**, Prihantini, A. sI. In vitro antioxidant and α -glucosidase inhibitory assay of *Zingiber cassumunar roxb.*, AIP Conference Proceedings 2026 (1), 2018.
86. Nisa, K., Rosyida, V. T., Nurhayati, S., Apriyana, W., **Indrianingsih, A. W.**, Ratih, D. Antimicrobial and antioxidant evaluation of *Artocarpus altilis* extract as potential preservatives for food, AIP Conference Proceedings 2026 (1), 2018.
87. Nisa, K., Rosyida, V. T., Nurhayati, S., **Indrianingsih, A. W.**, Darsih, C., Apriyana, W. Total phenolic contents and antioxidant activity of rice bran fermented with lactic acid bacteria, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 251, 012020, 2019.
88. Darsih, C., **Indrianingsih, A. W.**, Apriyana, W., Hayati, S. N., Rosyida, V. T., Nisa, K. Antioxidant activity of methanol extracts from *Ganoderma lucidum* Karst. Mycelia, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 251 (1), 012015, 2019.

89. **Indrianingsih, A. W.**, Rosyida, V. T., Apriyana, W., SN Hayati, K Nisa, Darsih, C. Comparisons of antioxidant activities of two varieties of pumpkin (*Cucurbita moschata* and *Cucurbita maxima*) extracts, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 251 (1), 012021, 2019.
90. Hayati, S. N, Apriyana, W., Rosyida, V. T., **Indrianingsih, A. W.**, Nisa, K., Ratih, D. Pre-formulation and evaluation of Jamu Uyup-uyup (an Indonesian herbal galactagogue), IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 251 (1), 012022, 2019.
91. Maryana, R., Jatmiko, T.H., Prasetyo, D. J., Rizal, W. A., Suwanto, A., Praharasti, A. S., **Indrianingsih, A. W.** Evaluation of high purity cellulose production from pretreated various agricultural biomass wastes, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 251 (1), 012001, 2019.
92. Rosyida, V. T., Nisa, K., Hayati, S. N, Apriyana, W., Darsih, C., **Indrianingsih, A. W.** Physicochemical properties of noni fruit, yam root, rose petal, and betel leaf transparent soap and their antimicrobial activities, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 251 (1), 012024, 2019.
93. Hayati, S. N, Rosyida, V. T., Darsih, C., Nisa, K., **Indrianingsih, A. W.**, Apriyana, W., et al., Physicochemical properties, antimicrobial and antioxidant activity of ganoderma transparent soap, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 462 (1), 012047, 2020.
94. Nisa, K., S Handayani, Rosyida, V. T., Nurhayati, S., Apriyana, W., **Indrianingsih, A. W.**, et al., Physicochemical properties of fermented rice bran in optimal lactic acid bacteria growth, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 980 (1), 012043, 2020.
95. **Indrianingsih, A. W.**, Rosyida, V. T., Ratih, D. In vitro study of antioxidant and antimicrobial activities of *Garcinia mangostana* L. peel extract, 5th International Conference on Food, Agriculture

And Natural Resources (Fanres 2019), Halaman 152-155, Atlantis Press, 2020.

96. Wulanjati, M. P., **Indrianingsih, A. W.**, Darsih, C., Apriyana, W. Antioxidant and antibacterial activity of ethanolic extract from *Ulva* sp., IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 462 (1), 012028, 2020.
97. Rosyida, V. T., **Indrianingsih, A. W.**, Hayati, S. N., Apriyana, W. The effect of different drying temperature on crystallinity and morphology structure of bacterial cellulose, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 462 (1), 012050, 2020.
98. Hayati, S. N, Darsih, C., Rosyida, V. T., Apriyana, W., Nisa, K., **Indrianingsih, A. W.** Phytochemical properties and antioxidant activity of wild-grown and cultivated *Ganoderma lucidum*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 1011 (1), 012061, 2021.
99. Darsih, C., **Indrianingsih, A. W.**, Poeloengasih, C. D. Prasetyo, D. J., Indirayati, N. In vitro antioxidant activity of macroalgae *Sargassum duplicatum* and *Palmaria palmata* extracts collected from Sepanjang Beach, Gunungkidul, Yogyakarta, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 1011 (1), 012052, 2021.
100. Windarsih, A., Nisa, K., **Indrianingsih, A. W.**, Darsih, C., Handayani, S. The use of ¹H-NMR spectroscopy and chemometrics of pattern recognition for authentication of *Curcuma xanthorrhiza* adulterated with *Zingiber montanum*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 1011 (1), 012050, 2021.
101. **Indrianingsih, A. W.**, Rosyida, V. T., Apriyana, W., Darsih, C., Angwar, M. The antioxidant and antibacterial study of *Canarium indicum* L. latex extract, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 1011 (1), 012051, 2021.
102. Herawati, E. R. N., Ariani, D., Khasanah, Y., Nurhayati, R., Kurniadi, M., **Indrianingsih, A. W.** The Effect of Moringa

oleifera Leaves Addition on The Characteristic of Tuna (Thunnus albacares) Fishball, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 934 (1), 012090, 2021.

103. **Indrianingsih, A. W.**, Rosyida, V. T., Apriyana, W., Darsih, C., A Kusumaningrum, et al., Antioxidant, physicochemical, and sensory properties of crackers prepared from beta carotene rich-modified cassava (*Manihot esculenta*) flour (BCR-mocaf) and pumpkin (*Cucurbita moschata*), AIP Conference Proceedings 2493 (1), 2022.
104. Iwansyah, A.C., Andriana, Y., **Indrianingsih, A. W.**, Putri, D.P. Relationship of antioxidant properties, phytochemical and toxicity profile of wild adlay (*Coix lacryma-jobi* L. var. *Agrotis*) extracts: A principal component analysis approach, AIP Conference Proceedings 2493 (1), 2022.
105. Khasanah, Y., **Indrianingsih, A. W.**, Murdiati, A., Santoso, U. Comparison of physicochemical characteristics, pasting properties, and functional group of MOCAF from different high beta carotene-cassava varieties, AIP Conference Proceedings 2493 (1), 2022.
106. Khasanah, Y., **Indrianingsih, A. W.**, Triwitono, P., Murdiati, A. Antioxidant, total phenolic content and physicochemical properties of modified cassava flour, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 1241 (1), 012094, 2023.
107. Handayani, S., Ni'maturrohmah, D., **Indrianingsih, A. W.**, Nisa, K., Windarsih, A. Molecular Docking Study of Aloesin and Its Derivatives as Potential Antiaging Agents, 1st International Conference for Health Research–BRIN (ICHR 2022), 288-299, 2023.
108. **Indrianingsih, A. W.**, Windarsih, A., Suryani, R., Rosyida, V.T., Apriyana, W. Evaluation of antioxidant activity, antibacterial activity, α -glucosidase inhibitory activity of *Mentha piperita*

L and Cymbopogon citratus essentials oils, AIP Conference Proceedings 2972 (1), 2023.

109. **Indrianingsih, A. W.**, Aryal, P., Henry, C.S. The use of Clitoria ternatea as sustainable detection tool for Ni (II) and Cu (II) ions in simple paper-based analytical device, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 1267 (1), 012003, 2023.
110. **Indrianingsih, A. W.**, Rosyida, V. T., Suryani, R., Suntini, S., Asari, S. M., Pratiwi, S.I. Composite of silver-bacterial cellulose from cassava (Manihot esculenta) and its antibacterial activity, AIP Conference Proceedings 2606 (1), 2023.
111. **Indrianingsih, A. W.**, Suryani, R., Rosyida, V. T., Khasanah, Y., Laila, U., Asari, S. M. Study on biological activity of Lavandula angustifolia and Citrus aurantiifolia essential oils, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 1377 (1), 012031, 2024.
112. Suryani, A.E., Nisa, K., **Indrianingsih, A. W.**, Handayani, S., Fitrotin, U., Rahayu, E. Phytochemical screening and antibacterial properties of Sungkai (Peronema canescens Jack.) leaf extract and fraction, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 1377 (1), 012060, 2024.
113. Ni'maturrohman, D., Chandra, E. C., Wulandari, R. Nisa, K., Sefrienda, A.R., **Indrianingsih, A. W.** Creamer Encapsulated Aloe Vera: Physical and Chemical Screening for A Beverage Prospect, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 1364 (1), 012061, 2024.
114. Darsih, C., Damayanti, E., Windarsih, A., **Indrianingsih, W.**, Nisa, K. Phytochemicals analysis, antioxidant, and antibacterial activities from fraction of Pneumatopteris callosa leaves extract, AIP Conference Proceedings 2957 (1), 2024.
115. **Indrianingsih, A. W.**, Asari, S. M., Pratiwi, S. I. In vitro study of antioxidant, antidiabetic, and antibacterial activity of orange (*Citrus sinensis*) and jade lemon (*Citrus limon*) peels essentials

oils, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1419, 012005, (2024).

116. Ni'maturrohman, D., **Indrianingsih, A. W.**, Handayani, S., Suryani, A. E., Tjokrokusumo, D., Indrasari, S. D., Purwaningsih, H., Hastuti, H. P., Asari, S. M., Pratiwi, S.
117. I. Biological activity of clove, black pepper and ginger essentials oils, IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1580 012001, 2026, DOI 10.1088/1755-1315/1580/1/012001

Prosiding Nasional

118. Nisa, K., Damayanti, E., **Indrianingsih, A. W.**, Maryana, R., Wahono, S.K., Kinetika Penghambatan oleh Ekstrak Biji Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) pada Pertumbuhan Jamur *Alternaria porii* Penyebab Penyakit Tanaman Bawang Merah, Prosiding Seminar Nasional Iptek Solusi Kemandirian Bangsa, Kerjasama Kedeputan IPT-LIPI, BPTP DIY dan Fak. Biologi UGM, ISBN : 979-368859 9, 2006.
119. Damayanti, E., Nisa, K., Rosyida, V.T., **Indrianingsih, A. W.**, Aplikasi Biopestisida Mimba Untuk Pengendalian Hama Penyakit Bawang Merah di Lahan Pasir, Prosiding Seminar Nasional Bioteknologi 2006, Cibinong, 15-16 November 2006, Pusat Penelitian Bioteknologi, LIPI. ISBN: 978-979-97789-3-2, hal 160-165, 2006.
120. **Indrianingsih, A. W.**, Suyanta, SJ Santosa, Sutardi, Sintesis Magnetit (Menggunakan Prekursor K₂SO₄) dan Aplikasinya Untuk Adsorpsi Pb(II) Dalam Medium Air, Prosiding Seminar Nasional Bioteknologi 2006, Cibinong, 15-16 November 2006, Pusat Penelitian Bioteknologi, LIPI. ISBN: 978-979-97789-3-2, hal 407-413, 2006.
121. Maryana, R., Nisa, K., **Indrianingsih, A. W.**, Perbandingan Metode Ekstraksi Daun Mimba sebagai Biofungisida pada Jamur

Alternaria porri pada Tanaman Bawang Merah Prosiding Seminar Nasional PATPI, Yogyakarta, ISSN : 979-95554-3-4, 2006.

122. Wahono, S.K., Nisa, K., Damayanti, E., **Indrianingsih, A. W.**, Maryana, R. Korelasi Ekstrak Biji dan Kulit Biji Mimba sebagai Anti Jamur *Alternaria porri*, Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia, UNNES Semarang, ISBN : 979 9579 84 X, 2006.
123. **Indrianingsih, A. W.**, Nisa, K., Damayanti, E., Maryana, R., Wahono, S.K., Efektivitas Fraksi N-Heksana, Kloroform dan Etanol Ekstrak Biji Mimba sebagai Biopestisida untuk Jamur *Alternaria porri*, Prosiding Seminar Nasional PATPI, Bandung, ISBN : 978-979-16456-0-7, 2007.
124. **Indrianingsih, A. W.**, Nisa, K., Wahono, S.K., Rosyida, V.T., Damayanti, E., Maryana, R, Analisis Residu Pestisida dalam Tanah dan Umbi Bawang Merah di Lahan Pasir Sanden, Bantul, Yogyakarta dengan Kromatografi Gas, Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia Dan Proses, UNDIP, Semarang 181-185, ISSN : 1411-4216, 2007.
125. **Indrianingsih, A. W.**, Maryana, R, Nisa, K., Identifikasi Azadirachtin Dalam Ekstrak Biji Dan Daun Mimba (*Azadirachta Indica A. Juss*) Dengan High Performance Liquid Chromatography (HPLC), Prosiding Seminar Nasional Kimia UI Depok, ISBN : 978-979-8768-06-4, 2007.
126. Rosyida, V.T., Nisa, K., **Indrianingsih, A. W.**, Pengendalian Jamur *Colletothricum sp.* Pada Tanaman Bawang Merah di Lahan Berpasir Menggunakan Tanaman Mimba, Prosiding Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia ITS, Surabaya, ISSN : 1410-5667, 2007.
127. Rosyida, V.T., **Indrianingsih, A. W.**, Maryana, R, Nisa, K., Efektivitas Ekstrak Mimba (*Azadirachta indica A. Juss*) Terhadap Perkecambahan Jamur *Alternaria solani*, Prosiding Seminar

Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pemanfaatan Bahan Baku Lokal. ISBN: 978-979-799-147-0.hal 25-27, 2007.

- 128.Rosyida, V. T., Nisa, K., **Indrianingsih, A. W.**, Pemanfaatan Ekstrak Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) Untuk Mengendalikan Penyakit Antraknosa Pada Bawang Merah, Prosiding Seminar Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pemanfaatan Bahan Baku Lokal. ISBN: 978-979-799-147-0.hal 29-31, 2007.
- 129.Nisa, K., Rosyida, V.T., **Indrianingsih, A. W.**, Perbandingan Daya Hambat Ekstrak Biji Mimba dan Daun Tembakau Terhadap Pertumbuhan Jamur *Fusarium sp.*, Prosiding Seminar Nasional Pangan 2008: Peningkatan Keamanan Pangan Menuju Pasar Global. ISBN: 978-979-95554-4-1. Hal MK84-MK89, 2008.
- 130.Nisa, K., **Indrianingsih, A. W.**, Rosyida, V.T., Analisis Senyawa Aktif *Azadirachtin* Dalam Minyak Hasil Pengepresan Biji Mimba, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan 2008: Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia, ISSN: 1693-4393. hal A03-1 s.d. A03-4, 2008.
- 131.Hernawan, Poeloengasih, C. D., Nisa, K., **Indrianingsih, W.**, Pembuatan Kitosan Mikropowder Dengan Metode Spray Drying, Prosiding Seminar Nasional Kimia 2008: Peran Kimia dan Pendidikan Kimia di Era Global Menuju Penelitian dan Pendidikan Berkualitas. ISBN: 978-979-98063-2-1, 2008.
- 132.**Indrianingsih, A. W.**, Nisa, K., Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Pari (*Himantura Sp*) Gunungkidul Sebagai Penghasil Gelatin, Prosiding Seminar Nasional Kimia 2008: Peran Kimia dan Pendidikan Kimia di Era Global Menuju Penelitian dan Pendidikan Berkualitas. ISBN: 978-979-98063-2-1, 2008.
- 133.Hernawan, Poeloengasih, C. D., Nisa, K., **Indrianingsih, W.**, Microstructural Elucidation And Characterization Of Chemicals Properties Of Chitosan Microspheres, Prosiding Seminar Nasional

2008: Sistem Informasi Sebagai Penggerak Pembangunan di Daerah. ISBN 9-793-688893-9, 2008.

134. Nisa, K., Rosyida, V.T., **Indrianingsih, A. W.**, Neem Seed Oil and Tobacco Leaves Extracts Treatment for *Fusarium* sp. Growth, Prosiding Seminar Nasional 2008: Sistem Informasi Sebagai Penggerak Pembangunan di Daerah, ISBN 9-793-688893-9, 2008.
135. Nisa, K., **Indrianingsih, A. W.**, Kinetika Penjerapan Larutan Tembaga Oleh Tulang Ikan Pari (*Himantura* sp.), Prosiding Seminar Nasional Tahunan V, Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan, 2008.
136. **Indrianingsih, A. W.**, Nisa, K., Adsorpsi Zn (II) Dengan Tulang Ikan Pari: Kinetika dan Kapasitas Adsorpsinya, Prosiding Seminar Nasional Kimia XVIII: Peran Komunitas Kimia Dalam Menghadapi Isu Pemanasan Global. ISSN: 1410-8313. hal 781-787, 2008.
137. **Indrianingsih, A. W.**, C Darsih, Nisa, K., SN Hayati, Hernawan, Aplikasi kitosan dan turunannya dalam bidang obat dan kesehatan, Prosiding Seminar Ilmu Pengetahuan Teknik 2012, hal 163-166, 2012.
138. Nisa, K., Hernawan, SN Hayati, C Darsih, **Indrianingsih, W.**, Sintesis dan karakterisasi kitosan larut air (HCMCH), Prosiding Seminar Ilmu Pengetahuan Teknik 2012, hal 150-153, 2012.
139. **Indrianingsih, A. W.**, C Darsih, Maryana, R, Pewarna Alam dari Ekstrak Tanaman dan Aplikasinya di Usaha Kecil Menengah Tekstil Indonesia, Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia V. PKIM FKIP UNS, 682-691, 2013.
140. C Darsih, Nisa, K., **Indrianingsih, A. W.**, Hernawan, S Nurhayati, Antibacterial activity of water soluble carboxymethyl chitosan (CMCh), Proceeding of The 4th International Conference of Indonesian Society for Lactic Acid Bacteria (4th IC-ISLAB), P-55, 2013.

141. **Indrianingsih, A. W.**, Rosyida, V.T., Nisa, K., Maryana, R. Studi pendahuluan tentang aktivitas antioksidan dari tangkai kimpul gendruk (*Colocasia esculata* L. Schott), Prosiding Seminar Nasional Bioteknologi Universitas Gadjah Mada, hal 228-236, 2013.
142. R Maryana, **Indrianingsih, A. W.**, Nisa, K., Ekstraksi minyak sedap malam metode maserasi-distilasi vakum, Prosiding Seminar Nasional Bioteknologi Universitas Gadjah Mada, hal 250-256, 2013.
143. **Indrianingsih, A. W.**, Nisa, K., Hernawan, Lactic acid fermentation for fish preservation, Proceeding of The 4th International Conference of Indonesian Society for Lactic Acid Bacteria (4th IC-ISLAB), P-42, 2013.
144. **Indrianingsih, A. W.**, F Nurjanah, Maryana, R, Delignifikasi bagas tebu dari PT Madubaru Yogyakarta dengan perlakuan basa, Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia V, I-02, hal 692-699, ISBN 979363167-8, 2013.
145. **Indrianingsih, A. W.**, C Darsih, Maryana, R, Pewarna alam dari ekstrak tanaman dan aplikasinya di usaha kecil menengah tekstil Indonesia, Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia V, I-01, hal 682-691, ISBN 979363167-8, 2013.
146. Nisa, K., **Indrianingsih, A. W.**, Penentuan aktivitas antioksidan dan kadar fenolik total daun randu (*C pentandra*) dari Gunungkidul, Yogyakarta, Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia V, I-05, hal 716-720, ISBN 979363167-8, 2013.
147. **Indrianingsih, A. W.**, Rosyida, V.T., Hernawan. Aktivitas antioksidan tanaman rosella (*Hibiscus sabdariffa* Linn) dari daerah Gunungkidul, Yogyakarta, Prosiding Seminar Ilmu Pengetahuan Teknik 2013, hal 212-215, 2013.
148. **Indrianingsih, A. W.**, Rosyida, V.T., Maryana, R. Pengaruh perlakuan basa terhadap perubahan struktur bagas tebu, Prosiding

Seminar Nasional Kimia UGM 2013, hal 60-64, ISSN 2338-2368, 2013.

149. **Indrianingsih, A. W.**, Nisa, K., Hernawan. Aktivitas antioksidan tanaman delima (*Punica granatum* L) dari daerah Gunungkidul, Yogyakarta, Prosiding Seminar Nasional Kimia Terapan Indonesia 2013, hal 7-11, 2013.

Paten

150. Hernawan, K Nisa, SN Hayati, **Indrianingsih, A. W.**, C Darsih, M Kismurtono, Sediaan Pelepasan Terkontrol Mengandung Bahan Pengikat Karboksimetil Kitosan, No. Pendaftaran P00201407486, Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, 2014, Granted IDP000068832, 2020
151. **Indrianingsih, A. W.**, CD Poeloengasih, SN Hayati, VT Rosyida, TH Jatmiko, W Apriyana, Sediaan Masker Wajah Berbahan Dasar Bioselulosa Dan Proses Pembuatannya, No. Pendaftaran P00201708586, Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, 2017, Granted ID P000079370, 2021.
152. K Nisa, SN Hayati, VT Rosyida, **Indrianingsih, A. W.**, C Darsih, W Apriyana, Proses Pembuatan Tepung Bekatul Terfermentasi Bakteri Asam Laktat, No. Pendaftaran S00201810162, Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, 2018.
153. **Indrianingsih, A. W.**, R Maryana, SN Hayati, VT Rosyida, TH Jatmiko, W Apriyana, Sediaan Pembalut Luka Berbahan Dasar Bioselulosa Terimpregnasi Perak (AG) Dan Proses Pembuatannya No. Pendaftaran P00201803564, IDP000079370, Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, 2018, Granted 2023.
154. W Apriyana, **Indrianingsih, A. W.**, C Darsih, SN Hayati, Y Khasanah, MP Wulanjati, Komposisi Kukis yang Mengandung Pati Temulawak, No. Pendaftaran S00201911851, Direktorat

Jenderal Kekayaan Intelektual, 2019, Granted ID S000009698, 2025.

155. K Nisa, SN Hayati, VT Rosyida, **Indrianingsih, A. W.**, C Darsih, DA Ekamuri, MP Wulanjati, S Handayani, W Apriyana, Makanan Siap Saji Tinggi Serat Sebagai Pan-gan Darurat, No. Pendaftaran S00201911837, Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, 2019.
156. **Indrianingsih, A. W.**, C Darsih, K Nisa, SN Hayati, VT Rosyida, A Kusumaningrum, W Apriyana, Komposisi biskuit kaya antioksidan berbahan dasar ubi kayu terfer-mentasi dan labu kuning No. Pendaftaran S00201901816, Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, 2019.
157. **Indrianingsih, A. W.**, C Darsih, K Nisa, SN Hayati, VT Rosyida, W Apriyana, Sediaan Serbuk Jamu Instan Berbahan Dasar Ekstrak Jahe dan Jamur Ganoderma No. Pen-daftaran S00201906451, Direktorat Jenderal Kekayaan In-telektual, 2019.
158. W Apriyana, **Indrianingsih, A. W.**, C Darsih, VT Rosyida , MP Wulanjati, Komposisi kue pisang yang mengandung pati temulawak No. Pendaftaran S00202008335, Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, 2020.
159. R Nurhayati, D Ariani, ERN Herawati, **Indrianingsih, A. W.**, N Februanata, SK Wahono, U Laila, WA Rizal, Yuniar Khasanah, Cokelat yang difortifikasi tepung ka-cang tunggak dan kacang gude serta proses pembu-atannya, No. Pendaftaran P00202106660, Direktorat Jen-deral Kekayaan Intelektual, 2021.
160. W Apriyana, **Indrianingsih, A. W.**, C Darsih, ERN Herawati, VT Rosyida , Formulasi kue kering keju dari te-pung mocaf dengan campuran tepung labu kuning dan produk yang dihasilkannya, No. Pendaftaran P00202106100, Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, 2021, Granted IDP000097710, 2025.
161. **Indrianingsih, A. W.**, C Darsih, VT Rosyida, W Apri- yana, Metode pewarnaan kain bersifat antibakteri berbasis pewarna alam dengan teknik pra mordan dan produk yang dihasilkannya,

No. Pendaftaran P00202103985, Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, 2021, Granted ID P000098508, 2025.

162. **Indrianingsih, A. W.**, A Windarsih, B Juligani, C Darsih, ERN Herawati, N Februanata, R Suryani, Suratno, VT Rosyida, Y Khasanah, W Apriyana, R Nurhayati, Kema-san pangan biodegradable antibakteri berbahan dasar komposit bioselulosa dan proses pembuatannya, No. Pen-daftaran P00202103984, Direktorat Jenderal Kekayaan In-telektual, 2021.
163. U Laila, ERN Herawati, D Ariani, **Indrianingsih, A. W.**, AC Iwansyah, C Darsih, D Kristanti, H Hariadi, B Juli-gani, P Yuliyanto, N Februanata, S Hariyadi, E Ginting, Proses pembuatan serbuk minuman antosianin ubi jalar ungu melalui teknik kokristalisasi beserta formulanya, No. Pendaftaran P00202215710, Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, 2022.
164. D Ariani, ERN Herawati, R Nurhayati, **Indrianingsih, A. W.**, Y Khasanah, U Laila, M Kurniadi, N Februanata, For-mula mie mocaf siap seduh kaya serat yang diperkaya te-pung tempe dan daun kelor, No. Pendaftaran S00202215386, Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, 2022, Granted IDS000007185, 2024.
165. C Darsih, D Pratiwi, **Indrianingsih, A. W.**, VT Rosyida, AS Praharasti, Metode pembuatan kain katun batik cap bersifat antibakteri dengan pewarna alam pasta indigo dari daun strobilanthes cusia dan produk yang dihasilkannya, No. Pendaftaran P00202211107, Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, 2022.
166. M Anwar, AS Praharasti, SK Wahono, **Indrianingsih, A. W.**, W Apriyana, R Suryani, C Darsih, R Nurhayati, ERN Herawati, Zat warna alam terenkapsulasi zeolit dan metode pembuatannya, No. Pendaftaran P00202204238, Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, 2022.
167. S Handayani, D Ni'maturrohman, T Kurniawan, S Hari-yadi, K Nisa, AR Sefrienda, **Indrianingsih, A. W.**, AE Suryani, C Darsih,

Formulasi dan proses pembuatan serbuk enkapsulasi lidah buaya dengan krimer, No. Pendaftaran P00202215211, Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, 2022.

168. **Indrianingsih, A. W.**, R Suryani, NL Putra, A Windarsih, Suratno, Y Khasanah, NA Bahmid, Bantalan adsorben aerogel berbahan dasar bioselulosa, perak, dan ekstrak bahan alam yang mengandung antosianin dan proses pembuatannya, No. Pendaftaran P00202306999, Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, 2023.
169. AE Suryani, K Nisa, C Darsih, S Handayani, **Indrianingsih, A. W.**, E Rahayu, U Fitrotin, D Ni'maturrohmah, Fraksi etil asetat dari daun sungkai (*peronema canescens* jack.) sebagai antioksidan alami, No. Pendaftaran S00202314343, Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, 2023, Granted 2025.
170. **Indrianingsih, A. W.**, Y Khasanah, D Ni'maturrohmah, C Darsih, HP Hastuti, M Hastuti, AE Suryani, B Juligani, Formulasi kukis sorgum dengan campuran ekstrak kulit manggis dan produk yang dihasilkan, No. Pendaftaran P00202308254, Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, 2023.
171. NA Bahmid, TH Jatmiko, M Anwar, DJ Prasetyo, **Indrianingsih, A. W.**, Hernawan, Metode pembuatan dan produk bantalan penyerap berbasis kitosan dan hidroksi-etil selulosa, No. Pendaftaran P00202314923, Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, 2023.
172. S Handayani, Dwi Ni'maturrohmah, **Indrianingsih, A. W.**, AE Suryani, C Darsih, M Hastuti, AR Sefrienda, K Nisa, Formulasi sediaan minuman serbuk kasar (granul) kombinasi dari lidah buaya dan rosela yang bersifat anti-penuaan dini dan produk yang dihasilkan, No. Pendaftaran P00202315036, Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, 2023.
173. C Darsih, SN Hayati, **Indrianingsih, A. W.**, T Wiyono, H Susanti, N Hidayati, S Handayani, M Hastuti, Metode enkapsulasi

pigmen alami mikroalga *Nostoc sp. mrb-1* sebagai antioksidan menggunakan maltodekstrin, No. Pendaftaran P00202411160, Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, 2024.

174. **Indrianingsih, A. W.,** C Darsih, AE Suryani, T Wiyono, S Handayani, Fraksi metanol dari daun nangka (*artocarpus heterophyllus*) sebagai antioksidan dan antidiabetes, No. Pendaftaran S00202403815, Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, 2024.
175. **Indrianingsih, A. W.,** C Darsih, Y Khasanah, HP Hastuti, AE Suryani, STC Murti, NU Suwanda, Formulasi kukis dari tepung uwi ungu dengan campuran ekstrak buah mengkudu dan produk yang dihasilkannya, No. Pendaftaran P00202504277, Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, 2025.
176. Ervika Rahayu Novita Herawati; Andi Febrisiantosa; Umar Santoso; Andriati Ningrum; Ade Chandra Iwan-syah; Dini Ariani; Ratnaningsih; Ahmat Fauzi; Mifta-khussolikhah; **Indrianingsih, A. W.,** Proses pembuatan produk antara berbahan dasar tepung tempe dan tepung putih telur dengan metode ko-pre,sipitasi protein dan karakteristik yang dihasilkannya Nomor Pendaftaran P00202514541, Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, 2025.
177. Ade Erma Suryani; Khoirun Nisa; Sri Handayani; Cici Darsih; Septi Nur Hayati; Dwi Ni'maturrohmah; **In-drianingsih, A. W.;** Tri Wiyono; Ulyatu Fitrotin; Sari Haryanti; Tri Yuliani. Formula granul ekstrak daun sungkai (*Peronema canescens jack*) dan produk yang dihasilkannya sebagai sediaan antioksidan alami, No. Pen-daftaran P00202510388, Direktorat Jenderal Kekayaan In-telektual, 2025.
178. **Indrianingsih, A. W.;** Dita Kristanti; Anjar Windarsih; Heru Pitria Hastuti; Yuniar Khasanah, Komposisi kom-posit penyerap kelembaban untuk makanan kemasan ber-bahan dasar karboksimetil selulosa dan ekstrak kulit manggis serta proses

pembuatannya, No. Pendaftaran P00202510391, Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual, 2025.

Lisensi

- 179.U Laila, ERN Herawati, D Ariani, **Indrianingsih, A. W.**, AC Iwansyah, C Darsih, E Ginting, D Kristanti, B Juligani, P Yuliyanto, S Hariyadi, H Hariadi, N Februanata, Perjanjian Lisensi antara Badan Riset dan Inovasi Nasional dan PT Papakristo Mitra Indonesia tentang Paten: Serbuk Minuman Antosianin Ubi Jalar Ungu melalui Teknik Kokristalisasi, No Pihak Pemberi: B-2293/II.8/HK/5/2023, No Pihak penerima: PKMI/SPL/050523, 2023.

DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA

1. **Indrianingsih, A. W.**, Sintesis magnetit (Fe_3O_4) dan aplikasinya untuk adsorpsi Pb(II) dalam medium air, Skripsi, 2005.
2. K Nisa, VT Rosyida, E Damayanti, SK Wahono, **Indrianingsih, A. W.**, Pemanfaatan Serbuk Tanaman Mimba Sebagai Fungisida Nabati Untuk Mengendalikan Jamur Patogen Pada Tanaman Bawang Merah Di Lahan Berpasir, Laporan teknis, DIPA LIPI, 2006.
3. K Nisa, VT Rosyida, **Indrianingsih, A. W.**, Pengembangan Biopestisida Untuk Pertanian Lahan Pasir, Laporan teknis, DIPA LIPI, 2007.
4. **Indrianingsih, A. W.**, Surface Modification of Ferromagnetic LiO FePt Nanoparticles for Biological Applications, Tesis, 2011.
5. **Indrianingsih, A. W.**, Studies on Isolation and Characterization of Antioxidant and α -Glucosidase Inhibitory Compounds from Woody Plants and Endophytic Fungi, Disertasi, 2016.
6. **Indrianingsih, A. W.**, R Maryana, VT Rosyida, W Apriyana, S Nurhayati, THJatmiko, Nanokomposit bioselulosa untuk pembalut luka antimikroba, Laporan Teknis, Insinas KemenristekDikti Gelombang 2, 2017.
7. **Indrianingsih, A. W.**, VT Rosyida, K Nisa, SN Hayati, W Apriyana, Hernawan, CD Poeloengasih, DJ Prasetyo, TH Jatmiko, D Pratiwi, C Darsih, Pengembangan material ramah lingkungan berbasis bioplastik dan serat selulosa (Pemanfaatan bioselulosa dalam bidang kosmetik), Laporan teknis, Riset Unggulan LIPI-P2 Fisika, 2017.

8. **Indrianingsih, A. W.**, K Nisa, VT Rosyida, W Apriyana, S Nurhayati, C Darsih, Peningkatan mutu dan keamanan serbuk instan jamu, Laporan teknis, Penerapan Iptek-Pusat Inovasi LIPI, 2018.
9. **Indrianingsih, A. W.**, VT Rosyida, A Kusumaningrum, C Darsih, MP Wulanjati, Pengembangan pangan fungsional dari mocaf terfortifikasi labu kuning kaya antioksidan, Laporan teknis, Insinas Kemenristekdikti, 2018-2019.
10. VT Rosyida, **Indrianingsih, A. W.**, C Darsih, W Apriyana, SN Hayati, K Nisa, S Handayani, MP Wulanjati, Pembuatan Pewarna Alam dari Tanaman Indigofera, Modul Pelatihan, BPTBA LIPI, 2019.
11. VT Rosyida, **Indrianingsih, A. W.**, C Darsih, W Apriyana, SN Hayati, K Nisa, S Handayani, MP Wulanjati, Pewarnaan Kain dengan Teknik Ecoprint, Modul Pelatihan, BPTBA LIPI, 2019.
12. **Indrianingsih, A. W.**, ERN Herawati, R Nurhayati, Y Khasanah, Suratno, D Ariani, Kurniadi, U Laila, VT Rosyida, W Apriyana, C Darsih, A Windarsih, R Suryani, N Februananta, Sistem kemasan biodegradable antibakteri untuk produk coklat fungsional, Laporan teknis, PRN Kemenristekdikti-LPDP, 2020-2021.
13. **Indrianingsih, A. W.**, Y Khasanah, A Andriani, K Nisa, AE Suryani, D Ni'maturrohman, C Darsih, et al., Pengembangan pangan fungsional dari sorgum dan ekstrak kulit manggis, Laporan teknis, ORPP BRIN, 2022-2023.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama	:	Anastasia Wheni Indrianingsih, Ph.D.
Tempat, Tanggal Lahir	:	Sleman, 30 Juli 1983
Anak ke	:	1 dari 2 Bersaudara
Jenis Kelamin	:	Perempuan
Nama Ayah	:	Fransiscus Xaverius Wakidi, A.Md.
Kandung		
Nama Ibu	:	Catharina Margiyem, S.Pd.
Kandung		
Nama Suami	:	Suwadi, S.Pd.
Jumlah Anak	:	2
Nama Anak	:	1. Gregorius Dheo Igganeysa 2. Elisabeth Viona Ulivera
Nama Unit	:	Pusat Riset Teknologi dan Proses Pangan, Badan Riset
Nama Organisasi	:	Organisasi Riset Pertanian dan Pangan
Nama Instansi	:	Badan Riset dan Inovasi Nasional
Judul Orasi	:	Pengembangan dan Aplikasi Bioselulosa dalam Bidang Pangan dan Kesehatan
Ilmu	:	Kimia
Bidang	:	Kimia Organik
Kepakaran	:	Kimia Organik Ramah Lingkungan

No. SK Pangkat : Keputusan Presiden Republik Indonesia
Terakhir Nomor 17/K Tahun 2025, tanggal 8
Desember 2025

No. SK Peneliti : Keputusan Presiden Republik
Ahli Utama Indonesia Nomor 51/ M Tahun 2023,
tanggal 3
November 2023

Tautan Scopus : [https://www.scopus.com/authid/detail.u
ri?authorId=47561255000](https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=47561255000)

Tautan : [https://scholar.google.com/citations?use
r=OEOLAUcAAAAJ&hl=id](https://scholar.google.com/citations?use
r=OEOLAUcAAAAJ&hl=id)
Google
Scholar

PENDIDIKAN FORMAL

No.	Jenjang	Nama Sekolah/ PT/ Universitas	Tempat/Kota/ Negara	Tahun Lulus
1.	SD	SD Kanisius Ngapak II	Yogyakarta, Indonesia	1995
2.	SMP	SLTP N 1 Godean	Yogyakarta, Indonesia	1998
3.	SMA	SMU N 2 Yogyakarta	Yogyakarta, Indonesia	2001
4.	S1	Universitas Gadjah Mada	Yogyakarta, Indonesia	2005

5.	S2	Keio University	Tokyo, Jepang	2011
6.	S3	Ehime University	Matsuyama, Jepang	2016

PENDIDIKAN NONFORMAL

No.	Nama Pelatihan/Pendidikan	Tempat/Kota/ Negara	Tahun
1.	Pelatihan Manajemen Laboratorium Kimia Tipe A (Pengenalan Arti Penting Kesehatan dan Keselamatan Kerja Di Laboratorium)	Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia	2003
2.	Pelatihan Manajemen Laboratorium Kimia Tipe B (Manajemen Penelitian Di Laboratorium Kimia)	Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia	2003
3.	Pelatihan Instrumentasi Kimia (HPLC, GC, GC-MS, H-NMR)	Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia	2003
4.	Pelatihan Instrumentasi Kimia (AAS dan XRD)	Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia	2003
5.	Pelatihan Kimia Komputasi (Molecular Dynamics Simulation)	Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia	2006
6.	Peserta Pendidikan dan Pelatihan Prajabatan	LIPI, Bogor, Indonesia	2006

7.	Pelatihan TOEFL	LIPI, Bogor, Indonesia	2006
8.	Pelatihan TOEFL di Lembaga Bahasa ELTI, Yogyakarta	ELTI, Yogyakarta, Indonesia	2006
9.	Pelatihan English for Active Communication	ELTI, Yogyakarta, Indonesia	2006
10.	Pelatihan Pengoperasian “High Performance Liquid Chromatography (HPLC)”	LIPI, Yogyakarta, Indonesia	2006
11.	Peserta Pendidikan dan Pelatihan Jabatan Fungsional Tingkat Pertama (Dasar)	LIPI, Bogor, Indonesia	2007
12.	Workshop Regional The Promotion of Grassroots Innovation in Asia Countries	LIPI, Bandung, Indonesia	2007
13.	Pelatihan Bahasa Jepang	Lembaga Indonesia Jepang, Yogyakarta, Indonesia	2008
14.	Pelatihan Bahasa Jepang	Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia	2008
16.	Pelatihan Bahasa Jepang	Keio University, Keio, Japan	2008- 2009

17.	The course Intercultural Communication and Cooperation	Eindhoven University of Technology, Eindhoven, Belanda.	2011
18.	The course Dutch for Beginners	Eindhoven University of Technology, Eindhoven, Belanda.	2011-2012
19.	Pelatihan akreditasi tutor/dosen universitas terbuka UPBJJ-Yogyakarta	UT, Dieng, Indonesia	2012
20.	Workshop-Food evaluation equipment	BPTBA LIPI, Yogyakarta, Indonesia	2016
21.	Workshop-Scanning electron microscopy	BPTBA LIPI, Yogyakarta, Indonesia	2016
22.	Peserta Pendidikan dan Pelatihan Jabatan Fungsional Tingkat Lanjut	LIPI, Bogor, Indonesia	2017
23.	Workshop quantitative real-time PCR/qPCR	BPTBA LIPI, Yogyakarta, Indonesia	2017
24.	Workshop Histopatologi dalam Dunia Riset dan Diagnosis	BPTBA LIPI, Yogyakarta, Indonesia	2017

25.	Workshop: One day course on Industrial Application of Cellulose Nano Crystalline (CNC)	UGM, Yogyakarta, Indonesia	2017
26.	Pelatihan Penulisan Ilmiah Populer Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia	LIPI, Bogor, Indonesia	2017
27.	Pelatihan Menulis opini	LIPI, Bogor, Indonesia	2017
28.	Workshop Pembelajaran Interaktif Penerbitan Buku Ilmiah	LIPI, Yogyakarta, Indonesia	2018
29.	Pelatihan Penggunaan qPCR untuk pemastian kehalalan produk,	BPTBA LIPI, Yogyakarta, Indonesia	2019
30.	Pelatihan Penulisan karya tulis ilmiah internasional	Pusbindiklat LIPI, Cibinong, Indonesia	2019
31.	Pelatihan Teknik pengolahan data dan aplikasi meta analysis	BPTBA LIPI, Yogyakarta, Indonesia	2019
32.	Workshop How to work safely with biosafety cabine, laminar airflow cabinest, dan fume hoods	BPTBA LIPI, Yogyakarta, Indonesia	2019

33.	Workshop Penulisan jurnal internasional bereputasi	Universitas Widya Matara, Yogyakarta, Indonesia	2019
34.	Pelatihan Exchange Scientist dari LIPI	Kagawa University, Takamatsu, Jepang	2019
35.	Workshop peningkatan kapasitas peneliti dalam pengajuan dana internasional	Kemenristekdikti, Yogyakarta, Indonesia	2019
36.	Workshop penulisan jurnal ilmiah internasional/jurnal camp	LIPI, Yogyakarta, Indonesia	2019
37.	Diklat paten tingkat dasar	LIPI, Bogor, Indonesia	2020
38.	The Asian Workshop on 4th Industrial Revolution	Kemenristekdikti, Jakarta, Indonesia	2020
39.	Workshop the art of paten drafting	LIPI, Jakarta, Indonesia	2020
40.	Training Green Industry Development and Cooperation under the“Belt and	Ministry of Commerce, RR China	2021

	Road”Initiative for Developing Countries		
41.	Pelatihan Experimental Design dan Analisis Data Bidang Peternakan dan Pertanian Menggunakan R-Statistical Software	BRIN, Yogyakarta, Indonesia	2021
42.	Pasca doctoral visiting Scholar dari Fulbright	Colorado State University, Fort Collins, USA	2022
43.	Workshop SEM (Scanning electron microscopy)	UGM, Yogyakarta, Indonesia	2022
44.	Workshop XRF (X-ray fluorescence)	UGM, Yogyakarta, Indonesia	2022
45.	Workshop X ray Diffractometer	UGM, Yogyakarta, Indonesia	2022
46.	Workshop FTIR (Fourier- transform infrared spectroscopy)	UGM, Yogyakarta, Indonesia	2022
47.	Pasca doctoral Fellowship dari JASSO	Ehime University, Matsuyama, Jepang	2023
48.	Pelatihan genomics, nutriomics dan multi-	PRTTP, Yogyakarta,	2024

No.	Nama Pelatihan/Pendidikan	Tempat/Kota/ Negara	Tahun
	omics untuk pangan dan partanian	Indonesia	
49.	Training of trainer Teknis penulisan ilmiah sebagai calon fasilitator pengajar	BRIN, Jakarta, Indonesia	2024

JABATAN STRUKTURAL

No.	Jabatan/Pekerjaan	Nama Instansi	Tahun
1.	-	-	-

JABATAN FUNGSIONAL

No.	Jenjang Jabatan	TMT Jabatan
1.	Peneliti Ahli Pertama	1 Juni 2008
2.	Peneliti Ahli Muda	1 Juni 2013
3.	Peneliti Ahli Madya	1 Maret 2018
4.	Peneliti Ahli Utama	30 November 2023

PENUGASAN KHUSUS NASIONAL/INTERNASIONAL

No.	Jabatan/Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
1.	Ketua Kelompok Riset Proses Bahan Alam	LIPI	2018 –2018
2.	Anggota Tim Penilai Angka Kredit Unit Kerja (TP2U)	LIPI	2017 –2022
3.	Assesor Peneliti	LIPI, BRIN	2019 –sekarang
4.	Ketua International Conference-Iconprobios 2017	LIPI	2017 –2017
5.	Dewan Editor International Conference- Iconprobios 2018	LIPI	2018 –2018
6.	Ketua Kelompok Riset Pangan Fungsional	BRIN	2020–2021
7.	Tim PME (Perencanaan, Monitoring dan Evaluasi)	LIPI	2020–2020
8.	Penyelia instrumen FTIR	BRIN	2022–sekarang
9.	Reviewer beasiswa DBR (Degree by Riset)	BRIN	2022–2023
10.	Ketua Kelompok Riset Bahan Alam dan Nutrasetikal	BRIN	2023–2023
11.	Reviewer proposal RIIM (Riset dan Inovasi untuk Indonesia Maju)	BRIN-LPDP	2023–2023
12.	Reviewer Paten di MKI BRIN	BRIN	2024-sekarang
13.	Verifikator Paten di PRTTP	BRIN	2024-sekarang

KEIKUTSERTAAN DALAM KEGIATAN ILMIAH

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
1.	Seminar Nasional Iptek Solusi Kemandirian Bangsa	Panitia dan pemakalah	LIPI, Yogyakarta, Indonesia	2006
2.	Seminar Nasional Bioteknologi, Puslit Bioteknologi LIPI	Pemakalah	LIPI, Cibinong, Indonesia	2006
3.	International Symposium on The Recent Progress in Curcumin Research	Peserta	LIPI, Yogyakarta, Indonesia	2006
4.	Seminar Nasional Kimia, Universitas Jenderal Soedirman	Pemakalah	Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia	2006
5.	Rapat Kerja LIPI	Panitia	LIPI, Yogyakarta, Indonesia	2007
6.	Seminar Nasional PATPI	Pemakalah	PATPI, Bandung, Indonesia	2007

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
7.	Seminar Nasional Rekayasa dan Proses Kimia	Pemakalah	Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia	2007
8.	Seminar Nasional Kimia UI	Pemakalah	Universitas Indonesia, Depok, Indonesia	2007
9.	Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia ITS	Pemakalah	ITS, Surabaya, Indonesia	2007
10.	Workshop Regional The Promotion of Grassroots Innovation in Asia Countries	Peserta	LIPI, Bandung, Indonesia	2007
11.	Seminar Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pemanfaatan Bahan Baku Lokal.	Peserta	LIPI dan Bappeda, Yogyakarta, Indonesia	2007.
12.	Seminar Kimia Nasional: Nanotechnology, terobosan baru dalam IPTEK.	Peserta	UGM, Yogyakarta, Indonesia	2008

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
13.	Seminar Nasional 2008 Biopharming: Solusi Pengembangan Obat dan Peluang Bagi Industri.	Peserta	UGM, Yogyakarta, Indonesia	2008
14.	Seminar Nasional Kimia 2008: Peran Ilmu Kimia Dalam Diversifikasi Pangan Untuk Meningkatkan Mutu Pangan Nasional.	Peserta	UNY, Yogyakarta, Indonesia	2008
15.	Seminar Nasional Kimia XVIII: Peran Komunitas Kimia Dalam Menghadapi Isu Pemanasan Global.	Pemakalah	UGM, Yogyakarta, Indonesia	2008
16.	The 16th China-Japan Bilateral Symposium on Intelligent Electrophotonic Materials and Molecular Electronics. Changchun, China.	Oral presenter	Northeast Normal University - China dan University of Tokyo-Japan, Changchun, China	2009

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
17.	Annual Meeting on Photochemistry 2009	Pemakalah	The Japanese Photochemistry Association, Gunma, Japan.	2009
18.	Seminar: Menggali dan Mengembangkan Potensi Sumber Daya Nasional Menuju Swasembada Pangan dan Kelestarian Lingkungan yang Berkelanjutan	Peserta	Indonesian Agricultural Sciences Association (IASA) dan Kedutaan Besar Republik Indonesia (Atase Pertanian), Tokyo, Jepang.	2009
19.	23rd International Microprocesses and Nanotechnology Conferences (MNC 2010).	Pemakalah	The Japan Society of Applied Physics, Kokura, Japan.	2010
20.	The Green Chemistry Seminar	Peserta	UGM, Yogyakarta, Indonesia	2011

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
21.	Monthly English Discussion (BPPTK LIPI): Tips and Tricks To Get Scholarship	Pembicara	LIPI, Yogyakarta, Indonesia	2012
22.	Diklat Peneliti II 2012 Kedeputian Bidang Ilmu Pengetahuan Teknik LIPI	Peserta	LIPI, Bandung, Indonesia	2012
23.	The 64th Annual Meeting of the JWRS	Oral presenter	JWRS, Matsuyama, Japan	2014
24.	The 65th Annual Meeting of the JWRS	Oral presenter	JWRS, Tokyo, Japan	2015
25.	The 66th Annual Meeting of the JWRS	Oral presenter	JWRS, Nagoya, Japan	2016
26.	International conference ICONPROBIOS 2017	Ketua Panitia	LIPI, Jakarta, Indonesia	2017

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
27.	Seminar Pengembangan IPTEK untuk Kecamatan Rongkop	Peserta	Universitas Gunungkidul, Yogyakarta, Indonesia	2017
28.	Stadium General Biorefinery kerjasama LPTB LIPI dan BPTBA LIPI	Peserta	LIPI, Yogyakarta, Indonesia	2017
29.	Olimpiade penelitian siswa Indonesia (OPSI)	Juri	SMA N 1 Wonosari, Yogyakarta, Indonesia	2017
30.	International conference ICONPROBIOS 2018	Dewan Editor	LIPI, Tangerang, Indonesia	2018
31.	International Conference on Natural Product and Bioresource Science 2018	Pemakalah	LIPI, Tangerang, Indonesia	2018
32.	Seminar Hasil Penelitian LIPI, UGK, dan Bappeda	Peserta	Bappeda, Yogyakarta, Indonesia	2018

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
33.	Science Council of Asia ke 18.	Oral presenter	SCA, Tokyo, Jepang	2018
34.	Seminar Pascasarjana Kimia 2018 Disruptive Chemistry for a Better Life	Peserta	UGM, Yogyakarta, Indonesia	2018
35.	Seminar nasional bioteknologi V	Peserta	UGM, Yogyakarta, Indonesia	2018
36.	Seminar nasional tumbuhan obat indonesia ke 55	Peserta	Universitas Tidar, Magelang, Indonesia	2018
37.	Kegiatan sosialisasi Panduan Mutu KNAPPP 02:2017	Peserta	LIPI, Yogyakarta, Indonesia	2018
38.	Seminar and workshop on water activity	Peserta	LIPI, Yogyakarta, Indonesia	2018
	Lomba poster ilmiah dalam rangka bulan teknologi LIPI	Juri	LIPI, Yogyakarta, Indonesia	2018

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
39.	International conference ICONPROBIOS 2019	Keynote speaker	LIPI, Tangerang, Indonesia	2019
40.	Pelatihan batik tulis dengan pewarna alam di UKM Manggar Gading dan BPTBA LIPI	Narasumber	LIPI, Yogyakarta, Indonesia	2019
41.	Seminar general lecture microalgae as the alternative resources for biofuel and animal feedstock	Peserta	LIPI, Yogyakarta, Indonesia	2019
42.	Seminar umum tentang Malaria oleh Dr Ursula Kara dari Germany	Peserta	UGM, Yogyakarta, Indonesia	2019
43.	Simposium Penguatan dan Diseminasi Pangan Fungsional untuk Kesehatan Masyarakat	Peserta	UGM, Yogyakarta, Indonesia	2019

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
44.	FGD Regulasi Pangan Fungsional	Peserta	UGM, Yogyakarta, Indonesia	2019
45.	Seminar kulit sehat dan cantik dengan kosmetika yang aman	Peserta	Ikatan apoteker Indonesia, Yogyakarta, Indonesia	2019
46.	FGD Food Research Development Transfer to Industry	Peserta	UGM, Yogyakarta, Indonesia	2019
47.	Seminar Challenges on Molecular Food Testing	Peserta	PT Infiniti, Yogyakarta, Indonesia	2019
48.	Peserta Seminar Nasional Komhindo 2019	Oral presenter	Universitas Mataram, Lombok, Indonesia	2019
49.	International Conference on Food, Agriculture and Natural Resources 2019	Oral presenter	Universitas Khairun, Ternate, Indonesia	2019
50.	Seminar health promoting university ugm	Peserta	UGM, Yogyakarta, Indonesia	2019

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
51.	Seminar guest lecture Dr Ravii tentang sustainable bioresource	Peserta	UGM, Yogyakarta, Indonesia	2019
52.	Seminar nasional batik dan industri kerajinan 2019	Peserta	Kemenperin, Yogyakarta, Indonesia	2019
53.	Konferensi Internasional Wildlife trade and utilization in wallacea region	Peserta	Universitas Hasanuddin, Makasar, Indonesia	2019
54.	Seminar Qualitative risk assesment for food and outbreak investigation	Peserta	UGM, Yogyakarta, Indonesia	2019
55.	Seminar guest lecture Prof. Krasi di UGM	Peserta	UGM, Yogyakarta, Indonesia	2019
56.	Seminar amazing jamu minuman kesehatan dan kosmetik	Peserta	LIPI, Yogyakarta, Indonesia	2019

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
57.	International conference on natural resources and technology (iconart 2019)	Oral presenter	Universitas Sumatra Utara, Medan, Indonesia	2019
58.	Talk to Scientist BRIN	Pembicara	BRIN, Jakarta, Indonesia	2020
59.	Seminar Total solution for environmental analysis	Peserta	PT Ditek Jaya, Jakarta, Indonesia	2020
60.	Seminar tentang Essential Measurement for Ph Meter Measurement, Calibration and Maintainance	Peserta	PT Alfa Scale Indonesia, Jakarta, Indonesia	2020
61.	Seminar ttg Increasing your profitability : saving cost, time and footpath with the fantastic doubled throughput HPLC	Peserta	Thermo Scientific, Yogyakarta, Indonesia	2020

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
62.	Seminar kuliah umum kekayaan intelektual dan perlindungan inovasi	Peserta	UGM, Yogyakarta, Indonesia	2020
63.	Seminar Global women leadership development	Peserta	UII, Yogyakarta, Indonesia	2020
64.	International webinar tentang food and immune system	Peserta	PATPI, Lampung, Indonesia	2020
65.	Seminar perikanan pasca covid 19, peluang dan tantangan	Peserta	ISPIKANI, Jakarta, Indonesia	2020
66.	Seminar tentang Food chain supplay during pandemic covid 19	Peserta	PATPI, Pekanbaru, Indonesia	2020

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
67.	International Symposium on Applied Chemistry (ISAC 2020)	Oral presenter	BRIN, Tangerang, Indonesia	2020
68.	The 7th International Symposium on Applied Chemistry (ISAC)	Oral presenter	BRIN, Tangerang, Indonesia	2021
69.	The 8th International Symposium of Innovative Bioproduction Indonesia on Biotechnology and Bioengineering	Oral presenter	BRIN, Cibinong, Indonesia	2021
	Sharing session: publikasi ilmiah internasional	Narasumber	ORPP BRIN, Cibinong, Indonesia	2022
	Penulisan karya tulis ilmiah untuk SMA	Narasumber	SMA N 2 Wonosari, Yogyakarta, Indonesia	2022

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
70.	International conference ICFAS 1st	Moderator	BRIN, Yogyakarta, Indonesia	2022
	Sharing Session tentang Visiting Scholar Fulbright	Narasumber	Aminef, Jakarta Indonesia	2022
71.	The 9th International Symposium of Innovative Bio-production Indonesia on Biotechnology and Bioengineering (ISIBio-9 2022)	Oral presenter	BRIN, Cibinong, Indonesia	2022
72.	6th Annual meeting of JWRS Extraction Association	Keynote speaker	JWRS, Matsuyama, Japan	2023
73.	International conference ICFAS 2nd	Moderator	BRIN, Yogyakarta, Indonesia	2023
74.	International conference ICFAS 2nd	Oral presenter	BRIN, Yogyakarta, Indonesia	2023

No.	Nama Kegiatan	Peran/ Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
75.	International conference ICOEGEE 5th	Oral presenter	Universitas Bangka Belitung, Indonesia	2023
76.	Forum Diskusi Periset PRTTP BRIN 2023: Sosialisasi Fulbright	Pembicara	BRIN, Yogyakarta, Indonesia	2023
77.	Forum Diskusi Periset PRTTP BRIN 2024: Sosialisasi Jasso fellowship	Pembicara	BRIN, Yogyakarta, Indonesia	2024
78.	International conference ICOEGEE 6th	Oral presenter	Universitas Bangka Belitung, Indonesia	2024
79.	Webinar Strategi Meningkatkan Dampak Penelitian melalui Publikasi Ilmiah	Peserta	UGM, Yogyakarta, Indonesia	2024
80.	Webinar Discovery in food science: lipidomics, metabolomics and chemometrics	Peserta	BRIN, Yogyakarta, Indonesia	2024

KETERLIBATAN DALAM PENGELOLAAN JURNAL ILMIAH

No.	Nama Jurnal	Penerbit	Peran/Tugas	Tahun
1.	Canrea journal (food technology, nutritions, and culinary journal/ jurnal teknologi pangan, nutrisi dan kuliner)	Universitas Hasanuddin	Editorial board	2018 – sekarang

CAPAIAN DALAM BIDANG IPTEK, RISET, DAN INOVASI

Karya Tulis Ilmiah

Kualifikasi Karya

No.	Kualifikasi Karya	Jumlah
1.	Buku Internasional	0
2.	Buku Nasional	0
3.	Bagian dari Buku Internasional	2
4.	Bagian dari Buku Nasional	1
5.	Jurnal Internasional	58
6.	Jurnal Nasional	10
7.	Prosiding Internasional	47
8.	Prosiding Nasional	32
9.	Paten Internasional	0

	Terdaftar	0
	Tersertifikasi	0
10.	Paten Nasional	28
	Terdaftar	20
	Tersertifikasi	8
11.	Perlindungan Varietas Tanaman (PVT)	0
12.	Rumpun atau Galur Hewan/Ikan/Benih Unggul Tanaman Hutan	0
13.	Hak Cipta	0
14.	Desain Industri	0
15.	Desain dan Tata Letak Sirkuit Terpadu	0
16.	Transaksi Lisensi	1

Kualifikasi Penulis

No.	Kualifikasi Penulis	Jumlah
1.	Penulis Tunggal	0
2.	Bersama Penulis Lainnya	150
	Total	150

Kualifikasi Bahasa

No.	Kualifikasi Bahasa	Jumlah
1.	Bahasa Indonesia	26
2.	Bahasa Inggris	124
3	Bahasa Lainnya	0
Total		150

Kekayaan Intelektual

No.	Kualifikasi Karya	Jumlah
1.	Paten Internasional	0
	Terdaftar	0
	Tersertifikasi	0
2.	Paten Nasional	29
	Terdaftar	21
	Tersertifikasi	8
3.	Perlindungan Varietas Tanaman (PVT)	0
4.	Rumpun atau Galur Hewan/Ikan/Benih Unggul Tanaman Hutan	0
5.	Hak Cipta	0
6.	Desain Industri	0
7.	Desain dan Tata Letak Sirkuit Terpadu	0

Kerjasama bersama Mitra

No.	Kualifikasi Karya	Jumlah
1.	Transaksi Lisensi	1

PEMBINAAN KADER ILMIAH

Pejabat Fungsional Peneliti

No.	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
1.	Anjar Windarsih	PRTTP, BRIN	Melakukan pembimbingan dalam bidang instrument SEM dan XRD	2020-2022

Mahasiswa

No.	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
1.	Khadijah Jaka	Univeristas Islam Negeri Alauddin, PKL Makasar	Pembimbing	2011
2.	Fitri Nurjanah	Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto	Pembimbing PKL	2013

No.	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
3.	Lucia Desti Anitasari	Universitas Gadjah Mada	Pembimbing PKL	2017
4.	Aldrianti	Universitas Tanjung Pura	Pembimbing PKL	2018
5.	Suntini	Universitas Negeri Semarang	Pembimbing S1	2019
6.	Batrisya	Universitas Negeri Yogyakarta	Pembimbing PKL	2019
7.	Holyda Dwi Yuniati	Politeknik Negeri Jember	Pembimbing PKL	2019
8.	Fitri Ani	Universitas Setia Budi Surakarta	Pembimbing PKL	2019
9.	Muhammad F. F. Ahla	Universitas Negeri Malang	Pembimbing S1	2021
10.	Darasia	Universitas Hasanuddin	Penguji S2	2021
11.	Musiah	Universitas Hasanuddin	Penguji S2	2021

No.	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
12.	Yuniar Khasanah	Universitas Gadjah Mada	Pembimbing S3	2021
13.	Rahma Yanti	Universitas Hasanuddin	Penguji S2	2023
14.	Putri Styaningrum	Universitas Brawijaya	Pembimbing S1	2024
15.	Dita Kristanti	Universitas Gadjah Mada	Pembimbing S3	2024
16.	Hanifah Nur Jannah	Universitas Diponegoro	Pembimbing S2	2024
17.	Irma Kamaruddin	Universitas Hasanuddin	Penguji S2	2024
18.	Nadia Udanti Suwanda	Universitas Negeri Sebelas Maret	Pembimbing Research Assistant	2024-2025
19	Heru Pitria Hastuti	Universitas Gadjah Mada	Pembimbing S3	2025
20.	Ririn Nur Alfiani	Universitas Gadjah Mada	Pembimbing Postdoctoral Study	2025-2026
21	Nur Fitrianto	Universitas Gadjah Mada	Penguji kompherehen sif S3	2025

22	Ria Suryani	Universitas Gadjah Mada	Penguji kompherehensif S3	2026
----	-------------	----------------------------	---------------------------------	------

ORGANISASI PROFESI ILMIAH

No.	Jabatan	Nama Organisasi	Tahun
1.	Anggota	Himpunan Kimia Indonesia	2006-2008
2.	Anggota	The Japanese Photochemistry Association	2008 –2011
3.	Anggota	Indonesian Society for Lactic Acid Bacteria (ISLAB)	2013–2014; 2019–2021
4.	Anggota	Masyarakat Nano Indonesia (Indonesian Nano Society)	2013–2014
	Anggota	The Japan Wood Research Society (JWRS)	2013-2016
5.	Anggota	Himpunan Peneliti Indonesia/ Perhimpunan Periset Indonesia	2013 – sekarang
6.	Anggota	Perhimpunan Mikologi Indonesia (The Mycological Society of Indonesia)	2017 –2019
7.	Anggota	Healthcare & Biological Sciences Research Association, Eurasia Research	2019–2019
7	Anggota	Alumni of United States of America	2022- sekarang
8	Anggota	For Women in Science Community	2022- sekarang
9	Anggota	Organization for Woman in Science for the Developing World	2026- sekarang

TANDA PENGHARGAAN

No.	Nama Penghargaan	Pemberi Penghargaan	Tahun
1.	10 Besar Terbaik Peserta Diklat Fungsional Peneliti Tingkat Dasar	LIPI	2007
2.	Satya Lencana Karya Satya X	Presiden Republik Indonesia	2017
3.	110 Inovasi terbaik	Business Innovation Center	2018
4.	L'Oreal Award for Women in Science	L'Oreal	2022
5.	Fulbright Visiting Scholar	Aminef-Fulbright	2022
6.	JASSO Visiting Scholar	JASSO Jepang	2023

Pengembangan komposit BS dan ekstrak aktif dari tumbuhan Indonesia menghadirkan beberapa peluang sekaligus tantangan yang menjanjikan, terutama di bidang pangan dan kesehatan. Beberapa tantangan dalam pengembangan komposit BS antara lain efisiensi produksi, optimasi, dan modifikasi material. Salah satu tantangan utama dalam produksi BS adalah rendahnya rendemen dan lamanya waktu budidaya, yang menghambat produksi skala besar. Biaya tinggi yang terkait dengan produksi BS membatasi kelayakan komersialnya. Berbagai upaya sedang dilakukan untuk mengurangi biaya melalui pemanfaatan bahan limbah dan sumber karbon berbiaya rendah. Diperlukan kemajuan dalam rekayasa genetika dan optimasi bioproses untuk meningkatkan rendemen dan fungsionalitas BS. BS seringkali memerlukan modifikasi kimia untuk memperluas spektrum aplikasinya, terutama dalam industri biomedis dan pengemasan pangan.

