UKM Excellent Academic Community
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Peran Mahasiswa dalam Mewujudkan SDGs 2045

SEBUAH ANTOLOGI ESAI



"Cara berpikir yang mengatakan kekayaan bangsa ialah minyak, gas, tambang, merupakan cara berpikir penjajah kolonial. Kekayaan terbesar sebuah bangsa adalah manusianya."

- **Anies Baswedan**, *Gubernur DKI Jakarta* (2017-2022)

ANTOLOGY ESAI

Peran Mahasiswa Dalam Mewujudkan SDGs 2045

Ilustrasi Sampul : Khotibul Umam
Editor : Aldy Reovaldi

Contributor

Renita Mufida

Arna Fadhila

Tanty Aulia Zahra

Nur'Ainiyah Khorunnisa

Bagus Aditya Nugroho

Sherly Davina Anindya Rahma

Rykha Puspita / Annisa Rahmi Rosfiana

Riska Nofiyanti / Elani Jelita Khairunnisa

Nayla Habibah / A'izzatut Tholabah Istiqomah Khoir

Alifia Inaya Putri Warana/ Hasanah Balqis Raudhah N

Hafizha 'Azzam Mustaqim / Eka Azzahra / Bintang Norine W.

Alfiah Nurul Aini / Siti Aisatul Khumairoh / Fitra Asra Muliani D

Farah Allifa Humaida / Ulfi Auliyah Fihlis / Nabila Wulan Syahfitri

Dani Anggarini / Muhammad Iqbal Arrosadi / Bintang Ula Nur Mighfiroh

Sahitya Utami Nur Raidah / Novia Dewi Safitri / Nabila Rustanti Nur Afifah

Kata Pengantar

Kajian dan Pengembangan adalah salah satu dari tiga darma perguruan tinggi. UKM Exact adalah representasi dari hal itu. UKM Exact hadir untuk mengkaji permasalahan tersebut. Masalah akademik dan penekanan pada topik Kajian untuk meningkatkan potensi akademik mahasiswa UIN Sunan Kalijaga. Hasil dan output dari adanya kajian tersebut adalah buku antologi yang berjudul "Peran Mahasiswa dalam Mewujudkan SDGs 2045".

Buku ini merupakan kumpulan karya dari mahasiswa dan peserta pelatihan esai, khususnya anggota UKM Exact periode 2025. Hadirnya buku ini juga menjadi bentuk nyata dari anggota UKM Exact yang siap untuk mewujudkan agenda global 17 Tujuan Pembangunan Berkelanjutan dengan berbagai inovasi yang ditawarkan.

Ada sebuah pepatah "Sebuah karya kecil lebih berarti daripada seribu rencana yang tak pernah diwujudkan". Pepatah ini mengajarkan bahwa tindakan nyata, meskipun sederhana, jauh lebih berharga daripada hanya menyimpan ide tanpa pernah merealisasikannya. Dalam konteks pencapaian SDGs 2045, langkah kecil melalui penulisan gagasan, kajian, dan analisis kritis merupakan kontribusi penting untuk mendorong terciptanya perubahan berkelanjutan. Komitmen terhadap pembangunan berkelanjutan tidak hanya ditunjukkan melalui program besar dan kebijakan makro, tetapi juga melalui kontribusi kecil yang konsisten dari setiap individu. Melalui karya tulis ilmiah, mahasiswa dapat mengambil peran strategis sebagai agen perubahan yang mampu menawarkan perspektif baru dan solusi inovatif bagi tercapainya SDGs 2045. Karya tulis yang dihasilkan menjadi bentuk nyata kepedulian intelektual sekaligus wujud tanggung jawab moral untuk turut serta dalam pembangunan nasional yang inklusif, berkeadilan, dan berkelanjutan. Dengan demikian, setiap tulisan dan gagasan dalam buku antologi ini, bukan sebatas gagasan, tetapi juga cerminan optimisme dan tekad generasi muda untuk mengambil bagian dalam mewujudkan masa depan Indonesia yang lebih baik.

Terakhir, harapan dari adanya buku ini adalah dapat dirasakan manfaatnya bagi seluruh kalangan, baik masyarakat, akademisi, praktisi maupun pemerintah. Barangkali dalam beberapa tulisan, ada yang berhasil menjawab substansi permasalahan yang bisa direalisasikan sebagai sebuah solusi terhadap masalah yang sedang terjadi. Semoga buku ini mampu menambah referensi keilmuan baik digunakan untuk kajian tugas kuliah, maupun sebagai referensi bahan kajian. Saran, kritik dan masukan terhadap buku ini tentu sangat terbuka bagi siapapun yang membacanya. Semoga sukses untuk penulis buku ini, pembaca dan semua yang berkontribusi sehingga buku ini bisa terbit dan bermanfaat bagi kita semua.

Yogyakarta, 17 November 2025

Ketua UKM EXACT

Daftar Isi

KATA PENGANTAR i

DAFTAR ISI iii

SMART-MBG : SISTEM CERDAS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) UNTUK MENJAGA KEAMANAN DAN KUALITAS PANGAN LOKAL MBG INDONESIA DALAM MENDUKUNG PENCAPAIAN TUJUAN PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN (SDGS) KE 3 1

INOVASI PEMANFAATAN HIDROKSIAPATIT (HAp) LIMBAH TULANG IKAN MELALUI INTEGRASI *AUTOMATIC TECHNOLOGY* SEBAGAI *RESOLUTION OF EUTROPHICATION ISSUES* MEWUJUDKAN SEKTOR PERIKANAN BERKELANJUTAN 10

GARUDA-PACK: GARUT STARTCH-BASED SMART PACKAGING WITH UTILIZATION OF DRAGON FRUIT PEEL AND LEMONGRASS ADDITIVES FOR FISH FRESHNESS PACKAGING 19

ANALISIS POTENSI GEOTERMAL CISOLOK – CISUKARAME SEBAGAI PLTP BERBASIS *BINARY CYCLE POWER PLANT* DALAM RANGKA OPTIMALISASI ENERGI HIJAU MENUJU SDGS 2030 26

MIKRO-FILTRASI MIKROBA: INOVASI FILTER AIR BERBASIS COCOS NUCIFERA L. SEBAGAI ADSORBEN YANG BERKELANJUTAN 32

BLUE BREATH: PERAN MAHASISWA MELUNCURKAN INOVASI CAT *PHOTO*CAT*ALYTIC* UNTUK UDARA BERSIH PERKOTAAN MENUJU SDGS 2030 39

AYEKAGUMIK (AYO CEK KADAR GULA MINUMAN KEMASAN): UPAYA MEMINIMALISIR PENYEBAB DIABETES PADA ANAK-ANAK DAN REMAJA UNTUK MEWUJUDKAN INDONESIA SEHAT 2045 46

PENCEGAHAN STUNTING MELALUI APLIKASI SIGAP BUNDA : INOVASI PENCEGAHAN DIGITAL MENUJU PENCAPAIAN TARGET SDGS 57

AR-REFAH : SEDEKAH DAN TRANSFORMASI PENGELOLAAN SAMPAH RUMAH TANGGA BERBASIS APLIKASI DIGITAL MENUJU LINGKUNGAN BERKELANJUTAN..... 66

OPTIMALISASI PEER COUNSELING DALAM MENANGKAL MISINFORMASI TIKTOKTHERAPY DAN MENCEGAH SELF DIAGNOSIS..... 75

MEWUJUDKAN KEADILAN INKLUSIF DENGAN MENJEMBATANI AKSES HUKUM DISABILITAS SESUAI DENGAN PRINSIP SDGS : LEAVE NO ONE BEHIND..... 79

PENERAPAN PERMAINAN *FUN COUNT* 41 UNTUK MENINGKATKAN MINAT DAN PEMAHAMAN MATEMATIKA PADA SISWA SD/MI..... 90

MEWUJUDKAN INKLUSI BERMAKNA: REKOMENDASI KEBIJAKAN PENDIDIKAN UNTUK INDONESIA YANG LEBIH SETARA..... 95

MODEL PEMBELAJARAN TUMBUH-T UNTUK SEKOLAH DASAR PAPUA : UPAYA MEWUJUDKAN SDGS 4 PENDIDIKAN BERKUALITAS YANG BERBASIS BUDAYA DAN KEHIDUPAN LOKAL 101

MENGHAPUS STIGMA PATRIARKI MELALUI KEBIJAKAN PATERNITY LEAVE: IMPLEMENTASI SDGS POIN KE-5 DI INDONESIA..... 107

SMART-MBG : SISTEM CERDAS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) UNTUK MENJAGA KEAMANAN DAN KUALITAS PANGAN LOKAL MBG INDONESIA DALAM MENDUKUNG PENCAPAIAN TUJUAN PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN (SDGS) KE3

Oleh : Bagus Aditya Nugroho

Program Makan Bergizi Gratis (MBG) telah dilaksanakan di berbagai sekolah di Indonesia. MBG adalah upaya pemerintah untuk memperbaiki mutu sumber daya manusia dengan memperkuat gizi bagi anak-anak di sekolah. Selain itu, program ini juga bertujuan untuk memberdayakan usaha mikro, kecil, dan menengah serta mendorong perekonomian rakyat, dan mengakselerasi pertumbuhan ekonomi. Program penyediaan makanan sehat untuk anak sekolah telah dilaksanakan di berbagai negara. Pada tahun 2022, program ini menjangkau hampir 418 juta anak di seluruh penjuru dunia. Program Makanan Sekolah Nasional di Amerika Serikat menyediakan nutrisi yang baik untuk anak-anak di sekolah. Di India, program yang serupa disebut dengan *The Mid-Day Meal Scheme*, sedangkan di Afrika dikenal sebagai *Homegrown School Feeding* (Kementerian Keuangan Republik Indonesia, 2025).

Selama pelaksanaan program berskala besar seperti Makan Bergizi Gratis (MBG) di Indonesia, potensi terjadinya keracunan makanan secara massal dapat timbul akibat kelemahan dalam pengawasan kualitas bahan makanan, kebersihan dalam proses distribusi, serta keterlambatan dalam mendeteksi bahan berbahaya secara dini. Sebuah studi berita yang dilakukan oleh Universitas Gadjah Mada menunjukkan bahwa dalam beberapa kasus keracunan di program MBG, terdapat praktik-praktik seperti memasak dalam volume sangat besar tanpa memenuhi standar HACCP yang cukup, penyimpanan makanan melebihi waktu aman sebelum dimakan, serta pengemasan atau pengiriman yang dilakukan tanpa pemanasan ulang atau pengawasan sanitasi yang memadai. Keadaan-keadaan tersebut kurangnya kontrol suhu penyimpanan, jeda antara produksi dan pelayanan, pemanfaatan bahan baku yang dapat terkontaminasi semuanya meningkatkan kemungkinan pertumbuhan bakteri serta racun pangan dalam rantai penyajian massal, sehingga program yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas gizi justru berisiko menimbulkan insiden keracunan massal (Universitas Gadjah Mada, 2025).

Beberapa sekolah di berbagai wilayah di Indonesia dilaporkan mengalami insiden keracunan setelah menerima makanan dari program Makan Bergizi Gratis (MBG). Di MAN 1 Cianjur, Jawa Barat, sekitar 55 siswa menunjukkan gejala keracunan seperti pusing dan mual setelah mengonsumsi makanan dari program itu (Detikcom, 2025a). Situasi serupa terjadi di SDN 4 Gemolong dan SMPN 3 Gemolong, Kabupaten Sragen, di mana kurang lebih 196 siswa, pengajar, dan staf mengalami masalah yang serupa (Detikcom, 2025b). Di bagian timur, murid SDN 33 Kasipute di Kabupaten Bombana, Sulawesi Tenggara, turut mengalami masalah kesehatan setelah mengonsumsi makanan MBG (Kompas.com, 2025a). Tidak hanya itu, sejumlah sekolah di Kota Bogor seperti TK, SD, dan SMP Bina Insani, serta SD Negeri Kukupu 3, SD Negeri Kedung Jaya 1, dan SD Negeri Kedung Jaya 2 juga menyampaikan bahwa sekitar 171 siswa mengalami gejala keracunan yang sama (Kompas.com, 2025b). Serangkaian peristiwa ini menunjukkan bahwa kurangnya pengawasan terhadap kebersihan dan rantai distribusi makanan di lapangan masih merupakan masalah penting dalam implementasi program MBG yang seharusnya bertujuan untuk meningkatkan gizi anak-anak sekolah

Berdasarkan permasalah yang ada, kebutuhan akan inovasi teknologi dalam sistem pengawasan pangan nasional sangat diperlukan. Maka dari itu, penulis akan merancang sebuah sistem inovatif berbasis IoT sebagai platform mendeteksi dan pencegahan kasus keracunan MBG. Solusinya akan tersambung dalam teknologi sensor dan *cold chain* sebagai pengawasan. Pengawasan sendiri merupakan salah satu upaya dalam pencegahan kasus keracunan MBG. Dengan demikian dengan adanya solusi ini, akan memperlancar program MBG tanpa adanya kesalahan dan memberikan pemerintah sebuah rekomendasi bahwa teknologi ini semestinya harus segera dikembangkan.

Pembahasan

Internet of Things (IoT) adalah suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas keuntungan konektivitas internet sehingga perangkat dapat saling terhubung dan berfungsi secara berkelanjutan. Teknologi ini memungkinkan kontrol jarak jauh berbagai perangkat elektronik melalui jaringan komputer, seperti sistem pencahayaan di gedung yang dapat diatur secara otomatis. Perkembangan teknologi yang cepat ini mengharuskan penggunaan, pembelajaran, dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari untuk memberikan manfaat maksimal bagi masyarakat (Efendi, 2018). *Internet of Things* (IoT)

merupakan sistem yang menghubungkan berbagai perangkat fisik melalui jaringan internet untuk saling berkomunikasi, mengumpulkan, dan bertukar data secara otomatis dan real-time. Perangkat-perangkat ini, seperti sensor, aktuator, dan sistem cloud, memungkinkan pengawasan dan pengendalian jarak jauh tanpa intervensi manusia secara langsung. Teknologi ini berperan penting dalam menciptakan efisiensi dan inovasi di berbagai sektor, termasuk kesehatan, pangan, industri, dan transportasi (Ashton, 2009; Gubbi et al., 2013).

Dalam bidang kesehatan dan pangan, IoT berfungsi sebagai sistem pemantauan cerdas untuk menjaga kualitas dan keamanan produk konsumsi. Sensor suhu dan kelembaban digunakan untuk memastikan bahan makanan disimpan pada kondisi optimal, sementara sensor deteksi gas atau senyawa kimia dapat mengidentifikasi potensi bahaya seperti kebusukan atau kontaminasi biologis. Teknologi ini juga mendukung pemantauan kesehatan masyarakat, seperti sistem wearable untuk pasien dan alat deteksi dini penyakit berbasis data lingkungan. Dengan demikian, IoT memperkuat ketahanan sistem kesehatan dan pangan melalui pemantauan preventif dan respons cepat terhadap risiko (Zhang et al., 2019; Bhat et al., 2021).

Dalam konteks Program Makanan Bergizi (MBG), IoT dapat diimplementasikan melalui berbagai solusi inovatif. Sensor deteksi makanan dipasang pada wadah penyimpanan dan jalur distribusi untuk memantau suhu, kelembaban, serta potensi kontaminasi bahan pangan. Data dari sensor ini dikirim ke sistem pusat berbasis dashboard yang dikelola oleh lembaga seperti Dinas Kesehatan atau institusi pendidikan untuk sistem peringatan dini terhadap keracunan makanan. Selain itu, pemantauan rantai dingin (cold chain monitoring) menggunakan IoT memastikan bahan makanan tetap aman selama distribusi. Data terintegrasi yang dikumpulkan dapat dianalisis menggunakan machine learning untuk memprediksi risiko dan mengidentifikasi area rawan (Mekki et al., 2019; Lee & Lee, 2020).

Penerapan IoT pada Program MBG memiliki dampak signifikan terhadap peningkatan keamanan pangan nasional dan kesehatan masyarakat. Dengan pemantauan data real-time, kejadian keracunan makanan dapat dicegah lebih cepat dan efisien. Selain itu, program ini mendorong kolaborasi lintas sektor antara pemerintah, akademisi, dan industri teknologi dalam menciptakan sistem pangan yang lebih transparan dan akuntabel. Dampak jangka panjangnya mencakup peningkatan inovasi publik, efisiensi logistik distribusi pangan, dan

kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pengawasan mutu makanan (Kumar et al., 2022; Ahmed et al., 2023)

IoT dalam Program MBG memiliki keterkaitan langsung dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) ke-9, yaitu “Industri, Inovasi, dan Infrastruktur.” Teknologi ini mendorong pengembangan industri sensor dan perangkat pintar dalam negeri, memperkuat ekosistem riset, serta menciptakan infrastruktur digital berkelanjutan untuk sektor pangan dan kesehatan. Melalui integrasi riset, kebijakan, dan teknologi, IoT menjadi instrumen strategis dalam membangun masyarakat yang lebih sehat, inovatif, dan tangguh terhadap tantangan global (United Nations, 2020; Srivastava et al., 2021).



Gambar 1. Desain Mockup versi 1



Gambar 1. Desain Mockup versi 2

Versi 1 merupakan konsep awal yang fokus pada tampilan data sensor dasar (suhu, kelembaban) dan log data. Desain ini sederhana dan mudah diimplementasikan sebagai purwarupa (uji coba). Namun, kelemahannya adalah

kurangnya fitur geospatial mapping dan tampilan visual yang kurang informatif untuk pengambilan keputusan cepat. Versi 2 adalah pengembangan yang direkomendasikan. Desain ini lebih komprehensif dan berorientasi pada pengguna (Dinas/BGN). Peningkatan utama meliputi :

1. Peta *Real-Time*: Memungkinkan pemantauan risiko di berbagai lokasi secara visual.
2. Indikator Risiko: Penggunaan kode warna (Merah, Kuning, Hijau) untuk memudahkan identifikasi masalah dalam hitungan detik.
3. Fungsi Pelaporan: Adanya *tab* untuk Audit Trail dan Laporan Insiden.
4. Integrasi Waktu: Tampilan waktu kritis (*Time in Danger Zone*) yang penting untuk kepatuhan HACCP.

Versi 2 mentransformasi data mentah dari sensor menjadi informasi strategis yang mendukung pengambilan keputusan cepat dan terukur, meningkatkan akuntabilitas seluruh rantai distribusi. Penerapan IoT pada Program MBG memiliki keterkaitan langsung dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) ke-9, yaitu **"**Industri, Inovasi, dan Infrastruktur**."**

1. **Inovasi :** SMART-MBG merupakan inovasi teknologi yang spesifik untuk sektor pangan nasional, menyediakan solusi yang belum ada di sistem pengawasan konvensional.
2. **Industri :** Pengembangan dan implementasi sistem ini mendorong pertumbuhan industri lokal (UMKM) penyedia komponen sensor, *platform cloud*, dan layanan integrasi sistem.
3. **Infrastruktur :** Sistem ini menciptakan infrastruktur digital yang berkelanjutan dan tangguh untuk sektor pangan. Dengan data yang transparan dan *real-time*, pemerintah dapat membangun kebijakan pangan yang lebih cerdas (*Smart Food Governance*). Melalui integrasi riset, kebijakan, dan teknologi, IoT menjadi instrumen strategis dalam membangun masyarakat yang lebih sehat, inovatif, dan tangguh terhadap tantangan global (United Nations, 2020; Srivastava et al., 2021).

Pengembangan sistem SMART-MBG menggunakan pendekatan *Agile* dengan model *prototype* berulang, dimulai dari *Proof of Concept* (PoC) sederhana hingga sistem terintegrasi penuh.

1. Fase Analisis Kebutuhan: Mengumpulkan data standar keamanan pangan (HACCP dan SNI), terutama pada parameter suhu kritis. Menentukan jenis sensor yang dibutuhkan dan target akurasi data.
2. Fase Desain Sistem: Merancang arsitektur sistem (sensor, mikrokontroler, *cloud*, *dashboard*). Pembuatan *mockup* Versi 1 sebagai uji coba antarmuka awal.
3. Fase Prototipe (Versi 1): Merakit perangkat keras PoC (sensor dan ESP32), memprogram logika dasar untuk pengiriman data, dan menguji konektivitas *cloud*.
4. Fase Pengujian dan Evaluasi: Melakukan uji coba di lingkungan simulasi dapur MBG untuk memvalidasi akurasi sensor dan kecepatan respons sistem peringatan. *Feedback* dari *stakeholder* (misalnya, ahli gizi dan logistik) digunakan untuk mengidentifikasi kelemahan Versi 1.
5. Fase Iterasi (Versi 2): Melakukan revisi desain *dashboard* berdasarkan evaluasi (seperti menambahkan *geospatial map* dan indikator risiko) dan mengoptimalkan kode untuk efisiensi daya dan stabilitas jaringan.
6. Fase Implementasi Pilot: Penerapan sistem SMART-MBG di skala kecil (misalnya, di satu kota atau kabupaten) untuk menguji ketahanan sistem dalam kondisi operasional nyata sebelum disebarkan secara nasional.

Analisis Dampak dan keberlanjutan Analisis

Penerapan SMART-MBG tidak hanya berfokus pada mitigasi risiko keracunan, tetapi juga menciptakan dampak multidimensi:

1. Dampak Kesejahteraan Masyarakat (SDGs Ke-3: Kesehatan dan Kesejahteraan yang Baik): Menurunkan secara drastis insiden keracunan massal, melindungi kesehatan anak-anak sekolah, dan memastikan program MBG mencapai tujuan nutrisinya tanpa risiko kesehatan yang tidak perlu.
2. Dampak Ekonomi (Efisiensi Logistik): Data *real-time* tentang kondisi penyimpanan membantu penyedia makanan dan pemerintah mengidentifikasi *bottleneck* dalam rantai pasok. Hal ini mengurangi *food waste* dan mengoptimalkan biaya logistik, menjadikan program MBG lebih efisien secara fiskal.
3. Dampak Akuntabilitas dan Transparansi: Sistem menyediakan *digital audit trail* yang tak terbantahkan (waktu, suhu, lokasi), menjamin akuntabilitas

penyedia makanan dan mempermudah proses investigasi jika terjadi insiden. Ini meningkatkan kepercayaan publik terhadap program pemerintah.

4. Keberlanjutan: Dengan memanfaatkan perangkat keras berbiaya relatif rendah (sensor dan mikrokontroler) dan *platform cloud* yang dapat diskalakan, sistem ini dirancang agar dapat diimplementasikan secara luas di seluruh Indonesia, termasuk di daerah terpencil yang minim infrastruktur dengan memanfaatkan jaringan GSM.

Sistem Cerdas Berbasis Internet of Things (IoT) yang dinamakan SMART-MBG adalah solusi teknologi yang sangat diperlukan untuk memperkuat sistem pengawasan keamanan pangan Program Makan Bergizi Gratis (MBG) di Indonesia. Dengan memanfaatkan sensor *real-time* dan *dashboard* terintegrasi (seperti yang diwujudkan dalam Desain Mockup Versi 2), SMART-MBG secara efektif memitigasi risiko keracunan makanan secara massal yang berpotensi terjadi akibat kelemahan pada rantai distribusi dan penyimpanan Sistem ini mengubah pendekatan pengawasan dari reaktif menjadi preventif melalui mekanisme peringatan dini yang cepat dan terukur, sejalan dengan prinsip HACCP. Keberhasilan implementasi SMART-MBG tidak hanya akan mengamankan gizi anak-anak sekolah (mendukung SDGs Ke-3) tetapi juga secara langsung berkontribusi pada pencapaian SDGs Ke-9 (Industri, Inovasi, dan Infrastruktur) melalui pengembangan infrastruktur digital pangan yang tangguh, transparan, dan berkelanjutan. Saran Atau Rekomendasi :

1. Pemerintah, khususnya BGN dan Kementerian terkait, disarankan untuk segera memulai *pilot project* implementasi SMART-MBG di beberapa wilayah percontohan yang memiliki catatan insiden keracunan.
2. Melakukan kolaborasi dengan institusi riset dan industri teknologi lokal (UMKM) untuk memproduksi massal perangkat sensor yang kokoh dan berbiaya efisien agar sistem dapat disebarkan ke seluruh sekolah penerima MBG secara nasional.
3. Mengintegrasikan data yang dihasilkan oleh SMART-MBG ke dalam sistem pelaporan gizi dan pangan nasional untuk pemodelan prediktif risiko keamanan pangan berbasis *Machine Learning* di masa depan.

Daftar Pustaka

Ahmed, M., Kaur, J., & Raza, A. (2023). IoT-based food quality monitoring and safety management systems: A comprehensive review. *Journal of Food Engineering*, *352*,

111576. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2023.111576

Ashton, K. (2009). *That 'Internet of Things' thing*. RFID Journal. https://www.rfidjournal.com/articles/view?4986

Bhat, S. A., Bashir, O., & Banday, S. A. (2021). IoT based smart healthcare devices: State-of-the-art and future prospects. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, *12*(2), 1685–1718. https://doi.org/10.1007/s12652-020-02316-1

Detikcom. (2025a, 14 Februari). *Puluhan siswa 2 sekolah di Cianjur alami keracunan usai santap MBG*. https://news.detik.com/berita/d-7880873/puluhan-siswa-2-sekolah-di-cianjur-alami-ke racunan-usai-santap-mbg

Detikcom. (2025b, 29 Maret). *Ratusan siswa dan guru di 2 sekolah Sragen diduga keracunan MBG*. https://www.detik.com/jateng/berita/d-8057382/ratusan-siswa-dan-guru-di-2-sekolahsragen-diduga-keracunan-mbg

Efendi, Y. (2018). Internet of Things (IoT) sistem pengendalian lampu menggunakan Raspberry Pi berbasis mobile. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, *4*(1), 19–26. https://doi.org/10.35329/jiik.v4i1.48

Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A

vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, *29*(7), 1645–1660. https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010

Kementerian Keuangan Republik Indonesia. (2025, 17 Februari). *Pemerintah salurkan Makan Bergizi Gratis (MBG), ini sasaran utama penerimanya*. Media Keuangan. https://mediakeuangan.kemenkeu.go.id/article/show/pemerintah-salurkan-makan-berg izi-gratis-mbg-ini-sasaran-utama-penerimanya

Kompas.com. (2025a, 25 April). *Marak kasus keracunan MBG, ICW desak program dihentikan*. https://nasional.kompas.com/read/2025/04/25/08005171/marak-kasus-keracunan-mbg -icw-desak-program-dihentikan

Kompas.com. (2025b, 9 Mei). *Cerita pilu dari ruang kelas sekolah di Bogor, 171 siswa diduga keracunan*. https://megapolitan.kompas.com/read/2025/05/09/18572551/cerita-pilu-dari-ruang-kel as-sekolah-di-bogor-171-siswa-diduga-keracunan

Kumar, N., Mallick, P. K., & Kumar, A. (2022). IoT-driven predictive food safety system using sensor networks. *IEEE Internet of Things Journal*, *9*(5), 3712–3724. https://doi.org/10.1109/JIOT.2021.3123456

Lee, I., & Lee, K. (2020). The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. *Business Horizons*, *63*(6), 631–643. https://doi.org/10.1016/j.bushor.2020.06.005

Mekki, K., Bajic, E., Chaxel, F., & Meyer, F. (2019). A comparative study of LPWAN technologies for large-scale IoT deployment. *ICT Express*, *5*(1), 1–7. https://doi.org/10.1016/j.icte.2017.12.005

Srivastava, S., Gupta, R., & Misra, S. (2021). Smart infrastructure and sustainable development: Role of IoT and AI. *Sustainable Cities and Society*, *70*, 102913. https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102913

United Nations. (2020). *Sustainable Development Goals Report 2020*. United Nations Publications. https://unstats.un.org/sdgs/report/2020

Universitas Gadjah Mada. (2025, 16 Oktober). *Mass Food Poisoning in Free Meal Program Reveals Overcapacity and Weak Supervision, Says UGM Expert*. https://ugm.ac.id/en/news/mass-food-poisoning-in-free-meal-program-reveals-overca pacity-and-weak-supervision-says-ugm-expert

Zhang, Y., Qian, C., & Chen, Y. (2019). IoT-enabled food safety monitoring systems: Challenges and future directions. *Sensors*, *19*(9), 1966. https://doi.org/10.3390/s19091966

INOVASI PEMANFAATAN HIDROKSIAPATIT (HAp) LIMBAH TULANG IKAN MELALUI INTEGRASI *AUTOMATIC TECHNOLOGY* SEBAGAI *RESOLUTION OF EUTROPHICATION ISSUES* MEWUJUDKAN SEKTOR PERIKANAN BERKELANJUTAN

Oleh : Dani Anggarini, Muhammad Iqbal Arrosadi, Bintang Ula Nur Mighfiroh

Indonesia sebagai negara maritim terbesar di dunia, memiliki kekayaan laut yang luar biasa yang tercermin dalam sektor perikanannya. Sektor perikanan Indonesia menunjukkan performa yang membanggakan dengan pertumbuhan PDB mencapai 2,25% hingga triwulan III 2024, angka tertinggi dalam lima tahun terakhir. Prestasi ini didukung oleh produksi perikanan tangkap laut yang mencapai 6,84 juta ton pada 2022, memposisikan Indonesia sebagai salah satu produsen ikan terbesar dunia.



Gambar 1. 10 Negara Produsen Terbesar Perikanan Hasil Tangkap Laut di Dunia
Sumber: Databooks yang telah diolah penulis (2022)

Kemudian dari sisi terumbu karang Indonesia mencapai angka 2,5 juta hektare, menjadikannya rumah bagi 10% terumbu karang dunia. Namun, kondisi ekosistem ini memprihatinkan, dengan lebih dari sepertiga (33,82%) terumbu karang tergolong buruk, berdasarkan data dari Pusat kajian Oseanografi LIPI tahun 2019. Penurunan ini diperburuk oleh kualitas air laut yang memburuk akibat

adanya fenomena eutrofikasi. Fenomena ini merupakan ledakan nutrien seperti fosfat dan nitrat dari limpasan pertanian, limbah rumah tangga, dan budidaya perikanan. Eutrofikasi juga memicu pertumbuhan alga yang berlebihan, yang pada akhirnya menyebabkan penurunan kadar oksigen dan kematian massal biota laut.

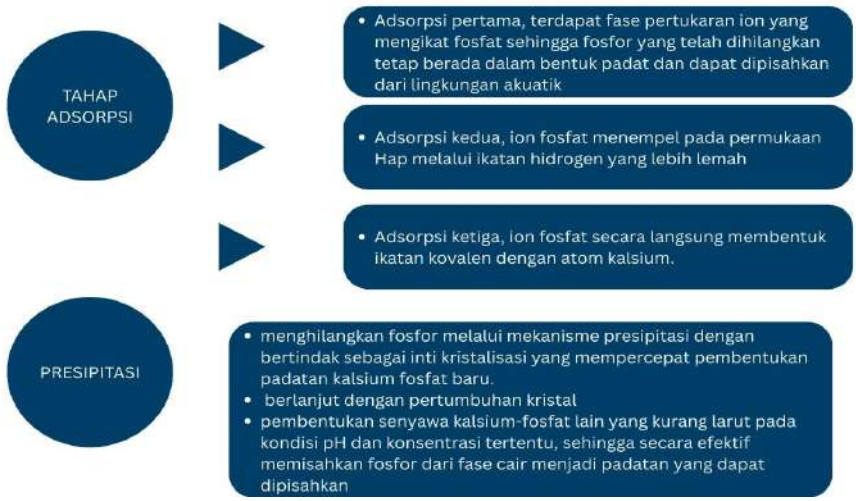
Salah satu langkah yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan memanfaatkan potensi dari limbah tulang ikan, yang kaya akan hidroksiapatit (HAp) $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)$. Senyawa alami ini memiliki kemampuan luar biasa dalam mengikat fosfat dengan efisiensi hingga 90% dalam waktu singkat, menjadikannya sangat ideal untuk mengurangi konsentrasi nutrien penyebab eutrofikasi(Yusuf dan Diputra, 2024).

Landasan teori yang digunakan dalam kajian ini adalah potensi dari hidroksiapatit (HAp) sebagai material adsorben fosfat yang beroperasi melalui mekanisme pertukaran ion, adsorpsi kimia, dan pertumbuhan kristal. Sejumlah kajian sebelumnya telah membuktikan bahwa HAp dari tulang ikan yang dikalsinasi menunjukkan karakteristik morfologi dan stabilitas termal yang unggul (Kougang et al., 2018; dan Mondal et al., 2020), dengan kemampuan adsorpsi fosfat mencapai 115 mg/g dan efisiensi penyisihan 99,5% (Kumar et al., 2021). Keunggulan ini disebabkan oleh struktur B-carbonated HAp hasil kalsinasi tulang ikan yang memiliki kapasitas pertukaran ion superior, menjadikannya sangat efektif untuk remediasi pencemaran fosfat. Inovasi pada aspek teknologi juga sangat dibutuhkan pada kajian ini untuk mengatasi tantangan dalam pemanfaatan hidroksiapatit (HAp) dari limbah tulang ikan, yang dari sisi metode konvensional masih kurang efisien dan reaktif. Hal ini diwujudkan melalui pengembangan sistem otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang terdiri dari boat mounted spray dan sensor digital. Teknologi ini memungkinkan pemantauan kualitas air secara realtime, penentuan dosis HAp yang presisi, serta penyemprotan nanopartikel HAp yang merata.

Berdasarkan permasalahan yang ada, tulisan ini hadir sebagai solusi inovatif dengan mengintegrasikan limbah tulang ikan sebagai sumber hidroksiapatit alami dengan *automatic technology* berupa *boat mounted spray* dan sensor digital untuk pemantauan *real-time*. Solusi ini memungkinkan pengendalian eutrofikasi yang tepat dosis, efektif, dan ramah lingkungan, sekaligus mengoptimalkan potensi sumber daya perairan untuk mendukung kesejahteraan masyarakat pesisir dan pertumbuhan ekonomi nasional.

Efektivitas HAp Limbah Tulang Ikan Sebagai Pengikat Senyawa Fosfor Eutrofikasi

Hidroksiapatit atau HAp dari tulang ikan merupakan senyawa biomaterial dengan rumus kimia $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)$ yang diekstraksi dari limbah industri perikanan atau tulang ikan. Hidroksiapatit yang dihasilkan dari tulang ikan dapat dimanfaatkan sebagai adsorben atau agen presipitasi untuk menghilangkan kelebihan ion fosfat dari badan air. Mekanisme kerja hidroksiapatit dalam menghilangkan fosfor melalui 2 tahap, merujuk pada lampiran 3: Efektivitas limbah tulang ikan yang mengandung hidroksiapatit melalui 2 mekanisme kerja yaitu adsorpsi dan presipitasi dapat menyelesaikan permasalahan eutrofikasi yang aman bagi lingkungan akuatik dan tidak beracun sehingga dapat dijadikan sebagai bioremediasi.



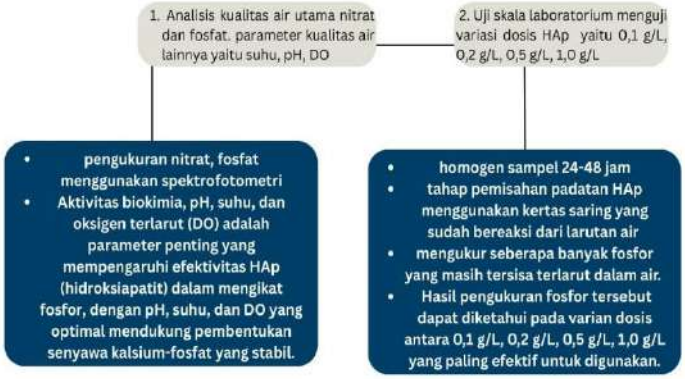
Efektivitas dari HAp menunjukan kemampuan yang sangat baik dalam mengikat fosfor melalui mekanisme kerja yang efektif, sehingga mampu menyelesaikan permasalahan pengkayan nutrien yang terjadi pada perairan tercemar. Hidroksiapatit mampu menghilangkan fosfat dari larutan dengan efesiensi yang sangat tinggi bahkan mencapai 90% dalam waktu yang singkat (Yusuf dan Diputra, 2024). Sehingga, kemampuan hidroksiapatit dapat secara efisien dan permanen dalam mengikat fosfor dengan dosis pemberian yang disesuaikan.

Proses Pengolahan limbah tulang ikan dan penentuan dosis pemberian pada permasalahan eutrofikasi

Proses pengolahan limbah tulang ikan sebagai sumber hidroksiapatit mengatasi eutrofikasi perairan dapat dilakukan melalui beberapa tahapan seperti persiapan bahan baku, kalsinasi, penghalusan, dispersi dan homogenisasi, dan karakterisasi nano partikel dan suspensi dengan skema sebagai berikut, merujuk pada lampiran III (lengkap beserta penjelasannya):



Penentuan dosis penggunaan senyawa hidroksiapatit atau HAp dari limbah tulang ikan ditentukan dari beberapa aspek seperti analisis kualitas air dan uji skala laboratorium untuk memperoleh dosis yang sesuai dengan kondisi pencemaran perairan tersebut.



Berikut beberapa tahap dalam penentuan dosis yang tepat untuk pemberian HAp pada eutrofikasi, merujuk pada lampiran ke 4 (beserta penjelasan lengkapnya):

Skema Automati Technoogy yaitu boat mounted spray dan sensor digital pemantau parameter kualitas air

Dikembangkan sebuah skema *automatic technology* berupa boat mounted spray yang terintegrasi dengan sensor digital dan sistem Internet of Things (IoT). Skema ini bertujuan agar penyemprotan nanopartikel HAp dapat dilakukan dengan tepat dosis, adaptif terhadap kondisi perairan, dan terdokumentasi secara sistematis. 1. Sensor digital berbasis IoT .

Sensor kualitas air yang terpasang pada kapal berfungsi untuk mengukur parameter utama seperti kadar fosfor, nitrat, pH, suhu, dan klorofil-a (penjelasan lengkap di lampiran 2). Data yang diperoleh diproses oleh algoritma berbasis IoT untuk menentukan kebutuhan dosis HAp secara real-time. Radius penyemprotan prototipe ini diperkirakan ±2–3 meter dari titik nozzle, dengan cakupan optimal mengikuti jalur pergerakan kapal. Untuk area perairan yang luas, efektivitas penyemprotan dicapai dengan pergerakan kapal yang terprogram untuk mendeteksi area dengan konsentrasi nutrien tinggi melalui pemantauan sensor secara berkesinambungan. Dengan cara ini, aplikasi HAp dapat diarahkan lebih fokus ke wilayah kritis dan meminimalkan risiko underdosing maupun overdosing.

Kapal dilengkapi dengan tangki berkapasitas 10 liter untuk menyimpan cairan nanopartikel HAp serta pompa otomatis sebagai sistem penyemprot (penjelasan lengkap di lampiran 2). Penentuan dosis dilakukan oleh algoritma yang mempertimbangkan konsentrasi fosfor yang terdeteksi, serta kondisi pH dan suhu. Pada kondisi pH netral-sedikit basa dan suhu optimum (25-30 °C), efektivitas pengikatan fosfor oleh HAp meningkat, sehingga dosis yang diperlukan lebih rendah. Sebaliknya, pada kondisi ekstrem (pH terlalu rendah/tinggi atau suhu terlalu rendah), algoritma akan menyesuaikan dosis dengan menambah volume semprot untuk menjaga efektivitas pengendalian. Mekanisme boat mounted spray memungkinkan HAp tersebar merata pada lintasan kapal, dengan cakupan optimum sejauh jalur pergerakan yang dapat diatur dalam pola grid atau spiral sesuai luas area eutrofikasi.

Kapal dilengkapi dengan modul GPS dan peta digital untuk memetakan wilayah aplikasi (penjelasan lengkap di lampiran 2). Navigasi kapal dapat dikontrol melalui dua mode: (a) autopilot dengan rute yang diprogram sebelumnya berdasarkan peta digital, dan (b) manual control menggunakan smartphone atau remote controller. Smartphone berfungsi sebagai tampilan visualisasi real-time pergerakan kapal, sementara kontrol jarak jauh memanfaatkan komunikasi berbasis Wi-Fi atau LTE. Dengan sistem ini, operator dapat memastikan jalur aplikasi mengikuti wilayah yang paling terdampak eutrofikasi, sekaligus mencegah pengulangan semprotan pada area yang sama.

Seluruh data hasil pemantauan sensor, catatan dosis aplikasi HAp, serta jalur navigasi kapal tersimpan otomatis dalam database berbasis cloud (lihat Lampiran 2). Data yang dapat diakses meliputi parameter kualitas air (fosfor, nitrat, pH, suhu, klorofil-a), volume HAp yang diaplikasikan, serta rute navigasi kapal. Selain itu, sistem dapat dilengkapi dengan modul kamera mini untuk merekam foto kondisi perairan yang mengalami eutrofikasi, sehingga menambah validasi visual terhadap data sensor. Informasi yang terdokumentasi tidak hanya berfungsi sebagai arsip, tetapi juga sebagai bahan evaluasi efektivitas aplikasi HAp dalam jangka panjang, serta menjadi basis rekomendasi untuk peneliti lebih lanjut dan kebijakan pengendalian eutrofikasi.

Pemanfaatan limbah tulang ikan untuk menghasilkan hidroksiapatit (HAp) memiliki keefektifan dan dapat dijadikan sebagai solusi alternatif untuk mengatasi eutrofikasi. Hidroksiapatit bekerja dengan mengikat senyawa fosfor secara permanen melalui mekanisme adsopsi dan presipitasi sehingga mampu menurunkan konsentrasi nutrien penyebab ledakan alga secara signifikan. Pendekatan ini aman dan ramah lingkungan karena menggunakan biomaterial alami yang tidak beracun bagi ekosistem perairan. Proses pengolahan limbah tulang ikan menjadi nanopartikel HAp melibatkan tahapan kritis seperti kalsinasi pada suhu tinggi dan penghalusan hingga skala nano. Penentuan dosis HAp harus dilakukan secara presisi yang didasarkan pada analisis parameter kualitas air (pH, suhu, DO, serta konsentrasi nitrat dan fosfat), juga uji skala laboratorium. Hal tersebut penting untuk memastikan efisiensi maksimal dan mencegah pelepasan fosfor kembali ke perairan.

Inovasi integrasi teknologi otomatis seperti *boat mounted spray* yang dilengkapi sensor digital dan sistem IoT menjadi implementasi teknologi berkelanjutan pada sektor perikanan. Sistem ini mengendalikan jumlah dan area

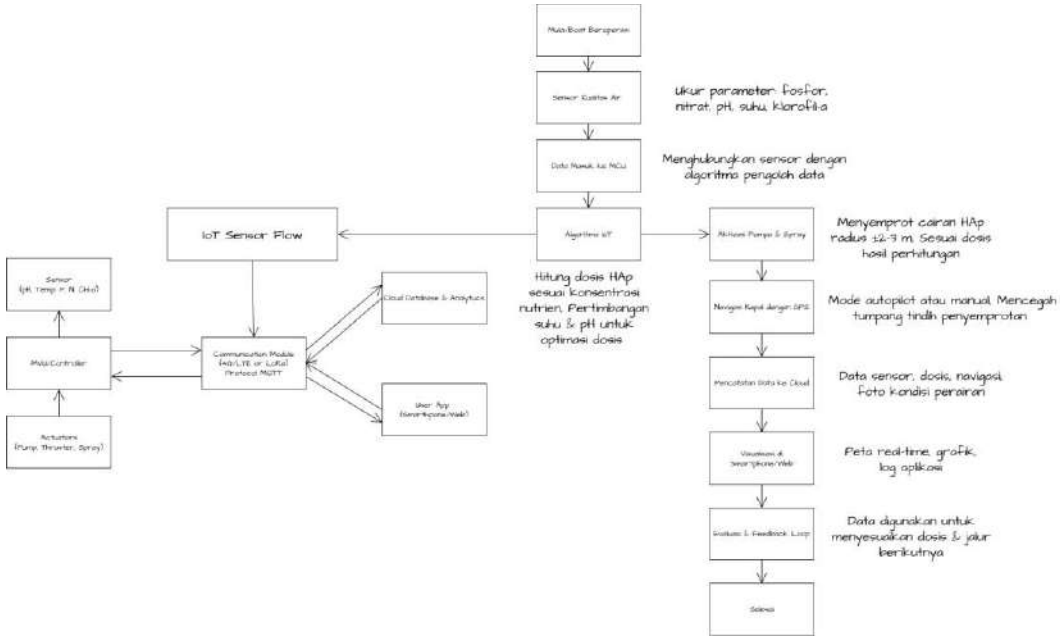
penyemprotan bahan kimia, hal ini mengurangi bahan kimia berlebihan dengan menargetkan area yang spesifik. Skema ini memungkinkan penyemprotan HAp dilakukan secara tepat dosis, responsif terhadap kondisi *real-time* perairan dan terdokumentasi secara sistematis. Adanya teknologi ini, pengendalian eutrofikasi dapat dilaksanakan dengan efisien, terkontrol, dan mendukung upaya restorasi laut secara berkelanjutan. Pembahasan lebih lanjut dapat dianalisis lebih dalam mengenai optimasi dosis HAp yang efektif dalam berbagai kondisi kualitas air terutama pada variasi pH, suhu, dan konsentrasi DO untuk memastikan efektivitas pengikatan fosfor yang maksimal pada kondisi lingkungan yang berbeda. Disarankan melakukan studi jangka panjang untuk mengamati kestabilan dan keberlanjutan penurunan kadar fosfor di ekosistem perairan setelah aplikasi HAp, termasuk jangka panjang pengikatan fosfor dalam sedimen sehingga tidak terjadi ledakan pengikatan fosfor yang dilakukan.

Adsorpsi pertama, proses ion atau molekul menempel pada permukaan padatan (HAp). Permukaan Hap memiliki gugus fungsi yang dapat berinteraksi kuat dengan ion fosfat. Beberapa jenis adsorpsi yang terjadi meliputi pertukaran ion dimana ion dari fase padat (HAp) diganti oleh ion dengan muatan serupa dari fase cair (larutan air yang mengandung fosfat). Hidroksiapatit memiliki struktur kristal yang mengandung ion kalsium, ion fosfat. Dan ion hidroksil. Struktur atau permukaan kristal tersebut tidak sepenuhnya diam, ia memiliki situs-situs aktif yang dapat berinteraksi dengan ion sekitarnya. Fase pertukaran ion sangat penting untuk stabilitas ikatan artinya fosfat yang terikat tidak mudah dilepaskan kembali ke perairan sehingga fosfor yang telah dihilangkan tetap berada dalam bentuk padat dan dapat dipisahkan dari lingkungan akuatik.

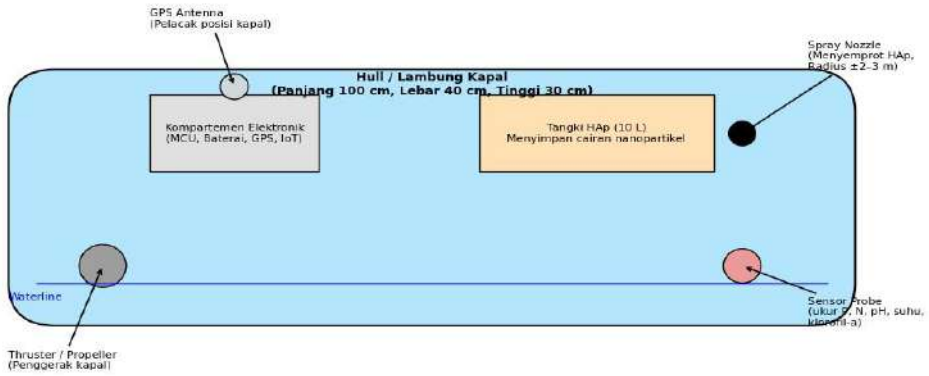
1. Adsorpsi kedua, yaitu adsorbsi fisik dimana ion fosfat menempel pada permukaan Hap melalui ikatan hidrogen yang lebih lemah, biasanya terjadi pada lapisan awal molekul fosfat yang menempel.
2. Adsorpsi ketiga, yaitu adsorbsi kimia merupakan ikatan yang lebih kuat dimana ion fosfat secara langsung membentuk ikatan kovalen dengan atom kalsium.

Mekanisme kerja kedua dari Hidroksiapatit (HAp) yaitu menghilangkan fosfor melalui mekanisme presipitasi dengan bertindak sebagai inti kristalisasi yang mempercepat pembentukan padatan kalsium fosfat baru. Ketika konsentrasi fosfat tinggi, partikel HAp berfungsi sebagai "benih" yang memicu nukleasi, dimana ion kalsium dan fosfat dari larutan mulai mengendap dan membentuk kristal. Proses ini berlanjut dengan pertumbuhan kristal, dimana ion-ion tersisa

terus menempel pada struktur HAp yang ada, menyebabkan partikel "tumbuh" dan mengikat lebih banyak fosfor. Selain membentuk HAp baru, mekanisme ini juga memfasilitasi pembentukan senyawa kalsium-fosfat lain yang kurang larut pada kondisi pH dan konsentrasi tertentu, sehingga secara efektif memisahkan fosfor dari fase cair menjadi padatan yang dapat dipisahkan.



Gambar 6. Diagram alur sistem sensor IoT
Sumber: Ilustrasi Penulis (2025)



Gambar 5. Desain Prototype Boat Mounted Spray dengan Sensor Digital Side View dengan Dimensi dan Fungsi Komponen

DAFTAR PUSTAKA

Databoks (2024) 10 Negara Produsen Perikanan Tangkap Laut Terbesar 2022, Databoks. Tersedia pada: https://databoks.katadata.co.id/kelautan/statistik/6705ea0abc690/10negara-produsen-perikanan-tangkap-laut-terbesar-2022 (Diakses: 4 September 2025).

Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, 2024. Menteri Trenggono Sukses Tingkatkan PDB Perikanan di 2024. (online) Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan. Tersedia pada: https://kkp.go.id/news/news-detail/menteri-trenggono-sukses-tingkatkanpdb-perikanan-di-2024-57n8.html (Diakses: 4 September 2025).

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, 2020. Laporan Kinerja Direktorat Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Pesisir dan Laut Tahun 2020. (online) Tersedia pada: https://ppkl.menlhk.go.id/website/filebox/945/210318174330LKJ%20Dire ktorat%20PPKPL%202020.pdf (Diakses 4 September 2025).

Kougang, F.G., Kenfack, I.T. & Choukem, S.P., 2018. Extraction of Hydroxyapatite from Fish Bones and Its Application in Nickel Adsorption. BioNanoScience. Tersedia pada: https://link.springer.com/article/10.1007/s12668-018-0547-y (Diakses 4 September 2025).

Kumar, M. et al., 2021. A comprehensive review on nitrate and phosphate removal and recovery from aqueous solutions by adsorption. AQUA Water Infrastructure, Ecosystems and Society, 70(7), pp. 921-945. Tersedia pada: https://iwaponline.com/aqua/article/70/7/921/83690 (Diakses 4 September 2025).

Mondal, S. et al., 2020. Preparation and application of hydroxyapatite extracted from fish scale waste using deep eutectic solvents. Ceramics International. Tersedia pada: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0272884220336658 (Diakses 4 September 2025).

Yusuf, Y., & Diputra, A. H. (2024). *Konsep Dasar Scaffold Biomaterial dan Rekayasa Jaringan*. UGM PRESS. Tersedia pada: Konsep Dasar Scaffold Biomaterial dan Rekayasa Jaringan - Yusril Yusuf, Arian Hermawan Diputra - Google Buku (Diakses 09 September 2025).

GARUDA-PACK: GARUT STARTCH-BASED SMART PACKAGING WITH UTILIZATION OF DRAGON FRUIT PEEL AND LEMONGRASS ADDITIVES FOR FISH FRESHNESS PACKAGING

Oleh : Farah Allifa Humaida, Ulfi Auliyah Fihlis, Nabila Wulan Syahfitri

Indonesia adalah negara kepulauan dengan pulau mencapai 17.504, dengan perairan yang mencapai 65% dari total luas seluruh wilayah Indonesia dan memiliki garis pantai sepanjang 81.000 km (Gerungan, 2016). Hal ini berdampak pada melimpahnya produksi perikanan di wilayah Indonesia, menurut Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan no 19 tahun 2022 potensi sumberdaya ikan di Indonesia sebesar 12 ton pertahun, terdiri dari berbagai jenis ikan dengan komuditas utamanya adalah ikan tongkol (*Euthynnus affinis*). Persebaran ikan tongkol di Indonesia sangat luas terutama di daerah selat makasar, laut flores, laut bali dan teluk bone yang masuk wilayah pengolahan perikanan (WPP) 713. Menurut data statistik KKP (2024) produksi ikan tongkol di Indonesia terus mengalami peningkatan dari tahun 2019 hingga 2021, yaitu dari 17.321,21 ton menjadi 25.999,62 ton.

Ikan tongkol memiliki kandungan protein tinggi sehingga menjadi salah satu jenis komoditas *high perishable (*mudah mengalami kerusakan) yang menyebabkan tingginya limbah selama proses distribusi sebesar 35%, dan pada produksinya sebesar 10% (Setiaji, 2016). Penanganan yang tepat saat produksi, distribusi, dan pemasaran penting untuk menjaga kualitas ikan agar tidak cepat busuk serta mencegah pertumbuhan mikroorganisme seperti coliform dan *Escherichia coli* karena tingginya kadar lemak dan air (Hana, 2022). Penanganan yang buruk dapat menurunkan kesegaran ikan dan menghilangkan ciri ikan segar seperti mata menonjol, kornea jernih, insang merah, daging kenyal, sisik utuh, dan aroma segar (Apituley et al., 2023). Jika ikan disimpan pada suhu kamar, maka dapat mengubah asam amino *histidin* yang terkandung di dalamnya, menjadi *histamin* akibat aktivitas bakteri seperti *Enterobacteriaceae aerogenes*, *Proteus morganii*, dan *Clostridium perfringens* yang dapat menyebabkan keracunan histamin atau *scombroid fish poisoning* (Jaki et al., 2024). Kasus keracunan akibat ikan busuk dapat menjadi ancaman serius terhadap ketahanan pangan (*food security*), karena pangan yang aman dan bermutu adalah syarat utama dari terpenuhinya ketahanan pangan. (Priastomo & Wijiharta, 2022)

Umbi garut (*Maranta Arundinacea*) merupakan salah satu komoditas lokal yang tumbuh di Indonesia khususnya pulau jawa, dikenal sebagai tanaman penghasil pati dan mengandung zat tepung tinggi. Namun saat ini, banyak petani yang beralih

menjadi petani kopi dan palawija karena umbi garut dianggap kurang memiliki nilai ekonomi dan kurang diminati di pasaran sehingga eksistensinya menurun, hal tersebut dapat diketahui melalui data BPPSMP produksi umbi garut pada tahun 2019 hanya berkisar antara 7,5-37 ton per hektar, dan diperkirakan terus menurun setiap tahunnya.

Umbi garut mengandung banyak pati polisakarida sekitar 80-98% dan kandungan amilosa sebesar 36,7% (Anggraini et al., 2022). Pati ini tersusun dari polisakarida, polipeptida serta lipida yang bersifat termofilik dan memiliki kemampuan untuk mengental dua kali lebih tinggi apabila dibandingkan dengan jenis pati lain serta mampu menghasilkan tampilan yang lebih transparan sehingga cocok dijadikan sebagai bahan dasar kemasan *biodegradable* (Tamalea et al., 2025).

Buah naga (*Hylocereus polyrhizus*) adalah salah satu buah yang sering dikonsumsi masyarakat dengan rata rata produksi di Indonesia sebesar 2.760.094,80 kw/tahun berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS, 2024). Namun, seiring tingginya konsumsi buah ini dimasyarakat, tinggi pula volume sampah yang dihasilkan. Padahal 30-35% buah naga, merupakan bagian kulit yang seringkali dibuang menjadi limbah yang tidak dimanfatkan oleh masyarakat. Kulit buah naga mengandung pektin sekitar 10,8%, dengan selulosa 6,5% yang merupakan biopolimer golongan karbohidrat dan mampu membentuk gel serta lapisan film tipis, lentur, transparan dan tahan air (Rahmayulisa et al., 2023). Terdapat juga antioksidan yang bermanfaat sebagai pewarna alami dan membantu memperpanjang umur simpan produk dengan menghambat oksidasi (Hasanah et al., 2022). Selain buah naga, terdapat juga serai (*Cymbopogon citratus*) yang masuk ke dalam kelompok senyawa aromatic dan berpotensi sebagai antibakteri mengingat tingginya kandungan senyawa bioaktif dalam tanaman ini. Tingginya kandungan minyak atsiri dalam serai efektif dalam menghambat *bakteri E coli* dan *Pseudomonas aeruginosa* karena kandungan sitrolinanya yang tinggi yaitu sebesar 34,6%, geraniol 23,17% dan sitronellol 12,09% (Hanun et al., 2025).Menurut Retnaningtyas et al., (2021) aplikasi coating ekstrak minyak atsiri serai, menunjukkan bahwa penambahan ekstrak serai pada *coating dapay* berpengaruh nyata terhadap nilai TBA dan TBC namun tidak terhadap nilai TVB dan pH. Sehingga diperoleh hasil terbaik, yaitu serai dapur dengan konsetrasi 1,5% yang dapat mempertahankan kerusakan mikrobiologis hingga hari ke-3 dan kerusakan oksidatif pada hari ke-12.

Melihat manfaat dan urgensi dari ketiga bahan ini, mahasiswa sebagai agen perubahan memiliki peran strategis untuk merespons isu-isu tersebut melalui ide yang kreatif, inovatif, dan berkelanjutan. Salah satunya dengan menghadirkan gagasan pemanfaatan pangan lokal melalui inovasi *smart packaging* berbahan umbi garut,

buah naga, dan serai sebagai solusi cerdas dan ramah lingkungan. Inovasi ini mendukung sistem pertanian berkelanjutan, memperpanjang umur simpan produk, dan diharapkan berkontribusi dalam distribusi pangan yang aman dan efisien, sejalan dengan tujuan *Exact Essay Cup 2025* untuk melahirkan intelektual muda yang kritis, inovatif, serta aktif berkontribusi dalam mewujudkan Indonesia Emas 2030 dan SDGs 2030.

Isi

Kandungan pati umbi garut yang tinggi, sereh yang bersifat anti bakteri dan kulit buah naga yang kaya antioksidan, maka pembuatan *smart packaging* dapat menjadi solusi untuk mengatasi berbagai permasalahan, seperti peningkatan daya simpan ikan tongkol, penurunan eksistensi umbi garut, serta penanggulangan limbah kulit buah naga. *Smart packaging* atau kemasan pintar merupakan jenis teknologi pengemasan yang memberikan informasi akurat dan menampilkan karakteristik produk dan lingkungan pengemasan kepada konsumen (Chen et al., 2020). Kajian sebelumnya oleh Adu (2024) pembuatan kemasan pintar dengan ekstrak antioksidan kulit bawang merah memberikan hasil bahwa ekstrak kulit bawang merah dapat meningkatkan antioksidan dengan rata rata inhibisi 17,30% serta dapat meningkatkan daya hambat terhadap *esherchia coli* dan *staphylococcus aureus.* Selain itu *smart packaging* ini juga bersifat *biodegradble* atau mudah terurai dilingkungan, sehingga dapat dijadikan solusi terhadap tingginya sampah plastik di Indonesia, mengingat menurut data Asosiasi Indutrustri Plastik Indonesia (INAPLAS) yang menunjukkan jumlah sampah di Indonesia sebanyak 64 juta ton/tahun dan 3,2 juta ton dibuang ke laut. Dengan tambahan jumlah kantong plastic yang terbuang ke lingkungan sebesar 10 milyar lembar / tahun atau sebanyak 85 ribu ton (Soleman., 2019). Hal ini tentunya harus segera ditangani dan pembuatan *smart packaging* menjadi salah satu solusi dalam permasalahan ini.

Smart packaging yang akan dihasilkan, memiliki mekanisme kerja yang unik karena terdiri dari beberapa lapisan yaitu : Lapisan dasar yang dibuat dari pati umbi garut dengan kadar amilosa tinggi (36,7%) disertai gelatinisasi yang baik, yang nantinya akan menghasilkan kerangka film yang tipis, fleksibel dan transparan, serta mudah terurai secara alami dan mengurangi permasalahan limbah plastik non-biodegradable (Anggraini et al., 2022). Selanjutnya ialah lapisan dari serai, yang dapat menekan pertumbuhan bakteri penyebab pembusukan dan keracunan. Kemudian dilakukan penambahan zat antosianin dan betasianin yang berbahan dasar kulit buah naga sebagai lapisan indikator, kedua zat ini memiliki sifat pH-sensitive, sehingga saat

ikan tongkol mulai rusak (Akibat adanya pembentukan basa volatile seperti ammonia dan trimetilamin) pHnya meningkat, dapat menyebabkan perubahan warna pada lapisan ini (Hasanah et al., 2022). Apabila warna lapisan indikator masih stabil, warnanya berupa merah/*pink* terang yang menandakan ikan masih dalam keadaan segar. Tetapi apabila warna lapisan indikator ini mulai memudar atau berubah warna, maka dapat disimpulkan adanya penurunan kualitas ikan.

Proses sintesis *smart packaging* ini diawali dengan menyiapkan alat dan bahan alat kemudian dilanjutkan dengan pembuatan pati umbi garut serta ekstraksi kedua bahan tambahan yaitu sereh dan antosianin dari kulit buah naga, setelah semuanya di dapat maka dilakukakan sintesis *smart packaging* (Prosedur ini dapat dilihat secara rinci pada lampiran).

Pada produk ini, dilakukan pula analisis *SWOT*. *Strenghts* dari produk ini meliputi sifat biodegradable yang ramah lingkungan, mudah terurai secara alami sehingga mengurangi limbah plastik. Produk ini juga multifungsi karena adanya komponen antibakteri dan indikator kesegaran di dalamnya. Selain itu, film yang dihasilkan bersifat fleksibel dan transparan, dan yang terakhir, bahannya mudah dicari karena menggunakan bahan lokal yang melimpah. Kemudian, dilihat dari sisi *weakness*, stabilitas fisik dan mekaniknya lebih rendah dari plastik pada umumnya, ditambah potensi masa simpan yang terbatas jika disimpan sembarangan. Apabila hendak dibawa ke skala industry, produk ini sangat memerlukan optimasi teknik dan alat produksi. Dari sisi *opportunities*, terdapat peningkatan permintaan seiring tren ramah lingkungan dan *food safety*, regulasinya juga didukung pemerintah, baik dalam negeri maupun luar negeri (Terkhusus oleh negara dengan regulasi ramah lingkungan) karena membantu mengurangi penggunaan plastik. Produk ini juga berpotensi dikembangkan dengan penggabungan di ranah reknologi. Dan yang terakhir, dari sisi *threats*, terdapat kompetisi dengan kemasan *biodegradable* lainnya, risiko fluktuasi harga bahan, banyaknya pangguna plastik konvensional, dan kurangnya edukasi mengenai indikator kesegaran.

Berdasarkan hasil pemaparan diatas untuk mendorong perubahan yang signifikan dalam berbagai aspek kehidupan penulis sebagai agent of change dalam langkah mewujudkan Indonesia emas 2030 guna mencapai *Sustainable Development Goals* (SDGs) 2030, maka penulis menciptakan sebuah inovasi berupa *smart packaging* yaitu Garuda Pack yang berbahan dasar dari pati ubi garut, kulit buah naga serta ekstrak sereh yang dapat menjaga masa simpan produk yaitu *fillet* ikan tongkol. Dengan adanya inovasi ini penulis yakin bahwa inovasi yang diciptakan dapat

mengatasi berbagai masalah sekaligus serta menjawab berbagai problematika yang ada seperti penurunan eksistensi umbi ganyong dan sereh yang diharapkan akan berdampak langsung dengan kesejahteraan ekonomi petan ganyong dan sereh, menumpuknya sampah akibat kulit buah naga, serta tentunya menciptakan sebuah kemasan yang tidak hanya bersifat *biodegradable* namun juga smart karena dapat meningkatkan daya simpan sekaligus dapat menjadi indikator kerusakan *fiilet* ikan. Namun diperlukan analisis lebih lanjut dan dukungan dari berbagai pihak untuk mewujudkan tulisan ini serta mengkaji dan mengevaluasi efektivitas smart packaging yang diciptakan.

Daftar Pustaka

Adu, R. E. Y. (2024). Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Kulit Bawang Merah Terhadap Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri Detektor Kesegaran Berbasis SelulosaAntosianin. *Jurnal Saintek Lahan Kering*, *7*(1), 4–7.

Anggraini, L., Rosida, D. F., & Wicaksono, L. A. (2022). Kemampuan laju transmisi uap dan biodegradasi edible straw dari pati umbi (ganyong, garut, kimpul) dan gelatin ikan. *Journal of Tropical Agricultural Engineering and Biosystems-Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, *10*(3), 226– 235.

Apituley, Y. M. T. N., Soukotta, L. M., & Wattimury, M. (2023). PENETAPAN HARGA JUAL IKAN SEGAR DIKOTA AMBON. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, *2*(2), 60–66. https://doi.org/10.30598/balobe.2.2.2023

Bachri, N., Nursalma, N., & Nora, N. (2015). PEMBUATAN EKSTRAK SEREH (Cymbopogon nardus L.) DALAM SEDIAAN LOTIO. *Jurnal Ilmiah As-Syifaa*, *7*(2), 190–196. https://doi.org/10.33096/jifa.v7i2.11

[BPS] Badan Pusat Statistik.2024. Produksi Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan Menurut Provinsi dan Jenis Tanaman.

Chen, S., Brahma, S., Mackay, J., Cao, C., & Aliakbarian, B. (2020). The role of smart packaging system in food supply chain. *Journal of Food Science*, *85*(3), 517–525.

Data Statistik [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2024. Produksi Perikanan.Total produksi perikanan tongkol di Indonesia..

Gerungan, L. K. F. R. (2016). Penegakan Hukum Di Wilayah Perairan Indonesia. *Lex et Societatis*, *4*(5).

Hana, R. L. (2022). Analisis Pendugaan Dan Penegasan serta Uji Biokimia Bakteri Coliform dan Escherichia coli pada Ikan Tongkol Segar dan Pindang. *INSTITUT PERTANIAN BOGOR (Skripsi)*.

Hasanah, A., Nurrahman, & Suyanto, A. (2022). Penambahan Ekstrak Kulit Buah Naga terhadap Derajat Warna, Kadar Antosianin, Aktivitas Antioksidan dan Sifat Sensoris Cendol. *Jurnal Pangan Dan Gizi*, *12*(1), 25–31. https://doi.org/10.26714/jpg.12.1.2022.25-31

Jaki, A., Agustiana, & Sari, D. K. (2024). Kualitas Ikan Tongkol (Euthynnus affinis) Segar di Pelabuhan Perikanan Banjarmasin. *Buletin Jalanidhitah Sarva Jivitam*, *6*(2), 27–36. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15578/bjsj.v6i2.14203

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2022). Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN). https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/

Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 19 Tahun 2022. Estimasi Potensi, Jumlah Tangkapan Yang Diperbolehkan, dan Tingkat Pemanfaatan Sumber Daya Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia. 22 Desember 2017. Jakarta.

Priastomo, T., & Wijiharta, W. (2022). Pemetaan Permasalahan Ketahanan Pangan: Pendekatan Environmental Scanning Manajemen Strategik. *Youth & Islamic Economic Journal*, *3*(1).

Rahmayulisa, Daria, T. U., & Hilmarni. (2023). Penetapan Kadar Pektin dan Metoksil Kulit Buah Naga Merah (Hylocereus Polyrhizus) yang Diekstraksi Dengan Metode RefluksL. *Jurnal MIPA*, *12*(2), 38–42. https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmuo/index

Retnaningtyas, S. M., Khasanah, L. U., & Sari, A. M. (2021). Aplikasi edible coating berbasis natrium alginat minyak atsiri serai dapur (Cymbopogon citratus) pada fillet ikan nila (Oreochromis niloticus) guna menghambat kerusakan mikrobiologis dan oksidatif pada penyimpanan dingin. *Jitipari*, *6*(1), 1–16.

Soleman, A. A. (2019). Kantong plastik berbayar membutuhkan regulasi nasional.

Tamalea, R. R., Fajarini, L. D. R., Ibrahim, N. S., & Jannah, S. R. (2025). Karakteristik Fisikokimia Edible Film Dengan Bahan Baku Pati Garut Dan Gliserol Sebagai Plasticizer. *Journal Of Agritech Science (JASc)*, *9*(1), 1–8.

Wening, D. N., & Amalia, R. (2023). Optimasi kondisi operasi pembuatan plastik biodegradable dari selulosa tongkol jagung dan pati kulit singkong dengan penambahan PVa dan TiO2 sebagai smart packaging. *Jurnal Rekayasa Proses*, *17*(2), 139–147. https://doi.org/10.22146/jrekpros.77598

ANALISIS POTENSI GEOTERMAL CISOLOK – CISUKARAME SEBAGAI PLTP BERBASIS *BINARY CYCLE POWER PLANT* DALAM RANGKA OPTIMALISASI ENERGI HIJAU MENUJU SDGS 2030

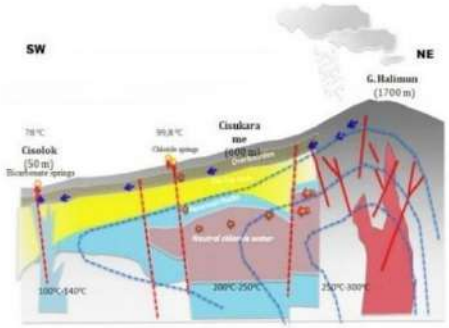
Oleh : Hafizha 'Azzam Mustaqim, Eka Azzahra, Bintang Norine W.

Krisis iklim global akibat meningkatnya emisi karbon dioksida (CO_2) dari pembakaran energi fosil menjadi tantangan serius bagi keberlanjutan lingkungan. Indonesia sendiri masih sangat bergantung pada energi fosil yang menyumbang sekitar 86,91% dari kebutuhan energi nasional. Kondisi ini sangat memperburuk laju emisi dan menghambat pencapaian target *Sustainable Development Goals* (SDGs) 2030, khususnya SDG 7 tentang energi bersih dan SDG 13 tentang penanganan perubahan iklim. Selain CO_2, emisi sulfur dioksida (SO_2) dan nitrogen oksida (NO_x) juga menunjukkan tren peningkatan sejak 1990 hingga 2015 (Sunarno et al., 2021). Gas-gas pencemar tersebut tidak hanya mempercepat pemanasan global, tetapi juga berdampak langsung pada kesehatan masyarakat dengan meningkatnya penyakit pernapasan seperti ISPA, bronkitis, dan gangguan paruparu akibat kualitas udara yang memburuk (Rachmat et al., 2021). Oleh karena itu, diperlukan adanya transisi energi menuju sumber yang lebih bersih, berkelanjutan, dan ramah lingkungan.

Salah satu solusi strategis untuk mengatasi persoalan tersebut adalah pemanfaatan energi panas bumi atau geotermal. Indonesia sendiri memiliki cadangan sekitar 40% dari total potensi geotermal dunia, namun baru 11% saja yang termanfaatkan. Energi panas bumi ini hadir sebagai solusi energi hijau yang ramah lingkungan dengan emisi karbon sangat rendah yaitu hanya sekitar 45 – 57 gCO_2/kWh, jauh lebih kecil dibandingkan dengan PLTU batubara yang menghasilkan hingga 804 gCO_2/kWh. Selain menghasilkan emisi karbon yang sangat rendah, panas bumi juga bersifat sebagai sumber energi beban dasar (*base load energy*) yang stabil karena tidak bergantung pada kondisi cuaca dengan faktor kapasitas rata-rata mencapai 85 – 90% yang lebih tinggi dibandingkan energi terbarukan lain seperti surya atau angin. Selain itu, PLTP panas bumi hanya membutuhkan lahan yang relatif kecil dan menerapkan sistem reinjeksi fluida untuk menjaga keberlanjutan reservoirnya. Indonesia memiliki potensi panas bumi terbesar kedua di dunia, yaitu sekitar 40% dari cadangan global dengan kapasitas terpasang 2.384 MW pada awal 2024 dan ditargetkan meningkat hingga 9.300 MW pada tahun 2035 (ESDM, 2024).

Salah satu prospek pengembangan panas bumi di Indonesia terdapat di Cisolok – Cisukarame, Sukabumi, Jawa Barat, dengan potensi reservoir suhu sedang yaitu 185–212°C dengan kapasitas energi sebesar 45 MW. Potensi energi tersebut

apabila dimanfaatkan melalui teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) berbasis *binary cycle power plant*, maka potensi tersebut dapat diubah menjadi energi listrik dengan efisiensi tinggi meskipun hanya memiliki suhu yang menengah. Selain menyediakan energi bersih, pemanfaatan ini juga berpotensi mengurangi emisi karbon hingga ±268.920 ton per tahun. Hal ini tentunya akan menjadi kontribusi nyata dalam upaya mitigasi perubahan iklim sekaligus mempercepat transisi energi hijau menuju pencapaian SDGs 2030.



Gambar 1. Model Konseptual Panas Bumi Cisolok-Cisukarame

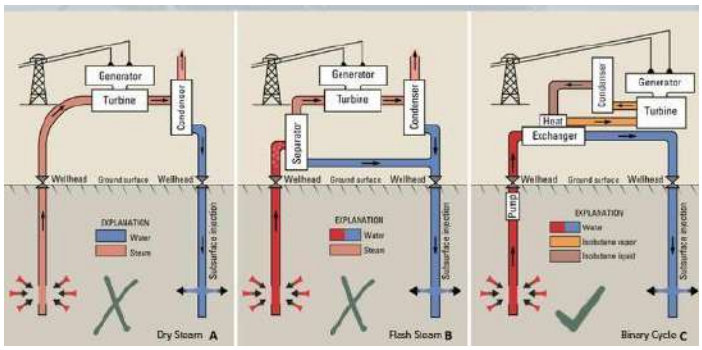
(Sumber: Kementrian ESDM)

Sistem hidrotermal di daerah ini ditunjukkan oleh berbagai manifestasi permukaan yang melimpah, seperti mata air panas, kolam lumpur panas, endapan sinter silika, dan travertin. Di Cisolok ditemukan geyser yang menyembur secara periodik dengan ketinggian hingga ±3 meter, suhu sekitar 90 – 92°C, serta pH air yang bersifat basa. Sedangkan, di Cisukarame ditemukan mata air panas dan kolam lumpur panas dengan suhu lebih tinggi, yaitu 98 – 99,1°C dan pH yang juga netral hingga basa (Alamsyah et al., 2017). Keberadaan manifestasi permukaan ini menandakan sistem hidrotermal yang masih aktif yang didominasi oleh fluida cair (*liquid-dominated system*). Sistem panas bumi di Cisolok berasosiasi dengan granodiorit yang telah mengalami pendinginan, sedangkan di Cisukarame berkaitan dengan lava muda dari Gunung Halimun yang masih aktif secara geotermal (Firdaus et al., 2021).

Analisis geokimia menunjukkan adanya perbedaan tipe fluida panas bumi antara kedua lokasi. Fluida di Cisolok dikategorikan sebagai tipe klorida sulfat bikarbonat yang terbentuk akibat pengaruh kondensasi aktivitas magmatik. Sedangkan, fluida di Cisukarame termasuk tipe klorida bikarbonat yang mencerminkan adanya pergerakan lateral fluida dari reservoir dalam. Interpretasi data geotermometer silika dan Na-K mengindikasikan bahwa estimasi suhu reservoir di Cisolok berkisar antara 139 – 167°C, sedangkan di Cisukarame lebih tinggi, yakni

antara 178 – 196°C. Berdasarkan interpretasi tersebut, sistem panas bumi di Cisolok masih tergolong *immature* karena belum mencapai kesetimbangan geokimia, sedangkan sistem di Cisukarame sudah mencapai kondisi *partially equilibrated* yang mencerminkan sistem yang lebih matang dan stabil (Hutabarat & Gentana, 2021).

Potensi listrik di wilayah ini diperkirakan mencapai 5 – 15 MW di Cisolok dan 15 – 30 MW di Cisukarame, sehingga keduanya layak dikembangkan sebagai energi terbarukan berskala kecil – menengah. Dalam pemanfaatannya, karena suhu reservoirnya masih berada di bawah 200 °C dan tergolong sedang, teknologi *Binary Cycle Power Plant* (BCPP) akan lebih sesuai dibandingkan dengan teknologi *dry steam* atau *flash steam* yang memerlukan suhu lebih dari 225 °C. BCPP bekerja optimal pada 90–175 °C, bersifat sistem tertutup tanpa emisi, minim scaling dan korosi, serta efisien secara operasional. BCPP dirancang bekerja optimal pada kisaran 90 – 175 °C dengan sistem tertutup tanpa emisi langsung, risiko *scaling* dan korosi yang rendah, serta efisiensi operasional yang tinggi.



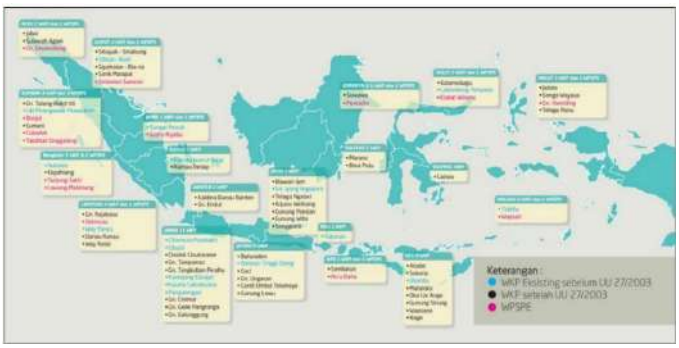
Gambar 2. *Geothermal Power-plant*

(Sumber: Andrea Koerdt, 2024)

Berdasarkan asumsi potensi lapangan sebesar 45 MW (Ditjen EBTKE, 2021) dengan faktor kapasitas 90% untuk sistem *binary cycle* (ESDM & Danish Energy Agency, 2024) atau sekitar 8.000 jam/tahun, maka estimasi produksi listrik mencapai 360.000 MWh/tahun. Dengan asumsi emisi PLTP sebesar 0,057 ton CO_2/MWh berdasarkan rata-rata konservatif data aktual PLTP Ulubelu, Kamojang, dan Wayang Windu, total emisi tahunannya 20.520 ton CO_2, jauh lebih rendah dibandingkan dengan emisi pembangkit batubara berjumlah sama dengan intensitas emisi 0,804 ton CO_2/MWh (*Climate Transparency Report, 2020*), menghasilkan 289.440 ton CO_2/tahun. Dengan demikian, potensi pengurangan emisi mencapai ±268.920 ton CO_2/tahun, setara dengan emisi lebih dari 58.000 mobil fosil per tahun (US EPA

2023). Kontribusi ini meningkatkan porsi panas bumi dalam bauran energi nasional sekitar 6% dari 23% sekaligus membuka peluang pemanfaatan reservoir suhu sedang.

Pengembangan PLTP *binary cycle* Cisolok – Cisukarame sangat mendukung pencapaian SDGs 7, 9, dan 13. Teknologi ini memungkinkan pemanfaatan panas bumi bersuhu sedang yang sebelumnya tidak ekonomis, sehingga dapat memperluas wilayah potensial, menyediakan listrik hijau yang stabil, meningkatkan ketahanan energi, serta pemerataan akses energi bersih (SDG 7). Dari sisi iklim, PLTP ini menekan emisi sektor energi secara signifikan, memperkuat target dekarbonisasi nasional, dan mendukung komitmen Indonesia terhadap agenda iklim global (SDG 13). Selain itu, penerapan teknologi *binary cycle* akan mendorong inovasi, penguatan infrastruktur ketenagalistrikan, serta peluang industri energi terbarukan baru. Penerapan teknologi *binary cycle* juga akan mendukung SDG 9 yang berkaitan dengan Industri, Inovasi, dan Infrastruktur dengan menghadirkan teknologi modern yang efisien untuk mengelola panas bumi bersuhu sedang hingga rendah.



Gambar 3. Peta Wilayah Kerja Panas Bumi menurut WSPE dan UU No. 27 Tahun 2003 (Sumber: RUEN 2020)

Berdasarkan peta WKP (Wilayah Kerja Panas Bumi), wilayah sebelum terbitnya UU No. 27 Tahun 2003 berstatus sebagai WKP aktif kini dikategorikan sebagai wilayah potensial, sementara sebagian lainnya masih dalam tahap survei WPSPE. Melalui inovasi ini, memungkinkan WKP potensial tersebut memiliki peluang besar untuk ditingkatkan menjadi WKP aktif, sehingga kapasitas panas bumi nasional dapat meningkat secara signifikan. Penerapan teknologi *binary cycle* tidak hanya memperkuat infrastruktur ketenagalistrikan, tetapi juga mendorong lahirnya

industri energi terbarukan baru serta meningkatkan daya saing Indonesia dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan.

Dengan perkembangan tersebut, peluang pengembangan panas bumi tidak hanya berhenti pada aspek teknis dan regulasi, tetapi juga menuntut adanya kontribusi dari berbagai elemen bangsa, termasuk generasi muda. Peningkatan status WKP potensial menjadi WKP aktif melalui penerapan inovasi seperti *binary cycle* akan membutuhkan dukungan riset, sumber daya manusia terampil, serta advokasi kebijakan yang konsisten. Dalam bidang inovasi dan riset, mahasiswa dapat mengembangkan gagasan serta kajian untuk meningkatkan efisiensi teknologi pemanfaatan panas bumi, termasuk penerapan *binary cycle power plant* yang sesuai untuk reservoir bersuhu sedang. Dari sisi advokasi dan kebijakan, mahasiswa dapat menyuarakan urgensi transisi energi bersih melalui forum publik, akademik, maupun organisasi kemahasiswaan guna mendorong lahirnya regulasi yang pro terhadap lingkungan. Mahasiswa juga berperan dalam edukasi dan sosialisasi untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap manfaat energi terbarukan. Dengan keterlibatan aktif di berbagai lini, mahasiswa dapat menjadi agen perubahan dalam percepatan transisi energi hijau dan pencapaian target SDGs 2030.

Dengan demikian, pemanfaatan energi panas bumi di Cisolok – Cisukarame tidak hanya menghadirkan solusi teknis dalam penyediaan energi bersih, tetapi juga menjadi langkah strategis bagi Indonesia dalam mempercepat transisi menuju *Net Zero Emissions* serta mendukung pencapaian SDG 7, 9, dan 13. Potensi reservoir bersuhu menengah dengan kapasitas daya sekitar 45 MW berpotensi dioptimalkan melalui PLTP *binary cycle* yang mampu menghasilkan listrik tanpa emisi langsung dan menekan karbon hingga ratusan ribu ton per tahun dibandingkan batubara. Hal ini menunjukkan bahwa energi panas bumi tidak sekadar menjadi alternatif, melainkan solusi strategis untuk memperkuat kemandirian energi nasional sekaligus mempercepat pencapaian target Net Zero Emissions. Oleh karena itu, sinergi antara pengembangan teknologi, dukungan kebijakan pemerintah, partisipasi masyarakat, serta peran strategis mahasiswa akan membentuk ekosistem yang solid untuk mewujudkan transisi energi hijau. Langkah konkret di Cisolok – Cisukarame ini dapat menjadi contoh inspiratif bagaimana potensi lokal mampu memberikan kontribusi nyata bagi pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) dan masa depan energi yang lebih bersih, mandiri, dan ramah lingkungan.

Daftar Pustaka

Adi, A. C. (2024). *Pemerintah Kejar Target Tingkatkan Bauran EBT*. ESDM. https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/pemerintah-kejartingkatkan-bauran-ebt

Eksplorasi Panas Bumi Prospek Cisolok-Cisukarame, Quick Wins Genjot Target EBT. (2020). ESDM. https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsipberita/eksplorasi-panas-bumi-prospek-cisolok-cisukarame-quick-winsgenjot-target-ebt

Nugroho Agung Pambudi, & Desita Kamila Ulfa. (2024). The geothermal energy landscape in Indonesia: A comprehensive 2023 update on power generation, policies, risks, phase and the role of education. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, *189*, 114008–114008. https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.114008

Masriat, R., Haryanto, A. D., Hutabarat, J., & Gentana, D. (2021). Karakteristik Air Panas dan Estimasi Temperatur Reservoar Daerah Cisolok-Cisukarame, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat. *Geoscience Journal*, *5*(1), 40-48.

Pengeboran Eksplorasi PLTP Prospek Cisolok-Cisukarame Telah Sesuai Syarat, Perizinan, Aspek Teknis, dan K3LL Pengusahaan Panas Bumi. (2020). ESDM. https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/pengeboraneksplorasi-pltp-prospek-cisolok-cisukarame-telah-sesuai-syarat-perizinanaspek-teknis-dan-k3ll-pengusahaan-panas-bumi

Sumartha, A. G. A., Kurniawan, I., Wiradinata, R., Nandaliarasyad, N., Sutopo,

Pratama, H. B., & Prabata, T. W. (2020). Updating the Conceptual Model of Cisolok-Cisukarame Geothermal field, West Java, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *417*(1), 012025.

Tika Maidasari, Lukman Yudho Prakoso, & Sri Murtiana. (2023). Renewable

Energy As A Green Economy Stimulus In Indonesia. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, *4*(3), 183–191. https://doi.org/10.14710/jebt.2023.18496

Wisriansyah, S. Z., Purba, D., & Napitu, A. (2020). Keunggulan, Tantangan, dan Rekomendasi Kebijakan akan Pengembangan Energi Panas Bumi di Indonesia. *Jurnal Nasional Pengelolaan Energi MigasZoom*, *2*(2), 31–46.

https://doi.org/10.37525/mz/2020-2/263.

MIKRO-FILTRASI MIKROBA: INOVASI FILTER AIR BERBASIS COCOS NUCIFERA L. SEBAGAI ADSORBEN YANG BERKELANJUTAN

Oleh : Rykha Puspita, Annisa Rahmi Rosfiana

Permasalahan kesehatan di Indonesia masih menjadi isu yang belum dapat diatasi dengan baik. Krisis air bersih menjadi pemicu utama masalah kesehatan seperti diare, yang disebabkan oleh bakteri *Escherichia Coli*. *Escherichia Coli* merupakan jenis bakteri coliform yang terdapat pada air, karena disebabkan pencemaran atau kontaminasi yang mengakibatkan penyakit diare (Sugiah Sugiah et al., 2024). Menurut data Kementerian Kesehatan, diare dapat ditularkan melalui air tercemar dan masih menjadi penyebab utama kematian pada balita di Indonesia. Berdasarkan data WHO sekitar 1,8 juta kematian setiap tahun disebabkan oleh penyakit diare, yang sebagian besar disebabkan oleh konsumsi air yang terkontaminasi mikroorganisme pathogen yaitu *Escherichia Coli* (Desiana et al., 2024). Pada tahun 2022 kasus diare di Indonesia mencapai 7.421.196 kasus pada usia anak dan dewasa, serta 3.684.954 kasus balita. Sedangkan, capaian kasus diare yang dilayani pada usia anak dan dewasa adalah 2.604.522 kasus dengan presentase 35,1% dan pada balita yaitu 974.268 kasus dengan presentase 26,4%. Di Kalimantan Timur pada tahun 2022, sebanyak 101.320 kasus diare pada anak, dewasa, termasuk 50.903 balita, dengan capaian kasus diare yang dilayani sebanyak 37.843 kasus (37,3 %) untuk semua umur dan 12.876 kasus (25,3 %) untuk balita (Desiana et al., 2024). Beberapa kajian menyebutkan bahwa faktor utama yang mempengaruhi terjadinya diare adalah kesehatan lingkungan, termasuk penggunaan sarana air bersih, perilaku hidup bersih, serta yang paling dominan adalah sumber air minum yang dikonsumsi (Rosyada Amrina, Dini Arista Putri, 2018). Sehingga perlu diperhatikan kriteria air yang dapat dikonsumsi sesuai peraturan menteri kesehatan.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 Tahun 2017, air minum yang sehat harus memenuhi persyaratan yaitu tidak berwarna, tawar, memiliki pH netral, serta tidak mengandung zat beracun dan bakteri patogen seperti *Escherichia coli* (Lestari.kompas.com, 2024). Ketersediaan air bersih secara langsung mempengaruhi kesehatan masyarakat. Sedangkan berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2022, persentase akses air minum perpipaan di Indonesia baru mencapai 62,9%, yang berarti sekitar 37,1% penduduk Indonesia belum memiliki

akses tersebut (R Widiastutie, 2024). Selain itu, ada sepuluh provinsi dengan akses air minum layak terendah di Indonesia yaitu Papua 66,49 %, Bengkulu 73,08 %, Kalimantan Selatan 76,29 %, Kalimantan Tengah 77,72 %, Sulawesi Barat 79,86 %, Jambi 80,02 %, Papua Barat 81,57 %, Kepulauan Bangka Belitung 81,64 %, Kalimantan Barat 82,08 % dan Lampung 82,78 % (Pristiandaru, 2024). Data ini diperkuat oleh hasil Studi Kualitas Air Minum Rumah Tangga (SKAMRT) oleh Kementerian Kesehatan pada tahun 2020, yang menunjukkan bahwa tujuh dari sepuluh rumah tangga di Indonesia mengonsumsi air minum yang terkontaminasi bakteri *Escherichia coli*. Hal ini tidak sesuai dengan tujuan SDGs 3 yaitu *Good Health and Well Being* untuk memastikan kehidupan yang sehat pada semua kalangan usia. Dalam mencapai tujuan SDGs 3, perlu dilakukan inovasi dan solusi untuk menangani krisis air bersih tersebut. Salah satu inovasi yang sudah dilakukan yaitu menciptakan alat filtrasi air.

Banyak teknologi filtrasi canggih yang sudah tersedia, seperti sistem penjernih air otomatis dengan filtrasi berulang dan monitoring kekeruhan berbasis IOT, namun sulit diakses masyarakat di wilayah terpencil akibat kesenjangan digital dan ekonomi. Alat ini dirancang untuk menjernihkan air keruh agar aman digunakan dan dikonsumsi, setelah melalui proses filtrasi serta pengujian parameter kelayakan air (Zaenurrohman et al., 2023). Akan tetapi, tidak semua masyarakat memiliki kemampuan mengakses teknologi filtrasi air berbasis IOT. Laporan *World Economic Forum* 2023 menyatakan bahwa salah satu masalah besar perekonomian global adalah tingkat kesenjangan digital yang terus meningkat, termasuk di Indonesia (Indrawati et al., 2024). Hal ini akan menjadi tantangan bagi akselerasi ekonomi dan pemerataan di berbagai bidang. Semakin besar kesenjangan digital, semakin rendah akses masyarakat untuk terlibat dalam ekosistem digital. Sementara itu, masalah krisis air bersih hampir terjadi di seluruh wilayah Indonesia. Oleh karena itu, inovasi filter air berbahan dasar tempurung kelapa menawarkan solusi yang signifikan dalam mengatasi keterbatasan metode filtrasi yang canggih, terutama untuk menghilangkan mikroba. Dengan memanfaatkan karbon aktif yang terbentuk pada arang tempurung kelapa, filter ini mampu menjerat polutan mikroskopis bakteri *E. coli*, logam berat, dan senyawa organik, yang umumnya tidak dapat disaring oleh filter biasa. Selain efektivitasnya, inovasi ini juga menonjol dari aspek keberlanjutan dan efisiensi biaya. Pemanfaatan bahan baku alami yang melimpah menjadikan filter ini lebih ramah lingkungan dan ekonomis dibandingkan teknologi canggih seperti sistem penjernih air otomatis dengan filtrasi berulang dan monitoring kekeruhan berbasis IOT yang membutuhkan koneksi internet cukup besar. Dengan demikian, solusi ini menjadi

alternatif yang praktis, hemat, dan mudah diakses, khususnya bagi masyarakat di daerah terpencil. Selain itu, inovasi ini juga dapat mengurangi limbah hasil produktivitas dari perkebunan kelapa serta mendukung pencapaian tujuan SDGs 6 yaitu penyediaan air bersih dan sanitasi layak.

Pemilihan arang tempurung kelapa diinovasikan sebagai media filtrasi karena didasarkan pada kemampuannya menghasilkan karbon aktif melalui proses pembakaran untuk menjadi arang. Pada umumnya, karbon aktif memiliki luas permukaan yang besar yaitu sekitar 500-1500 m^2/gram sehingga efektif dalam menangkap partikel-partikel dengan ukuran 0.01-0.0000001 mm. Dengan demikian, karbon aktif bersifat sangat reaktif dan mudah menyerap polutan (Wulandari, 2019). Karbon aktif yang terdapat pada tempurung kelapa memiliki pori-pori mikro tinggi, pori-pori makro rendah, kekerasan tinggi, kadar abu 5%, *soluble ash dust* tinggi, debu rendah, reaktivitas baik, rapat jenis 0,48 g/cc, serta bilangan iodin 1100 (Mulya et al., 2019). Arang aktif yang dihasilkan dari tempurung kelapa juga memiliki nilai adsorpsi yang tinggi dibandingkan dengan arang aktif yang dihasilkan dari arang serbuk gergaji dan arang bakau (Masthura & Putra, 2018). Perbedaan ini dipengaruhi oleh suhu dan waktu aktivasi yang mempengaruhi struktur, ukuran pori, dan luas permukaan karbon (Sangadjisowohy et al., 2025). Selain itu, ukuran adsorben juga menentukan luas bidang kontak, yang pada akhirnya berpengaruh terhadap kemampuan penyerapan logam. Oleh karena itu, karbon aktif dari arang tempurung kelapa dinilai memiliki kemampuan adsorpsi yang lebih baik dibandingkan bahan lainnya.

Karbon aktif pada arang tempurung kelapa memiliki kemampuan untuk menyerap warna, zat-zat pengotor serta dapat mengurangi rasa dan bau pada air. Hal ini dibuktikan dengan percobaan yang telah dilakukan Arnesya Ramadhani, 2023, bahwa arang tempurung kelapa yang digunakan sebagai media filtrasi dapat mengubah air yang berwarna coklat keruh menjadi bening (Ramadhani et al., 2023). Kajian lain yang dilakukan oleh Idayani Sangadjisowohy, 2025., juga menunjukkan bahwa arang tempurung kelapa efektif dalam menurunkan kadar nikel, bakteri *E. coli* dan kekeruhan pada air sumur gali di Desa Lelilef, Kabupaten Halmahera Tengah, yang terkontaminasi oleh aktivitas penambangan. Sebagaimana diketahui, keberadaan bakteri *E. coli* dalam air sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. Oleh karena itu, penggunaan filter air berbasis arang tempurung kelapa dapat mengurangi risiko terpapar bakteri tersebut. Arang tempurung kelapa juga dapat menjadi solusi yang efektif dalam mengatasi pencemaran air oleh logam berat seperti Nikel. Dalam

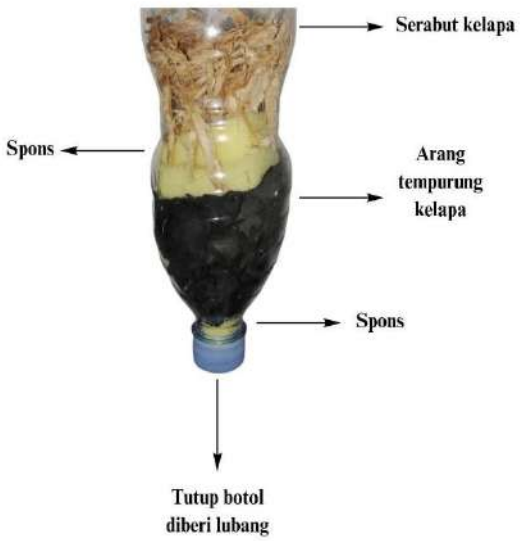
kajian yang dilakukan Idayani Sangadjisowohy, 2025., arang tempurung kelapa dapat menyerap ion Cl- penyebab tingginya kadar Nikel, sehingga sampel air dengan persentase sekitar 98,6% mengalami penurunan kadar nikel, 64,3% mengalami penurunan *E. coli,* dan seluruh sampel memenuhi standar kekeruhan setelah proses filtrasi (Sangadjisowohy et al., 2025). Dengan demikian, arang tempurung kelapa ini efektif digunakan sebagai media filtrasi air.

Pada proses filtrasi, air yang disaring oleh arang tempurung kelapa memerlukan media tambahan seperti serabut kelapa dan spons untuk meningkatkan efektivitas penyaringan. Media-media ini ditempatkan dalam botol yang berfungsi sebagai wadah filtrasi. Serabut kelapa ditempatkan pada lapisan paling atas sebagai pra-filter, yang berfungsi menyaring kotoran kasar seperti endapan lumpur berukuran besar sehingga air yang masuk ke lapisan berikutnya relatif lebih bersih dan meminimalisasi partikel besar (Pratama et al., 2016). Di bawah serabut kelapa diletakkan lapisan spons yang memiliki pori-pori lebih kecil dari serabut kelapa, tujuannya untuk menyaring partikel yang lolos dari saringan serabut kelapa dan mengontrol laju air yang turun agar tidak terlalu cepat melewati lapisan arang di bawahnya. Selanjutnya adalah lapisan arang tempurung kelapa sebagai filter kimiawi yang menarik dan menahan molekul-molekul kontaminan seperti nikel, Fe, Mn, bakteri *E. coli,* klorin, pestisida, dan senyawa organik. Kemudian spons ditempatkan kembali pada lapisan paling bawah untuk menahan butiran arang tempurung kelapa supaya tidak ikut keluar bersama air yang sudah disaring.

Penggunaan arang tempurung kelapa sebagai bahan dasar sistem filtrasi air dinilai sangat ekonomis dan dapat membantu masyarakat Indonesia yang tinggal di daerah pesisir dengan memanfaatkan bahan-bahan alam. Berdasarkan hasil pengujian "Analisis Perbandingan Kemampuan Karbon Aktif Sekam Padi dan Karbon Aktif Batok Kelapa dalam Alat Filtrasi Air" dalam Jurnal Teknologi dan Riset Terapan, hasil filtrasi air menggunakan arang tempurung kelapa dikategorikan dalam zona aman, di tandai dengan nilai TDS <1000 mg/L atau DHL <1000 uS/cm (Gunawan et al., 2025). Berdasarkan hasil analisis penulis sebelum mengalami filtrasi, air memiliki rasa metalik dan kapur. Namun setelah proses filtrasi, rasa tersebut menghilang. Hal ini menunjukkan bahwa arang aktif mampu menjadi absorben untuk menyerap zat-zat padat yang terkandung pada air tersebut

(As'urin & Amrullah, 2023). Meskipun demikian, penggunaan arang tempurung kelapa tidak memberikan pengaruh nyata terhadap bau air. Bau pada air timbul karena adanya kontaminasi yang bersifat alami maupun antropogenik. Kontaminasi dapat berasal dari berbagai sumber seperti adanya zat organik yang masuk melalui serapan air sumur (Setioningrum et al., 2020). Selain itu, senyawa mikroskopis seperti fenol yang dapat menimbulkan bau pada air (Candra, 2018). Dengan demikian, meskipun air telah melalui proses filtrasi menggunakan arang tempurung kelapa, air tetap perlu direbus sebelum dikonsumsi. Hal ini bertujuan untuk memastikan kuman dan bakteri benar-benar mati serta mencegah timbulnya bau.

Karbon aktif yang dihasilkan oleh arang tempurung kelapa memiliki poripori mikro yang tinggi, sehingga dapat menyerap berbagai polutan secara efisien. Selain itu, arang ini juga memiliki permukaan yang baik dan daya adsorpsi yang lebih tinggi dibandingkan arang dari bahan lainnya. Secara keseluruhan, arang tempurung kelapa adalah solusi yang efektif dan dapat diandalkan untuk mengatasi berbagai masalah kualitas air, mulai dari kejernihan hingga menurunkan kontaminasi kimia dan biologis pada air. Meskipun demikian, air perlu dimasak terlebih dahulu untuk memastikan semua bakteri dan kuman mati sepenuhnya agar aman untuk dikonsumsi.



Daftar Pustaka

As'urin, B., & Amrullah, S. (2023). Analisis Kualitas Air Hasil Filtrasi Pengolahan Air Sekal Rumahan Berdasarkan Variasi Jumlah Arang Aktif Tempurung Kelapa (Cocos nucifera) Water characterization from filtration results of home-scale water treatment installations based on variations in th. *Food and Agro-Industry Journal*, *4*(2), 1–8. https://doi.org/10.36761/fagi.v4i2.3535

Candra, A. (2018). Sistem Pengolahan Dan Analisis Kualitas Air Minum Secara Fisika Dan Kimia Di Pdam Tirtamarta Yogyakarta Berdasarkan Permenkes. *Jurnal BAPPEDA*, *4*(3), 174–181. https://ojs.selodangmayang.com/index.php/bappeda/article/view/106

Desiana, Rusdi, & Rachman, A. (2024). Uji Bakteri Escherichia Coli pada Sumber Air Bersih Sumur Gali di Wilayah Kerja Puskesmas Suatang Baru. *Journal Sport, Science, Health and Tourism of Mandalika (Jontak)*, *5*(2), 6–13.

Gunawan, L. Van, Farhan, A., Rohmat, A., Pujo Leksonowati, N. F., & Purba, A. S. (2025). Analisa Perbandingan Kemampuan Karbon Aktif Sekam Padi Dan Karbon Aktif Batok Kelapa Dalam Alat Filtrasi Air. *Jurnal Teknologi Dan Riset Terapan (JATRA)*, *7*(1), 52–56. https://doi.org/10.30871/jatra.v7i1.9327

Indrawati, R. S., Roza, A. M. R., Reiginayosi, M., Wibowo, E. S. I., & Syifa, A. N. (2024). Kesenjangan Digital dan Akses Internet di Kabupaten Katingan: Studi Kasus pada Masyarakat Pedesaan. *Jurnal Kaganga: Jurnal Ilmiah Sosial Dan Humaniora*, *8*(1), 65–73. https://doi.org/10.33369/jkaganga.8.1.65-73

Lestari.kompas.com. (2024). *Pelestarian Sumber Air Jadi Kunci Hadirkan Air Bersih dan Sanitasi Layak bagi Masyarakat*. Kompas.Com. https://lestari.kompas.com/read/2024/08/22/121359586/pelestarian-sumberair-jadi-kunci-hadirkan-air-bersih-dan-sanitasi-layak?page=all

Masthura, M., & Putra, Z. (2018). Karakterisasi Mikrostruktur Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Kayu Bakau. *Elkawnie*, *4*(1), 45–54. https://doi.org/10.22373/ekw.v4i1.3076

Mulya, W., Maslina, M., & Yuliana, L. (2019). Sosialisasi dan Pelatihan Pembuatan Alat Penyaring Air dengan Media Karbon Aktif Peruntukan Rumah Tangga. *Abdimas Universal*, *1*(2), 50–55. https://doi.org/10.36277/abdimasuniversal.v1i2.43

Pratama, I. M. R., Sulhadi, & Aji, M. P. (2016). Pemanfaatan Serabut Cocos Nucifera Sebagai Filter Air Limbah Pewarna tekstil. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXX HFI Jateng & DIY, Salatiga.*, 153–154.

Pristiandaru, D. L. (2024). 10 Provinsi dengan Akses Air Minum Layak Terendah,

Papua Paling Buncit. *Kompas.Com*. https://lestari.kompas.com/read/2024/02/16/170000386/10-provinsi-denganakses-air-minum-layak-terendah-papua-paling-buncit

R Widiastutie. (2024). Dampak Krisis Air Bersih Terhadap Kesehatan Dan Strategi Dalam Mengatasi Permasalahan Di Perkampungan Ciwantani RW 17. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Dan Manajemen*, *2*(2), 114–120.

Ramadhani, A., Studi, P., Kimia, T., Nahdlatul, U., Al, U., Suwarto, S., Nahdlatul, U., Al, U., Azzizzah, F. A., Nahdlatul, U., Al, U., Listanto, V., Nahdlatul, U., Al, U., Nafa, K., Nahdlatul, U., & Al, U. (2023). *1.+Abdi+Teknoyasa+Vol_4_No_1_Juli_2023+-+Pengolahan+Air+Sumur+Di+Desa+Karangrena+Cilacap+Menggunakan+Media+Filtrasi+Dari+Arang+Tempurung+Kelapa*. *4*(1), 152–156.

Rosyada Amrina, Dini Arista Putri, N. A. F. (2018). Investigasi Kasus Diare Pada Balita di Kota Palembang Tahun 2015-2016 Dengan Pendekatan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*, *12*(2), 90–96.

Sangadjisowohy, I., Tomia, S., Jasman, J., & Duka, R. S. (2025). Efektifitas Arang Batok Kelapa dalam Menurunkan Kadar Nikel, E Coli, dan Kekeruhan pada Air Sumur Gali. *Jurnal Sehat Mandiri*, *20*(1), 1–10. https://doi.org/10.33761/jsm.v20i1.1752

Setioningrum, R. N. K., Sulistyorini, L., & Rahayu, W. I. (2020). Gambaran Kualitas Air Bersih Kawasan Domestik di Jawa Timur pada Tahun 2019. *Ikesma*, *16*(2), 87. https://doi.org/10.19184/ikesma.v16i2.19045

Sugiah Sugiah, Gina Nafsa Mutmaina, Mamay Mamay, Lia Ma'artiningsih, Astari Nurisani, Muhammad Hadi Sulhan, & Meti Rizki Utari. (2024). Edukasi Kualitas Air Bersih Bebas Kontaminasi Bakteri Coliform pada Masyarakat Jungsereh Garut. *Jurnal Pengabdian Bidang Kesehatan*, *2*(2), 98–104. https://doi.org/10.57214/jpbidkes.v2i2.82

Wulandari, L. K. (2019). Efektivitas Arang Batok Kelapa Sebagai Material Filter Dalam Penjernihan Air Limbah Blackwater. In *Dream Litera Buana*. CV. Dream Litera Buana. www.dreamlitera.com

Zaenurrohman, Z., Susanti, H., Hazrina, F., & Rahmat, S. (2023). Sistem Penjernih Air Otomatis Dengan Filtrasi Berulang Dan Monitoring Kekeruhan Berbasis Iot. *Infotronik : Jurnal Teknologi Informasi Dan Elektronika*, *8*(1), 1. https://doi.org/10.32897/infotronik.2023.8.1.2725

BLUE BREATH: PERAN MAHASISWA MELUNCURKAN INOVASI CAT *PHOTO*CAT*ALYTIC* UNTUK UDARA BERSIH PERKOTAAN MENUJU SDGS 2030

Oleh: Sahitya Utami Nur Raidah, Novia Dewi Safitri, Nabila Rustanti Nur Afifah

Kualitas udara di perkotaan Indonesia terus menurun akibat peningkatan aktivitas industri, kendaraan bermotor, dan pembangunan yang kurang terkendali. Pada tahun 2024, Indonesia menduduki peringkat ke-15 dunia dalam konsentrasi PM2.5 rata-rata sebesar 35,5 mikrogram per meter kubik, jauh melampaui batas aman WHO yakni 5 mikrogram per meter kubik (IQAir, 2025). Jakarta tercatat memiliki kadar PM2.5 tertinggi, mencapai 9,1 kali lipat dari standar WHO, terutama akibat emisi kendaraan dan industri (UGM, 2024). Polusi ini secara signifikan meningkatkan risiko gangguan pernapasan dan penyakit kardiovaskular, terutama di daerah padat lalu lintas seperti sekitar PLTU Teluk Sepang (Andalas, 2024). Situasi diperburuk oleh perubahan iklim yang membuat tahun 2024 menjadi tahun terpanas sejak 1981 dengan kenaikan suhu rata-rata 0,8°C, yang turut meningkatkan emisi gas rumah kaca seperti karbon dioksida dan metana (BMKG, 2024). Menjelang 2025, wilayah Banten dan Jakarta masih mencatat kualitas udara sedang dengan nilai ISPU antara 95 hingga 98, yang berisiko bagi kelompok rentan seperti anak-anak dan lansia (Katadata, 2025).

Kondisi serupa terjadi di Yogyakarta, TPA Piyungan, tempat pembuangan sampah utama bagi Kota Yogyakarta, Sleman, dan Bantul, mengalami kelebihan kapasitas sehingga beberapa kali ditutup sementara. Setiap hari, area perkotaan Yogyakarta menghasilkan ribuan ton sampah, sekitar 60% di antaranya sampah organik, dan pembakaran sampah serta meningkatnya lalu lintas kendaraan bermotor memperburuk kualitas udara, terutama saat musim kemarau (Dinas Lingkungan Hidup DIY, 2023). Indonesia sebagai paru-paru dunia memiliki hutan tropis luas yang menyerap karbon dan menghasilkan oksigen esensial. Namun, deforestasi dan kebakaran hutan menyebabkan pelepasan polutan seperti karbon monoksida dan partikulat halus, memperparah pemanasan global. Upaya konvensional seperti penghijauan dan pengaturan lalu lintas belum mampu mengatasi penurunan kualitas udara secara signifikan

Diperlukan teknologi inovatif yang efektif dan ramah lingkungan seperti cat *photo*cat*alytic* berbahan titanium dioksida yang mampu menguraikan polutan

berbahaya menjadi zat tidak berbahaya melalui reaksi fotokatalisis di bawah sinar matahari, sehingga mendukung peningkatan kualitas udara secara berkelanjutan. Peran mahasiswa sangat penting dalam memastikan inovasi ini tidak hanya berhenti di laboratorium, melainkan diterapkan melalui riset terapan, edukasi publik, kolaborasi dengan pemerintah, dan proyek percontohan.

Esai ini mengangkat program *BLUE BREATH* sebagai strategi memberdayakan mahasiswa dalam menghadirkan udara bersih perkotaan melalui inovasi cat *photo*cat*alytic*. Inovasi ini sejalan dengan target *Sustainable Development Goals* (SDGs) 2030, khususnya dalam memperbaiki kualitas udara bersih (SDG 3), menciptakan kota berkelanjutan (SDG 11), dan pelestarian lingkungan (SDG 13). Dengan demikian, esai ini menegaskan peran strategis mahasiswa sebagai agen perubahan yang aktif mendukung pembangunan berkelanjutan dan pencapaian udara bersih demi kualitas hidup masyarakat perkotaan yang lebih sehat dan berkelanjutan.

Isi

Polusi udara merupakan isu yang sangat penting di kota-kota besar, termasuk di Yogyakarta yang disebabkan oleh kendaraan bermotor, aktivitas industri, limbah, dan urbanisasi. Menurut data dari Napas *Air Quality* (2024), seringkali kualitas udara di Yogyakarta berada di kategori "tidak sehat" disebabkan tingginya kadar polutan seperti NOx, CO, dan SO_2, yang berkontribusi terhadap meningkatnya kasus Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA), terutama pada anakanak dan orang tua. Hal ini juga didukung oleh kajian yang dilakukan oleh (Hasanah et al., (2024) yang mengungkapkan bahwa konsentrasi SO_2 dan NO_2 di Yogyakarta sangat tinggi akibat tingkat kepadatan lalu lintas yang tinggi.

Di sinilah inovasi seperti cat *photo*cat*alytic* dapat menjadi bagian dari solusi.. Cat ini mengandung partikel titanium dioksida (TiO_2) yang melalui proses fotokatalisis dapat memecah polutan berbahaya seperti NOx dan VOCs menjadi senyawa lebih aman. Menurut Russell et al. (2021) dan Salvadores et al. (2020), fotokatalisis terjadi saat TiO_2 menyerap energi cahaya, menghasilkan elektron dan hole yang bereaksi dengan oksigen dan molekul air di atmosfer, sehingga membantu membersihkan udara.

Dari reaksi ini terbentuk radikal hidroksil (OH) dan superoksida (O_2), yaitu zat yang sangat reaktif dan memiliki tingkat oksidasi tinggi. Radikal tersebut selanjutnya akan memecah polutan di udara, seperti Nox yang diubah menjadi senyawa nitrat, VOCs yang diuraikan menjadi karbondioksida dan air, serta

membunuh bakteri atau jamur yang terdapat pada permukaan. Oleh sebab itu, cat *photo*cat*alytic* bukan hanya berfungsi sebagai pelindung bangunan, namun penerapan pada fasad bangunan, halte, atau ruang publik, cat ini dapat berfungsi sebagai "pemurni udara pasif" yang bekerja secara berkelanjutan tanpa memerlukan energi listrik tambahan.

Kelebihan dari cat *photo*cat*alytic* menurut (Zouzelka et al., 2017) terletak pada kemampuannya untuk menurunkan konsentrasi polutan udara di sekitarnya. Beberapa analisis juga menunjukkan bahwa cat *photo*cat*alytic* dapat menurunkan kadar NOx secara lokal meski efektivitasnya dipengaruhi intensitas cahaya. Selain berfungsi sebagai pembersih udara, cat ini memiliki sifat *self-cleaning* karena proses fotokatalisis mampu menghancurkan kotoran organik sehingga dinding lebih tahan noda, mudah dibersihkan oleh air hujan, dan mengurangi biaya perawatan (Salvadores et al., 2020). Selain itu, cat ini hemat energi karena beroperasi pasif menggunakan cahaya alami tanpa listrik tambahan, sehingga efisien dan ramah lingkungan (Bari et al., 2024).

Meskipun harganya lebih mahal dibanding cat biasa, cat *photo*cat*alytic* memberikan manfaat jangka panjang melalui sifat *self-cleaning* yang mengurangi biaya pengecatan ulang dan perawatan fasad, sekaligus mampu menguraikan polusi udara sehingga mencegah penyakit pernapasan dan menurunkan biaya kesehatan masyarakat. Teknologi ini tidak hanya mendukung tercapainya SDGs 2030 dengan menciptakan kota yang lebih sehat dan ramah lingkungan, tetapi juga memiliki potensi sosial-ekonomi, seperti membuka peluang produksi oleh UMKM atau kerja sama industri lokal, sehingga memberikan nilai tambah ekonomi dan memperkuat kesejahteraan sosial.

Hadirnya cat *photo*cat*alytic* berkontribusi nyata dalam mendukung pencapaian beberapa tujuan dalam SDGs 2030 yang dicanangkan oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) untuk mengakhiri kemiskinan, melindungi bumi, dan memastikan kesejahteraan bagi semua orang. Pertama, inovasi cat *photo*cat*alytic* berkontribusi signifikan terhadap pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs) 2030. Inovasi cat *photo*cat*alytic* mendukung SDG 3 (*Good Health and Well-Being*) dengan menurunkan polusi udara penyebab ISPA dan asma.

Selain itu, cat ini mendukung SDG 11 (*Sustainable Cities and Communities*) karena bekerja pasif dengan cahaya alami tanpa memerlukan listrik tambahan, sehingga cocok diterapkan pada dinding bangunan, halte, dan fasilitas publik. Lebih

jauh, kontribusi terhadap SDG 13 (*Climate Action*) dapat terlihat dari efisiensi energi yang ditawarkan, karena cat ini hanya memanfaatkan cahaya untuk bekerja. Bari et al. (2024) menegaskan bahwa teknologi ini ramah lingkungan dan membantu menurunkan emisi karbon secara tidak langsung.

Implementasi cat *photo*cat*alytic* telah terbukti memberikan dampak positif di berbagai negara. Misalnya, evaluasi di Terowongan Umberto I (Roma) melaporkan pengurangan NOx terukur sekitar 20% setelah renovasi permukaan fotokatalitik (Guerrini, 2012), sedangkan Song et al. (2021) menegaskan hasil serupa melalui uji lapangan pada material konstruksi berskala nyata. Uji coba dan penerapan di Jepang (Osaka, Chiba, Chigasaki) serta Korea Selatan (Banpo Tunnel) juga menunjukkan hasil positif dengan pengurangan polutan di lingkungan semitertutup (IOM3, 2023).

Namun, di Indonesia hingga saat ini belum ditemukan bukti implementasi skala kota atau proyek publik besar yang secara eksplisit menggunakan cat *photo*cat*alytic* untuk penurunan polutan udara. Sebagian besar aktivitas yang ada masih berupa kajian di laboratorium atau pengembangan produk komersial tanpa publikasi dampak kualitas udara secara terbuka. Kondisi ini justru membuka peluang bagi lahirnya gerakan inovatif seperti *BLUE BREATH*, sebuah inisiatif yang digagas penulis untuk "membirukan pernapasan kota" dengan memanfaatkan cat *photo*cat*alytic* pada fasilitas publik maupun area kampus.

Dengan demikian, penulis mengusung sebuah gerakan *BLUE BREATH* yang dapat menjadi strategi konkrit untuk memberdayakan mahasiswa dalam menghadirkan udara bersih di perkotaan melalui inovasi cat *photo*cat*alytic*. Melalui gerakan ini, mahasiswa berperan menciptakan cat *photo*cat*alytic* dibuat dengan mencampurkan partikel titanium dioksida (TiO_2) berukuran nano ke dalam cat berbasis air atau resin menggunakan pengadukan berkecepatan tinggi hingga homogen. Untuk mendukung ekonomi sirkular, bahan pendukung seperti serbuk kaca daur ulang, abu pembakaran sampah, atau limbah keramik dapat ditambahkan sebagai filler, sehingga mengurangi limbah anorganik. Kadang digunakan dispersant atau binder untuk menjaga kestabilan dan daya rekat cat. Setelah tercampur rata, cat siap diaplikasikan pada dinding, beton, atau fasilitas publik.

Selain itu, *BLUE BREATH* berupa aksi nyata dengan proyek percontohan seperti pengecatan fasad kampus, halte, atau fasilitas publik, disertai pemantauan kualitas udara sebelum dan sesudah aplikasi sebagai bukti ilmiah dampaknya. Serta berfokus pada edukasi publik melalui kampanye kreatif, dan penyebaran informasi di

media sosial agar masyarakat memahami potensi teknologi ini. Hasil temuan dan data lapangan dapat dijadikan dasar advokasi kepada pemerintah daerah dan industri untuk mendorong adopsi cat *photo*cat*alytic* pada skala kota. Dengan langkah-langkah ini, *BLUE BREATH* tidak hanya menghadirkan solusi inovatif bagi polusi udara, tetapi juga menjadi bentuk kontribusi nyata mahasiswa dalam mendukung SDG 3 (*Good Health and Well-being*), SDG 11 (*Sustainable Cities and Communities*), SDG 12 (*Responsible Consumption and Production*), dan SDG 13 (*Climate Action*). Gerakan ini diharapkan dapat menginspirasi replikasi di kota lain, menciptakan ekosistem perkotaan yang lebih sehat, bersih, dan berkelanjutan.

Polusi udara di perkotaan Indonesia semakin mengkhawatirkan, berdampak pada kesehatan masyarakat dan memperburuk krisis iklim. Upaya seperti penghijauan dan pengaturan lalu lintas belum cukup efektif sehingga dibutuhkan inovasi baru. Cat *photo*cat*alytic* berbasis titanium dioksida menjadi alternatif karena mampu menguraikan polutan berbahaya secara pasif menggunakan sinar matahari. Teknologi ini mendukung udara bersih dan selaras dengan target SDG 3, 11, dan 13. Gerakan *BLUE BREATH* hadir sebagai wadah pemberdayaan mahasiswa untuk mempercepat penerapan teknologi ini. Programnya meliputi pengecatan fasilitas publik sebagai percontohan, riset terapan, edukasi masyarakat, dan advokasi kepada pemerintah serta industri. Penulis merekomendasikan kolaborasi pemerintah daerah, universitas, dan sektor swasta melalui pendanaan dan kebijakan adopsi teknologi, sehingga tercipta ekosistem kota yang lebih sehat, berkelanjutan, dan ramah paru-paru.

DAFTAR PUSTAKA

Andalas. (2024). Identifikasi kadar PM2.5, PM10, CO, dan CO2 di sekitar PLTU Teluk Sepang. *Jurnal FMIPA Universitas Andalas.*

https://jfu.fmipa.unand.ac.id/index.php/jfu/article/download/1565/1057/6608

BMKG. (2024). Cat*atan iklim dan kualitas udara Indonesia 2024.* Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.

https://iklim.bmkg.go.id/bmkgadmin/storage/buletin/Catatan%20Iklim%20dan %20Kualitas%20Udara%202024%20BMKG.pdf

Bari, G. A. K. M. R., Dissanayake, P. K., Choi, J., & Lee, H. (2024). Materials design and development of *photo*cat*alytic* NOx removal technology. *Metals, 14*(4), 423. https://doi.org/10.3390/met14040423

Dinas Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta. (2023). *Laporan kualitas udara Daerah Istimewa Yogyakarta 2023*. https://dlhk.jogjaprov.go.id/wpcontent/uploads/2025/03/Laporan-DIKPLHD-DIY-2023-up-web.pdf

Guerrini, G. L. (2012). *Photo*cat*alytic* Performances In A City Tunnel In Rome: Nox Monitoring Results. *Construction And Building Materials*, 27, 165–175. DOI: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.07.065

Hasanah, A. U., Kusumawati, R. D., et al. (2024). Analisis Dispersi SO_2 dan NO_2 di Kawasan Budaya Kota Yogyakarta Menggunakan Model AERMOD. *Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship, 9*(3), art. 2

Nafas Air Quality Report: Yogyakarta, July 2024

IQAir. (2025). Indonesia masuk peringkat 15 negara paling tercemar polusi udara sepanjang 2024. *Harian Jogja.* https://leisure.harianjogja.com/read/2025/03/12/508/1206928/indonesiamasuk-peringkat-15-negara-paling-tercemar-polusi-udara-sepanjang-2024 IOM3. (2023, June 5). *Photo*cat*alytic Concrete To Reduce Traffic Pollution In Tunnels.*

Institute of Materials, Minerals & Mining. https://www.iom3.org/resource/*photo*cat*alytic*-concrete-to-reduce-trafficpollution-in-tunnels.html

Katadata. (2025). Polusi udara minggu pagi (14/9): Banten terparah, DKI Jakarta terburuk malam hari. *Katadata.co.id.* https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2025/09/14/polusi-udara-minggupagi-149-banten-terparah-bagaimana-daerah-lain

Russell, H. S., Yang, C., Foss, M., & Birkedal, H. (2021). A review of *photo*cat*alytic* materials for urban NOx remediation. Cat*alysts, 11*(6), 675. https://doi.org/10.3390/catal11060675

Salvadores, F., García-Bordejé, J. E., & Álvarez, P. J. (2020). Efficiencies evaluation of *photo*cat*alytic* paints under real conditions. *Frontiers in Chemistry, 8,* 609. https://doi.org/10.3389/fchem.2020.00609

Song, Y. W., Kim, M. Y., Chung, M. H., Yang, Y. K., & Park, J. C. (2021). NOxReduction Performance Test for TiO2 Paint. *Molecules*, 25.

UGM. (2024). Polusi Jakarta peringkat 1 di dunia, bagaimana dampaknya pada kesehatan? *Ohce.wg.ugm.ac.id.* https://ohce.wg.ugm.ac.id/polusi-jakartaperingkat-1-di-dunia-bagaimana-dampaknya-pada-kesehatan/

Zouzelka, R., Rathouský, J., & Kučerová, L. (2017). *Photo*cat*alytic* abatement of NOx pollutants in the air using commercial functional coating with porous morphology. *Applied* Cat*alysis B: Environmental, 217,* 466–476. https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2017.06.025

AYEKAGUMIK (AYO CEK KADAR GULA MINUMAN KEMASAN): UPAYA MEMINIMALISIR PENYEBAB DIABETES PADA ANAK-ANAK DAN REMAJA UNTUK MEWUJUDKAN INDONESIA SEHAT 2045

Oleh: Tanty Aulia Zahra

Diabetes Melitus adalah peningkatan kadar glukosa darah dari rentang kadar puasa normal 80-90 mg/dl, atau rentang non puasa 140-160 mg/dl. (Alfreyzal, Paizer, Anggraini, Syahfitri, & Azhari, 2024). Diabetes melitus terjadi ketika pankreas tidak memproduksi cukup insulin atau ketika tubuh tidak dapat menggunakan insulin yang dihasilkan secara efektif. Insulin adalah hormon yang mengatur glukosa darah. Penderita atau pasien DM memiliki kadar glukosa darah yang tinggi atau disebut hiperglikemia. Hiperglikemia merupakan efek umum dari diabetes yang tidak terkontrol, dan seiring berjalannya waktu menyebabkan kerusakan serius pada banyak sistem tubuh, terutama saraf dan pembuluh darah yang tentunya sangat berbahaya untuk kesehatan (Sun, 2021 dalam (Nurhayati, Putri, & Slamet, 2024).

Penderita diabetes di dunia saat ini sangat banyak, tak terkecuali di Indonesia, Data International Diabetes Federation (IDF) mencatat kasus diabetes di dunia saat ini terdapat 589 juta penderita diabetes, serta Indonesia merupakan salah satu dari 38 negara dan wilayah IDF kawasan Pasifik Barat, dan di kawasan Pasifik Barat terdapat 215 juta penderita. Diperkirakan pada tahun 2050, jumlah ini akan meningkat menjadi 254 juta. Pada tahun 2024 jumlah penduduk dewasa di Indonesia 185.217.400 jiwa dengan prevalensi 11,3% penderita diabetes pada orang dewasa/ 20.426.400 kasus diabetes pada orang dewasa, jika pada masa dewasa penderita diabetes sudah sebanyak itu, maka pada masa sebelum dewasa akan lebih baik melakukan minimalisir penyebab diabetes.

Data Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) 2019 menunjukkan bahwa prevalensi diabetes yang didiagnosis oleh dokter pada penduduk yang berusia lebih dari lima belas tahun adalah yang paling tinggi di DKI Jakarta (3,5%), Bangka Belitung (2,6%), Sulawesi Tengah (2,3%), Riau (2,0%), Kepulauan Riau (1,9%), Maluku Utara (1,5%) dan Bengkulu (1,0%).) (Susanti et al., 2021). Di Indonesia, sebagian besar kasus DM juga meningkat pada anak-anak, sekitar 0.004% dari semua kasus pada rentang usia 5–14 tahun (Isyti'aroh et al., 2022 dalam (Alfreyzal, Paizer,

Anggraini, Syahfitri, & Azhari, 2024). Hal ini tentunya menjadi salah satu permasalahan penting dalam dunia kesehatan, sebab diabetes melitus merupakan salah satu penyakit kronis penyebab kematian tertinggi di Indonesia pada tahun 2019. Menurut data dari *Institude for Health Metrics and Evaluation* bahwa diabetes merupakan penyakit penyebab kematian tertinggi ke 3 di Indonesia tahun 2019 yaitu sekitar 57,42 kematian per 100.000 penduduk. (UGM, 2023)

Salah satu penyebab diabetes adalah karena terlalu sering mengkonsumsi minuman manis dalam kemasan, menurut Wakil Menteri Kesehatan Dante Saksono Harbuwono, tak lain tak bukan penyebab diabetes adalah kegemaran warga terhadap semua hidangan yang serba manis. “Salah satu penyebabnya adalah konsumsi minuman manis di kemasan, yang telah terbukti meningkat berbagai risiko penyakit seperti diabetes, hipertensi dan penyakit lainnya,” kata Wamenkes, dalam acara bertajuk Diseminasi Riset Dampak Cukai MBDK terhadap Beban Diabetes Tipe 2 di Indonesia yang tayang di Center for Indonesia’s Strategic Development Initiatives (CISDI) channel pada Kamis (7/3/2024). Kebiasaan masyarakat mengkonsumsi MBDK secara berlebihan, merupakan salah satu perilaku tidak sehat yang menjadi salah satu penyebab utama diabetes. Walhasil, Indonesia tercatat menempati urutan kelima besar dengan kasus diabetes tertinggi di dunia setelah Tiongkok, India, Pakistan dan Amerika pada 2021. (Waluyo, 2024).

Menurut (Arlinta, 2024) Data Survei Kesehatan Indonesia menunjukkan lebih dari 50 persen anak-anak usia 3-14 tahun mengonsumsi minuman manis lebih dari satu kali sehari. Tingkat konsumsi minuman manis pada anak merupakan yang paling tinggi dibandingkan kelompok usia lain.Secara rinci, proporsi kebiasaan konsumsi minuman manis lebih dari satu kali sehari pada anak usia 3-4 tahun sebesar 51,4 persen, usia 5-9 tahun sebesar 53,0 persen, dan usia 10-14 tahun sebesar 50,7 persen. Sementara rata-rata nasional, proporsi kebiasaan minuman manis masyarakat yang lebih dari satu kali sehari sebesar 47,5 persen. Remaja merupakan salah satu konsumen yang mengonsumsi minuman berpemanis dalam jumlah tinggi (Souza *et al*., 2016). Sebanyak 33, 9% remaja mengonsumsi minuman manis setiap hari dan 33,5% mengonsumsi □ 2 kali dalam sehari (Haughton *et al*., 2018). Menurut Putri *et al.* (2020) kemasan yang praktis, rasa yang enak dan lezat, serta harga terjangkau menjadi alasan minuman manis sering dikonsumsi di kalangan remaja. Berdasarkan hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018 menunjukkan bahwa 56,4% remaja usia 15-19 tahun di Indonesia mengonsumsi minuman manis □1 kali per hari (Kemenkes RI, 2018). Analisis yang dilakukan oleh Pratiwi (2019) pada siswa di

SMA Islam PB Soerdiman Jakarta menunjukkan sebanyak 62,6% siswa mengonsumsi minuman manis. Angka kejadian konsumsi minuman manis pada siswa SMA di Jakarta tersebut meleihi angka prevalensi minuman manis tingkat nasional (Pratiwi, 2019 dalam (Wiradiyanti, 2023).

Mengkonsumsi minuman manis seringkali dilakukan oleh anak-anak dan remaja, hal tersebut terjadi karena maraknya penjualan minuman kemasan dimana-mana dengan harga terjangkau, hal ini menjadi salah satu penyebab mengapa banyak anak-anak dan remaja menderita diabetes. Insidens DM Tipe-1 pada anak di dunia dan Indonesia terus meningkat. Berdasarkan data Ikatan Dokter Anak Indonesia (IDAI) dari laporan registri yang dikumpulkan oleh anggota UKK endokrin anak tahun 2000, prevalensi DM Tipe-1 adalah 0,0038/100.000 kemudian meningkat 7 kali lipat menjadi 0,028/100.000 pada tahun 2010 dan meningkat lagi 70 kali lipat menjadi 2/100.000 pada tahun 2023. Saat ini tercatat 1.400-an anak dengan DM Tipe-1 pada tahun 2023. Berdasarkan tipe diabetes, Kesadaran masyarakat dan tenaga kesehatan mengenai diabetes pada anak masih rendah yang direfleksikan melalui tingginya angka anak yang terdiagnosis dengan DM Tipe-1 saat mengalami ketoasidosis diabetikum mencapai 71% pada tahun 2017. (Kemenkes RI, 2024)

Upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir diabetes pada anak-anak dan remaja, salah satunya dengan mengurangi konsumsi minuman manis kemasan. Oleh karena itu hal yang dapat dilakukan adalah membuat anak-anak dan remaja mengetahui apakah minuman yang ingin mereka konsumsi lebih baik dikonsumsi atau tidak. Cara yang dapat dilakukan adalah membuat anak-anak dan remaja mengetahuinya melalui mesin AYEKAGUMIK. Mesin ini dirancang untuk menganalisis kadar gula yang terdapat pada minuman kemasan, serta memberikan solusi tentang konsumsi minuman kemasan. Manusia memiliki batas konsumsi gula setiap harinya, dan menurut (Mayapada Hospital, 2017) Batas gula yang sebenarnya untuk anak-anak adalah 3-4 sendok teh selama masa TK dan awal SD dan 5-8 sendok teh saat usia remaja. Jika diakumulasikan gula dalam sendok teh (Akashi, 2025),1 sendok teh gula setara dengan 4,2 gram gula putih, itu berarti jika 3 sampai 4 sendok teh gula setara dengan 12,6 gram gula sampai 16,8 gram gula serta 5 sampai 8 sendok teh gula setara dengan 21 gram gula sampai 33,6 gram gula. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) merekomendasikan bahwa asupan gula tambahan tidak boleh melebihi 10% dari total asupan energi harian. Untuk manfaat kesehatan tambahan, WHO menyarankan pengurangan hingga di bawah 5% dari total asupan energi, setara dengan sekitar 25 gram (6 sendok teh) gula per hari untuk orang dewasa

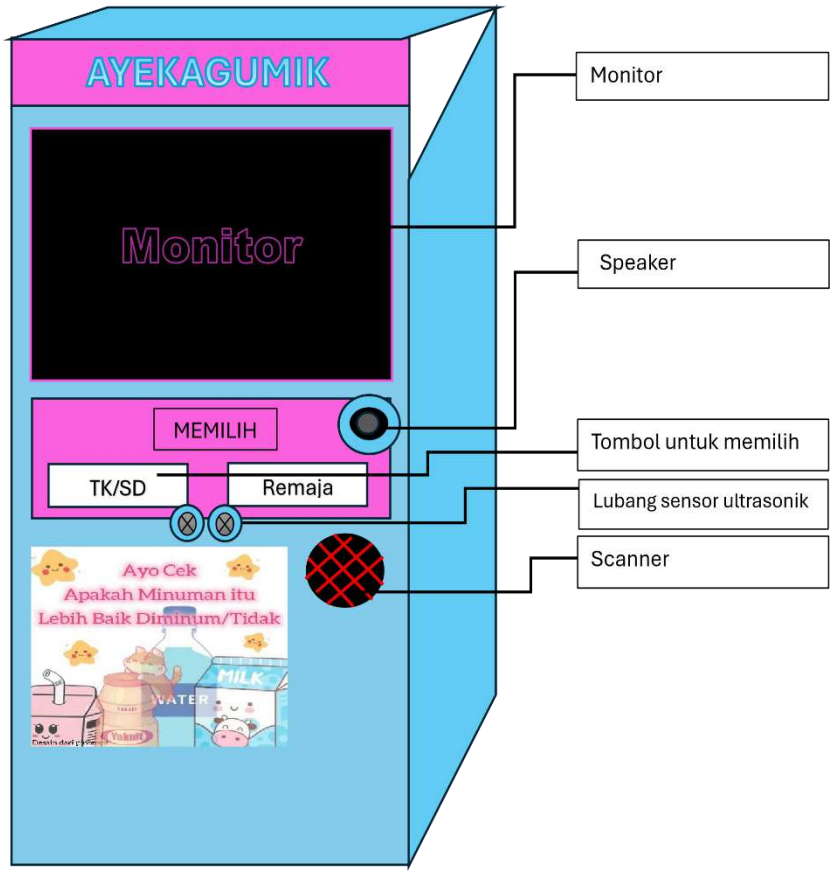
dengan kebutuhan energi 2000 kkal/hari (WHO, 2015 dalam (Kusnul & Nugroho, 2025), karena hal tersebut batasan kadar gula maksimal dalam mesin AYEKAGUMIK tidak lebih dari 25 gram (6 sendok teh), oleh karena itu sistem mesin ini diatur sesuai batas konsumsi gula 25 gram, jadi nanti dalam mesin ini jika kadar gula minuman lebih dari 25 gram sistem akan mengeluarkan output untuk tidak mengkonsumsi minuman dengan kadar gula tinggi.

Sebenernya mesin ini dapat untuk orang dewasa, dan orang tua, namun mengapa sistem pada mesin ini merujuk pada anak-anak dan remaja, karena orang dewasa bisa mengetahui kadar gula dalam minuman kemasan, dan jika memiliki kesadaran dan mengetahui bahaya mengkonsumsi minuman manis kemasan berlebih maka ia pasti akan sadar dan berusaha mengontrolnya, sedangkan anak-anak dan remaja masih memiliki kesadaran yang kurang tentang bahaya mengkonsumsi minuman manis kemasan berlebih. Hal tersebut meninspirasi untuk menghasilkan inovasi untuk mengecek kadar gula yang tergandung dalam minuman kemasan, supaya anak-anak dan remaja mengetahui apakah minuman kemasan yang diminum baik dikonsumsi atau tidak. Dalam mesin ini menggunakan kata "minum" bukan konsumsi karena targetnya anak-anak serta remaja, karena minum lebih mudah mereka pahami apalagi untuk konteks minuman.

Pembahasan :

- Monitor
  Berfungsi menanyakan apakah anak tersebut TK/SD, Remaja serta menunjukkan kadar gula dalam minuman dalam bentuk gambar sendok teh dengan gula dan jumlah kadar gula dalam minuman kemasan.
- Speaker
  Berfungsi mengeluarkan suara sesuai dengan tulisan di monitor.
- Tombol untuk memilih
  Berfungsi untuk anak memilih tingkat pendidikan/umur.
- Lubang sensor ultrasonik
  Berfungsi untuk lubang di mesin agar sensor ultrasonik HC-SR04 yang terdapat di dalam mesin dapat mengetahui bahwa ada manusia di depan mesin (supaya sensor dapat bekerja).
- Scanner Berfungsi untuk mengscan barcode minuman kemasan.

Cara Kerja Mesin AYEKAGUMIK :



Dalam mesin terdapat sensor ultrasonik HC-SR04



Gambar 1. sensor ultrasonik HC-SC04, diambil dari (NN Digital, 2019)

Sensor ultrasonik yang berada di dalam mesin diatur untuk mendeteksi apabila ada manusia di depan mesin dengan jangkauan 5 meter, maka sensor yang sudah

diatur akan mendeteksi sehingga menghasilkan sinyal yang dapat membuat mesin menyala.

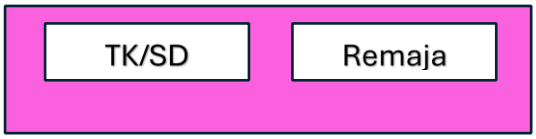
1. Setelah mesin menyala, monitor dan speaker akan mengeluarkan output seperti ini



Gambar 2. Tampilan monitor saat baru menyala

Selain ada tulisan di monitor, speaker juga akan berfungsi mengeluarkan suara seperti yang terdapat di monitor “Kamu TK/SD, Remaja ?”. Dilanjut di monitor dan speaker “Jika kamu TK/SD tekan tombol TK/SD di depanmu bagian kiri, dan jika kamu Remaja tekan tombol di depan kamu bagian kanan.

2. Menekan salah satu tombol untuk memilih (tombol TK/SD, tombol Remaja)



Gambar 3. Tombol anak memilih TK/SD, Remaja

Setelah salah satu tombol ditekan, mesin akan melanjutkan menampilkan dan mengeluarkan suara “ Ayo scan minuman”, “Cari garis-garis (barcode) di minuman, kemudian dekatkan garis-garis minuman tersebut ke benda bulat di depan bagian kanan kamu (scanner), tunggu sampai ada suara “ctet”.

3. Mengscan barcode yang ada di minuman ke alat scanner

Scanner membaca kode (barcode) lalu sistem mesin yang sudah dirancang (backend) mencocokan dengan database (nama produk). Setelah sistem mesin yang sudah dirancang menganalis nama produk minuman kemasan maka kemudian sistem mesin yang sudah dirancang tentang minuman kemasan dengan kadar gula tertentu akan menganalisis kadar gula dalam minuman tersebut sesuai pemrograman sistem mesin tersebut.

Tabel 1. menampilkan beberapa data minuman kemasan beserta kadar gulanya yang diatur di pemrograman mesin.

Contoh minuman kemasan	Kadar gula
Ultramilk kids vanila (125 ml)	11 g Sukrosa: 5g Laktosa: 6g
Indomilk kids cokelat (115 ml)	11g Sukrosa: 7g Laktosa: 4g
Real good sereal coklat (125 ml)	9g
Indomilk kids melon (190 ml)	17g Sukrosa: 11g Laktosa: 6g
Buavita jambu (245 ml)	17g
Mr jussie milky jeruk (90ml)	9g
Teh pucuk harum (350 ml)	18g
Fruit tea stroberi (200 ml)	12g

Catatan: Data di atas hanya sebagian dari dari data-data produk minuman kemasan dan kadar gulanya.

Setelah mesin menganalisis kadar gula minuman kemasan kemudian pemrograman mesin menganalisis lagi, contohnya di bawah ini:

- Apabila kadar gula dalam minuman kemasan tidak sampai batas kadar gula yang boleh dikonsumsi/kadar gula sedikit (untuk anak TK/SD 12,6 gram gula sampai 16,8 gram gula, untuk remaja 21 gram gula sampai

33,6 gram gula) maka sistem akan menghasilkan output (tulisan dan suara) "boleh diminum, bayar dulu di kasir ya"

- Apabila kadar gula minuman kemasan hampir mendekati batas kadar yang boleh dikonsumsi (untuk anak TK/SD 12,6 gram gula sampai 16,8 gram gula, untuk remaja 21 gram gula sampai 33,6 gram gula) maka sistem akan menghasilkan output (tulisan dan suara) "boleh diminum tapi untuk hari ini jangan minum minuman kemasan lain lagi ya lebih baik setelah meminum ini adek meminum air putih"
- Apabila minuman kemasan melebihi batas kadar gula yang boleh dikonsumsi (untuk anak TK/SD 12,6 gram gula sampai 16,8 gram gula, untuk remaja 21 gram gula sampai 33,6 gram gula) maka sistem akan menghasilkan output (tulisan dan suara) "Tidak baik diminum, coba cari minuman kemasan lain, kemudian cek lagi disisni"

  Dalam pemrograman mesin, kadar gula maksimal yang disetting pada minuman kemasan sesuai yang disarankan WHO yaitu 25 gram gula, apabila kadar gula dalam minuman kemasan lebih dari 25 gram, dalam pemrograman akan masuk kategori "Tidak baik diminum, coba cari minuman kemasan lain kemudian cek lagi disisni"

Contoh Salah Satu Hasil Output:

Disini menggunkan contoh remaja (untuk remaja 21 gram gula sampai 33,6 gram gula), dan sampel minumannya Teh pucuk harum (350 ml) dengan kadar gula 18 g, itu artinya hampir mendekati batas kadar gula yang boleh dikonsumsi, maka hasil pemrograman seperti ini:



Gambar 4. Tampilan monitor saat mencantumkan kadar gula minuman kemasan

4. Pada layar monitor akan menampilkan gambar gula dalam sendok teh dengan tulisan berapa gram dan speaker yang mengeluarkan suara sesuai yang terdapat di monitor. Setelah selesai menyampaikan kadar gula minuman, monitor dan speaker akan mengeluarkan output seperti gambar di samping.



Gambar 5. Tampilan monitor saat hasil akhir

5. Hasil output akan berbeda tergantung minuman kemasan apa yang discan dengan jumlah kadar gula yang terdapat di minuman kemasan. Setelah manusia menjauh dari jangkauan sensor ultrasonik yang sudah diatur controllernya, mesin AYEKAGUMIK secara otomatis akan mati.

AYEKAGUMIK merupakan solusi inovatif yang dapat digunakan anak-anak dan remaja untuk mengetahui apakah minuman yang ingin mereka konsumsi lebih baik dikonsumsi atau tidak, karena zaman sekarang minuman kemasan sudah tersebar luas akan sangat sulit mengatasi meminum minuman manis bagi anak-anak dan remaja, jadi solusi yang dapat dibuat adalah menyadarkan anak-anak dan remaja minuman mana yang lebih baik dikonsumsi dan mana yang lebih baik untuk tidak dikonsumsi. Apalagi sekarang dengan maraknya penderita diabetes termasuk diantaranya anak-anak dan remaja.

Dengan inovasi ini diharapkan anak-anak dan remaja menjadi lebih mengetahui tentang konsumsi minuman kemasan yang lebih baik, dan diharapkan juga kesadaran orang dewasa memberi tahu anak-anak dan remaja tentang bahayanya mengkonsumi minuman kemasan dengan kadar gula tinggi yang dapat mengakibatkan diabetes, serta orang dewasa juga harus memiliki kesadaran tentang bahayanya komsumsi gula berlebih untuk kesehatan. Apabila anak-anak dan remaja diajarkan sejak dini akan menumbuhkan kesadaran mereka. AYEKAGUMIK dapat membantu mencapai salah satu tujuan SDGs 2045 pada bidang kesehatan terutama diabetes pada anak-anak dan remaja, anak merupakan calon penerus bangsa oleh karena itu mereka harus dijaga, peran orang dewasa juga sangat penting dalam mewujudkan hal tersebut. Maka dari itu ayo jaga anak bangsa demi Indonesia sehat 2045.

DAFTAR PUSTAKA

Akashi, N. U. (2025). *Daftar Konversi Gram ke Sendok Makan dan Sendok Teh*. detikJogja.
Diakses pada 8 November 2025, dari https://www.detik.com/jogja/kuliner/d-7912027/daftar-konversi-gram-ke-sendok-makan-dan-sendok-teh

Alfreyzal, M., Paizer, D., Anggraini, D., Syahfitri, R. D., & Azhari, M. H. (2024). Edukasi
Kesehatan pada Keluarga Diabetes Melitus dengan Masalah Keperawatan Pemeliharaan Kesehatan Tidak Efektif. *Jurnal Kesehatan*, Vol.13, No. 1.

Arlinta, D. (2024). *Lebih dari 50 Persen Anak Konsumsi Minuman Manis Berlebihan, Diabetes Kian Mengancam*. Kompas.id. Diakses pada 12 November 2025, dari https://www.kompas.id/artikel/lebih-dari-50-persen-anak-konsumsi-minumanmanis-berlebihan-diabetes-kian-mengancam

International Diabetes Federation. (2025). *International Diabetes Federation 75 Years 1950-2025*. Indonesia. Diakses pada 25 Oktober 2025, dari https://idf.org/ournetwork/regions-and-members/western-pacific/members/indonesia/

Kemenkes RI. (2024). *Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor HK.01.07/MENKES/2009/2024 tentang Pedoman Nasional Pelayanan Klinis Tata Laksana Diabetes Melitus pada Anak.* Jakarta.

Kusnul, Z., & Nugroho, C. (2025). Peningkatan Kesehatan Remaja Melalui Edukasi Pencegahan Penyakit Menular dengan Pembatasan Konsumsi Gula, Garam dan Lemak. *Jurnal Abdimas Pamenang - JAP*, Vol. 3, No. 1. doi:10.53599

Mayapada Hospital. (2017). *Agar Anak Sehat, Berapa Banyak Sih Gula Yang Aman Dikonsumsi Oleh Anak?*. Mayapada Hospital Experience Better Care. Diakses pada 8 November 2025, dari https://mayapadahospital.com/news/agar-anaksehat-berapa-banyak-sih-gula-yang-aman-dikonsumsi-oleh-anak

NN Digital. (2019). *Cara Kerja Sensor HC-SR04 dan Contoh Program HC-SR04 Dengan Arduino*. Diakses pada 8 November 2025, dari

https://www.nndigital.com/blog/2019/07/31/cara-kerja-sensor-hc-sr04-dan-contoh-programdengan-arduino/

Nurhayati, E., Putri, N. J., & Slamet. (2024). Analisis Tekanan Darah pada Penderita Diabetes Melitus di Puskemas Jungkat, Kalimantan Barat. *Jurnal Laboratorium Khatulistiwa*, Vol. 8, No. 1.

UGM. (2023). *Diabetes Penyebab Kematian Tertinggi di Indonesia: Batasi dengan Snack Sehat Rendah Gula*. Direktorat Pengembangan Usaha Universitas Gadjah Mada. Diakses pada 25 Oktober 2025, dari https://ditpui.ugm.ac.id/diabetes-penyebabkematian-tertinggi-di-indonesia-batasi-dengan-snack-sehat-rendah-gula/

Waluyo, D. (2024). *Cegah Dini Ancaman Diabetes*. Indonesia.go.id Portal Informasi Indonesia. Diakses pada 7 November 2025, dari https://indonesia.go.id/kategori/editorial/8401/cegah-dini-ancamandiabetes?lang=1

Wiradiyanti, A. T. (2023). Perbedaan Asupan Gula Minuman Kemasan dan Status Gizi pada Siswa Puasa Sunnah. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, Vol. 4, No. 4.

PENCEGAHAN STUNTING MELALUI APLIKASI SIGAP BUNDA : INOVASI PENCEGAHAN DIGITAL MENUJU PENCAPAIAN TARGET SDGS

Oleh : Alifia Inaya Putri Warana, Hasanah Balqis Raudhah N.

"An ounce of prevention is worth a pound of cure." – Benjamin Franklin.

Pepatah ini bermakna bahwa mencegah suatu masalah jauh lebih baik dan lebih mudah daripada mengobatinya setelah terjadi. Pepatah tersebut menegaskan pentingnya langkah antisipatif dan kesadaran diri agar suatu persoalan tidak berkembang menjadi lebih serius di kemudian hari. Dalam konteks apapun, pepatah ini mengajarkan bahwa upaya pencegahan bukan hanya lebih efektif, tetapi juga lebih efisien dibandingkan penanganan ketika dampak sudah muncul. Pandangan ini sejalan dengan strategi di bidang kesehatan, dimana sebagian besar permasalahan akan jauh lebih mudah ditangani apabila dilakukan pencegahan sejak dini daripada menunggu hingga memerlukan pengobatan.

Permasalahan stunting merupakan isu global yang masih menjadi perhatian serius sampai saat ini. Kondisi ini tidak hanya menghambat tumbuh kembang anak, tetapi juga menjadi tantangan dalam pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals*/SDGs). Hal ini menjadi keresahan tersendiri bagi kami, mengingat stunting berdampak langsung pada kualitas sumber daya manusia di masa depan. Dalam tujuh belas program SDGs salah satunya berkaitan dengan target anti-kemiskinan, antikelaparan, dan tersedianya sanitasi yang baik. Ketiga program tersebut sering diidentikkan dengan persoalan stunting.

Secara umum, stunting adalah kondisi di mana pertumbuhan dan perkembangan anak terhambat akibat kekurangan gizi kronis serta infeksi berulang terutama pada periode 1.000 Hari Pertama Kehidupan (HPK). Anak yang mengalami stunting ditandai dengan tinggi badan yang berada di bawah dua standar deviasi dari standar pertumbuhan anak menurut WHO. Di Indonesia sendiri, kasus stunting masih tergolong tinggi dibandingkan dengan negara-negara lain di kawasan Asia Tenggara.

Berdasarkan Survei Status Gizi Indonesia (SSGI) tahun 2024 yang dirilis oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, prevalensi stunting nasional tercatat sebesar 19,8%, menurun dari 21,5% pada tahun sebelumnya (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2025). Meskipun menunjukkan tren positif, angka tersebut masih

berada di atas target yang ditetapkan oleh *World Health Organization* (WHO), yaitu sebesar 20% (Setiyawati et al., 2024). Pemerintah menargetkan penurunan lebih lanjut hingga 18,8% pada tahun 2025 dengan fokus pada enam provinsi prioritas (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2025). Upaya penurunan angka stunting tidak dapat sepenuhnya diserahkan pada program pemerintah saja, melainkan memerlukan peran aktif masyarakat dan lintas sektor agar hasil yang dicapai bersifat berkelanjutan. Sebagai mahasiswa, kami turut resah terhadap persoalan stunting yang masih tinggi di Indonesia. Sebagai bentuk kontribusi nyata, kami mengusung salah satu inovasi dalam bentuk aplikasi yang bernama SIGAP Bunda (Sistem Informasi Gizi Anak dan Bunda), sebuah platform digital yang dirancang untuk memantau kesehatan dan gizi para ibu selama masa kehamilan.

Tantangan utama dalam akselerasi penurunan stunting di Indonesia bersifat kompleks dan multidimensional, melampaui isu kekurangan gizi semata. Secara mendasar, upaya pencegahan terhambat oleh masalah perilaku dan literasi kesehatan masyarakat tepatnya banyak anggota masyarakat masih belum memahami pentingnya nutrisi memadai selama 1.000 Hari Pertama Kehidupan (HPK). Selain itu, hal ini juga diperparah oleh rendahnya literasi kesehatan ibu yang diidentifikasi sebagai salah satu akar penyebab stunting (Karra et al., 2021)—dan kuatnya pengaruh mitos atau tradisi yang menghambat praktik pemberian makan bayi dan anak yang benar, disebut sebagai tantangan terbesar dalam mengubah pola pikir (Halodoc, 2023). Di tingkat implementasi, upaya pencegahan terhambat oleh tantangan konvergensi dan koordinasi kebijakan; para ahli menegaskan bahwa konvergensi hingga tingkat desa adalah tantangan sistematis utama (Suprayoga Hadi, 2022), ditandai dengan belum optimalnya pelaksanaan delapan aksi konvergensi (khususnya aksi 1 dan 2 yang menyangkut perencanaan dan penganggaran) dan rendahnya cakupan indikator kunci seperti Tablet Tambah Darah (TTD) dan imunisasi, yang menghambat intervensi agar dapat terlaksana secara tepat sasaran dan berkelanjutan (Strategi Nasional Percepatan Pencegahan Stunting, 2021).

Analisis penerapan *collaborative governance* (tata kelola kolaboratif) dalam upaya percepatan penurunan stunting di Indonesia menunjukkan hasil yang bervariasi. Tinjauan sistematis menunjukkan bahwa dinamika dan proses tata kelola kolaboratif di beberapa daerah sudah berjalan efektif, sementara di daerah lain masih kurang optimal (Pardosi & Bratakusumah, 2024). Sebagai contoh, kolaborasi dinilai berjalan cukup baik di Kabupaten Sleman, namun belum efektif di Kabupaten Pandeglang (Candarmaweni & Rahayu, 2020; Sukanti & Faidati, 2021). Selain itu, pelibatan aktor

pentahelix juga belum optimal secara merata. Oleh karena itu, untuk memperkuat kolaborasi, diperlukan kepemimpinan yang fasilitatif dan peningkatan kapasitas daerah (Pardosi & Bratakusumah, 2024).

Kunci efektivitas dari kolaborasi ini adalah integrasi seluruh elemen ke dalam ekosistem digital. Ekosistem digital memungkinkan sinkronisasi intervensi spesifik (penanganan gizi di Posyandu) dan intervensi sensitif (penyediaan air bersih dan edukasi pola asuh). Hal ini sejalan dengan temuan Kadek Ayu Erika et al. (2024) dalam studi tentang Stunting Super App, yang menegaskan bahwa penggunaan aplikasi digital adalah wujud transformasi sistem kesehatan yang lebih prediktif, presisi, dan partisipatif. Teknologi menjadi fasilitator untuk pengambilan keputusan berbasis data dan komunikasi *real-time* di tingkat keluarga.

Peran Krusial Pekerja Sosial Sebagai Change Agent

Dalam ekosistem kolaborasi ini, pekerja sosial seperti Pendamping Program Keluarga Harapan (PKH) dan kader desa memainkan peran yang sangat penting dalam implementasi dan keberhasilan PKH, bertindak sebagai agen perubahan sosial di garda terdepan. Peran mereka adalah menjembatani masyarakat dengan teknologi dan layanan kesehatan, termasuk sebagai fasilitator akses layanan sosial.

1. Pendampingan Holistik (*Person in Environment*): Pekerja sosial tidak hanya memastikan keluarga mendapatkan bantuan material, tetapi juga memberikan dukungan psikososial dan edukasi pola asuh. Studi oleh Nadilla, Nurwati, & Santoso (2022) menunjukkan bahwa pendampingan ini krusial karena stunting tidak hanya dipengaruhi oleh gizi, tetapi juga oleh faktor sosial, ekonomi, dan lingkungan keluarga.
2. Advokasi Akses: Mereka bertindak sebagai advokat kebijakan lokal untuk memastikan keluarga berisiko memperoleh hak-hak dasar yang merupakan intervensi sensitif, seperti akses ke program sanitasi yang layak, air bersih, serta bantuan sosial yang menunjang ketersediaan pangan bergizi. Mereka juga membantu KPM mendapatkan akses yang lebih baik ke fasilitas kesehatan, layanan pendidikan, atau program pemberdayaan perempuan.

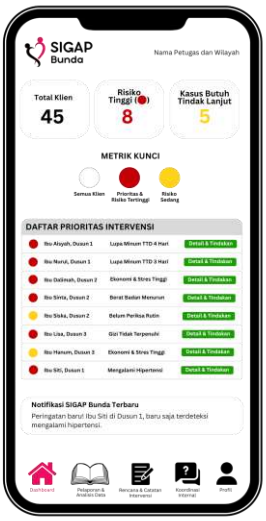
Oleh karena itu, inovasi digital seperti SIGAP Bunda memerlukan dukungan kolaborasi lintas sektor yang kuat di lapangan. Aplikasi menyediakan data dan informasi (intervensi spesifik digital), sementara pekerja sosial memastikan terjadi perubahan perilaku dan akses terhadap intervensi sensitif (intervensi sosial dan

lingkungan) di lingkungan keluarga. Sinergi ini memastikan bahwa SIGAP Bunda tidak hanya menjadi aplikasi, tetapi bagian integral dari gerakan sosial-kesehatan yang terpadu untuk mencapai target SDGs.

Solusi Inovatif : Aplikasi SIGAP Bunda



Gambar 1. Diperuntukkan Klien



Gambar 2. Diperuntukkan Pekerja Sosial

Untuk mengatasi tantangan multidimensional dalam pencegahan stunting, kami menginisiasi SIGAP Bunda (Sistem Informasi Gizi Anak dan Bunda) sebuah platform digital yang dirancang untuk memperkuat intervensi spesifik dan sensitif di tingkat akar rumput (desa). Aplikasi ini mengintegrasikan pemantauan kesehatan ibu hamil (klien) dengan mekanisme tindak lanjut berbasis data bagi para penggerak di lapangan yaitu Pekerja Sosial (Peksos) dan Tenaga Kesehatan.

Aplikasi SIGAP Bunda dikembangkan sebagai sarana kolaboratif berbasis teknologi untuk memantau kesehatan ibu dan anak, meningkatkan literasi gizi, dan memperkuat koordinasi antarpekerja sosial, tenaga kesehatan, serta pemerintah desa. Aplikasi ini dirancang untuk mudah diakses bahkan di daerah dengan keterbatasan infrastruktur digital.

Berikut adalah pilar-pilar fitur utama Aplikasi SIGAP Bunda :

1. Fitur Deteksi Dini Resiko Stunting

   Fitur ini adalah sistem peringatan dini yang memungkinkan ibu hamil dan tenaga kesehatan memasukkan data vital seperti berat badan, tinggi badan, usia kehamilan, riwayat pemeriksaan *Antenatal Care* (ANC), serta riwayat gizi harian melalui fitur Jurnal Kepatuhan Ibu Hamil. Selain itu, fitur Cek Risiko Sosial mengidentifikasi faktor sensitif diantaranya adalah psikososial dan ekonomi. Sistem akan menganalisis data ini dan secara otomatis memberikan indikator warna (aman, waspada, atau risiko tinggi) untuk menandai tingkat risiko sehingga intervensi medis maupun sosial dapat dilakukan lebih cepat dan tepat sasaran.

2. Fitur dukasi dan Literasi Gizi Interaktif

   Untuk meningkatkan literasi kesehatan ibu, Aplikasi SIGAP Bunda dirancang dengan fitur edukasi yang menyediakan konten yang mudah dicerna, menarik, dan disesuaikan secara khusus dengan konteks lokal. Aplikasi ini menyediakan serangkaian materi interaktif, seperti video pendek yang menarik, infografis visual, dan artikel singkat yang informatif. Konten-konten ini mencakup berbagai topik krusial, mulai dari panduan gizi seimbang selama masa kehamilan dan menyusui, langkah-langkah pencegahan stunting sejak dini, hingga edukasi tentang pola asuh dan sanitasi yang benar di lingkungan keluarga. Fitur interaktif ini memungkinkan ibu untuk belajar secara mandiri, menguji pemahaman mereka melalui kuis singkat, dan berbagi informasi penting tersebut dengan anggota keluarga atau komunitas mereka, sehingga pengetahuan yang didapatkan dapat diaplikasikan secara efektif dalam kehidupan sehari-hari.

3. Fitur Pemantauan dan Konsultasi Terintegrasi

   Fitur ini memastikan adanya keterikatan antara komunikasi dan data yang kuat. Melalui fitur Konsultasi, ibu hamil dapat berkomunikasi *real-time* dengan Tenaga Kesehatan atau Pekerja Sosial. Selain itu, data pemantauan kesehatan ibu dan anak yang diinput oleh ibu hamil melalui Jurnal Kepatuhan dapat diakses oleh bidan, pekerja sosial, dan kader posyandu secara *real time* melalui dashboard mereka agar dapat melakukan tindak lanjut secara cepat tanpa menunggu pertemuan fisik.

4. Fitur Kolaborasi Komunitas

   Fitur ini berfokus pada efisiensi kerja tim lapangan (Peksos dan Tenaga Kesehatan). Dashboard yang terintegrasi seperti pada Gambar 2, menampilkan Daftar Prioritas Intervensi yang diurutkan berdasarkan skor risiko klien. Pekerja sosial dapat memantau keluarga rentan melalui laporan kasus otomatis sekaligus memetakan keluarga berisiko untuk melakukan intervensi berbasis bukti apabila dibutuhkan seperti kunjungan rumah atau penyaluran bantuan sanitasi atau pangan. Fitur ini memperkuat sinergi di tingkat desa untuk konvergensi pencegahan stunting.

Aplikasi SIGAP Bunda secara langsung mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), yaitu Tujuan 2 (Tanpa Kelaparan), Tujuan 3 (Kehidupan Sehat dan Sejahtera), dan Tujuan 17 (Kemitraan untuk Mencapai Tujuan). Dengan memfasilitasi komunikasi dua arah yang prediktif dan menyajikan data kepatuhan serta risiko sosial secara *real-time*, aplikasi ini menjadi bukti bahwa transformasi digital dapat diadaptasi untuk tujuan sosial dan kesejahteraan masyarakat, khususnya melalui dukungan pada target-target spesifik:

- SDG 2 (Tanpa Kelaparan): Melalui edukasi gizi lokal dan pemantauan asupan harian, SIGAP Bunda mendorong intervensi spesifik untuk mengatasi kekurangan nutrisi kronis sejak dini.
- SDG 3 (Kehidupan Sehat dan Sejahtera): Melalui pemantauan kepatuhan Antenatal Care (ANC), konsumsi Tablet Tambah Darah (TTD), dan deteksi risiko dini, aplikasi ini meningkatkan kualitas layanan kesehatan ibu hamil.
- SDG 17 (Kemitraan untuk Mencapai Tujuan): Aplikasi ini menyediakan platform kolaborasi data yang terintegrasi antara Pekerja Sosial, Tenaga Kesehatan, dan Pemerintah Desa, sehingga memperkuat konvergensi kebijakan di tingkat lapangan.

Melalui pendekatan ini, SIGAP Bunda mengubah paradigma pemantauan stunting dari reaktif (mengobati setelah terdiagnosis) menjadi proaktif (mencegah sejak di dalam kandungan) melalui penguatan literasi dan konvergensi data di tingkat keluarga. Pencegahan stunting tidak dapat berjalan efektif tanpa kesadaran kolektif dan kolaborasi lintas profesi. Melalui SIGAP Bunda, masyarakat—khususnya ibu hamil—dapat memperoleh akses informasi, edukasi, dan layanan kesehatan berbasis digital yang terpadu. Aplikasi ini bukan hanya alat, melainkan jembatan menuju generasi yang lebih sehat dan cerdas, yang merupakan modal utama pembangunan berkelanjutan.

Daftar Pustaka

Agustino, H., Rijal, N. K., Prasodjo, H., & Aufiya, M. A. (2024). Penguatan Jejaring dan Sinergitas dalam Pencegahan Stunting sebagai Implementasi Program Sustainable Development Goals (SDGs) di Kabupaten Malang.

Bagus, A. W., Rahmawati, D., & Sari, N. (2023). Mobile Health Monitoring Application as an Effort to Detect Stunting in Early Childhood Based on Android. *Jurnal Ilmu Komputer*, *8*(2), 45–53.

Erika, K. A., et al. (2024). Stunting Superapp as an Effort Toward Stunting Management in Indonesia: Delphi and Pilot Study. *JMIR Human Factors*, *11*, e54862.

Erika, S., Kusuma, T., & Putri, R. (2024). Stunting Super App as an Effort Toward Stunting Management in Indonesia: Delphi and Pilot Study. *JMIR Human Factors*, *11*(1), e54862.

Fadhlurrohman, H. (2025). Analisis Implementasi Kebijakan Percepatan Penurunan Stunting dalam Capaian SDGS di Indonesia: Studi Kasus di Kabupaten Karawang. *JURNAL SYNTAX IMPERATIF: Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan*, *6*(3), 857–875.

Hadi, S. (2021, Agustus). *CAPAIAN, TANTANGAN, DAN PELUANG PELAKSANAAN STRATEGI NASIONAL PERCEPATAN PENCEGAHAN STUNTING TAHUN 2018 – 2024* [Presentasi Powerpoint]. Stunting.go.id. Diakses 12 November 2025, dari Https://Stunting.Go.Id/Wp-Content/Uploads/2021/08/01-Dr.-Ir.-Suprayoga-2018-%E2%80%93-2024.Pdf

Hadiati, R. N., Sihotang, W. P., Trinata, A. S., & Mardhotillah, B. (2025). Analisis dan Upaya Menekan Faktor-Faktor Penyebab Stunting Menggunakan Neural Network Regression Guna Mencapai SDGs di Provinsi Jambi: . *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Riset Pendidikan*, *3*(4), 4237–4242.

Halodoc. (2022, 17 Februari). *Perubahan Pola Pikir Tantangan Terbesar Mencegah Stunting*. Diakses 12 November 2025, dari https://www.halodoc.com/artikel/perubahan-pola-pikir-tantangan-terbesarmencegah-stunting

Hasan, F., Ningsih, S., & Arif, L. (2024). Mobile Application Intervention to Improve Nutritional Literacy of Mothers with Stunting Children: A Systematic Review. *Jurnal Promkes Universitas Airlangga*, *12*(3), 178–189.

Karra, L., Arief, D., & Probowati, R. (2023). The Effect of Nutrition Education Intervention Towards Nutritional Behavior of Mother in Stunting Children: A Systematic Review. *Sains Jurnal Ilmu Kesehatan*, *7*(1), 11–22.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2025). *SSGI 2024: Prevalensi stunting nasional turun menjadi 19,8%*. Diakses pada 8 November 2025, dari https://kemkes.go.id/id/ssgi-2024-prevalensi-stunting-nasional-turun-menjadi-198

Lestari, R. N., Achdiani, Y., & Nastia, G. I. P. (2024). Peran Pekerja Sosial dalam pengelolaan dana PKH dan dampaknya terhadap keberlanjutan ekonomi keluarga. *Jurnal Kesejahteraan dan Pelayanan Sosial*, *5*(2), 127–148.

Nadilla, H. F., Nurwati, N., & Santoso, M. B. (2022). Peran Pendamping Program Keluarga Harapan (PKH) dalam Penanggulangan Anak Stunting Pada Keluarga Penerima Manfaat. *Focus : Jurnal Pekerjaan Sosial*, *9*(3).

Pardosi, R. B. T., & Bratakusumah, D. S. (2024). Analisis Penerapan Collaborative Governance Pada Penurunan Tengkes/Stunting: Systematic Literature Review. *IJPA - The Indonesian Journal of Public Administration*, *10*(2), 246–.

Sari, D. V., Fatmawati, F., Junaedy, J., Jalil, S. M., & Ardilla, A. (2024). Pemberdayaan Masyarakat dalam Menurunkan Stunting sebagai Pencapaian Target SDGs. *PabMa:*

Jurnal Pengabdian Masyarakat Madani, *1*(1), 25–29.

Setiyawati, M. E., Ardhiyanti, L. P., Hamid, E. N., Muliarta, N. A. T., & Raihanah, Y. J. (2024). Studi literatur: keadaan dan penanganan stunting di Indonesia. *IKRA-ITH HUMANIORA: Jurnal Sosial Dan Humaniora*, *8*(2), 179–186.

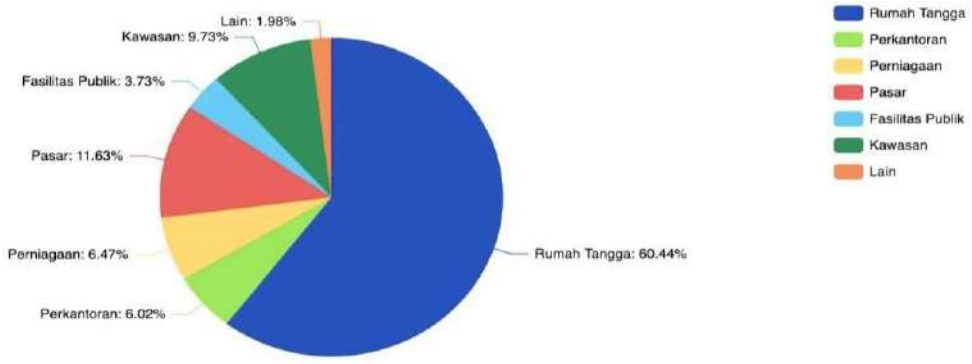
Stunting.go.id. (2022, 18 Maret). *Penurunan Stunting Semakin Mendekati Tenggat, Suprayoga Hadi: Ada Lima Tantangan Utama*. Diakses 12 November 2025, dari https://stunting.go.id/penurunan-stunting-semakin-mendekati-tenggat-suprayogahadi-ada-lima-tantangan-utama/

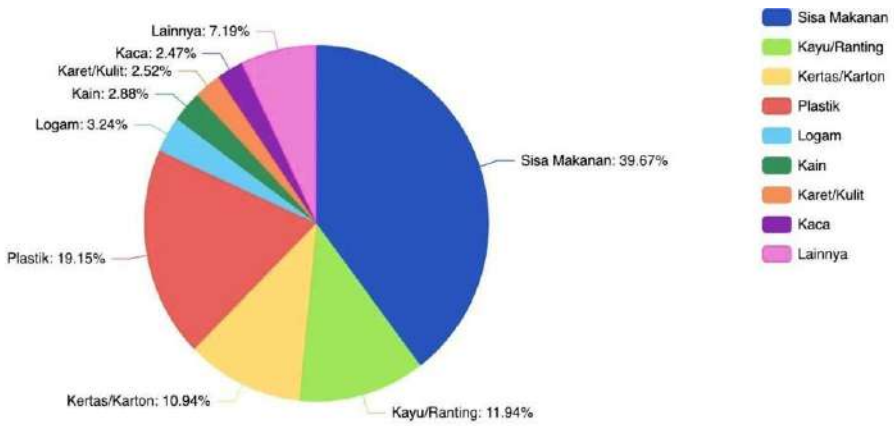
Utami, I., Panduragan, S., & Nambiar, D. (2025). Leveraging Mobile Applications for Stunting Prevention in Indonesia: A Scoping Review. *Malaysian Journal of Nursing*, *16*(1), 44–52.

AR-REFAH : SEDEKAH DAN TRANSFORMASI PENGELOLAAN SAMPAH RUMAH TANGGA BERBASIS APLIKASI DIGITAL MENUJU LINGKUNGAN BERKELANJUTAN

Oleh : ***Alfiah Nurul Aini, Siti Aisatul Khumairoh, Fitra Asra Muliani D***

Salah satu persoalan lingkungan yang yang paling serius adalah masalah sampah. Hal ini menjadi isu krusial yang dihadapi mayoritas negara di dunia, tidak terkecuali Indonesia. Seiring dengan laju pertumbuhan penduduk dan pola konsumsi masyarakat, produksi sampah akan terus meningkat (Nadif et al., 2023). Menurut World Bank (2020), Indonesia adalah negara penghasil sampah terbesar di dunia dengan timbulan sampah sebanyak 65,2 juta, berada di bawah Cina (395,1 juta ton), AS (265,2 juta ton), India (189,8 juta ton), dan Brazil (79,1 juta ton) (Pambudi, 2024). Data tersebut merupakan refleksi bagi indonesia bagaimana besarnya kontribusi kita terhadap kerusakan lingkungan, ditengah gencarnya kemajuan industri dan pembangunan. Padahal salah satu langkah mencapai pembangunan yang mendukung kemakmuran manusia dan bumi adalah menciptakan pola konsumsi dan produksi yang berkelanjutan, meliputi efisiensi sumber daya, pengelolaan limbah yang baik, serta pengurangan dampak lingkungan dari aktivitas manusia (Viranda et. al., 2024). Sampah plastik yang berakhir di laut dapat mengancam kehidupan biota laut. Banyak hewan laut, seperti penyu, burung, dan ikan, sering kali tertipu oleh plastik yang tampak seperti makanan. Hal ini menyebabkan gangguan pencernaan hingga kematian. Plastik yang terdekomposisi menjadi mikroplastik dapat meresap ke dalam tanah dan mencemari air tanah. Partikel ini berbahaya karena dapat memasuki rantai makanan organisme di suatu ekosistem.





Data Komposisi Sampah Berdasarkan Sumber Sampah

Sumber: SIPSN, 2025

Menurut data Sistem Pengolahan Sampah Nasional (SIPSN) yang dilakukan pada tahun 2024, timbunan sampah nasional dari 321 kabupaten/kota mencapai 35,015 juta ton/tahun. Sampah terkelola sejumlah 39,89% dan sampah tidak terkelola sejumlah 60,11%. Penyumbang sampah terbesar berasal dari aktivitas rumah tangga, sampah sisa makanan serta sampah plastik seperti botol minum, kantong plastik, hingga barang-barang lain yang berasal dari plastik. Jika limbah yang dihasilkan tersebut tidak dikelola dengan baik, maka dapat menyebabkan pencemaran serius terhadap air, tanah, ekosistem, serta membahayakan kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya. Limbah yang dihasilkan memiliki dampak yang negatif karena mengandung bahan berbahaya seperti logam berat dan bahan kimia beracun yang dapat mencemari sumber air, mengurangi kesuburan tanah, dan menyebabkan masalah pernapasan bagi mahluk hidup. Dari data di atas, dapat disimpulkan bahwa masih banyak sampah yang tidak dikelola dengan baik, dan hal ini mencerminkan bagaimana pola hidup serta sistem pengelolaan lingkungan masyarakat indonesia yang belum bertransformasi secara berkelanjutan.

Permasalahan sampah bukanlah hal yang dapat dihindari, melainkan harus ditangani dengan upaya yang strategis, menyeluruh, dan berkelanjutan agar tidak menimbulkan masalah baru di kemudian hari. Setelah ditelaah lebih lanjut, akar permasalahan sampah yang terjadi di Indonesia terletak pada proses pengelolaannya. Hal ini meliputi, rendahnya kapasitas pemerintah daerah dalam pengelolaan sampah,

aktivitas industri yang tidak diimbangi dengan pengelolaan limbah yang efektif, serta rendahnya kepedulian masyarakat Indonesia terhadap lingkungan (Apricia, 2023). Kurangnya kesadaran masyarakat terhadap kebersihan lingkungan juga bisa terjadi karena minimnya edukasi masyarakat tentang pengelolaan sampah. Edukasi perlu disampaikan kepada masyarakat agar mereka mengetahui tahapan-tahapan dalam pengelolaan sampah, dan benteng awal kesadaran masyarakat untuk menjaga lingkungannya. Pendekatan lainnya dapat dilakukan dengan pendekatan keagamaan atau sedekah sampah. Pendekatan keagamaan penting dilakukan dalam meningkatkan kesadaran dan kesediaan masyarakat untuk ikut serta dalam mengelola sampah (Syaiful et al., 2021).

Di tengah maraknya masalah sampah di Indonesia, selalu ada solusi yang dapat ditawarkan untuk mengatasi masalah terkait. Salah satunya dengan mengembangkan media pengelolaan sampah berbasis aplikasi. Menurut Hashina, dkk. (2022), pengembangan media pengelolaan sampah berbasis aplikasi dinilai efektif dan dapat membantu pegiat pengelolaan sampah. Dari aplikasi tersebut, edukasi pengelolaan sampah dapat disosialisasikan ke masyarakat luas. Dimana teknologi itu sendiri telah masuk dalam kehidupan masyarakat, sehingga diharapkan edukasi sampah melalui aplikasi dapat mengatasi masalah pengelolaan sampah dengan efektif.

Berangkat dari masalah tersebut, kami sebagai mahasiswa turut ikut serta berinovasi mengembangkan media pengelolaan sampah berbasis teknologi, berupa aplikasi lingkungan yang memiliki berbagai macam fitur pengelolaan sampah untuk mengedukasi dan menjadi jembatan layanan pengelolaan sampah di indonesia. Tujuan penulisan esai ini yaitu menawarkan solusi berupa media pengolahan sampah berbasis aplikasi dengan pendekatan gerakan sosial-ekonomi berkelanjutan berupa sedekah sampah dan pengelolaan limbah rumah tangga menjadi barang yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Diharapkan masyarakat dapat teredukasi tentang bagaimana cara pengelolaan sampah yang tepat, masyarakat dapat mengimplementasikan pengelolaan sampah yang efektif melalui fitur-fitur yang disediakan, dan melalui aplikasi ini dapat mendorong pola hidup yang ramah lingkungan dan berorientasi pada pembangunan berkelanjutan.

Inovasi Media Pengelolaan Sampah : Aplikasi Ar-Refah

Ar-Refah merupakan aplikasi berbasis digital yang dirancang untuk mempermudah masyarakat dalam mengelola sampah rumah tangga agar bernilai lebih. Aplikasi ini hadir dalam bentuk *mobile application* yang dapat diunduh melalui

perangkat Android maupun iOS dengan ukuran ringan sehingga tidak membebani ruang penyimpanan pengguna. Tampilan awal aplikasinya menampilkan logo Ar-Refah dan slogan *"Ubah Sampahmu Menjadi Berkah"*. Penyajian sederhana namun bermakna ini dimaksudkan untuk menghadirkan kesan bersahabat dan mengundang rasa penasaran sejak pertama kali dibuka.

Tampilan aplikasi Ar-Refah menggunakan desain minimalis dengan pemilihan warna yang memiliki arti-arti simbolis. Warna hijau dipilih sebagai warna dominan karena identik dengan lingkungan, pertumbuhan, dan kesegaran. Warna putih digunakan untuk menonjolkan transparansi, kejujuran, dan kesucian niat dari gerakan ini, sedangkan emas atau kuning cerah hadir sebagai warna aksen pada bagian reward poin dan capaian pengguna, melambangkan keberkahan serta penghargaan atas kontribusi mereka. Ikon dan ilustrasi di dalam aplikasi menggunakan gaya *flat design* modern agar lebih ramah dilihat. *Flat design* modern adalah gaya visual minimalis, sederhana, dan menggunakan warna-warna yang cantik.



Gambar 1. Tampilan Pertama , Kedua, dan Ketiga Aplikasi

Pada tampilan pertama dan kedua, gambar 1 merupakan tampilan logo dan terdapat username dan password untuk masuk aplikasi. Serta terdapat slogan ubah sampahmu menjadi berkah. Tampilan ketiga yaitu pilihan menu fitur dari aplikasi Ar-Refah. ETerdapat fitur sedekah sampah, Edukasi Eco-Bricks, Edukasi Eco-Enzyme, Bisnis Eco-Enzyme, dan Bisnis Eco-Bricks

Gambar 2 yaitu fitur Sedekah Sampah. Fitur ini menjadi inti dari Ar-Refah. Melalui Sedekah Sampah, masyarakat dapat mengumpulkan sampah rumah tangga (khususnya dari bahan plastik) lalu melaporkannya melalui aplikasi. Setelah jumlah sampah cukup, petugas Ar-Refah akan datang menjemput secara langsung. Sampah

tersebut kemudian ditimbang, dan hasilnya otomatis tercatat dalam sistem aplikasi dalam bentuk poin. Setiap poin menjadi representasi kontribusi nyata pengguna dalam menjaga lingkungan sekaligus beramal.



Gambar 2. Tampilan Sedekah sampah dan Chat

Melalui Sedekah Sampah, masyarakat dapat mengumpulkan sampah rumah tangga (khususnya dari bahan plastik) lalu melaporkannya melalui aplikasi. Setelah jumlah sampah cukup, petugas Ar-Refah akan datang menjemput secara langsung. Sampah tersebut kemudian ditimbang, dan hasilnya otomatis tercatat dalam sistem aplikasi dalam bentuk poin. Setiap poin menjadi representasi kontribusi nyata pengguna dalam menjaga lingkungan sekaligus beramal. Selain itu, fitur Sedekah Sampah juga bekerja sama dengan Kitabisa.com sebagai mitra penyalur hasil sedekah, sehingga setiap poin yang terkumpul dapat dikonversi menjadi bentuk donasi yang bermanfaat bagi masyarakat yang membutuhkan. Dalam pelaksanaannya, Ar-Refah juga berkolaborasi dengan SINBION (*Sustainability Unit Biology Education*), sebuah study club di Pendidikan Biologi yang berfokus pada pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs) khususnya di bidang lingkungan. Komunitas SINBION berperan langsung sebagai tim lapangan, di mana para admin sekaligus petugas penjemput sampah berasal dari anggota komunitas ini. Kolaborasi ini tidak hanya memperkuat sistem kerja aplikasi, tetapi juga menjadi bentuk nyata dukungan kami selaku pengembang esai terhadap upaya SINBION dalam menggerakkan kesadaran lingkungan.

Lebih dari sekadar angka, poin yang terkumpul dapat dilihat pada bagian rekam jejak (*track record*). Di dalamnya, pengguna akan menemukan catatan berapa kilogram sampah yang telah mereka kumpulkan dan ke mana saja hasilnya

dialokasikan. Ada keterbukaan informasi, misalnya sampah yang mereka sumbangkan telah digunakan untuk mendukung program sosial seperti bantuan untuk Palestina, panti asuhan, pembangunan masjid, atau kaum dhuafa. Transparansi inilah yang membuat Sedekah Sampah bukan hanya sekadar fitur, melainkan juga sarana membangun rasa percaya dan menumbuhkan kebanggaan karena setiap sampah yang diserahkan menjadi manfaat bagi sesama.



Gambar 3. Tampilan Edukasi Eco-Enzyme dan Edukasi Ecobrick

Gambar 3 yaitu Edukasi Eco-Enzyme. Edukasi Eco-Enzyme hadir sebagai media pembelajaran praktis untuk masyarakat. Melalui fitur ini, pengguna diperkenalkan pada proses mengolah sampah organik rumah tangga menjadi cairan serbaguna ramah lingkungan yang disebut eco-enzyme. Harapannya, masyarakat tidak lagi hanya menjadi penghasil sampah, melainkan juga mampu mengolahnya secara mandiri menjadi sesuatu yang bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari, baik sebagai pembersih alami, pupuk cair, maupun produk rumah tangga lainnya.

Gambar 3 juga menampilkan fitur Edukasi Ecobrick. Fitur ini berfungsi memberikan panduan mengenai cara membuat ecobrick dari sampah plastik yang sulit terurai. Melalui tampilan ini, pengguna diajak mengenal langkah-langkah pengisian botol plastik dengan limbah anorganik hingga menjadi ecobrick yang padat dan bermanfaat. Dengan demikian, pengguna tidak hanya diberi informasi, tetapi juga motivasi untuk mengambil bagian dalam upaya pengurangan sampah plastik yang semakin mengkhawatirkan.



Gambar 4. Tampilan Bisnis Eco-Brick dan Eco-Enzyme

Gambar 4 yaitu tampilan Bisnis Eco-Enzyme dan Ecobrick. Salah satu kendala terbesar masyarakat setelah berhasil memproduksi eco-enzyme maupun ecobrick adalah kesulitan dalam memasarkan hasil karyanya. Oleh karena itu, ArRefah menghadirkan fitur Bisnis Eco-Enzyme dan Ecobrick sebagai solusi konkret. Fitur ini menyediakan ruang digital yang mempertemukan produsen dengan pembeli. Pengguna dapat memilih toko, melihat profil pengusaha, dan melakukan transaksi secara langsung di dalam aplikasi. Fitur ini juga dilengkapi lokasi toko berada, sehingga mempermudah pengguna dalam berbisnis. Tidak hanya itu, fitur ini juga membuka peluang kolaborasi antar pengusaha ramah lingkungan, sehingga dengan adanya platform ini, masyarakat tidak lagi bingung harus menjual ke mana, sebab Ar-Refah memberikan wadah khusus yang terpercaya dan terintegrasi.

Seluruh konten aplikasi Ar-Refah menggunakan bahasa Indonesia yang sederhana, Komunikatif, tanpa mengurangi ketepatan istilah. Untuk istilah asing seperti “eco-enzyme” dan “ecobrick”, disertakan penjelasan singkat agar masyarakat awam tetap dapat mengikuti. Hal ini bertujuan agar aplikasi tidak hanya digunakan oleh kalangan terdidik, melainkan juga dapat diakses dan dipahami oleh ibu rumah tangga, pelajar, hingga masyarakat desa yang ingin berpartisipasi. ArRefah dihadirkan bukan hanya sebagai aplikasi pengelolaan sampah, tetapi sebagai sebuah gerakan sosial-ekonomi berkelanjutan. Melalui fitur sedekah, pengguna diajak untuk peduli pada sesama. Melalui edukasi, masyarakat diberdayakan untuk mengolah sampah secara mandiri. Melalui fitur bisnis, menjadikan Ar-Refah bukan sekadar inovasi digital, melainkan solusi nyata untuk menjawab persoalan lingkungan sekaligus memperkuat nilai kepedulian sosial dan pemberdayaan masyarakat.

Permasalahan sampah yang menumpuk di Indonesia tidak hanya menurunkan kualitas lingkungan tetapi juga mengancam kelestarian keanekaragaman hayati, karena limbah plastik dan organik yang tidak terkelola dapat mencemari tanah, air, dan habitat berbagai makhluk hidup. Melalui inovasi aplikasi Ar-Refah, generasi muda mengambil peran nyata dalam menjaga keseimbangan ekosistem dengan mengubah cara pandang masyarakat terhadap sampah dari limbah yang tidak berguna, menjadi sumber keberkahan dan peluang ekonomi hijau. Fitur-fitur seperti Sedekah Sampah, Edukasi dan Bisnis Eco-Enzym serta Ecobrik, tidak hanya mengedukasi masyarakat, tetapi juga menumbuhkan kesadaran ekologis dan tanggung jawab sosial. Dengan demikian, Ar-refah menjadi wujud nyata inovasi generasi muda dalam menjaga warisan keanekaragaman hayati melalui aksi sederhana namun berdampak besar bagi kelanjutan bumi.



DAFTAR PUSTAKA

Apricia, N., Jeremiah, M., & Trinovada, A.(2023). Urgensi Perubahan UndangUndang Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan,* 9 (19), 553-559.

Daryanto. (1997) Kamus Umum Bahasa Indonesia. Jakarta. Penerbit Rosda Karya.

Dobiki J. (2018). Analisis Ketersedian Prasarana Persampahan di Pulau Kumo dan Pulau Kakara di Kabupaten Halmahera Utara. *J Spasial*, 5(2):220–8.

Hashina, Sunusi, P. M., Nurwahyuni, A., Reskita, D., Mustari, M. L. M., & Sonni, A. F. (2025). Analisis Bibliometrik: Penerapan Mobile Application "Bank Sampah" sebagai Layanan Pengelolaan Sampah di Era Digital. *KAMBOTI: Jurnal Sosial dan Humaniora*, *5*(2), 137-147.

Lingga, L. J., Yuana, M., Sari, N. A., Syahida, H. N., Sitorus, C., & Shahron, S. (2024). Sampah di Indonesia: Tantangan dan solusi menuju perubahan positif. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 4(4), 1223512247.

Maryono, Y., & Istiana, B. P. (2008). Teknologi Informasi & Komunikasi. Bogor: Yudhistira.

Nadif, M. R. A., Putra, F. A., Rizky, A. D., Cahya Kaloke, M. E. P., & Abdullah, M. H. (2023). Manajemen Sampah Rumah Tangga Berbasis Digital Ekonomi Sirkular Dan Teknologi Tepat Guna Di Desa Glagaharum Kabupaten Sidoarjo. *Prosiding Konferensi Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat Dan Corporate Social Responsibility (PKM-CSR)*, *6*, 1–5. https://doi.org/10.37695/pkmcsr.v6i0.2213

Pambudi, P. A. (2024). Menuju Transformasi Pengelolaan Sampah Di Yogyakarta: Solusi Berkelanjutan Melalui Kolaborasi Multi-Stakeholder. *2*(1), 17–32.

Sari, J. D. E., Lailiyah, S., Prayoga, D., Millati, I., Mandagi, A. M., Fikri, F., & Yulianti, Y. T. (2023). Zero Waste Movement through Beach Sanitation, Ecobrick Greenhouse Development, and Marine Ecosystem Preservation in Efforts to Realize SDGs 2030. *Media Gizi Kesmas,* 12(2), 802-809.

Syaiful, A. Z., Fikruddin, M., Jumadil, J., Akrim, D., & Anggraini, N. (2021). Partisipasi Masyarakat Dalam Program Sedekah Sampah Di Masjid Raudatul Jannah Yayasan Khairu Ummah Makassar. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, *21*(2), 395–404. https://doi.org/10.35965/eco.v21i2.1131

Viranda, E., Novaria, R., & Soesiantoro, A. (2024). Inplementasi Kehijakan Pengelolaan Sampah sebagai Upaya Penerapan *Sustainable Development Goals* (SDGs) di Kecamatan Mulyorejo Kota Surabaya. *Praja observer: Jurnal Penelitian Administrasi Publik (e-ISSN: 2797-0469)*, 4(04), 188198.

OPTIMALISASI PEER COUNSELING DALAM MENANGKAL MISINFORMASI TIKTOKTHERAPY DAN MENCEGAH SELF DIAGNOSIS

Oleh : Riska Nofiyanti, Elani Jelita KhairunnisA

Di zaman yang serba digital, media sosial semakin marak digunakan oleh berbagai kalangan, terutama di kalangan remaja. Media sosial menjadi platform untuk mencari berbagai informasi, bukan hanya untuk hiburan semata. Hal ini memudahkan mahasiswa untuk mendapatkan informasi mengenai hal-hal yang berkaitan dengan kesehatan mental. Tiktok adalah salah satu platform yang sedang gencar digunakan orang-orang. Menurut data dari Kompas (2025), Indonesia menjadi negara pengguna Tiktok tertinggi di Asia Tenggara Southeast Asia (SEA) dan mencapai angka lebih dari 160 juta pengguna per Maret 2025.

Platform TikTok dikenal sebagai media untuk membagikan video singkat, yang kemudian dimanfaatkan sebagai sarana penyebaran konten mengenai kesehatan mental dan psikoedukasi, fenomena ini sering disebut sebagai "TikTok Therapy." Fenomena tersebut memungkinkan akses informasi yang cepat dan mudah dijangkau oleh banyak orang. Namun, sebuah studi terbaru yang dipublikasikan oleh JMIR Formative Research menunjukkan bahwa kualitas konten video tentang kesehatan mental di TikTok cukup rendah, dengan rating rata-rata hanya 30 dari 80, atau kurang dari 40%. Contohnya, video dengan judul seperti "5 tanda seseorang mengalami social anxiety secara diam-diam" biasanya mencakup gejala umum seperti merasa tidak nyaman di keramaian, menghindari interaksi sosial, atau terlalu banyak berpikir. Karena deskripsinya terlalu umum, banyak orang cenderung salah mengartikan dan langsung menganggap diri mereka mengalami social anxiety tanpa konsultasi dengan psikolog, yang dikenal sebagai self-diagnosis. Oleh karena itu, penyajian video yang singkat tanpa dukungan riset ilmiah yang memadai berpotensi menimbulkan misinformasi, yang pada akhirnya dapat memperburuk kecemasan, terutama di kalangan mahasiswa, serta memicu praktik self-diagnosis.

Self-diagnose atau diagnosis mandiri adalah pakan proses di mana seseorang mengamati sesuatu yang ada dalam dirinya sendiri, gejala patologi dan mengidentifikasi penyakit ataupun kelainan berdasarkan pengetahuannya tanpa konsultasi. "Self-diagnosing is the process of diagnosing your illness, whether

physical of the basis of past, experiences of information available on popular media. Such as internet or books" (Srivastava, 2016).

Di Indonesia, masalah mengenai kesehatan mental pada remaja dan mahasiswa masih menjadi tantangan serius. Data menunjukkan bahwa sekitar 54% mahasiswa Generasi Z memiliki indikasi masalah kesehatan mental, dan kecanduan media sosial terbukti berhubungan signifikan dengan gangguan tersebut (Novnariza et al., 2025). Hal tersebut bertentangan dengan agenda global Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) yang disepakati oleh negara-negara anggota PBB, khususnya Tujuan 3 tentang kesehatan dan kesejahteraan, yang bertujuan untuk menciptakan dunia yang lebih baik pada tahun 2030. Oleh karena itu, upaya pencegahan dan intervensi kesehatan mental di kalangan pemuda menjadi kunci dalam mendukung pencapaian SDGs di Indonesia.

Dalam lingkungan kampus, *peer counseling* menjadi salah satu gerakan yang memiliki potensial untuk mengatasi fenomena ini. Konselor sebaya dapat berperan sebagai pendamping awal yang memberikan edukasi, dukungan emosional, serta mengarahkan mahasiswa kepada layanan psikolog profesional ketika dibutuhkan. Namun, untuk bisa menjawab tantangan misinformasi kesehatan mental di era Tiktok, program *peer counseling* perlu dioptimalkan, khususnya melalui peningkatan literasi digital mental health, pelatihan khusus penyaringan informasi, dan supervisi langsung dari tenaga asli kesehatan mental seperti psikolog atau psikiater.

Sebagai konselor sebaya, mereka mampu memahami bahasa, dinamika sosial, serta tekanan psikologis yang dialami mahasiswa karena berada di kelompok usia dan lingkungan yang sama. Hal ini menjadikan *peer counselor* lebih mudah dijangkau dan dipercaya dibandingkan layanan profesional formal, terutama bagi mahasiswa yang masih ragu mencari bantuan psikolog. Selain menyediakan ruang aman untuk curhat dan dukungan emosional, *peer counselor* juga bertugas memberikan edukasi dasar mengenai perbedaan antara informasi psikolog ilmiah dan konten viral yang tidak terverifikasi. Pendekatan ini dinilai efektif dalam pencegahan masalah mental, sebagaimana hasil analisis menunjukan bahwa akses dukungan sebaya mampu meningkatkan kesadaran diri, mengurangi stres, dan mendorong mahasiswa mencari bantuan profesional lebih cepat ketika diperlukan (Sa'diyah et al., 2022). Dengan demikian, *peer counsling* dapat menjadi jembatan penting untuk memfilter informasi keliru sekaligus membangun budaya literasi kesehatan mental digital di lingkungan kampus.

Program *peer counseling* perlu dioptimalkan agar mampu efektif mengatasi misinformasi *"Tiktok Therapy"* melalui peningkatan kompetensi, sistem pendampingan profesional, dan integrasi literasi digital.

Pertama , *peer counselor* perlu dibekali pelatihan khusus mengenai literasi kesehatan mental digital, sehingga mampu membantu mahasiswa membedakan informasi psikologis yang valid dengan konten viral yang tidak terverifikasi. *Kedua,* supervise rutin oleh psikolog kampus diperlukan untuk memastikan *peer counselor* bekerja sesuai batas profesional dan memiliki pedoman merujuk mahasiswa dengan gejala berat. Analisis lain menunjukkan bahwa pendampingan profesional dalam program konselor sebaya meningkatkan efektivitas intervensi psikososial dan literasi mental mahasiswa (Lestari & Fitria, 2023).

Selain itu, integrasi layanan hybrid seperti sesi tatap muka, dukungan berbasis chat, serta kampanye digital kampus dapat meningkatkan akses mahasiswa terhadap pendampingsn terpercaya. Strategi tersebut sejalan dengan temuan bahwa program dukungan sebaya yang terstruktur mampu meningkatkan literasi kesehatan mental, mengurangi stress, dan mendorong pencarian bantuan profesional lebih awal di kalangan mahasiswa (Ayuningtyas et al., 2022). Dengan demikian, optimalisasi *peer counseling* menjadi langkah penting untuk menekan pengaruh misinformasi Tiktok sekaligus menciptakan budaya kampus yang sehat secara psikologis dan digital.

Pada akhirnya, maraknya fenomena *"Tiktok Therapy"* menegaskan perlunya kemampuan mahasiswa dalam menyaring informasi kesehatan mental secara kritis. Optimalisasi program *peer counseling* menjadi langkah strategis bagi kampus untuk menyediakan dukungan yang lebih dekat, terpercaya, dan berorientasi pada literasi digital. Dengan penguatan kapasitas konselor sebaya serta supervisi profesional, kampus dapat mencegah misinformasi sekaligus menumbuhkan budaya pencarian bantuan yang sehat. Upaya ini bukan hanya menjawab tantangan era media sosial, tetapi juga untuk membangun generasi mahasiswa yang tangguh, sadar kesehatan mental, dan bijak dalam mengakses informasi. Harapannya program peer counseling menjadi langkah strategis dalam manifestasi tujuan SDG 3, yaitu kehidupan sehat dan sejahtera.

DAFTAR PUSTAKA

Ayuningtyas, D., Misniarti, M., & Dachlia, D. (2022). *Stengthening peer support programs in higher education to improve student mental health literacy,* **Indonesian Journal of Health Promotion, 5** (1), 45-56

Basch, CH, Donelle, L., Fera, J., & Jaime, C. (2022). Deconstructing tiktok videos on mental health: cross-sectional, descriptive content analysis. *JMIR formative research, 6* (5), e38340

Fakultas Psikologi Universitas Tarumanagara. (2024 , 11 Desember). Kesehatan mental dalam konteks SDG 3: Peran psikologi dalam mewujudkan kesejahteraan yang holistik. Fakultas Psikologi Universitas Tarumanagara. **https://fpsi.untar.ac.id/2024/12/11/kesehatan-mental-dalam-ko nteks-sdg-3-peran-psikologi-dalam-mewujudkan-kesejahteraan-yang-holistik/**

Fakultas Psikologi Universitas Tarumanagara. (2025, 24 Februari). Konten "Mental Health" dan Kecenderungan Remaja Melakukan Self-Diagnosis. **https://fpsi.untar.ac.id/2025/02/24/konten-mental-health**

Kompas. (2025, 30 Juli). *Pengguna tiktok di Indonesia tembus 160 juta, terbanyak di asia tenggara.* Diakses pada 31 Oktober 2025, dari Pengguna TikTok di Indonesia Tembus 160 Juta, Terbanyak di Asia Tenggara

Lestari, S., & Fitria, N., (2023). *Peer support intervention to improve mental health literacy among university students.* **Jurnal Kesehatan Masyarakat, 18** (2), 120-128.

Novnariza, E., Pradipta, Y., Henda, S. A.D., & Shabrina, A, J. (2025). *The association between social media addiction and mental health among Generation Z: Cross-sectional study at University X – West Sumatra, Indonesia.* **Contagion: Scientific Periodical of Public Health and Coastal Health, 7** (1), 286-298.

Sa'diyah, M., Naskiyah, N., & Rosyadi, A. R. (2022). Hubungan intensitas penggunaan media sosial dengan kesehatan mental mahasiswa dalam pendidikan agama Islam. **Edukasi Islam Jurnal Pendidikan Islam, 11** (3), 713-730. https://doi.org/10.30868/ei.v11i03.2802

MEWUJUDKAN KEADILAN INKLUSIF DENGAN MENJEMBATANI AKSES HUKUM DISABILITAS SESUAI DENGAN PRINSIP SDGS : LEAVE NO ONE BEHIND

Oleh : Sherly Davina Anindya Rahma

Indonesia menjunjung tinggi prinsip asas *equality before the law* dikarenakan Indonesia merupakan negara hukum yang menggunakan nilai-nilai pancasila sebagai dasar dan pedoman hidup bernegara. Asas tersebut merupakan prinsip fundamental yang mengutamakan kesetaraan dihadapan hukum tanpa adanya suatu diskriminasi. Namun, hal tersebut seringkali berhenti serta perwujudannya hanya sekadar norma yang tertulis di atas kertas. Terdapat kesenjangan antara pengakuan hukum dan realitas yang ada di masyarakat tentang pandangan terhadap kelompok difabel yang sering menimbulkan stigma dan diskriminasi.

Kenyataanya sudah tertuang dalam Undang-Undang Nomor 8 Tahun 2016 yang mengakui bahwa kelompok difabel merupakan objek hukum yang sah dan berdaya. Di sisi lain, seringkali ditemukan dalam masyarakat yang masih beranggapan bahwa penyandang difabel termasuk bagian tidak cakap hukum yang mereduksi otonomi hukum mereka (Rizani, et al., 2024). Perjuangan ini tidak hanya bersifat nasional, tetapi juga merupakan komitmen global. Hal tersebut berjalanan beriringan dengan Agenda Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) PBB, dengan salah satu prinsip utamanya, *Leave No One Behind* yang secara eksplisit menargetkan penghapusan diskriminasi (Panda & Kaur, 2024). Secara spesifik, Tujuan Mengurangi Ketimpangan menuntut penghapusan undang-undang, kebijakan, dan praktik yang diskriminatif, yang secara langsung menyoroti konflik hukum yang dibahas esai ini. Lebih lanjut, Tujuan Perdamaian, Keadilan, dan Kelembagaan yang Tangguh menyerukan jaminan akses terhadap keadilan untuk semua, sebuah cita-cita yang mustahil tercapai tanpa pengakuan kecakapan hukum penuh (Panda & Kaur, 2024).

Dalam esai ini penulis akan menjabarkan analisis mengenai permasalahan tersebut serta memaparkan solusi yang bersifat teknis, prosedural, serta melakukan pendekatan yuridis yang dapat diterapkan untuk menjembatani kesenjangan yang ada demi mewujudkan keadilan substantif. Istilah difabel atau penyandang disabilitas telah mengalami evolusi paradigma yang signifikan. Pada Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1997 mengadopsi pendekatan belas kasihan atau *charity-based,* yang mana

penyandang disabilitas diposisikan sebagai objek bantuan sosial. Kemudian paradigma ini dirombak oleh Undang-Undang No. 8 Tahun 2016 dalam Pasal 1 Ayat (1) yang berbunyi: "Setiap orang yang mengalami keterbatasan fisik, intelektual, mental, dan/atau sensorik dalam jangka waktu lama yang dalam berinteraksi dengan lingkungan dapat mengalami hambatan dan kesulitan untuk berpartisipasi secara penuh dan efektif dengan warga lainnya berdasarkan kesamaan hak". Hal tersebut memberikan definisi baru untuk kelompok difabel sebagai individu aktif yang memiliki hak (Rizani, et al., 2024).

Kecakapan hukum adalah pilar utama dalam konteks hukum perdata. Cakap hukum dalam pengertian yuridis adalah kemampuan seseorang untuk melakukan tindakan hukum secara mandiri, dimana tindakan tersebut menimbulkan akibat hukum yang sah dan mengikat atas dirinya sendiri serta hal tersebut tidak dapat diganggu gugat. Dalam KUHPerdata, seseorang dianggap cakap hukum dan memiliki wewenang melakukan perbuatan hukum apabila memenuhi syarat-syarat yang tertuang dalam Pasal 330 KUHPerdata dimana mencakup dua hal, yang pertama telah mencapai umur 21 Tahun atau telah melangsungkan pernikahan, kemudian tidak berada dibawah pengampunan. Hal inilah yang akan menjadi point bahasan yang dikaitkan dengan hak penyandang disabilitas.

Dasar ketentuan untuk menempatkan seseorang di bawah pengampunan diatur dalam Pasal 433 KUHPerdata yang mencakup orang yang selalu dalam keadaan dungu, gila, mata gelap atau pemboros (Azzahra, et al., 2024). Konsekuensi dari tindakan hukum yang dilakukan orang yang termasuk kelompok tidak cakap hukum adalah dapat dibatalkan. Hal tersebut berakibat pada tindakan hukum orang terkait dapat dianulir jika ada keputusan pengadilan yang membatalkan hal tersebut. Diskriminasi dan permasalahan hukum ini dapat terjadi dikarenakan kurangnya edukasi tentang ragam disabilitas yang memiliki implikasi hukum yang berbeda. Hal tersebut kemudian berakibat pada kelompok disabilitas, terutama disabilitas sensorik dalam pemenuhan hak-hak hukum mereka (Firmansyah, 2024).

Disabilitas bersifat perseptual atau komunikatif, tidak memengaruhi kapasitas intelektual atau kemampuan rasional individu untuk memahami konsekuensi hukum. Istilah tidak cakap hukum oleh KUHPerdata secara historis dirancang untuk melindungi individu yang kemampuan kognitifnya terganggu. Namun, dalam persepsi sosial dan praktik hukum secara keliru menafsirkan istilah tersebut. Sehingga berakibat pada adanya diskriminasi terhadap penyandang disabilitas.

Benturan norma ini memiliki implikasi destruktif di lapangan dikarenakan berakar dari hukum kolonial yang usang dan kini secara yuridis tidak lagi valid. Hal tersebut sesuai dengan Putusan Mahkamah Konstitusi Nomor 93/PUU-XX/2022. Putusan MK ini secara tidak langsung mengubah pemaknaan Pasal 433 KUHPerdata dalam pemaknaan frasa dungu, sakit otak, atau mata gelap adalah bagian dari penyandang disabilitas (Azzahra, et al., 2024).

Implikasi dari putusan ini sangat jelas dikarenakan pengampunan berdasarkan Pasal 443 kini secara konstitusional hanya berlaku untuk penyandang disabilitas mental dan/atau intelektual. Dampak dari hal tersebut adalah penyandang disabilitas sensorik kini dapat dikecualikan sebagai kelompok tidak cakap hukum (Azzahra, et al., 2024). Akan tetapi, stigma yang melekat pada penyandang disabilitas menyebabkan masyarakat secara umum memandang penyandang disabilitas sebagai objek belas kasihan. Diskriminasi ini berakar pada *sociological lag* (kesenjangan sosiologis), yang dimana hukum positifnya telah berubah tetapi persepsi dan praktik masyarakat masih terjebak dalam paradigma lama (Volti, 2004).

Kelompok disabilitas perlu untuk diberikan ruang dalam melakukan tindakan hukum atas dirinya sendiri dikarenakan hal tersebut memiliki keterkaitan dengan otonomi hukum. Otonomi hukum adalah esensi pengakuan sebagai manusia utuh dan sebagai subjek hukum. Tanpa otonomi hukum, penyandang disabilitas tidak dapat untuk membuat keputusan hukum seperti membuat keputusan atas tubuh dan perawatan medis mereka, tidak dapat memiliki properti atas nama mereka sendiri, tidak dapat membuat kontrak kerja, dan tidak dapat mewariskan atau menerima harta warisan. Maka dari itu diperlukan solusi yang menjembatani kesenjangan ini dan untuk mewujudkan hal tersebut memerlukan kerja sama dari berbagai pihak. Solusi yang ditawarkan tidak hanya menyasar pada perubahan regulasi, tetapi juga langkah nyata yang dapat diterapkan oleh masyarakat secara langsung.

Terdapat rancangan yang telah dikeluarkan oleh pihak Otoritas Jasa Keuangan (OJK) berupa Pedoman Akses Pelayanan Keuangan untuk Disabilitas Berdaya (SETARA). Pedoman SETARA adalah sebuah *blue print* atau rancangan yang memberikan kerangka kerja efektif dan praktis bagi Para Pelaku Usaha Sektor Keuangan (PUSK) untuk mengaplikasikan inklusivitas bagi kelompok disabilitas. Pedoman ini diluncurkan OJK sebagai penyempurnaan dari Petunjuk Teknis Operasional (PTO) 2018 untuk mendorong inklusi keuangan.

Konsep utama dari Pedoman SETARA yang dapat diadaptasi bagi pendekatan kasus hukum ini adalah pendekatan yang bersifat *twin-track* (jalur ganda). Pendekatan ini adalah strategi simultan untuk memastikan inklusivitas layanan.

- Jalur Pertama adalah Pengarusutamaan *(Mainstreaming)*, yang mewajibkan profesional (baik keuangan maupun hukum) untuk memastikan semua sektor bersifat universal dan dapat diakses. Ini mencakup infrastruktur fisik yang ramah disabilitas dan akses digital yang kompatibel dengan *screen reader*.
- Jalur Kedua adalah Dukungan Spesifik (Specific Support), yaitu penyediaan akomodasi yang layak (*Reasonable Accommodation*), sejalan dengan Peraturan Pemerintah (PP) No. 39 Tahun 2020 tentang akomodasi yang layak dalam proses peradilan (Firmansyah, 2024). Contohnya adalah penyediaan Juru Bahasa Isyarat (JBI) tersertifikasi bagi klien Tuli atau dokumen dalam format huruf braille bagi klien tunanetra (Pradnyadewi & Jayantiari, 2023; Nickent, et al., 2023).

Akomodasi yang layak bukanlah sekadar bantuan teknis semata. Ia adalah mekanisme prosedural yang esensial untuk memvalidasi kecakapan hukum individu. Terkait akomodasi teknis, pertama adalah huruf Braille. Braille adalah sistem penulisan taktil (sentuh) yang digunakan oleh penyandang tunanetra atau mereka dengan daya penglihatan sangat rendah (Nickent, et al., 2023). Braille bukanlah sebuah bahasa, ia adalah sebuah kode yang merepresentasikan huruf alfabet, angka, tanda baca, dan simbol lainnya melalui kombinasi dari enam titik timbul dalam sebuah sel (sel Braille). Pengguna membaca Braille dengan meraba pola titik-titik timbul tersebut menggunakan ujung jari.

Dalam konteks hukum, dokumen (seperti draft akta) dapat dicetak atau di-emboss ke kertas khusus Braille. Ini memungkinkan klien tunanetra untuk membaca sendiri isi dokumen tersebut secara independen, memastikan tercapainya *informed consent.* Di era digital, teknologi *screen reader* juga dapat mengirimkan sinyal teks ke perangkat keras bernama *Braille display* (penampil Braille), yang mengubah teks digital menjadi barisan titik Braille taktil yang dinamis (dapat diperbarui) (Nickent, et al., 2023).

Akomodasi kedua adalah *Screen Reader* (pembaca layar). Ini adalah sebuah perangkat lunak (software) yang tergolong *assistive technology*. Fungsinya adalah menerjemahkan konten digital yang tampil di layar komputer atau *smartphone* menjadi keluaran non-visual. Keluaran ini bisa berupa *synthetic speech* (suara buatan) yang dibacakan melalui *speaker* atau keluaran taktil melalui *Braille display*. Cara

kerjanya terstruktur: Pertama, ia melakukan Intersepsi Data (Bukan Pembacaan Visual). *Screen reader* tidak melihat piksel di layar, melainkan bekerja di level sistem operasi, mengintersepsi teks dan informasi *coding* (seperti HTML) yang dikirimkan ke layar. Kedua, pengguna melakukan Navigasi Non-Mouse, pengguna tunanetra tidak menggunakan *mouse*, melainkan bernavigasi menggunakan serangkaian perintah *keyboard* khusus (contohnya, Tab untuk melompat antar tautan atau untuk melompat antar *heading*). Ketiga, efektivitasnya bergantung pada aksesibilitas desain, *screen reader* bergantung 100% pada *coding* dokumen. Jika sebuah gambar tidak memiliki *alt-text* (deskripsi teks) atau jika sebuah dokumen PDF adalah hasil *scan*, *screen reader* tidak dapat membaca apa pun. Keempat, dalam Konteks Hukum, agar seorang notaris dapat melayani klien tunanetra , draft akta *wajib* disediakan dalam format digital yang aksesibel (seperti .docx), bukan PDF hasil *scan* (Mustika, et al., 2022).

Akomodasi ketiga adalah Juru Bahasa Isyarat (JBI). JBI adalah seorang profesional terlatih yang menjadi jembatan komunikasi (penghubung) antara komunitas Tuli (yang menggunakan Bahasa Isyarat, seperti BISINDO atau SIBI) dan komunitas Dengar (yang menggunakan bahasa lisan/tulisan) (Pradnyadewi & Jayantiari, 2023). Tugas dan tanggung jawab (*jobdesk*) rinci mereka krusial dalam konteks hukum.

Tugas pertama JBI adalah Interpretasi (Penerjemahan), yaitu menerjemahkan pesan secara akurat, baik secara *real-time* (simultan) atau konsekutif (bergantian), dari bahasa lisan ke bahasa isyarat, dan sebaliknya (Pradnyadewi & Jayantiari, 2023). Tugas kedua adalah Netralitas Mutlak, Ini adalah poin krusial dalam konteks hukum. JBI bukanlah pendamping, penasihat hukum, atau anggota keluarga. Peran mereka murni sebagai saluran komunikasi. Mereka dilarang keras untuk menambah, mengurangi, mengubah makna, atau menyensor pesan (Pradnyadewi & Jayantiari, 2023). Tugas ketiga adalah Kerahasiaan (Confidentiality). JBI terikat oleh kode etik profesi yang ketat untuk menjaga kerahasiaan absolut atas semua informasi yang mereka dengar atau terjemahkan selama bertugas (Pradnyadewi & Jayantiari, 2023). Tugas keempat adalah Profesionalisme. JBI harus menjaga sikap profesional, termasuk hal teknis seperti mengenakan pakaian yang kontras dengan warna kulit agar gerakan tangan dan ekspresi wajah terlihat jelas (Pradnyadewi & Jayantiari, 2023).

Dalam konteks hukum, seperti proses krusial pembacaan akta dihadapan notaris , JBI tersertifikasi akan menerjemahkan verbatim (kata per kata) setiap frasa hukum yang diucapkan notaris ke dalam bahasa isyarat untuk klien Tuli. JBI kemudian akan

menerjemahkan pertanyaan atau pernyataan persetujuan klien Tuli kembali ke notaris (Pradnyadewi & Jayantiari, 2023).

Teknologi dan layanan asistif ini adalah jembatan yang diperlukan untuk tercapainya pemahaman dan kesepakatan yang sah (Pasal 1320 KUHPerdata). Tanpa JBI, seorang Tuli tidak dapat memahami pembacaan akta lisan (Sesung & Putri, 2024). Tanpa Braille atau *screen reader*, seorang tunanetra tidak dapat memahami draf akta tertulis (Mustika, et al., 2022). Ketika seorang profesional hukum menolak menyediakan akomodasi ini , mereka secara efektif mencegah klien untuk memenuhi syarat sepakat. Ironisnya, kegagalan ini kemudian digunakan sebagai dalih untuk menyatakan klien tidak cakap dan memerlukan wali. Ini adalah tindakan diskriminatif yang secara artifisial menciptakan kondisi tidak cakap hukum pada subjek yang sebenarnya cakap secara hukum (Firmansyah, 2024).

Secara praktis, peta jalan adaptasi Pedoman SETARA ini sudah jelas. Untuk Tunanetra, yang hambatannya adalah tidak dapat membaca huruf alfabet cetak, solusinya adalah *Screen Reader* atau Huruf Braille. Mekanismenya, notaris mengirim draf digital aksesibel untuk dibaca klien via *software*, atau notaris menyediakan *hardcopy* draf dalam cetakan Braille (Mustika, et al., 2022; Nickent, et al., 2023). Untuk Tuli/Tunarungu-Wicara, yang hambatannya adalah tidak dapat mendengar proses pembacaan akta lisan, solusinya adalah Juru Bahasa Isyarat (JBI) tersertifikasi. Mekanismenya, JBI menerjemahkan secara simultan seluruh proses pembacaan akta (lisan) ke Bahasa Isyarat dan menerjemahkan respons klien kembali ke bahasa lisan (Pradnyadewi & Jayantiari, 2023; Sesung & Putri, 2024).

Di sisi lain, sekadar mengadopsi model dari Pedoman SETARA tidaklah cukup. Terdapat beberapa kekurangan dari model awal rancangan cetak biru Pedoman SETARA yang dapat dipertimbangkan untuk memperkuat solusi penyelesaian masalah tersebut. Selain kelemahan utamanya yang bersifat *non-binding*, terdapat kelemahan lain yang membuat adaptasinya ke sektor hukum menjadi menantang. Pertama, Ketiadaan peraturan yang mengikat *(Non-Binding)*. Pedoman SETARA hanya bersifat anjuran (*guidance*) semata. Tidak ada sanksi hukum yang mengikat secara tegas. Efektivitasnya bergantung pada komitmen sukarela masing-masing lembaga. Kedua, Perbedaan Insentif Sektor. Pedoman SETARA dirancang OJK untuk PUSK (sektor keuangan). Logika yang mendasarinya adalah insentif pasar, yaitu mendorong bank dan asuransi untuk melihat penyandang disabilitas sebagai potensi *market* (pasar) yang belum tergarap. Logika ini gagal ketika diterapkan pada sektor hukum (notaris). *Driver* utama seorang notaris bukanlah pangsa pasar, melainkan

penghindaran risiko (*risk aversion*) dan kepastian hukum (*legal certainty*). Ketiga, ketiadaan pengawasan eksternal *(Self-Assessment).* Pedoman SETARA mengandalkan penilaian mandiri (*Self-Assessment*) oleh PUSK itu sendiri untuk mengukur kepatuhan. Ini adalah kelemahan signifikan, karena tidak ada mekanisme audit independen atau *enforcement* untuk memastikan kepatuhan yang sebenarnya.

Kelemahan adaptasi Pedoman SETARA di atas terkait erat dengan hambatan terbesar dalam praktik hukum, yaitu kekhawatiran profesional hukum terhadap keabsahan akta (Firmansyah, 2024; Nickent, et al., 2023). Notaris, berdasarkan Undang-Undang Jabatan Notaris (UUJN), adalah pejabat umum yang diangkat oleh negara. Fungsi utama mereka adalah membuat akta otentik. Menurut Pasal 1868 KUHPerdata, akta otentik adalah dokumen yang dibuat dalam bentuk yang ditentukan undang-undang, oleh atau dihadapan pejabat umum yang berwenang.

Kekuatan akta otentik adalah ia memiliki kekuatan pembuktian sempurna (*volledig bewijskracht*). Di pengadilan, akta otentik dianggap benar sampai ada pihak yang bisa membuktikan sebaliknya. Ini adalah jaminan kepastian hukum tertinggi dalam sistem hukum perdata Indonesia. Seluruh martabat dan profesi notaris bergantung pada terjaganya keabsahan formal (prosedur) dan material (substansi) dari setiap akta yang mereka buat.

Hal tersebut menyebabkan kekhawatiran apabila akta yang dibuat dengan akomodasi khusus, seperti dalam huruf braille, dapat digugat keabsahannya (Nickent, et al., 2023). Kekhawatiran akan akta hukum dalam huruf braille akan menggugat keabsahan akta hukum adalah inti masalahnya (Nickent, et al., 2023). Notaris khawatir jika mereka menggunakan prosedur non-standar (seperti JBI atau Braille), pihak ketiga (misalnya, ahli waris yang tidak puas) dapat menggugat akta tersebut di kemudian hari (Nickent, et al., 2023; Pradnyadewi & Jayantiari, 2023).

Jika gugatan ini dimenangkan, akta tersebut dapat diturunkan statusnya menjadi akta di bawah tangan (kehilangan kekuatan pembuktian sempurnanya) atau bahkan dinyatakan batal demi hukum (Firmansyah, 2024). Akibatnya, notaris yang bersangkutan dapat dikenai sanksi administratif dan dituntut ganti rugi oleh pihak yang dirugikan (Firmansyah, 2024). Kekhawatiran notaris ini rasional karena adanya kekosongan hukum (Sesung & Putri, 2024).

Kesenjangan antara pengakuan hukum dan realita yang dihadapi oleh penyandang disabilitas merupakan masalah dalam rangka mewujudkan keadilan substantif. Diperlukan regulasi baru untuk memberikan kepastian hukum. Transformasi ini bukan

hanya tentang mengubah peraturan, tetapi juga mengubah persepsi masyarakat. Huruf Braille (atau akomodasi lain seperti JBI) dapat menjadi solusi yang sah jika didukung oleh argumentasi hukum yang tepat dan idealnya, regulasi baru. Pertama, argumentasi berdasarkan hukum yang ada (Tafsir Ekstensif). Argumen terkuat adalah membedakan antara minuta akta (akta asli yang disimpan notaris) dan salinan akta (yang diberikan kepada klien). Minuta akta tetap dibuat dalam bahasa Indonesia dan huruf alfabet, sesuai mandat UUJN Pasal 43. Namun, salinan akta atau draf akta dapat diterjemahkan ke dalam huruf Braille (Nickent, et al., 2023). Dengan demikian, keotentikan akta minuta tidak terganggu.

Selain itu, Pasal 43 ayat (3) UUJN mengizinkan akta diterjemahkan ke bahasa asing. Meski Braille bukan bahasa, frasa ini dapat ditafsirkan secara luas (ekstensif) sebagai format/kode yang dimengerti oleh penghadap (Nickent, et al., 2023). Pada intinya, substansi di atas formalitas harus diutamakan: tujuan utama hukum (termasuk Pasal 1320 KUHPerdata) adalah tercapainya kesepakatan *(consent)* yang didasari pemahaman. Penggunaan Braille atau JBI justru memperkuat terpenuhinya syarat sepakat, sehingga secara substantif membuat akta lebih kuat, bukan lebih lemah (Nickent, et al., 2023; Sesung & Putri, 2024).

Untuk memberikan kepastian hukum tertinggi bagi notaris, amandemen pada Undang-Undang Jabatan Notaris (UUJN) perlu diadakan (Sesung & Putri, 2024; Pradnyadewi & Jayantiari, 2023). Langkah-langkah amandemen Undang-Undang Jabatan Notaris akan mengikuti proses legislasi formal di Indonesia. Hal tersebut dapat dilakukan dalam beberapa tahap seperti Perencanaan dan Inisiasi, di mana RUU Perubahan UUJN dapat diinisiasi oleh Presiden (Pemerintah) atau oleh DPR. Tahap ini krusial bagi organisasi disabilitas dan Ikatan Notaris Indonesia (I.N.I) untuk melakukan lobi dan advokasi. Kemudian dilanjutkan dengan penyusunan, mencakup pembentukan naskah akademik dan draf RUU. Tahap ini wajib melibatkan partisipasi publik yang bermakna (*meaningful participation*), dimana organisasi penyandang disabilitas harus diundang. Setelah itu dapat dilaksanakan langkah lanjutan yaitu Pembahasan Tingkat I, ini adalah tahap paling kritis, yaitu rapat kerja antara DPR dan Pemerintah untuk membahas Daftar Inventarisasi Masalah (DIM). DIM kunci yang harus dimasukkan adalah Amandemen Pasal 16 UUJN (kewajiban notaris menyediakan akomodasi), dan Amandemen Pasal 43 UUJN (izin salinan Braille). Setelah melakukan Pembahasan Tingkat I, dapat dilanjutkan dengan Pembahasan Tingkat II, yaitu pengambilan keputusan akhir dalam Rapat Paripurna DPR. Langkah

terakhir adalah Pengesahan, dimana RUU dikirim kepada Presiden untuk disahkan menjadi Undang-Undang.

Profesional hukum (notaris, advokat, pengadilan) tidak perlu menunggu UUJN diamandemen. Mereka dapat mengadopsi Standar Pelayanan Bagi Penyandang Disabilitas yang telah diterapkan oleh Pengadilan Negeri berdasarkan SK Dirjen Badilum. Langkah-langkah yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut. Identifikasi dan Triase (Resepsionis/PTSP). Petugas PTSP atau staf notaris menerima klien dan secara proaktif mengidentifikasi kebutuhan. Klien disabilitas diberikan nomor antrian prioritas. Staf membantu klien mengisi form Penilaian Personal untuk memahami jenis akomodasi yang dibutuhkan. Berdasarkan form, petugas *back office* atau notaris memproses penyediaan akomodasi. Jika klien Tuli, notaris wajib menghubungi Pusat Layanan Juru Bahasa Isyarat (PLJ) untuk mengontak JBI tersertifikasi. Jika klien tunanetra, notaris wajib menyediakan draf digital yang aksesibel *screen reader***.** Proses hukum (misal, pembacaan akta) dilakukan melalui akomodasi tersebut. Notaris membacakan akta, dan JBI menerjemahkannya secara simultan. Proses akomodasi dicatat dalam berita acara. Hasil layanan (salinan akta) diserahkan kepada klien.

Untuk memutus rantai stigma dan *sociological lag* dalam masyarakat, penyuluhan hukum yang masif dan terstruktur mutlak diperlukan (Volti, 2004). Strategi harus menyasar dua kelompok secara simultan. Pertama, berdasarkan Sisi Penawaran *(Supply-Side)* dari Profesional dan Aparat Penegak Hukum (Notaris, Advokat AAI, Hakim, Polisi) , dan dari Sisi Permintaan *(Demand-Side)*. Masyarakat umum dan komunitas penyandang disabilitas. Kemudian perlu diadakannya Penyuluhan Pemberdayaan Disabilitas yang mengubah perspektif penyandang disabilitas dari penerima pasif menjadi penuntut hak yang aktif. Metode yang digunakan adalah penyuluhan hukum oleh BPHN, LBH, Organisasi Disabilitas yang dilakukan di komunitas, Sekolah Luar Biasa (SLB), dan organisasi seperti Sentra Advokasi Perempuan, Difabel, dan Anak (SAPDA). Setelah hal-hal tersebut dilakukan, perlu diadakannya penyuluhan langsung pada masyarakat umum untuk menghilangkan stigma negatif, seperti melawan *ableisme* di akarnya. Metode yang digunakan adalah kampanye media, *public hearing* (dengar pendapat), dan lobi terhadap pembuat kebijakan yang berkaitan isu disabilitas dalam semua sektor. Tujuannya adalah mengubah perspektif masyarakat dari belas kasihan menjadi pengakuan hak.

Untuk menjembatani kesenjangan ini, diperlukan sebuah strategi jalur ganda (*twin-track*) yang komprehensif, sebagaimana diadaptasi dari model Pedoman

SETARA. Pertama, solusi *top-down* berupa amandemen legislatif, khususnya pada Undang-Undang Jabatan Notaris (UUJN), yang memberikan kepastian dan perlindungan hukum bagi para profesional (Sesung & Putri, 2024; Nickent, et al., 2023). Kedua, solusi *bottom-up* melalui advokasi dan penyuluhan hukum yang terstruktur, baik kepada sisi penawaran (aparat penegak hukum) untuk memperbarui pemahaman mereka, maupun kepada sisi permintaan (komunitas disabilitas) untuk memberdayakan mereka menuntut haknya.

Akomodasi teknis seperti *screen reader*, Juru Bahasa Isyarat, dan huruf Braille bukanlah sekadar bantuan, melainkan instrumen esensial untuk memvalidasi *informed consent* dan mewujudkan *equality before the law* (Mustika, et al., 2022; Pradnyadewi & Jayantiari, 2023; Nickent, et al., 2023). Pada akhirnya, transformasi ini bukan hanya tentang mengubah peraturan, tetapi mengubah persepsi. Ini adalah langkah mutlak untuk beralih dari keadilan formal menuju keadilan substantif, memastikan bahwa prinsip Tidak Meninggalkan Seorang Pun (*Leave No One Behind*) dalam Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) terwujud dalam setiap aspek kehidupan hukum di Indonesia (Panda & Kaur, 2024).

Solusi untuk keadilan substantif, pada akhirnya, memerlukan strategi jalur ganda (*twin-track strategy*) yang simultan berdasarkan cerminan dari Pedoman SETARA, satu jalur saja tidak akan berhasil. Keduanya harus berjalan paralel untuk menutup kesenjangan antara kekosongan hukum *(legal vacuum)* dan kesenjangan sosiologis *(sociological lag)* yang selama ini menghalangi keadilan (Sesung & Putri, 2024; Volti, 2024). Dengan demikian, Indonesia dapat beralih dari sekadar mengakui hak menuju sebuah sistem masyarakat yang benar-benar inklusif.

DAFTAR PUSTAKA

Azzahra, Haliza., Firdaus, Sunny Ummul., & Achmad. "Analisis Putusan Mahkamah Konstitusi Nomor 93/PUU-XX/2022 Terhadap Pengampuan Bagi Penyandang Disabilitas Mental." *RES PUBLICA: Jurnal Hukum Kebijakan Publik*.

Firmansyah, Melania Indiana Putri. (2024). "Perlindungan Hukum Bagi Penghadap Penyandang Disabilitas Dalam Pembuatan Akta Notaris." *Acten Journal Law Review*, 1(3), 203-218.

Mustika, Dwi., Sulistyo, Faizin., & Afandi, Fachrizal. (2022). "Perlindungan Hukum Bagi Penghadap Penyandang Disabilitas Tunanetra Dalam Proses Pembuatan Akta Otentik." *Jurnal Ilmiah Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan*, 7(3), 701-708.

Nickent, Retno Wahyu Cassy., Muktiono., & Hutabarat, Erna Anggraini. (2023). "Tanggung Jawab Notaris Atas Akta Perjanjian yang Dikehendaki Menggunakan Huruf Braille (Tinjauan Yuridis Tercapainya Kepastian dan Kemanfaatan Pelayanan Bagi Penyandang Disabilitas)." *Magister thesis, Universitas Brawijaya*.

Panda, Subhajit., & Kaur, Navkiran. (2024). "Leaving No One Behind: Achieving the Sustainable Development Goals through Accessibility for People with Disabilities." *International Journal of Educational Communications and Technology (IJECT)*, 4(1), 16-26.

Pradnyadewi, Ida Ayu Putu Kurnia., & Jayantiari, I Gusti Agung Mas Rwa. (2023). "Pengaturan Juru Bahasa Isyarat dalam Pembuatan Akta Otentik oleh Notaris bagi Penghadap Tunarungu." *Jurnal Ilmiah Kebijakan Hukum*, 17(1), 81-96.

Rizani, Akhmad Kamil., Kharlie, Ahmad Tholabi., Pelu, Ibnu Elmi Acmad Slamat.,

Tarantang, Jefry., Muchimah., & Farhana, Nyimas Tasya. (2024). "THE POLITICS OF DISABILITY LAW IN INDONESIA: TRANSFORMATION TO STRENGTHEN THE RIGHTS OF PERSONS WITH DISABILITIES." *Al-Daulah: Jurnal Hukum dan Perundangan Islam*, 14(2), 246-280.

Sesung, Rusdianto., & Putri, Ria Riani. (2024). "Kewajiban Notaris Membacakan Akta Autentik Bagi Penghadap Disabilitas Rungu Analisis Undang-Undang Jabatan Notaris." *JURNAL USM LAW REVIEW*, 7(3), 1655-1673.

Volti, Rudi. (2004). "Classics Revisited: William F. Ogburn, Social Change with Respect to Culture and Original Nature." *Technology and Culture*, 45(2)

Penerapan Permainan *Fun Count* 41 Untuk Meningkatkan Minat dan Pemahaman Matematika Pada Siswa SD/MI

Oleh *: Nur'Ainiyah Khorunnisa*

Salah satu kompetensi akademik yang wajib dikuasai siswa di jenjang Sekolah Dasar atau Madrasah Ibtidaiyah adalah mata pelajaran matematika, dimana siswa terus mempelajari hingga tingkat pendidikan menengah atas. Maka, pentingnya pengenalan dan penguasaan matematika secara intensif dapat dimulai sejak usia dini. Matematika lebih dari sekedar pelajaran hitung-menghitung, tetapi juga berfungsi sebagai sarana untuk mengasah kemampuan berpikir logis dan analisis dalam kehidupan sehari-hari seperti dari hal kecil, yaitu aktivitas berdagang tentu adanya transaksi keuangan sederhana, pengukuran, hingga pengembangan berbagai disiplin ilmu lainnya yang lebih kompleks.

Namun, kenyataan di lapangan menunjukkan adanya tantangan serius, yaitu tingginya tingkat kecemasan matematika (*math anxiety).* Kecemasan matematika ialah respon emosional negatif yang meliputi perasaan gugup, kurang percaya diri, hingga panik yang timbul saat siswa menghadapi aktivitas matematika (Dian, 2025). Pengaruh ini dapat dipicu oleh beberapa faktor, termasuk kurangnya pemahaman konsep matematika dasar sejak dini dan belum optimalnya metode pembelajaran yang diterapkan, baik di lingkungan rumah maupun sekolah.

Menurut hasil Survei *Programme For Internasional Student Assesment* (PISA) tahun 2018, dimana kemampuan matematika Indonesia berada di peringkat sangat rendah, yaitu berada di urutan ke-73 dari total 81 negara peserta dan capaian skor literasi numerasi Indonesia tercatat hanya mencapai 379, jauh di bawah rata-rata skor internasional yang berada pada angka 489 (Qadry, 2022). Data PISA lebih lanjut menunjukkan bahwa 71% siswa Indonesia tidak mampu mencapai kompetensi minimum yang ditetapkan, dengan kata lain kompetensi matematika sebagian besar siswa Indonesia belum berhasil menguasai kemampuan dasar dan keterampilan logis yang dianggap penting dalam menganalisis, merumuskan dan menginterpresentasikan masalah yang memerlukan beberapa langkah penyelesaian. Kemudian disebutkan kinerja siswa PISA di tahun 2022, hampir tidak ada siswa di Indonesia yang berprestasi di bidang matematika, mereka hanya mencapai level 5 atau 6 tes matematika (rata-rata OECD: 9%). Rendahnya literasi matematika adalah faktor siswa lebih sering dihadapkan pada pertanyaan yang sifatnya rutin oleh pendidik,

akibatnya siswa kesulitan menjawab pertanyaan non-rutin yang menuntut pemecahan masalah seperti soal-soal PISA (Mutia, 2021).

Matematika berperan penting dalam menanamkan kualitas karakter ketelitian dan kehati-hatian siswa saat menyelesaikan perhitungan yang mendorong siswa berkolaborasi dan komunikasi dengan teman sesama untuk mencari solusi yang tepat (Husnul, 2024). Minat yang rendah terhadap matematika merupakan manifestasi dari sikap negatif yang pada akhirnya menghambat pencapaian kompetensi dasar siswa. Melihat permasalahan yang ada, diperlukan inovasi metode pembelajaran yang interaktif untuk mengubah stigma matematika pelajaran menakutkan, menjadi sebuah tantangan yang menyenangkan agar membangkitkan kembali minat belajar siswa. Generasi muda Indonesia khususnya pada kalangan mahasiswa dapat menjadi perubahan (*agent of change)* dan inovator pendidikan yang stategis, karena diharapkan mampu menjembatani kesenjangan antara teori pendidikan modern dengan praktik pengajaran di lapangan.

Pesatnya kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, dunia pendidikan turut mengalami kemajuan melalui penerapan berbagai metode pembelajaran yang disesuaikan dengan tuntutan zaman modern (Rahmawati, 2021). Metode pembelajaran berbasis ceramah yang cenderung monoton, seringkali gagal menginternalisasi konsep dasar, mengakibatkan siswa kesulitan dalam operasi hitung dasar. Permainan *Fun Count* 41 hadir sebagai alternatif media pembelajaran yang inovatif, inklusif dan implementasi nyata dari pendekatan *Game-Based Learning* untuk memberikan solusi praktis bagi guru, pendidik atau orang tua dalam mendukung pembelajaran siswa.

Permainan *Fun Count* 41 terdapat aturan, tantangan dan *feedback* instan yaitu dari para pemain atau temantemannya. Permainan *Fun Count* 41 terinspirasi dari permainan kartu remi 41 yang telah di modifikasi khusus melalui objek fisik *flashcard*, untuk mengatasi resiko konotasi negatif pada kartu remi konvensional. Modifikasi dengan desain elemen visual yang menarik dan ramah anak, serta bersifat strategis di lingkungan pendidikan Sekolah Dasar, khususnya Madrasah Ibtidaiyah. Setiap kartunya dilengkapi dengan chip NFC sederhana yang dapat dibaca menggunakan reader pen (pena pembaca digital) untuk membantu mewujudkan pembelajaran inklusi, dimana anak berkebutuhan khusus tetap bisa ikut bermain dan belajar bersama. Fokus utama permainan *Fun Count* 41 adalah mengintegrasikan kurikulum operasi hitung bilangan campuran ke dalam mekanisme permainan dengan nilai

edukasi melatih kerjasama, komunikasi, dan sportivitas kepercayaan anak difabel dalam belajar bersama teman-temannya. Tujuan permainan *Fun Count* 41 yaitu pemain harus mencapai target angka 41 atau yang mendekati angka 41 melalui operasi hitung yang berbeda dengan mencoba berbagai kombinasi yang secara alami melatih logika, strategi, dan fleksibel berpikir matematis.

Prototipe



Gambar 1. kartu *Fun Count* 41 dan *Reader Pen*

Tujuan permainan *Fun Count* 41 yaitu pemain harus mencapai target angka 41 atau yang mendekati angka 41 melalui operasi hitung yang berbeda dengan mencoba berbagai kombinasi yang secara alami melatih logika, strategi, dan fleksibel berpikir matematis. Sesi permainan *Fun Count* 41 membutuhkan dengan beberapa teman sekitar 2-6 untuk kombinasi operasi hitung bilangan campuran bisa dengan cara pertambahan, pengurangan, perkalian dan pembagian. Dalam permainan *Fun Count* 41 tidak dibatasi oleh kalangan siswa Sekolah Dasar atau Madrasah Ibtidaiyah kelas berapa, karena implementasi penerapan permainan *Fun Count* 41 jika siswa kelas 1-3 dapat menggunakan dengan operasi hitung pertambahan dan pengurangan, kemudian siswa kelas 4-6 dapat menggunakan operasi hitung bilangan campuran. Melalui inovasi inklusif bagi siswa berkebutuhan khusus melalui penggunaan *reader*

pen dapat memudahkan mengenali angka secara audio dan memperkenalkan angka dengan istilah dasar dalam bahasa Inggris, sehingga selain belajar matematika siswa dapat belajar bahasa secara bersamaan secara menyenangkan.



Gambar 2. Tips Bermain *Fun Count* 41 dan *Reader Pen*

Apabila ide inovasi ini dapat terwujud, dampak signifikan yang dapat dirasakan bagi siswa ialah kemudahan dalam belajar matematika melalui kemampuan berpikir kritis strategi permainan, mendukung peningkatan minat dan motivasi belajar berbagai kemampuan siswa, serta terwujudnya suasana belajar yang inklusif menyenangkan bagi semua siswa. Terlebih, di era sekarang yang serba berorientasi pada teknologi, siswa lebih tertarik hal-hal visual. Oleh karena itu, hadirnya *flashcard Fun Count* 41 dapat menjadi jembatan antara kegiatan belajar dan permainan edukatif yang interaktif dengan media yang relavan, yaitu menumbuhkan minat belajar matematika sambil bermain menjadi langkah tegas untuk mencapai tujuan Indonesia emas 2045.

DAFTAR PUSTAKA

Fauzan, Husnul., & Khairul Anshari. (2024). Studi Literatur: Peran Pembelajaran Matematika dalam Pembentukan Karakter Siswa, Jurnal Riset Rumpun Ilmu Pendidikan, 3(1), 163-175.

Laurenza, Dian., & Ainur Rosyid. (2025). Pengaruh Kecemasan Matematis (*Mathematic Anxiety*) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Kelas V SDS Kasih Bagi Bangsa, Jurnal Penelitian Ilmu Pendidikan Indonesia, 4(3), 1607-1613.

Mutia, dkk. (2021). *Uncertainty and Data Content in Statistics Subject with Futsal Context, Journal of Physics: Conference Series* (J. Phys. Conf. Ser), 1778(1).

OECD. (2025). Education GPS The World Of Education At Your Fingertips. Diakses dari: https://gpseducation.oecd.org/CountryProfile?primaryCountry=IDN&threshold= 10&topic=PI

Qudry, dkk. (2022). Analisis Kemampuan Literasi Matematika Siswa dalam Menyelesaikan Soal Pisa Konten *Space and Shape* Pada Kelas IX SMPN 13 Makassar, Jurnal Matematika dan Aplikasinya (IJMA), 2(2), 78-92.

Rahmawati, dkk. (2021). Analisis Kesulitan Belajar Matematika Pada Siswa Kelas V SDN Karawaci 11, Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial, 3(3), 478-488.

Mewujudkan Inklusi Bermakna: Rekomendasi Kebijakan Pendidikan untuk Indonesia yang Lebih Setara

Oleh : ***Nayla Habibah , A'izzatut Tholabah Istiqomah Khoir***

Pendidikan inklusif adalah sistem yang memberikan kesempatan kepada semua siswa, termasuk mereka yang memiliki disabilitas atau bakat istimewa, untuk belajar di lingkungan sekolah yang sama dengan siswa lainnya. Dalam sistem ini, anak-anak dengan disabilitas ringan, sedang, atau berat ditempatkan di kelas reguler. Ini berarti kelas reguler menjadi tempat yang sesuai bagi anak-anak penyandang disabilitas, apa pun jenis disabilitas yang mereka miliki atau seberapa seriusnya.

Pasal 4 Ayat 1 menyatakan bahwa pendidikan harus diselenggarakan secara adil dan demokratis, tanpa diskriminasi, serta harus menghormati hak asasi manusia dan keberagaman bangsa (Phytanza et al. 2023) . Pasal 11 Ayat 1 menyatakan bahwa pemerintah dan pemerintah daerah wajib menyediakan layanan dan fasilitas, serta memastikan setiap warga negara memperoleh pendidikan yang bermutu, tanpa perlakuan yang tidak adil. Hak yang sama ini juga disebutkan dalam Pasal 12 Ayat 1, yang menyatakan bahwa setiap peserta didik di sekolah mana pun berhak memperoleh pendidikan yang sesuai dengan bakat, minat, dan kemampuannya (Arriani et al. 2021) .

Inklusi dipahami sebagai filosofi yang menegaskan bahwa lingkungan pendidikan atau sosial dapat dianggap utuh apabila seluruh anak, tanpa terkecuali keterbatasan mereka, dapat terlibat didalamnya. Konsep ini menekankan pentingnya kesempatan yang setara bagi semua peserta didik untuk belajar dalam satu ruang kelas bersama. Pendidikan inklusif pada tingkat global telah menjadi fokus internasional, salah satunya melalui program SDGs yang menegaskan pemenuhan hak setiap anak untuk mendapatkan pendidikan yang berkualitas pada seluruh jenis, jalur, dan jenjang pendidikan. Di Indonesia pendidikan inklusif sudah menunjukkan kemajuan sejak tahun 2003 hingga saat ini, dan telah tercatat lebih dari 36.000 satuan pendidikan telah melaksanakannya.

Seperti yang sudah diketahui, pendidikan di Indonesia belum sepenuhnya menyeluruh. Banyak anak-anak yang masih belum mendapatkan pendidikan yang layak, baik itu karena alasan finansial maupun fisik. Anak-anak penyandang

disabilitas membutuhkan dukungan dan fasilitas khusus yang sesuai dengan kebutuhan spesifik mereka. Namun, jumlah sekolah yang menerima anak-anak ini masih terbatas, sehingga menyulitkan mereka untuk bersekolah. Ketika masalah pendidikan ini semakin serius, pemerintah mengambil langkah-langkah penting. Mereka menggunakan Pasal 31 Ayat 1 Undang-Undang Dasar 1945 dan Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional. Undang-undang ini menyatakan bahwa pemerintah harus memastikan bahwa anak-anak berkebutuhan khusus memiliki akses terhadap pendidikan yang baik. Hal ini menunjukkan bahwa anak-anak berkebutuhan khusus berhak atas kesempatan belajar yang sama dengan anak-anak lainnya melalui praktik Pendidikan Inklusif (Milasari 2024) .

Oleh karena itu, pendidikan inklusif itu sangat penting adanya dalam sistem pendidikan di Indonesia. Walaupun di Indonesia sudah ada sekolah khusus untuk anak berkebutuhan khusus (ABK), seperti Sekolah Luar Biasa (SLB), tetapi lingkungan SLB cenderung homogen (semua siswa memiliki kebutuhan khusus). Sedangkan sekolah yang memiliki sistem pendidikan inklusif memberikan kesempatan interaksi sosial yang lebih luas, sehingga anak belajar bersosialisasi dengan teman sebaya yang berbeda kebutuhan, karakter, dan kemampuan. Dan juga tidak semua jenis disabilitas membutuhkan lingkungan belajar segregatif. Beberapa anak berkebutuhan khusus seperti ASD level ringan, disleksia, ADHD, atau tunarungu ringan dapat belajar dengan sangat baik di sekolah reguler, selama ada pendampingan dan modifikasi pembelajaran.

Berdasarkan data dari UNICEF, 67% anak berkebutuhan khusus di Indonesia tidak mendapatkan pendidikan yang layak. Hal ini disebabkan oleh beberapa alasan seperti kemiskinan, ketimpangan, dan isu kesetaraan gender. Banyak sekolah tidak menerima pendidikan inklusif karena tidak memiliki fasilitas atau infrastruktur yang memadai. Selain itu, kurangnya guru yang dapat mendampingi anak-anak penyandang disabilitas dengan baik. Masalah-masalah ini membuat sistem pendidikan di Indonesia tidak adil. Hanya beberapa daerah yang memiliki sumber daya yang memadai untuk menyediakan pendidikan inklusif. Selain itu, kurang adanya kesadaran dari orang tua untuk memberikan pendidikan yang sesuai dengan apa yang dibutuhkan anak. Mereka berpikir bahwa dengan keterbatasan yang dimiliki oleh anaknya dan kurangnya ekonomi, maka sekolah itu tidak diperlukan. Padahal,masih banyak sekolah gratis yang dibuka untuk anak yang memiliki keterbatasan (Milasari 2024) .

Berdasarkan Data Pokok Pendidikan per Mei 2023, jumlah guru pendamping khusus di Tanah Air 4.695 orang dan 10.244 guru reguler yang dilatih mendampingi penyandang disabilitas. Sementara Indonesia memiliki 40.165 sekolah inklusi di tingkat pendidikan dasar dan menengah dengan total murid penyandang disabilitas mencapai 135.874 orang. Di sekolah luar biasa ada 2.326 sekolah yang melayani 152.756 murid. Padahal, Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 70 Tahun 2009 tentang Pendidikan Inklusif mewajibkan setiap sekolah memiliki minimal satu guru pembimbing khusus. Keterbatasan ini menjadi tantangan besar dalam mewujudkan sekolah inklusi (Aranditio et al. 2023) .

Penyelenggaraan pendidikan inklusif di Indonesia saat ini sudah semakin meningkat, dari jenjang sekolah dasar hingga perguruan tinggi. Namun, terdapat tantangan besar bagi sekolah inklusi, dan itu perlu diperhatikan oleh seluruh tenaga pendidikan, orang tua, masyarakat, maupun pemerintah. Tantangan yang paling umum terjadi yaitu kurangnya guru yang memiliki pengalaman mengajar siswa berkebutuhan khusus. Latar belakang pendidikan yang tidak memberikan bekal kepada guru tentang siswa berkebutuhan khusus menjadi penyebab guru di sekolah reguler menolak adanya kebijakan sekolah inklusi (Pratiwi 2015) . Sehingga guru menganggap adanya siswa berkebutuhan khusus dapat mengganggu pembelajaran siswa reguler. Selain itu keterbatasan sarana prasarana dalam sekolah inklusi dapat menjadi tantangan bagi suatu sekolah inklusi. Karena dengan terbatasnya sarana prasarana tersebut dapat menyusahkan siswa berkebutuhan khusus dalam menyesuaikan diri. Masalah utama minimnya sarana dan prasarana yang dimiliki yaitu karena faktor biaya.

Kurikulum yang kaku dalam sekolah inklusi juga menjadi tantangan. Kurikulum sekolah inklusi seharusnya menawarkan fleksibilitas untuk memenuhi kebutuhan belajar siswa berkebutuhan khusus dengan menyesuaikan kebutuhan siswa berkebutuhan khusus. Tetapi dalam penyelenggaraannya sering kali terjadi perdebatan, karena bagi siswa reguler akan tertinggal jika terus menerus mengikuti kurikulum siswa berkebutuhan khusus. Ini juga merupakan tantangan yang besar bagi penyelenggara sekolah inklusi. Rendahnya kesadaran orang tua dan masyarakat juga merupakan tantangan bagi penyelenggaraan sekolah inklusi. Karena orang tua memiliki peran besar bagi siswa berkebutuhan khusus untuk mendukung mereka dalam pendidikan. Penerimaan orang tua dan masyarakat terhadap kondisi anak akan mempengaruhi sikap mereka. Lingkungan yang mampu menerima keterbatasan anak berkebutuhan khusus akan berusaha mencari

jalan untuk mengurangi pengaruh kekurangan tersebut dan mendorong pembelajaran anak semaksimal mungkin (Pratiwi 2015) . Berdasarkan Pasal 10 Undang-Undang Nomor 8 Tahun 2016 tentang Penyandang Disabilitas serta Pasal 2 ayat (2) Peraturan Pemerintah Nomor 13 Tahun 2020 tentang Akomodasi yang Layak untuk Peserta Didik Penyandang Disablitas, setiap sekolah baik negeri maupun swasta wajib menjadi sekolah inklusi (Arifa 2024) . Sehingga ini merupakan tantangan bagi pemerintah untuk memberikan anggaran pendidikan lebih untuk sekolah inklusi agar dapat memberikan sarana prasarana yang memadai.

Berdasarkan tantangan yang diidentifikasi dalam penyelenggaraan sekolah inklusi, dapat dilakukan beberapa solusi praktis yang dapat diterapkan oleh pemerintah, sekolah, dan pemangku kepentingan terkait untuk meningkatkan kualitas pendidikan inklusi. Salah satu solusi utama yang dapat dilakukan yaitu dengan memberikan pelatihan khusus bagi guru. Pelatihan ini penting dilakukannya, karena dapat menjadi bekal guru untuk menghadapi siswa berkebutuhan khusus dengan karakteristik yang berbeda-beda. Guru dapat mengembangkan metode pembelajaran yang lebih adaptif dan efektif, termasuk dengan penggunaan alat bantu belajar yang sesuai serta pendekatan psikologis yang mendukung tumbuh kembang peserta didik, terutama siswa berkebutuhan khusus. Selain itu, dalam kurikulum juga dapat disesuaikan dengan kondisi peserta didik. Kurikulum yang fleksibel dapat memungkinkan guru menyesuaikan tujuan pembelajaran dan materi ajar agar sesuai dengan kemampuan unik setiap peserta didik.

Solusi lain yang dapat dilakukan yaitu dengan memenuhi fasilitas sekolah untuk siswa berkebutuhan khusus. Di sini dapat menjadi tantangan terbesar bagi pemerintah. Anggaran sekolah inklusif perlu ditingkatkan, terutama di daerah pedesaan, melalui dana alokasi khusus atau hibah internasional. Pemerintah daerah perlu mengalokasikan anggaran yang lebih besar untuk mendukung program pendidikan inklusi, termasuk untuk perbaikan fasilitas dan pengadaan alat bantu (Clever et al. 2025) . Sekolah juga dapat memanfaatkan donasi dari korporasi untuk membeli alat bantu, seperti kursi roda, buku Braille, dan perangkat teknologi pembelajaran adaptif. Penyediaan fasilitas ini bukan hanya untuk mendukung proses belajar mengajar, tetapi juga merupakan wujud nyata dari prinsip kesetaraan dalam pendidikan.

Selain itu menumbuhkan kesadaran orang tua dan masyarakat juga dapat dilakukan. Sekolah dapat melakukan kerja sama dengan tim penggerak PKK kelurahan untuk mensosialisasikan keberadaan anak berkebutuhan khusus dan sekolah inklusi (Pratiwi 2015) . Sekolah juga dapat memberikan sosialisasi secara rutin kepada seluruh warga sekolah mengenai pentingnya memahami keberagaman. Memberikan layanan konseling untuk membantu menumbuhkan rasa empati, mengurangi stigma, dan mencegah terjadinya bullying di lingkungan sekolah. Beberapa upaya tersebut akan lebih optimal jika disertai dengan kerja sama antara sekolah, orang tua, maupun masyarakat. Kolaborasi yang baik dapat diwujudkan melalui kegiatan sosialisasi, diskusi, dan program sekolah yang melibatkan berbagai pihak.

Pendidikan inklusif di Indonesia sangat penting karena memastikan setiap anak, termasuk anak berkebutuhan khusus (ABK), memiliki hak yang sama atas pendidikan sebagaimana tercantum dalam UUD 1945 dan Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional. Meskipun Sekolah Luar Biasa (SLB) masih berperan, pendidikan inklusif menawarkan lebih banyak manfaat, terutama dalam membantu anak-anak berinteraksi dengan orang lain dan belajar dari teman sekelasnya. Banyak anak berkebutuhan khusus ringan hingga sedang dapat tumbuh dan belajar dengan baik di sekolah reguler jika mereka mendapatkan bantuan dan dukungan yang tepat.

Namun, upaya mewujudkan pendidikan inklusif masih menghadapi masalah besar, seperti kurangnya guru terlatih, bangunan sekolah yang buruk, kurikulum yang kaku, dan kurangnya pemahaman dari masyarakat dan orang tua. Masalah-masalah ini menyebabkan ketidakadilan dalam pendidikan, sehingga menyulitkan sebagian besar anak berkebutuhan khusus untuk mendapatkan bantuan yang mereka butuhkan.

Untuk mengatasi masalah ini, kita perlu mengambil tindakan nyata seperti menyediakan pelatihan berkelanjutan bagi guru, merenovasi gedung sekolah, menyusun rencana pembelajaran yang fleksibel, dan membangun kerja sama tim yang lebih baik antara sekolah, pemerintah, orang tua, dan masyarakat setempat. Pemerintah juga perlu memberikan lebih banyak dana dan kebijakan yang jelas untuk memastikan sekolah inklusif menerapkan prinsip keadilan. Jika kita melakukan semua ini, pendidikan inklusif di Indonesia dapat menjadi sistem yang ramah dan adil bagi setiap siswa.

DAFTAR PUSTAKA

Aranditio, Stephanus, Ester Lince Napitupulu, Dahlia Irawati, and Kristi Dwi Utami. 2023. "Defisit Guru Pendamping Khusus Hambat Pendidikan Inklusi." *Kompas.Id*

Arifa, Fieka Nurul. 2024. *Tantangan Dalam Mewujudkan Pendidikan Inklusif* 16 (3).

Arriani, Farah, Agustiawati, Alifia Rizki, et al. 2021. *Panduan Pelaksanaan Pendidikan Inklusif* . Jakarta.

Clever, Deswan, Feelly Krist, Egina Shinta, et al. 2025. "Tantangan Dan Solusi Pendidikan Inklusi Di Sumatera Utara : Mewujudkan Kesetaraan Pendidikan Untuk Semua Anak." *Morfologi: Jurnal Ilmu Pendidikan, Bahasa, Sastra Dan Budaya* 3 (2).

Milasari, Dwi. 2024. "Pemerataan Pendidikan Di Indonesia Melalui Pendidikan Inklusif." *UNESA*.

Phytanza, Diajeng Tyas Pinru, Ridwan Agustian Nur, Hasyim, et al. 2023. *Pendidikan Inklusif* . 01 ed. CV.REY MEDIA GRAFIKA.

Pratiwi, Jamilah Candra. 2015. "Sekolah Inklusi Untuk Anak Berkebutuhan Khusus : Tanggapan Terhadap Tantangan Kedepannya." *Prosding Seminar Nasional Pendidikan* , no. November: 237–42.

Model Pembelajaran TUMBUH-T untuk Sekolah Dasar Papua: Upaya Mewujudkan SDGs 4 Pendidikan Berkualitas yang Berbasis Budaya dan Kehidupan Lokal

Oleh*: Renita Mufida*

Provinsi Papua masih menghadapi tantangan besar dalam meningkatkan kemampuan literasi dan numerasi dasar, terutama di sekolah-sekolah dasar di wilayah 3T yaitu terdepan, terpencil, dan tertinggal. Berdasarkan data Pemerintah Provinsi Papua, tingkat literasi dasar baru mencapai 47,57 persen, tergolong kategori rendah. Laporan Kemendikbud juga menunjukkan bahwa capaian literasi dan numerasi siswa Papua masih di bawah 50 persen. Di berbagai sekolah dasar di daerah 3T, banyak siswa belum mampu menyelesaikan soal numerasi yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari dan sering kali hanya menebak jawaban.

Di Kabupaten Biak Numfor, misalnya, skor rata-rata literasi-numerasi siswa memang meningkat dari 48,78 menjadi 58,26 pada tahun 2024, tetapi status literasi masih berada pada kategori “kuning” (cukup) dan numerasi “merah” (sangat rendah). Kondisi serupa juga ditemukan di sebagian besar wilayah 3T lainnya di Papua. Kajian yang dilakukan di Merauke pun memperlihatkan pola yang hampir sama. Melalui program Kampus Mengajar Mandiri, nilai rata-rata Calistung siswa kelas rendah meningkat dari 60,23 menjadi 83,92, dan kelas tinggi dari 78,81 menjadi 85,79. Meski begitu, tantangan di aspek afektif serta pelibatan masyarakat masih menjadi catatan penting untuk keberlanjutan hasilnya (Permatasari et al., 2024).

Kesenjangan ini tidak hanya disebabkan oleh keterbatasan akses pendidikan, tetapi juga oleh faktor geografis dan budaya. Rata-rata lama sekolah di Papua hanya sekitar 6,5 tahun, jauh di bawah rata-rata nasional yang mencapai 11,5 tahun di DKI Jakarta. Selain itu, Tanah Papua memiliki lebih dari 400 bahasa daerah aktif, yang menjadikan proses pembelajaran berbasis bahasa Indonesia tantangan tersendiri. Firdayanti dan Septiady (2021) menambahkan bahwa kesenjangan digital dan terbatasnya sumber belajar turut memperlambat pemerataan pendidikan di wilayah 3T. Karena itu, penguatan literasi dan numerasi perlu dilakukan dengan pendekatan adaptif, berbasis bahasa dan konteks lokal.

Walaupun program kolaboratif antara pemerintah dan UNICEF di wilayah seperti Merauke telah menurunkan jumlah anak non-pembaca hampir setengahnya

dan menggandakan jumlah siswa yang lancar membaca, capaian tersebut belum merata di seluruh Papua. Kondisi ini menunjukkan perlunya model pembelajaran yang kontekstual, berbasis budaya lokal, dan relevan dengan kehidupan nyata anak-anak Papua yang sejalan dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) ke-4, yaitu pendidikan berkualitas untuk semua. Sejalan dengan itu, As Shoib et al. (2025) menegaskan bahwa wilayah 3T membutuhkan strategi pendidikan yang komprehensif yang dimulai dari pemerataan guru, pelatihan berbasis teknologi, hingga inovasi metode pembelajaran sesuai kondisi sosial-budaya setempat.

Model TUMBUH-T (Transformasi Literasi-Numerasi Berbasis Budaya dan Kehidupan di Daerah 3T) hadir sebagai gagasan pembelajaran kontekstual untuk sekolah dasar di Papua. Model ini bertujuan menumbuhkan kemampuan membaca, menulis, dan berhitung dasar secara alami melalui pengalaman dan budaya anak-anak itu sendiri. Kata "Tumbuh" menggambarkan filosofi bahwa literasi dan numerasi tidak dapat dipaksakan, melainkan harus ditanam dan dirawat seperti tanaman yang tumbuh dari akar budaya setempat.

Pendekatan ini sejalan dengan semangat Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran bermakna, kontekstual, dan berorientasi pada kompetensi abad ke-21. Hasil analisis di Merauke (Permatasari et al., 2024) menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis budaya tidak hanya meningkatkan kemampuan akademik, tetapi juga membentuk karakter melalui nilai-nilai seperti sopan santun, gotong royong, dan penghargaan terhadap identitas lokal. Hal senada diungkapkan oleh Suwarningsih et al. (2024), yang menekankan pentingnya kolaborasi antara guru, orang tua, dan masyarakat dalam menciptakan ekosistem belajar yang menghargai budaya lokal serta menumbuhkan rasa memiliki terhadap proses pendidikan.

Secara operasional, TUMBUH-T diterapkan melalui tiga langkah utama. Pertama, pengembangan bahan ajar lokal yang mengintegrasikan budaya dan kehidupan sehari-hari ke dalam proses belajar. Guru dan pengembang kurikulum menyusun buku dan modul yang menampilkan cerita rakyat, kegiatan ekonomi tradisional, atau permainan daerah. Misalnya, soal matematika dikemas dalam konteks kehidupan nyata seperti "Pak Ali menangkap empat ikan, masing-masing seberat tiga kilogram. Berapa total beratnya?" Penggunaan alat peraga sederhana seperti biji kacang atau noken membantu siswa memahami konsep numerasi sekaligus melatih berpikir kritis.

Kedua, pelatihan guru dan keterlibatan komunitas menjadi kunci keberhasilan. Guru dibekali kemampuan untuk menerapkan pendekatan berbasis budaya dan lingkungan sekitar, seperti mengundang tetua adat untuk bercerita, berhitung di ladang bersama petani, atau menggunakan permainan tradisional sebagai media belajar. Keterlibatan orang tua, tokoh adat, dan lembaga lokal memperkuat ekosistem pendidikan dan menjadikan pendidikan lebih dekat dengan kehidupan sehari-hari anak sehingga mempercepat peningkatan kemampuan literasi-numerasi.

Ketiga, aktivitas pembelajaran yang menyenangkan diterapkan agar anak-anak bersemangat belajar. Program seperti Mobil Literasi (Simoli), pendongengan budaya, permainan logika berbasis alam, dan kuis berhitung hasil panen menjadikan belajar sebagai bagian dari dunia bermain mereka, bukan sekadar tugas sekolah. Pendekatan yang menggabungkan unsur permainan, budaya, dan kehidupan sehari-hari ini membuat proses belajar terasa lebih hidup, sekaligus membantu anak membangun makna dari setiap pengalaman yang mereka temui.

Model TUMBUH-T memiliki sejumlah keunggulan. Pertama, relevansi budaya yang tinggi mampu meningkatkan motivasi belajar siswa. Materi yang dekat dengan kehidupan sehari-hari membuat anak-anak lebih mudah memahami pelajaran dan membangun penalaran logis. Kedua, model ini menumbuhkan kebanggaan terhadap budaya lokal. Anak-anak belajar membaca dan berhitung sambil mengenal bahasa, kesenian, dan tradisi daerah seperti noken dan tari tradisional. Dengan demikian, pendidikan tidak hanya meningkatkan kemampuan akademik, tetapi juga menjaga warisan budaya sekaligus memperkuat karakter anak Papua. Ketiga, TUMBUH-T merupakan pendekatan yang inklusif dan berkelanjutan. Keterlibatan guru, keluarga, dan masyarakat menjadikan pembelajaran lebih hidup dan relevan dengan realitas anak. Kegiatan seperti membaca dongeng kampung bersama orang tua atau menghitung hasil panen bersama petani menciptakan pengalaman belajar yang otentik dan bermakna.

Penerapan model ini berpotensi melahirkan berbagai produk pembelajaran berbasis kearifan lokal, seperti modul “Matematika di Kebun Papua”, buku cerita rakyat bergambar, lembar kerja kreatif bertema budaya, hingga perpustakaan keliling desa. Jika diterapkan secara luas, TUMBUH-T dapat meningkatkan hasil Asesmen Kompetensi Minimum (AKM) sekaligus menumbuhkan minat baca dan kemampuan numerasi anak-anak Papua secara berkelanjutan.

Model pembelajaran TUMBUH-T menghadirkan harapan baru bagi pendidikan dasar di Papua. Dengan membumikan pelajaran literasi dan numerasi ke dalam konteks budaya dan kehidupan sehari-hari, anak-anak Papua dapat tumbuh menjadi generasi yang cerdas tanpa kehilangan jati diri budayanya. Mereka tidak hanya belajar menulis dan berhitung, tetapi juga memahami makna kehidupan dari kisah dan tradisi yang mereka miliki. Dalam jangka panjang, penerapan model ini berpotensi mempersempit kesenjangan pendidikan antara wilayah 3T dan daerah lain di Indonesia. Lebih dari itu, TUMBUH-T juga membangun sinergi antara sekolah, pemerintah, masyarakat, dan lembaga internasional dalam memperjuangkan pendidikan yang adil dan relevan bagi seluruh anak Indonesia.

Sudah saatnya pendidikan di Papua tidak sekadar mengajarkan isi buku, tetapi menghidupkan nilai-nilai dan realitas kehidupan anak-anaknya. Dengan semangat gotong royong dan pembelajaran kontekstual, TUMBUH-T dapat menjadi jembatan menuju masa depan yang setara dan bermartabat bagi setiap anak di Tanah Papua, sekaligus menjadi langkah nyata mewujudkan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) ke-4: pendidikan berkualitas untuk semua.

DAFTAR PUSTAKA

Hastira, M. F., Fichriyadi, M., & Mangiri, G. K. (2025). Collaboration between Indonesia's government and UNICEF in improving education: The case of the early grade literacy program in Papua. Papua Journal of Diplomacy and International Relations, 5(2), 212–236. https://doi.org/10.31957/pjdir.v5i2.4485

Anggraeni, D. M. (2024). Keterampilan literasi numerasi siswa sekolah dasar: Studi kasus sekolah dasar daerah 3T. Media Pendidikan Matematika, 12(2), 128–140. https://doi.org/10.33394/mpm.v12i2.13957

ANTARA News. (2025, November 1). Balai bahasa sebut Papua miliki 428 bahasa ibu. ANTARA News. https://www.antaranews.com/berita/5213233/balai-bahasa-sebut-papuamiliki-428-bahasa-ibu

As Shoib, A., Vebriansyah, D. A., & Winarno, A. (2025). Urgensi dan implementasi dasar-dasar pengetahuan dalam pendidikan di wilayah 3T Indonesia. JKIP: Jurnal Kajian Ilmu Pendidikan, 5(4), 863–867. https://doi.org/10.55583/jkip.v5i4.1127

Endradewi, C. F., Muhtarom, & Setyowati, R. D. (2025). Analisis kemampuan literasi numerasi dalam menyelesaikan soal cerita matematika siswa sekolah dasar. Cetta: Jurnal Ilmu Pendidikan, 8(4), 107–119. https://doi.org/10.37329/cetta.v8i4.4479

Firdayanti, F., & Septiady, A. (2021). Peningkatan kemampuan literasi dan numerasi di sekolah 3T (tertinggal, terluar, terdepan) di masa pandemi COVID-19 melalui program Kampus Mengajar. Skylandsea Profesional: Jurnal Ekonomi, Bisnis dan Teknologi, 1(2), 213–220. https://jurnal.yappsu.org/index.php/skylandsea/article/view/82

Hastira, M. F., Fichriyadi, M., & Mangiri, G. K. (2025). Collaboration between Indonesia's government and UNICEF in improving education: The case of the early grade literacy program in Papua. Papua Journal of Diplomacy and International Relations, 5(2), 212–236. https://doi.org/10.31957/pjdir.v5i2.4485

Ismail. (2025, August 26). Skor literasi dan numerasi meningkat di Biak Numfor: Dari 48,78 ke 58,26. CEPOS Online. https://www.ceposonline.com/biak-numfor/1996484790/skorliterasi-dan-numerasi-meningkat-di-biak-numfor-dari-4878-ke-5826

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2025, October 24). Si mobil literasi sambangi sekolah dasar Jayapura guna tingkatkan budaya membaca dan berhitung [Press release]. https://kemendikdasmen.go.id/berita/13936-si-mobil-literasi-sambangisekolah-dasar-jayapura-guna-tingkatkan-budaya-membaca-dan-berhitung

Pemerintah Provinsi Papua. (2024, September 25). Pemprov Papua dorong tumbuhkan budaya literasi. Papua.go.id. https://papua.go.id/view-detail-berita-8924/pemprov-papuadorong-tumbuhkan-budaya-literasi.html

Permatasari, D., Tandiayuk, Y., & Basik-Basik, E. (2024). Penguatan kemampuan literasi dan numerasi peserta didik sekolah dasar di Merauke. AKSELERASI: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 2(2), 136–142. https://doi.org/10.70210/ajpm.v2i2.89

Suwarningsih, T., Pujowati, M., Manalu, E. O., & Mutaqin, A. (2025). Peningkatan literasi sains dan numerasi siswa sekolah dasar melalui program pendampingan mahasiswa wilayah 3T di SD Mosso, Kec. Muara Tami, Kota Jayapura. Jerkin: Jurnal Pengabdian

Masyarakat dan Riset Pendidikan, 3(4), 2288–2295. https://doi.org/10.31004/jerkin.v3i4.883

MENGHAPUS STIGMA PATRIARKI MELALUI KEBIJAKAN PATERNITY LEAVE: IMPLEMENTASI SDGS POIN KE-5 DI INDONESIA

Oleh: ***Arna Fadhila***

Dimensi perkembangan global yang terus berlanjut, membuat pemahaman dari berbagai sudut pandang juga dituntut untuk terus berkembang. Dengan semakin meningkatnya aspek Pendidikan di Indonesia, membuka cakrawala pandang lebih luas terkait isu kesetaraan gender (Suryaningsih, 2024). Indonesia yang dikenal dengan negara patriarkal karena unsur tradisi yang masih melekat, seperti pandangan bahwa laki-laki berkewajiban mencari nafkah, sedangkan Perempuan sebaiknya dirumah saja untuk mengurus keluarga, juga bagian tugas mengasuh anak seolah hanya dibebankan pada sang istri. Dalam perspektif masyarakat, apabila laki-laki diberi beban mengasuh anak, hal itu merupakan bentuk penurunan derajat bagi laki-laki.

Arus globalisasi telah memberikan dampak terhadap pandangan gender mengenai stereotipe yang ada. Kesetaraan gender menjadi fokus isu yang kerap kali diangkat untuk menuntaskan kesalah pahaman agar tercipta lingkungan yang seimbang dan harmonis (Suryaningsih, 2024). Negara Indonesia dengan sumber daya alam dan manusia yang melimpah, berupaya untuk terus berinovasi agar mampu mewujudkan rencana Pembangunan berkelanjutan, (*Sustainable Development Goals* / SDGs) pembahasan kali ini terfokus pada poin ke-5 yakni mencapai kesetaraan gender, pemberdayaan bagi semua perempuan dan anak Perempuan. Oleh karena itu, Indonesia bertekat untuk menghapus segala unsur diskriminasi terhadap gender di ruang publik maupun domestik.

Tidak hanya mengarah pada aspek Pendidikan, namun juga menumbuhkan aspek kesadaran bahwa peran pengasuhan anak serta peran domestik lainnya bukan hanya tanggung jawab perempuan saja. Melainkan, peran laki-laki sebagai seorang suami dan ayah juga sangat diperlukan. Dalam konteks pengasuhan anak, seorang ayah juga harus turut andil dalam mendampingi tumbuh kembang anak serta memberikan kehadiran sepenuhnya kepada istri pasca melahirkan (Hasanah, 2014). Hal ini sangat berpengaruh untuk mencegah stres pasca kehamilan atau biasa dikenal dengan istilah *baby blues syndrome.*

Pembahasan Terkait *Baby Blues Syndrom*

Dalam proses pasca kehamilan, peran suami dalam mendampingi istri sangat dibutuhkan. Pasca kehamilan, istri cenderung masuk pada fase depresi, dikarenakan kekhawatirannya akan kemampuan dirinya menjadi seorang ibu, bahkan dikhawatirkan mampu melakukan tindakan bunuh diri atau Tindakan yang membahayakan bayinya sendiri (Ningsih, 2017). Pada saat inilah dukungan dari orang terdekat, khususnya suami, sangat diharapkan kehadirannya secara utuh, untuk mendukung aspek mental maupun fisik, karena ibu yang tidak mendapatkan dukungan dari orang terdekat akan sangat rentan mengalami *baby blues syndrome* (Susanti, 2017).

Baby blues syndrom atau *postpartum blues* merupakan kesedihan yang dirasakan pasca melahirkan. Biasanya muncul pada rentang waktu dua sampai tiga minggu sejak kelahiran bayi (Susanti, 2017). Salah satu penyebab *baby blues syndrome* ialah, pengalaman selama proses persalinan, semakin besar trauma fisik yang terjadi selama proses persalinan, akan semakin memunculkan trauma psikis setelah persalinan. Proses persalinan yang tidak sesuai dengan yang dibayangkan merupakan faktor pemicu terjadinya *baby blues syndrome* (Susanti, 2017).

Sekitar 20% Wanita yang memiliki Riwayat depresi sebelum kehamilan, mengalami depresi berat selama kehamilan, sedangkan 56% Wanita yang memiliki riwayat kecemasan sebelum kehamilan, mengalami kecemasan selama periode ini. Sementara 63% mengalami kecemasan selama kehamilan dan pasca melahirkan (Hidayati, 2022). Di Indonesia, Wanita yang mengalami depresi pasca persalinan sebanyak 50% sampai 70% (Ningsih, 2023). Depresi ini terjadi sekitar tiga sampai empat belas hari pertama. Tidak sedikit orang yang menanggapi permasalahan *baby blues syndrome* sebagai hal yang ringan dan tidak perlu diperbesar. Sehingga presentase yang didapat, menunjukkan angka yang tinggi. Padahal, gejala kecemasan yang muncul selama kehamilan dapat meningkatkan risiko depresi *post-partum* yang akan mengganggu psikologis ibu. Depresi ini juga memiliki dampak *negative* terhadap perkembangan kognitif serta emosional anak (Hidayati 2022). Dalam jurnal susanti, *Baby Blues* dimengerti sebagai suatu sindrom gangguan efek ringan yang sering tampak dalam minggu pertama setelah persalinan dan memuncak pada hari ketiga sampai kelima dan menyerang dalam rentang waktu 14 hari terhitung pasca persalinan.

Dalam menjalani adaptasi setelah melahirkan, ibu akan mengalami berbagai fase, sebagai berikut : (1) Fase taking in. Merupakan periode ketergantungan yang berkelanjutan dari hari pertama sampai hari kedua setelah melahirkan. Perhatiannya cenderung terfokus pada diri sendiri, nafsu makan meningkat, dan karakter ibu cenderung pasif pada lingkungan. (2) Fase taking hold. Berlangsung pada hari ke 3 – 10 *post partum*. Ibu merasakan kekhawatiran akan ketidakmampuannnya dalam merawat bayi serta mudah tersinggung. Pada saat ini, sangat dibutuhkan sistem lingkungan yang mendukung, terutama bagi ibu muda atau *primipara* karena pada fase tersebut, mulai terjadi *post partum blues*. (3) Letting go. Berlangsung setelah 10 hari melahirkan. Fase ini merupakan fase menerima tanggung jawab akan peran baru sebagai seorang ibu. Bila ibu tidak bisa melewati adaptasi psikologis dengan baik, besar kemungkinan ibu akan mengalami *baby blues syndrom* (Susanti, 2017).

Pembahasan terkait *Paternity leave*

Untuk menghindari *baby blues syndrome*, diperlukan *support system* dari lingkungan terdekat, terutama bonding antar suami-istri. *Paternity leave* atau cuti ayah merupakan suatu bentuk perhatian dengan menghadirkan diri secara utuh untuk turut menemani istri dalam fase krusialnya pasca melahirkan. Dalam menjalani adaptasi setelah melahirkan, dukungan suami dapat mencegah *baby blues syndrome*. Dukungan dari suami, berupa perhatian, komunikasi, tidak memberi tekanan tambahan pada ibu, membantu ibu merawat anak dan pekerjaan rumah, serta hubungan sosial yang hangat merupakan aspek yang sangat dibutuhkan istri pasca melahirkan (Susanti, 2017).

Sayangnya, durasi paternity leave di Indonesia hanya diberikan waktu tiga hari. Waktu yang diberikan ini dianggap masih kurang idel. Sebagaimana telah disinggung di atas, bahwa ibu pasca melahirkan rentan terkena *baby blues syndrome* hingga rentang waktu 14 hari. Jika melihat dari kebijakan yang telah ditetapkan oleh negara tetangga, yakni Singapura yang telah memberikan cuti ayah sebanyak 2 minggu dengan upah yang penuh. Sedangkan di Filiphina memberikan cuti tujuh hari bagi ayah yang bekerja di publik maupun swasta. Dengan mengacu pada negara tetangga, Indonesia masih perlu mempertimbangkan lagi terkait cuti ayah untuk meningkatkan komitmen terhadap SDGs poin ke-5. Maka dari itu, pemerintah perlu untuk membaca ulang regulasi ketenagakerjaan agar cuti ayah diberikan durasi yang lebih Panjang lagi, menyesuaikan dengan kondisi pemulihan istri serta adaptasi dalam pengasuhan bayi.

Cuti ayah yang diambil, diharapkan tidak memotong upah pekerjaan, sebagaimana yang telah diterapkan di negara tetangga seperti Singapura dan Filiphina. Untuk semakin memperkuat SDGs poin ke-5, pemerintah diharapkan berkolaborasi dengan Kementrian PPPA dan Bappenasdaru. Kementrian PPPA dapat mengumpulkan data lapangan terkait partisipasi ayah dalam pengasuhan, sedangkan Bappenas memiliki peran untuk mengajukan data tersebut pada laporan kemajuan SDGs nasional. Pemerintah juga bisa berkolaborasi dengan perusahaan serta lembaga swasta untuk turut membantu memberikan kesadaran terhadap pentingnya peran dan dukungan ayah dalam proses pasca persalinan. Agar hal ini tidak dianggap sebagai beban ekonomi, hendaknya Perusahaan tetap memberikan upah penuh sebagai bentuk investasi sosial berskala Panjang.

Dengan adanya upah penuh dalam masa cuti, diharapkan akan tercipta lingkungan kerja yang lebih inklusif. Kebijakan ini juga akan meningkatkan loyalitas karyawan dalam bekerja. Penerapan cuti ayah dengan upah penuh, merupakan bagian dari langkah konkret untuk mencapai SDGs poin ke-5 mengenai kesetaraan gender. Kolaborasi kerja sama yang dilakukan antar pemerintah, Perusahaan, serta lembaga swasta diharapkan mampu menumbuhkan pemahaman penuh, bahwa aspek pengasuhan anak merupakan pola tanggung jawab yang harus di emban bersama. Pemahaman ini, juga dapat mengikis budaya patriarki yang pada prakteknya masih menjadi kiblat masyarakat Indonesia mengenai asumsi budaya pengasuhan anak. Kebijakan ini, memberikan pandangan baru, bahwa Pembangunan berkelanjutan bukan hanya membahas aspek ekonomi saja, melainkan membahas tantangan lain juga seperti isu kesejahteraan sosial untuk mencapai kesejahteraan yang berkeadilan gender.

DAFTAR PUSTAKA

Ayu Ningsih, H. B. (2023). *Depresi Pasca Melahirkan:Pencegahan dan Penatalaksana*.

Ayuk Suryaningsih, A. H. (2024). *Pemberdayaan Perempuan Dalam Mewujudkan Kesetaraan Gender: Strategi dan Tantangan di Era Globalisasi*.

Hasanah, N. U. (2014). *Hubungan Dukungan Sosial Suami Terhadap Kecenderungan Baby Blues SyndromePada Ibu pasca Melahirkan*.

Lina Wahyu Susanti, A. S. (2017). Analisis Faktor-Faktor Penyebab Terjadinya Baby Blues Syndrom Pada Ibu Nifas. 1-9.

Nur Oktavia Hidayati, N. D. (2020). *Efek Aktivitas Fisik Terhadap Depresi Post-Partum: Studi Literatur*.

Puspitarini, N. (2024). *Perbandingan Kebijakan Cuti Paternitas Perwjudan Kesetaraan Dalam Lingkup Ketenagakerjaan Antara Indonesia Dengan Singapura dan Filiphina*.



Di tengah derasnya arus perubahan global, mahasiswa hadir sebagai motor penggerak yang membawa gagasan segar untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan. Buku antologi "Peran Mahasiswa dalam Mewujudkan SDGs 2045" menghadirkan rangkaian esai terbaik yang ditulis oleh intelektual muda dari berbagai disiplin ilmu.

Setiap tulisan merefleksikan kepedulian, analisis mendalam, dan inovasi kreatif terhadap isu-isu strategis seperti teknologi pangan, energi hijau, pendidikan inklusif, kesehatan digital, hingga pengelolaan lingkungan berbasis aplikasi. Buku ini bukan hanya kumpulan wacana, tetapi representasi nyata bagaimana generasi muda memaknai perannya sebagai agen perubahan menuju Indonesia Emas.

Melalui pemikiran visioner dan solusi aplikatif yang ditawarkan, pembaca diajak melihat betapa luasnya peluang kontribusi mahasiswa dalam mencapai 17 Tujuan Pembangunan Berkelanjutan. Dari gagasan teknologi IoT untuk keamanan pangan, inovasi kemasan cerdas ramah lingkungan, hingga upaya mengatasi misinformasi kesehatan mental—setiap esai menawarkan perspektif yang segar dan berbasis riset. Buku ini menjadi bacaan wajib bagi pelajar, pendidik, akademisi, pemerhati kebijakan, maupun siapa saja yang percaya bahwa masa depan Indonesia dibangun dari keberanian menuangkan ide dan mewujudkannya. Sebuah karya kolektif yang inspiratif, optimistis, dan relevan bagi perjalanan bangsa menuju 2045.