



# PENGELOLAAN POTENSI **BIOPROSPEKSI** DI INDONESIA

Melalui Prinsip Konservasi berbasis  
*Digital Guardian of Nature*

Dewi Elfidasari | Yunus Effendi  
Abu Bakar Sidiq | Akhmad Rizky Saputra  
Budi Dermawan | Lipul | Nani Susanti | Zaenudin

**Editor:** Arifah Husna Khairunnisa

# Pengelolaan Potensi Bioprospeksi di Indonesia

Melalui Prinsip Konservasi berbasis *Digital Guardian of Nature*

•  
•

Dewi Elfidasari | Yunus Effendi  
Abu Bakar Sidiq | Akhmad Rizky Saputra  
Budi Dermawan | Lipul | Nani Susanti | Zaenudin

**Editor:** Arifah Husna Khairunnisa



### *Penerbit KBM Indonesia*

Adalah penerbit dengan misi memudahkan proses penerbitan buku-buku penulis di tanah air indonesia, serta menjadi media *sharing* proses penerbitan buku

# **PENGELOLAAN POTENSI BIOPROSPEKSI DI INDONESIA**

## **Melalui Prinsip Konservasi Berbasis *Digital Guardian of Nature***

*Copyright @2026 by Dewi Elfidasari, dkk*

All rights reserved

**PENERBIT KARYA BAKTI MAKMUR (KBM) INDONESIA**

Anggota IKAPI (Ikatan Penerbit Indonesia)

**NO. IKAPI 279/JTI/2021**

Depok, Sleman-Jogjakarta (Kantor)

**081357517526 (Tlpn/WA)**

### **Penulis**

Dewi Elfidasari, Yunus Effendi

Abu Bakar Sidiq, Akhmad Rizky Saputra

Budi Dermawan, Lipul, Nani Susanti, Zaenudin

### **Desain Sampul**

Eca Art

### **Tata Letak**

Anggita Nur Aguspriyani

### **Editor Naskah**

Arifah Husna Khairunnisa

14,8 x 21 cm, ivi + 178 halaman

Cetakan ke-1, September 2026

**ISBN : 978-634-278-368-9**

Isi buku diluar tanggungjawab penerbit

Hak cipta merek KBM Indonesia sudah terdaftar di  
DJKI-Kemenkumham dan isi buku dilindungi undang-undang

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau

Memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini

Tanpa seizin penerbit karena beresiko sengketa hukum

### **Website**

<https://penerbitkbm.com>, [www.penerbitbukumurah.com](http://www.penerbitbukumurah.com)

### **Instagram**

@penerbit.kbmindonesia, @penerbitbukujogja

### **Email**

[naskah@penerbitkbm.com](mailto:naskah@penerbitkbm.com)

### **Distributor**

<https://penerbitkbm.com/toko-buku/>

### **Youtube**

Penerbit KBM Sastrabook

### **Sanksi Pelanggaran Pasal 113**

#### **Undang-Undang No. 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta**

- (i) Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 100.000.000 (seratus juta rupiah).
- (ii) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (iii) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- (iv) Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).





# Kata Pengantar

---

***Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,***

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT, Sang Pemilik ilmu, yang telah menganugerahkan kekayaan alam Nusantara sebagai amanah besar bagi bangsa Indonesia. Saya menyambut dengan rasa bangga dan apresiasi yang setinggi-tingginya atas terbitnya buku berjudul ***“Pengelolaan Potensi Bioprospeksi di Indonesia Melalui Prinsip Konservasi Berbasis Digital Guardian of Nature”***.

Buku ini merupakan karya monumental yang lahir dari pemikiran para akademisi dan praktisi Universitas Al-Azhar Indonesia yang peduli terhadap lingkungan. Di tengah arus deras revolusi industri 4.0 dan tantangan perubahan iklim global, kehadiran buku ini menjadi sangat relevan. Penulis tidak hanya membedah potensi biologis Indonesia secara teknis, tetapi juga secara cerdas mengintegrasikan nilai-nilai etika, budaya, kedaulatan digital, dan tanggung jawab moral sebagai hamba Allah dalam menjaga keberlanjutan alam.

Konsep ***Digital Guardian of Nature*** yang diusung dalam buku ini selaras dengan visi Universitas Al-Azhar Indonesia untuk menjadi universitas yang unggul dalam melahirkan insan yang berilmu, beriman, dan bertakwa. Di era ketika data hayati atau *Digital Sequence Information* (DSI) menjadi komoditas global, peran perguruan tinggi sebagai

benteng pertahanan intelektual dan kedaulatan data nasional menjadi krusial. Kita tidak boleh membiarkan kekayaan hayati kita tereksplorasi tanpa perlindungan digital dan pembagian manfaat yang adil bagi bangsa.

Buku ini memberikan perspektif baru bahwa konservasi dan bioprospeksi tidak harus saling menegasikan. Dengan pemanfaatan teknologi informasi yang cerdas dan beretika, kita dapat mengelola potensi hayati demi kesejahteraan umat manusia tanpa mengabaikan aspek kelestarian. Inilah perwujudan "Ilmu Amaliah dan Amal Ilmiah" yang selalu kita junjung tinggi di kampus UAI.

Terima kasih saya sampaikan kepada para penulis yang telah mendedikasikan waktu dan energi untuk merampungkan karya ini. Buku ini dapat menjadi referensi yang mencerahkan bagi para mahasiswa, saintis, pengambil kebijakan, dan masyarakat luas dalam menyongsong Indonesia Emas 2045 yang berdaulat secara hayati.

Semoga Allah SWT senantiasa meridai setiap ikhtiar kita dalam memajukan ilmu pengetahuan dan menjaga khazanah Ibu Pertiwi.

***Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.***

Jakarta, September 2026  
Rektor Universitas Al-Azhar Indonesia

Prof. Dr. Widodo Muktiyo



# Prakata

---

**A**lhamdulillahirobbil A'lamiiin kehadiran Allah azza wa jalla, Sang Khaliq yang telah merancang alam semesta dengan segala keteraturan sistem hayati yang menakjubkan. Atas rahmat dan hidayah-Nya, buku berjudul *Pengelolaan Potensi Bioprospeksi di Indonesia Melalui Prinsip Konservasi Berbasis Digital Guardian of Nature* ini dapat diselesaikan sebagai kontribusi pemikiran bagi kedaulatan bangsa.

Indonesia adalah negeri yang diberkahi dengan kekayaan megabiodiversitas. Namun, di era transformasi digital ini, kekayaan tersebut menghadapi tantangan baru yang melampaui batas-batas fisik hutan dan samudera. Keberadaan informasi genetik yang kini dapat berpindah melintasi benua dalam bentuk data digital—atau *Digital Sequence Information* (DSI)—menuntut kita untuk mendefinisikan ulang makna kedaulatan. Kita tidak lagi sekadar menjaga pohon atau satwa, melainkan menjaga "ruh" informasi yang terkandung di dalamnya agar tidak menjadi objek biopembajakan (*biopiracy*) modern.

Para penulis melihat adanya kesenjangan antara potensi bioprospeksi yang luar biasa besar dan sistem perlindungan data hayati yang masih rentan. Melalui konsep ***Digital Guardian of Nature***, kami mencoba menggambarkan paradigma baru: sinergi antara etika lingkungan, ilmu hayati, dan kecanggihan teknologi informasi. Kami percaya bahwa setiap upaya pemanfaatan sumber

daya hayati untuk industri farmasi, pangan, maupun energi, haruslah berlandaskan pada prinsip keadilan, pembagian manfaat yang merata, dan kelestarian yang abadi.

Karya ini merupakan buah pemikiran multidisiplin yang melibatkan akademisi, praktisi keberlanjutan, pakar sistem informasi, hingga para pejuang pemberdayaan masyarakat. Integrasi perspektif ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang utuh; mulai dari tingkat molekuler di laboratorium, standar audit lingkungan internasional, hingga implementasi nyata di tingkat komunitas pedesaan dan pesisir.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan moril maupun materiil. Harapan kami, buku ini dapat menjadi pemantik diskusi, referensi kebijakan, dan sumber inspirasi bagi para *Digital Guardian* masa depan—mahasiswa dan generasi muda—agar tetap teguh menjaga khazanah Ibu Pertiwi.

Akhir kata, semoga buku ini menjadi wasilah bagi kita semua untuk mengungkap rahasia hikmah di balik penciptaan-Nya, demi mewujudkan Indonesia Emas 2045 yang berdaulat, mandiri, dan bermartabat secara hayati.

**Jakarta, September 2026**

**Penulis**



# Daftar Isi

---

|                      |     |
|----------------------|-----|
| Kata Pengantar ..... | i   |
| Prakata .....        | iii |
| Daftar Isi .....     | v   |

## **Pendahuluan:**

|                                                        |          |
|--------------------------------------------------------|----------|
| <b>Urgensi Menjadi Penjaga Digital bagi Alam .....</b> | <b>1</b> |
|--------------------------------------------------------|----------|

## **BAB 1** **7**

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| ■ Potensi Bioprospeksi di Alam |  |
|--------------------------------|--|

## **BAB 2** **21**

|                                                                  |  |
|------------------------------------------------------------------|--|
| ■ Sumber Daya Hayati Alam Indonesia yang Berpotensi Bioprospeksi |  |
|------------------------------------------------------------------|--|

## **BAB 3** **39**

|                                                                   |  |
|-------------------------------------------------------------------|--|
| ■ Pemanfaatan Sumber Daya Hayati untuk Bioprospeksi Berkelanjutan |  |
|-------------------------------------------------------------------|--|

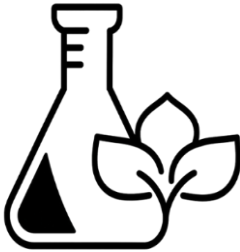
## **BAB 4** **53**

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| ■ Ancaman Nyata Kejahatan Konservasi |  |
|--------------------------------------|--|

## **BAB 5** **67**

|                                                |  |
|------------------------------------------------|--|
| ■ Tantangan Global akibat Perubahan Lingkungan |  |
|------------------------------------------------|--|

|                                                                                         |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>BAB 6</b>                                                                            | <b>81</b>  |
| ■ Prinsip dan Strategi Konservasi Sumber Daya Hayati                                    |            |
| <b>BAB 7</b>                                                                            | <b>95</b>  |
| ■ Aturan Hukum dan Regulasi Perlindungan Sumber Daya Hayati                             |            |
| <b>BAB 8</b>                                                                            | <b>109</b> |
| ■ Masa Depan Bioprospeksi di Indonesia                                                  |            |
| <b>BAB 9</b>                                                                            | <b>121</b> |
| ■ Upaya Konservasi dan Strategi <i>Digital Guardian</i>                                 |            |
| <b>BAB 10</b>                                                                           | <b>137</b> |
| ■ Peran Perguruan Tinggi dan Akademisi sebagai Inkubator <i>Digital Guardian</i>        |            |
| <b>Penutup</b>                                                                          |            |
| <b>Menuju Indonesia Emas: Kedaulatan Hayati dalam Harmoni Etika dan Teknologi</b> ..... | 155        |
| Daftar Pustaka.....                                                                     | 159        |
| Glosarium .....                                                                         | 163        |
| Indeks.....                                                                             | 167        |
| Profil Penulis.....                                                                     | 171        |



# **Pendahuluan:**

## **Urgensi Menjadi Penjaga Digital bagi Alam**

*Dewi Elfidasari*

---

Indonesia merupakan negara megabiodiversitas yang menyimpan potensi sumber daya hayati (SDH) tak terbatas, termasuk di dalamnya potensi bioprospeksi pada SDH tersebut. Bioprospeksi secara definisi adalah peluang untuk mengeksplorasi dan memanfaatkan keanekaragaman hayati serta pengetahuan tradisional terkait guna menemukan sumber senyawa kimia, genetik, atau organisme baru yang memiliki nilai ekonomi dan manfaat bagi manusia. Namun, kekayaan ini sering kali hanya dipandang sebagai komoditas mentah tanpa perlindungan dan nilai tambah yang memadai.

Kondisi tersebut menyebabkan Indonesia sering kali hanya berperan sebagai penyedia bahan baku bagi industri global, sementara nilai tambah yang dihasilkan dari inovasi teknologi dan pengolahan data genetik justru dinikmati oleh pihak luar. Tanpa upaya perlindungan informasi dan pemetaan potensi yang sistematis, kekayaan hayati kita rentan terhadap praktik eksploitasi yang merugikan. Pihak asing dapat dengan

mudah mengambil manfaat komersial tanpa kewajiban untuk membagikan keuntungan secara adil.

Selain itu, ketergantungan pada penjualan komoditas mentah tanpa sentuhan riset bioprospeksi menyebabkan hilangnya peluang besar untuk membangun kemandirian industri nasional di sektor kesehatan, pangan, dan energi. Akibatnya, Indonesia akan terus terjebak sebagai konsumen produk-produk inovasi global yang justru berbahan baku dari kekayaan alamnya sendiri, sekaligus kehilangan kedaulatan atas pemanfaatan sumber daya genetik yang seharusnya menjadi motor penggerak ekonomi masa depan. Oleh karena itu, mengubah cara pandang dari sekadar "pemanfaat fisik" menjadi "pengelola informasi" adalah kunci utama untuk memastikan bahwa setiap tetes plasma nutfah di tanah air ini memberikan manfaat ekonomi maksimal bagi rakyat sekaligus tetap terjaga kelestariannya.

Di tengah ancaman perubahan iklim, degradasi habitat, dan kejahatan lingkungan seperti *biopiracy*, diperlukan paradigma baru yang mampu menjembatani perlindungan alam (konservasi) dan pemanfaatan yang cerdas. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem pengawasan yang lebih modern—sebuah peran yang kita sebut sebagai *Digital Guardian*. Peran ini merupakan konsep yang mengintegrasikan makna harfiah dan simbolis yang mendalam sebagai fondasi konservasi modern.

Istilah *digital* merujuk pada pemanfaatan data mutakhir, informasi genetik (*Digital Sequence Information* - DSI), kecerdasan buatan (AI), serta teknologi pemantauan jarak jauh,

yang memberi nilai pada sebuah spesies bukan hanya dari bentuk fisiknya, melainkan dari kode genetik dan data biokimia yang terkandung di dalamnya. Pemahaman mendalam terhadap kode genetik menjadi sangat krusial karena di sanalah tersimpan "cetak biru" atau instruksi kehidupan yang memungkinkan kita memahami cara suatu organisme mampu bertahan hidup, beradaptasi, atau menghasilkan sifat unggul tertentu yang dapat dikembangkan melalui bioteknologi.

Sementara itu, data biokimia mengungkap rahasia senyawa metabolit sekunder—seperti alkaloid, flavonoid, atau terpenoid—yang dihasilkan oleh organisme. Senyawa-senyawa tersebut dihasilkan oleh suatu organisme sebagai mekanisme pertahanan diri. Bagi manusia, senyawa tersebut merupakan bahan baku potensial untuk penemuan obat-obatan baru, nutrisi fungsional, hingga bahan industri yang ramah lingkungan. Dengan menguasai informasi molekuler ini, kita tidak lagi bergantung pada ekstraksi biomassa secara besar-besaran, melainkan cukup memanfaatkan data digital tersebut sebagai basis inovasi yang presisi dan berkelanjutan.

Selanjutnya, istilah *guardian* menegaskan tanggung jawab etis dan moral kita sebagai garda terdepan dalam melindungi serta mengawasi kekayaan alam tersebut. Peran ini menjadi krusial untuk memastikan bahwa keanekaragaman hayati kita tidak jatuh ke dalam praktik pencurian plasma nutfah (*biopiracy*) oleh pihak-pihak yang ingin mengklaim hak kekayaan intelektual secara sepihak tanpa izin. Lebih jauh lagi, sebagai penjaga, terdapat amanah untuk memastikan spesies-spesies potensial ini tidak punah akibat tekanan perubahan

iklim yang kian ekstrem, serta menjamin bahwa sumber daya tersebut tidak dieksploitasi secara serakah tanpa skema pembagian manfaat yang adil (*Access and Benefit Sharing*) bagi negara maupun komunitas lokal yang telah menjaga alam tersebut secara turun-temurun. Dengan demikian, menjadi seorang *guardian* berarti menjadi pembela hak-hak ekologis dan kedaulatan nasional atas setiap kekayaan hayati yang dititipkan Tuhan di bumi Nusantara.

Sebagai *Digital Guardian*, peran strategis manusia di alam mencakup tiga pilar utama. Pertama, sebagai pencatat presisi, kita melakukan digitalisasi data genetik dan metabolit spesies untuk "mengunci" kepemilikan aset hayati dari klaim ilegal. Kedua, sebagai pengawas jarak jauh, kita memanfaatkan teknologi sensor dan satelit untuk memantau kesehatan ekosistem secara *real-time* guna mencegah kerusakan permanen. Terakhir, sebagai jembatan etika, kita memastikan inovasi produk dari data digital tetap berpijak pada prinsip kelestarian tanpa merusak populasi di habitat aslinya. Dengan demikian, menjadi penjaga digital berarti berkomitmen menjaga kedaulatan informasi hayati sekaligus memastikan keberlanjutan ekosistem secara berkesinambungan..

Konsep *Digital Guardian* menjadi penting untuk dipelajari dan dipahami; oleh karena itu, dibutuhkan referensi yang dapat menjelaskan beberapa alasan strategis yang saling menguatkan kehadiran buku ini. Pertama, untuk menawarkan integrasi interdisipliner yang menghubungkan aspek biologi murni, etika lingkungan, dan pemanfaatan teknologi digital ke dalam satu kerangka kerja yang utuh. Kedua, penguatan

materi dilakukan melalui kontekstualisasi riset lokal yang mengangkat fenomena nyata di Indonesia—seperti pengelolaan biologi satwa koleksi di Taman Margasatwa Ragunan hingga kompleksitas permasalahan ikan invasif di Sungai Ciliwung—sehingga masyarakat dapat memahami penerapan teori dalam realitas di lapangan. Terakhir, berfungsi sebagai panduan etis yang memberikan pedoman fundamental bagi masyarakat agar kelak mereka tidak hanya tumbuh menjadi peneliti yang kompeten secara teknis, tetapi juga menjadi penjaga etika yang teguh dalam setiap upaya pemanfaatan sumber daya alam.

Terdapat korelasi fundamental antara integritas ekosistem dan ketersediaan serta keberlanjutan bahan baku bioprospeksi di masa depan. Untuk itu, manusia ditargetkan mampu mengidentifikasi berbagai ancaman nyata terhadap sumber daya hayati, baik yang bersumber dari faktor alamiah maupun aktivitas ilegal, sehingga dapat merumuskan strategi konservasi yang adaptif dan berbasis data untuk melindungi aset hayati nasional. Pada akhirnya, pemahaman yang utuh terhadap peran *Digital Guardian* bertujuan untuk membekali pembaca agar mampu menerapkan konsep bioprospeksi secara aplikatif dalam menyelesaikan berbagai problematika lingkungan, termasuk transformasi spesies invasif menjadi produk yang bernilai guna bagi masyarakat.





# Bab 1

## Potensi Bioprospeksi di Alam

*Abu Bakar Sidiq*

Alam semesta, dengan segala kerumitan ekosistemnya, merupakan laboratorium raksasa yang telah bekerja selama jutaan tahun untuk menghasilkan solusi biologis yang efisien. Di dalam setiap helai daun, tetes nektar, hingga mikroorganisme yang tak kasat mata, tersimpan kode-kode instruksi genetik dan senyawa kimia unik yang berpotensi menjadi jawaban atas berbagai tantangan kemanusiaan masa kini. Segala keteraturan dan kerumitan sistem hayati ini

merupakan manifestasi nyata dari kekuasaan Allah *Azza wa Jalla*, Sang Khaliq.

Setiap detail ciptaan-Nya dirancang dengan penuh perhitungan dan maksud tertentu. Sebagaimana firman-Nya dalam Al-Qur'an surat Ali Imran ayat 191, yang menyatakan bahwa tidak ada satu pun makhluk—sekecil apa pun itu—yang diciptakan secara sia-sia. Kesadaran akan peran ketuhanan inilah yang harus melandasi aktivitas bioprospeksi kita bahwa setiap temuan ilmiah bukan sekadar komoditas ekonomi, melainkan wasilah untuk mengungkap rahasia hikmah di balik penciptaan-Nya demi kemaslahatan alam dan manusia.

Oleh karena itu, manusia perlu mengubah cara pandang terhadap kekayaan hayati Indonesia; tidak lagi sekadar melihatnya sebagai komoditas mentah, melainkan sebagai "harta karun" informasi yang harus diukur, dipetakan, dan dijaga melalui kacamata bioprospeksi. Dengan memahami potensi ini sejak akarnya, manusia dapat meletakkan dasar bagi pemanfaatan sumber daya hayati yang tidak hanya bernilai ekonomi tinggi, tetapi juga selaras dengan prinsip keberlanjutan.

## **Definisi dan Ruang Lingkup Bioprospeksi Modern**

---

Bioprospeksi, yang secara etimologis berasal dari kata *biological* (biologi) dan *prospecting* (eksplorasi/pencarian), bukan lagi sekadar aktivitas tradisional mencari tanaman obat di hutan. Dalam konteks modern, bioprospeksi didefinisikan sebagai penjelajahan sistematis terhadap sumber daya hayati (mikroorganisme, tumbuhan, dan hewan) beserta pengetahuan

tradisional yang menyertainya untuk tujuan penemuan bahan genetik, senyawa biokimia, atau molekul baru yang memiliki nilai komersial bagi industri farmasi, pertanian, hingga kosmetik.

Perbedaan mendasar antara bioprospeksi tradisional dan bioprospeksi modern terletak pada tiga aspek utama, yaitu kedalaman eksplorasi, integrasi teknologi, serta legalitas dan etika. Kedalaman eksplorasi: jika dahulu eksplorasi hanya terbatas pada organ fisik (daun, batang, akar), kini fokus beralih ke tingkat molekuler dan genetik. Kita mencari "instruksi" di dalam DNA yang mampu menghasilkan protein atau enzim spesifik. Integrasi Teknologi: Penggunaan alat analisis mutakhir seperti kromatografi cair berkinerja tinggi (HPLC), spektrometri massa, hingga pengurutan genom (*genome sequencing*) memungkinkan proses penemuan menjadi jauh lebih cepat dan akurat. Legalitas dan Etika: Bioprospeksi modern beroperasi di bawah payung hukum internasional, seperti Protokol Nagoya. Hal ini memastikan bahwa pengambilan sumber daya genetik harus didasarkan pada persetujuan atas informasi awal (*Prior Informed Consent*) dan pembagian keuntungan yang adil (*Access and Benefit Sharing*) dengan negara penyedia atau masyarakat lokal.

**Tabel 1.** Perbandingan Bioprospeksi Tradisional dan Modern

| <b>Fitur Pembeda</b>            | <b>Bioprospeksi Tradisional</b>                                                            | <b>Bioprospeksi Modern</b>                                                                                        |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fokus Eksplorasi</b>         | Terbatas pada pemanfaatan fisik (daun, akar, batang) berdasarkan pengamatan kasatmata.     | Berfokus pada tingkat molekuler, kode genetik (DNA/RNA), dan isolasi senyawa biokimia spesifik.                   |
| <b>Metodologi</b>               | Mengandalkan pengetahuan turun-temurun ( <i>trial and error</i> ) dan ekstraksi sederhana. | Menggunakan teknologi tinggi seperti <i>genome sequencing</i> , HPLC, dan bioinformatika.                         |
| <b>Kecepatan Penemuan</b>       | Membutuhkan waktu yang sangat lama dan proses yang tidak menentu.                          | Lebih cepat, terukur, dan presisi karena bantuan analisis data digital                                            |
| <b>Aspek Legalitas</b>          | Sering kali dilakukan tanpa regulasi yang ketat (rentan terhadap <i>biopiracy</i> ).       | Terikat pada aturan internasional (Protokol Nagoya) dan nasional terkait akses serta pembagian keuntungan.        |
| <b>Dokumentasi</b>              | Catatan manual atau lisan yang rentan hilang seiring waktu.                                | Dokumentasi berbasis data digital ( <i>Digital Sequence Information</i> ) yang tersimpan dalam basis data global. |
| <b>Kaitan dengan Konservasi</b> | Fokus pada pemanfaatan langsung tanpa skema perlindungan genetik yang sistematis.          | Terintegrasi dengan prinsip <i>Digital Guardian</i> untuk melindungi kedaulatan informasi hayati.                 |

Ruang lingkup bioprospeksi modern sangat luas, mencakup seluruh rantai nilai dari hulu ke hilir. Di bagian hulu, ia mencakup inventarisasi dan konservasi habitat asli guna menjamin keberlanjutan sumber daya. Di bagian tengah, ia melibatkan isolasi senyawa dan pengujian bioaktivitas di laboratorium. Sementara di bagian hilir, ia berkaitan erat dengan perlindungan Hak Kekayaan Intelektual (HKI) agar inovasi yang ditemukan tetap memberikan manfaat ekonomi bagi kedaulatan bangsa. Dengan demikian, bioprospeksi bukan sekadar eksploitasi, melainkan sebuah siklus ilmiah yang menuntut keseimbangan antara pemanfaatan dan pelestarian.

Pergeseran dari tradisional ke modern ini menunjukkan bahwa peran kita bukan lagi sekadar pemanfaat alam, melainkan pengelola informasi hayati yang cerdas. Di sinilah pentingnya peran *Digital Guardian* untuk memastikan bahwa kecanggihan teknologi modern tetap berjalan beriringan dengan etika dan kedaulatan bangsa (gambar 1).

## **Inventarisasi Keanekaragaman Sumber Daya Hayati (SDH)**

---

Inventarisasi merupakan langkah fundamental dalam manajemen sumber daya hayati. Secara teknis, inventarisasi bukan sekadar kegiatan mencatat nama spesies, melainkan proses sistematis untuk mengumpulkan, mendokumentasikan, dan menganalisis data mengenai jenis, jumlah, persebaran, serta kondisi habitat sumber daya hayati di suatu wilayah. Dalam konteks bioprospeksi, inventarisasi berfungsi sebagai "audit kekayaan alam" yang memungkinkan kita memetakan potensi sebelum masuk ke tahap laboratorium.

Pentingnya melakukan "audit kekayaan alam" ini terletak pada kemampuannya untuk meminimalkan kegagalan riset dan mencegah eksploitasi yang serampangan. Tanpa data inventarisasi yang akurat, upaya bioprospeksi di laboratorium akan kehilangan arah, layaknya mencari jarum di tumpukan jerami yang luas. Inventarisasi memberikan panduan mengenai spesies mana yang memiliki kelimpahan yang cukup untuk diteliti, lokasi pengambilan yang paling berkelanjutan, serta status perlindungannya secara hukum.

Lebih jauh lagi, langkah ini merupakan bentuk nyata perlindungan kedaulatan. Melalui pendataan mendalam terhadap setiap aset hayati, Indonesia memiliki basis argumen ilmiah dan hukum yang kuat untuk mengklaim kepemilikan atas sumber daya genetiknya di kancah internasional. Dengan demikian, inventarisasi bukan sekadar pekerjaan administratif, melainkan benteng pertahanan pertama untuk memastikan bahwa setiap potensi yang kita miliki tetap menjadi milik bangsa dan dimanfaatkan sebesar-besarnya untuk kemaslahatan masyarakat tanpa merusak keseimbangan alam.

Beberapa aspek kunci dalam inventarisasi SDH modern meliputi 4 aspek, yaitu eksplorasi dan identifikasi, pemetaan habitat dan sebaran, pendataan pengetahuan lokal serta penilaian status konservasi. Aspek pertama, eksplorasi dan identifikasi berupa kegiatan survei lapangan untuk mengidentifikasi spesies, baik yang sudah dikenal maupun yang berpotensi menjadi spesies baru (*new records* atau *new species*). Identifikasi kini tidak hanya mengandalkan morfologi (ciri fisik), tetapi juga mengandalkan identifikasi molekuler atau

*DNA barcoding*; kedua, pemetaan habitat dan sebaran yaitu upaya menentukan lokasi spesifik tempat suatu spesies ditemukan. Penggunaan teknologi *Global Positioning System* (GPS) dan *Geographic Information System* (GIS) sangat membantu dalam memetakan area-area yang memiliki keanekaragaman tinggi (*biodiversity hotspots*); ketiga, pendataan pengetahuan lokal melalui inventarisasi dan dokumentasi kearifan lokal (*traditional knowledge*) terkait penggunaan suatu spesies oleh masyarakat adat. Sering kali, informasi awal tentang potensi obat atau pangan bermula dari pengetahuan turun-temurun ini; serta aspek penilaian status konservasi dengan cara menentukan tingkat kelangkaan dan ancaman terhadap spesies tersebut berdasarkan kriteria IUCN (*International Union for Conservation of Nature*). Hal ini penting agar aktivitas bioprospeksi tidak justru mendorong kepunahan spesies yang sudah terancam.

Sebagai seorang *Digital Guardian*, inventarisasi merupakan proses pengalihan informasi dari alam fisik ke dalam bentuk data digital yang terstruktur. Inventarisasi yang akurat mencegah terjadinya klaim sepihak oleh pihak asing atas kekayaan alam kita, karena kita memiliki bukti kuat melalui *database* nasional mengenai keberadaan dan kepemilikan sumber daya tersebut. Dengan kata lain, inventarisasi merupakan fondasi utama dalam menjaga kedaulatan hayati Indonesia (gambar 1).

## **Pemetaan Genetik dan Biokimia: Peluang di berbagai Sektor**

---

Setelah kita melakukan inventarisasi spesies di lapangan, langkah krusial berikutnya adalah melakukan pemetaan pada tingkat yang lebih dalam: molekuler dan biokimia. Pemetaan ini bertujuan untuk mengidentifikasi "apa yang bisa dihasilkan" oleh suatu organisme. Kekayaan hayati Indonesia bukan sekadar objek estetika, melainkan gudang senyawa aktif dan instruksi genetik yang menawarkan peluang luar biasa di berbagai sektor strategis:

### **Sektor Farmasi dan Kesehatan**

Alam adalah sumber inspirasi terbesar bagi penemuan obat-obatan. Melalui pemetaan biokimia, kita mencari senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, atau terpenoid yang memiliki aktivitas biologis sebagai antikanker, antibiotik, atau antivirus. Sebagai contoh, banyak tumbuhan tropis Indonesia yang secara tradisional digunakan untuk mengobati luka, namun melalui bioprospeksi modern, kita dapat mengisolasi molekul spesifiknya dan memetakan urutan genetik yang bertanggung jawab atas produksi senyawa tersebut, sehingga senyawa tersebut dapat diproduksi secara massal tanpa merusak populasi asli di alam.

### **Sektor Pangan dan Pertanian**

Di tengah ancaman krisis pangan dan perubahan iklim, pemetaan genetik menawarkan peluang untuk menemukan varietas tanaman atau sumber protein baru yang lebih resilien. Kita dapat memetakan gen yang membuat suatu tanaman tahan terhadap kekeringan atau hama, yang kemudian datanya

digunakan sebagai dasar pemuliaan tanaman. Selain itu, bioprospeksi pada mikroorganisme tanah dapat menghasilkan pupuk hayati yang lebih ramah lingkungan, sehingga dapat mengurangi ketergantungan pada bahan kimia sintetis.

### **Sektor Industri Hijau (Bioindustri)**

Peluang industri modern kini bergeser ke arah keberlanjutan. Pemetaan biokimia memungkinkan kita menemukan enzim-enzim unik dari mikroorganisme ekstremofilik (yang hidup di lingkungan ekstrem) untuk digunakan dalam proses industri yang lebih efisien, seperti deterjen ramah lingkungan, pengolahan limbah, hingga bioenergi. Selain itu, pemanfaatan limbah biologis atau spesies yang dianggap tidak bernilai—seperti transformasi spesies invasif menjadi bahan baku industri—merupakan bentuk nyata bioprospeksi sirkular.

### **Sektor Kosmetik dan Perawatan Tubuh (Cosmeceuticals)**

Industri kecantikan modern kini beralih dari bahan kimia sintetis ke bahan aktif alami yang terbukti secara ilmiah. Pemetaan biokimia digunakan untuk mencari senyawa anti-penuaan (*anti-aging*), pencerah kulit alami, dan pelindung sinar UV dari ekstrak tumbuhan atau alga. Dengan data genetik, industri dapat memproduksi senyawa aktif tersebut melalui teknologi fermentasi (menggunakan mikroba yang disisipi gen spesifik) tanpa harus memanen tanaman langka di hutan secara besar-besaran.

### **Sektor Lingkungan dan Bioremediasi**

Sektor ini memanfaatkan "kemampuan khusus" organisme untuk membersihkan polusi. Pemetaan genetik

memungkinkan peneliti menemukan mikroorganisme atau tanaman yang memiliki gen "pemakan" logam berat, plastik, atau tumpahan minyak di perairan. Riset terkait akumulasi logam berat pada berbagai jenis organisme, baik mikroorganisme, tumbuhan, maupun hewan, merupakan langkah awal untuk memetakan bagaimana organisme beradaptasi serta berpotensi digunakan sebagai bioindikator atau penyerap polutan (fitoremediasi).

### **Sektor Forensik dan Penegakan Hukum Lingkungan**

Data genetik menjadi alat bukti yang tak terbantahkan untuk melindungi kekayaan hayati. Melalui *DNA Barcoding*, aparat dapat mengidentifikasi daging, kulit, atau kayu hasil perdagangan ilegal meskipun bentuk fisiknya sudah berubah (misalnya menjadi dendeng atau furnitur). Basis data genetik nasional memungkinkan kita membuktikan asal-usul suatu spesies yang diklaim oleh negara lain, sehingga memperkuat posisi hukum Indonesia dalam kasus pencurian plasma nutfah. Disinilah peran penting *Digital Guardian*.

### **Sektor Peternakan dan Akuakultur**

Mirip dengan sektor pertanian, namun berfokus pada peningkatan kualitas satwa dan hasil laut. Pemetaan genetik digunakan untuk mengidentifikasi individu yang memiliki ketahanan terhadap penyakit tertentu atau pertumbuhan yang lebih cepat. Riset biologi satwa koleksi di Ragunan dapat membantu pemetaan keragaman genetik satwa dalam penangkaran agar terhindar dari *inbreeding* (kawin kekerabatan) yang menurunkan kualitas kesehatan satwa.

## **Peran Data Digital dalam Mendokumentasikan Potensi Hayati**

---

Di era bioteknologi modern, bentuk fisik suatu organisme hanyalah salah satu aspek dari nilai sumber daya hayati yang kita miliki. Nilai yang jauh lebih strategis, namun juga bersifat volatil (mudah berpindah dan diklaim), tersimpan dalam bentuk informasi genetik dan biokimia. Hal ini dikarenakan teknologi saat ini memungkinkan para saintis untuk mengambil "resep" kehidupan dari suatu spesies—seperti kode DNA yang menghasilkan obat tertentu—dan membawanya melintasi batas negara hanya dalam bentuk data elektronik, tanpa perlu lagi membawa sampel fisik tumbuhan atau hewan tersebut.

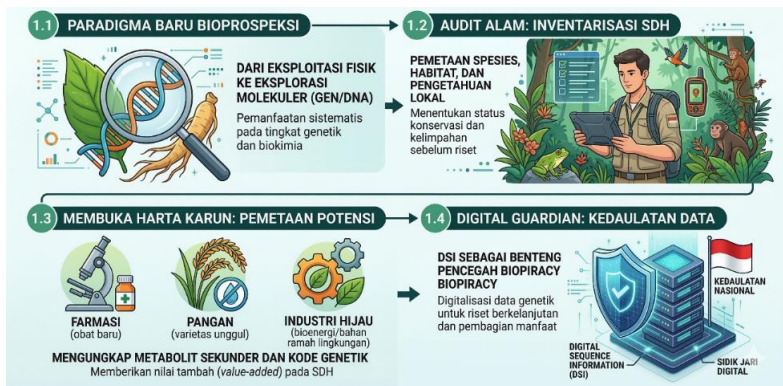
Di sinilah peran data digital menjadi sangat krusial; data tersebut berfungsi sebagai jembatan yang mengubah kekayaan alam menjadi aset intelektual yang terukur. Tanpa pendokumentasian digital yang kuat dan sah, informasi berharga ini rentan dicuri atau dimanfaatkan oleh pihak lain tanpa izin, yang mengakibatkan hilangnya kedaulatan bangsa atas manfaat ekonomi dan ilmiah dari kekayaan hayatinya sendiri. Oleh karena itu, digitalisasi bukan sekadar teknis pendataan, melainkan strategi perlindungan terhadap "ruh" sumber daya hayati kita di tengah kemajuan teknologi global yang serba cepat.

Pendokumentasian potensi hayati dalam format digital—yang sering dikenal sebagai Digital Sequence Information (DSI)—bukan sekadar aktivitas administratif, melainkan langkah untuk mengamankan aset negara. Terdapat sejumlah

peran vital data digital dalam ekosistem bioprospeksi. Pertama, identitas dan kedaulatan (*Digital fingerprinting*). Dengan mendokumentasikan urutan DNA dan profil metabolit suatu spesies asli Indonesia ke dalam basis data nasional, kita memberikan "sidik jari digital" bagi spesies tersebut. Data ini menjadi bukti sah kepemilikan nasional yang dapat digunakan untuk menggugat praktik *biopiracy* di tingkat internasional. Kedua, efisiensi riset dan inovasi. Data digital memungkinkan peneliti melakukan simulasi dan pemodelan komputer (*in silico*) sebelum melakukan uji coba basah di laboratorium. Hal ini mempercepat penemuan molekul baru tanpa harus berulang kali mengambil sampel fisik dari alam, sehingga prinsip konservasi tetap terjaga. Ketiga, perpustakaan hayati abadi. Ketika sebuah habitat mengalami degradasi atau spesies terancam punah akibat perubahan iklim, data digital yang telah terdokumentasi dengan baik berfungsi sebagai "cadangan informasi". Meskipun secara fisik populasi di alam menurun, kode-kode instruksi genetiknya telah terselamatkan dalam sistem penyimpanan data untuk kepentingan riset masa depan.

*Digital Guardian* harus memiliki kompetensi utama berupa kemampuan untuk mengelola, melindungi, dan memanfaatkan data digital. Selain itu, *Digital Guardian* juga harus memastikan bahwa data tersebut tidak hanya tersimpan, tetapi juga terproteksi dari akses ilegal, serta dimanfaatkan melalui skema pembagian manfaat yang adil. Dengan mendigitalisasi potensi hayati, kita sedang membangun benteng perlindungan yang melintasi batas fisik hutan dan sungai, memastikan bahwa setiap "harta karun" ciptaan Allah

SWT tetap memberikan manfaat bagi bangsa Indonesia secara berkelanjutan.



**Gambar 1.** Audit digital kekayaan hayati yang berpotensi Bioprospeksi  
(gambar dibuat oleh Gemini AI, 12 Maret 2026)





## Daftar Pustaka

---

- Arts K, van der Wal R, Adams WM. 2015. Digital Technology and the Conservation of Nature. *Ambio*, 44(4), pp. 661–673.
- Arunachalam K, Yang X, Sasisharan SP. 2023. *Bioprospecting of Tropical Medicinal Plants*. Jerman: Springer Nature
- Aubry S. 2019. The Nagoya Protocol and Digital Sequence Information: Issues and Opportunities. *Frontiers in Plant Science*, 10, p. 1402.
- Brazma A. 2021. Bioinformatics and Biology in the Era of Data Science. *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 19, pp. 450–455.
- Bugge MM, Hansen T, Klitkou A. 2016. What is the Bioeconomy? A Review of the Literature. *Sustainability*, 8(7), p. 691.
- Etzkowitz H, Zhou C. 2017. *The Triple Helix: University-Industry-Government Innovation and Entrepreneurship*. London: Routledge.
- Groombridge B, Jenkins MD. 2022. *World Atlas of Biodiversity: Earth's Living Resources in the 21st Century*. Berkeley: University of California Press.
- Keraf AS. 2014. *Etika Lingkungan Hidup*. Jakarta: Penerbit Buku Kompas.

- Krishnan, R., Singh, S.P. and Upadhyay, S.K. (2021). *An Introduction to Plant Biodiversity and Bioprospecting. In Bioprospecting of Plant Biodiversity for Industrial Molecules* (eds S.K. Upadhyay and S.P. Singh). <https://doi.org/10.1002/9781119718017.ch1>
- Laird S, Wynberg R. 2023. *A Scoping Study on Digital Sequence Information on Genetic Resources in the Context of the Convention on Biological Diversity*. Montreal: CBD Secretariat.
- Marcy M et al. 2023. Cyber-Conservation: Harnessing Big Data to Combat Illegal Wildlife Trade. *Conservation Letters*, 16(2), e12932.
- Moreto WD, Pires SF. 2021. *Wildlife Crime: An Environmental Criminology and Crime Science Perspective*. Durham: Carolina Academic Press
- Newman DJ, Cragg GM. 2020. Natural Products as Sources of New Drugs over the Nearly Four Decades from 01/1981 to 09/2019, *Journal of Natural Products*, 83(3), pp. 770–803.
- Phelps J, et al. 2020. Environmental Law Enforcement: A Global Analysis of Wildlife Crime and Conservation Outcomes. *Annual Review of Environment and Resources*, 45, pp. 111–142.
- Primack RB. 2022. *Essentials of Conservation Biology*. 7th edn. Massachusetts: Sinauer Associates.
- Rahayoe JS, et al. 2025. *Status Kekinian Keanekaragaman Hayati Indonesia 2024*. Jakarta: BRIN.

- Rodrigues MJ. 2024. Bioprospecting of Natural Products from Medicinal Plants. *Plants*, 13(24), 3556. <https://doi.org/10.3390/plants13243556>
- Rusyaev SM, Orlov AM. 2024. The Phenomenon of Marine Bioprospecting. *Biol Bull Rev* **14**, 115–132 <https://doi.org/10.1134/S2079086424010080>
- Scholz AH, et al. 2022. Myth-busting the Decision-making on Digital Sequence Information. *Nature Communications*, 13(1), p. 113.
- Scheffers BR, et al. 2016. The Broad Footprint of Climate Change from Genes to Biomes to People. *Science*, 354(6313).
- Sharma JK. 2025. *Ecological and Environmental Crimes: A Threat to Sustainable Development*. In: Kaunert, C., Léonard, S., Masys, A.J. (eds) *Transnational Unconventional Organized Crime: A National and Global Security Concern. Advanced Sciences and Technologies for Security Applications*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-96432-9\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-031-96432-9_4)
- Singh K, Kumar A, Kumar S, Gairola S. 2022. Bioprospecting of Plants for Phytochemicals: Important for Drugs. In: Swamy, M.K., Kumar, A. (eds) *Phytochemical Genomics*. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-5779-6\\_3](https://doi.org/10.1007/978-981-19-5779-6_3)
- Subarman A. 2022. *Bioprospeksi: Pemanfaatan Keanekaragaman Hayati untuk Kemaslahatan Bangsa*. Jakarta: LIPI Press.

- Supriatna J. 2024. *Biologi Konservasi Indonesia*. Jakarta: Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Taufik M. 2024. *Strategi Hilirisasi Produk Hayati Lokal*. Yogyakarta: Deepublish.
- Thakur D. et al. 2023. *Bioprospecting of Microorganisms: Current Status and Future Prospects*. New York: Springer Nature.
- UNEP. 2023. *Global Biodiversity Framework: Strategies for Sustainable Development*. Nairobi: United Nations Environment Programme
- Widjaja EA, et al. 2021. *Status Keanekaragaman Hayati Indonesia: Ekosistem, Spesies, dan Genetik*. Jakarta: LIPI Press/BRIN.
- Wyatt T. 2021. *Wildlife Trafficking: A Deconstruction of the Crime, the Victims and the Offenders*. London: Palgrave Macmillan.



# Glosarium

---

## A

**Advokasi Kebijakan Berbasis Sains:** Upaya memengaruhi kebijakan publik dengan menggunakan data dan temuan ilmiah sebagai dasar argumentasi.

**Akademisi:** Insan intelektual di lingkungan perguruan tinggi (dosen dan peneliti) yang berperan dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan pengabdian kepada masyarakat.

## B

**Bioinformatika:** ilmu yang menggabungkan biologi, ilmu komputer, dan teknologi informasi untuk menganalisis dan mengelola data hayati, terutama urutan genetik.

**Bio-Leadership (Kepemimpinan Hayati):** Gaya kepemimpinan yang mengutamakan keberlanjutan ekosistem dan keselarasan antara kemajuan manusia dengan alam.

**Biopiracy (Biopembajakan):** Praktik pengambilan sumber daya hayati atau pengetahuan tradisional secara ilegal atau tidak adil oleh pihak asing tanpa izin dan tanpa pembagian manfaat yang jelas.

**Bioprospeksi:** pencarian dan eksplorasi sumber daya hayati untuk mendapatkan senyawa aktif, gen, atau produk alam

lainnya yang memiliki nilai komersial, terutama di industri farmasi dan bioteknologi.

## D

**Digital Guardian:** Konsep penjaga digital yang bertugas melindungi kedaulatan informasi hayati dan data genetik nasional melalui pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi.

**Digital Sequence Information (DSI):** Informasi digital mengenai urutan genetik (DNA/RNA) dari sumber daya hayati yang dapat diakses dan digunakan tanpa memerlukan spesimen fisik.

## E

**Ecological Sustainability (Keberlanjutan Ekologis):** Kemampuan lingkungan untuk mempertahankan fungsi dan proses ekosistem dalam jangka panjang tanpa mengalami degradasi.

**Etika Lingkungan:** Cabang filsafat yang mempelajari hubungan moral antara manusia dengan lingkungan hidup serta nilai-nilai yang mendasari perilaku manusia terhadap alam.

## G

**Gatekeeper (Penjaga Gerbang):** Peran strategis akademisi atau lembaga dalam menyaring, mengawasi, dan melindungi akses terhadap sumber daya atau data agar tidak disalahgunakan oleh pihak luar.

## H

**Harmoni SDG (Sustainable Development Goals):** Upaya penyelarasan antara pertumbuhan ekonomi, keadilan sosial, dan perlindungan lingkungan sesuai dengan target pembangunan berkelanjutan global.

**Hilirisasi Industri Hijau:** Proses pengolahan sumber daya alam mentah menjadi produk bernilai tambah di dalam negeri dengan menggunakan metode yang ramah lingkungan.

## I

**Indonesia Emas 2045:** Visi besar bangsa Indonesia untuk menjadi negara maju, berdaulat, dan sejahtera pada perayaan seratus tahun kemerdekaannya.

**Inkubator:** Peran perguruan tinggi sebagai tempat persemaian, pengembangan, dan pematangan ide, teknologi, serta karakter calon pemimpin masa depan.

## K

**Kearifan Lokal (Traditional Knowledge):** Pengetahuan, nilai, dan praktik yang dimiliki oleh komunitas adat atau masyarakat lokal secara turun-temurun dalam mengelola lingkungan.

**Kedaulatan Hayati (Biological Sovereignty):** Hak eksklusif suatu negara untuk mengatur, mengelola, dan mengambil manfaat dari kekayaan keanekaragaman hayati yang ada di wilayahnya.

**Kawasan Konservasi:** Wilayah yang ditetapkan untuk dilindungi ciri khas ekosistemnya demi kepentingan ilmu pengetahuan, pendidikan, dan kelestarian hayati.

## L

**Literasi Digital-Ekologis:** Kemampuan individu untuk memahami dan menggunakan teknologi digital dengan tetap menjunjung tinggi prinsip-prinsip pelestarian lingkungan.

## M

**Megabiodiversity:** Status suatu negara (seperti Indonesia) yang memiliki tingkat keanekaragaman hayati yang sangat tinggi dan unik dibandingkan wilayah lain di dunia.

## P

**Pentahelix:** model kolaborasi yang melibatkan lima unsur pemangku kepentingan: pemerintah, akademisi, industri, masyarakat, dan media.

**Protokol Nagoya:** Perjanjian internasional yang mengatur akses terhadap sumber daya genetik dan pembagian manfaat yang adil dan merata bagi negara pemilik sumber daya.

## S

**Siklus Pertahanan Hayati Semesta:** Sistem pertahanan keanekaragaman hayati yang bersifat menyeluruh, melibatkan integrasi antara teknologi, hukum, dan partisipasi aktif seluruh lapisan masyarakat.



# Indeks

---

## **A**

Akademisi,  
Advokasi kebijakan,  
Alam,  
Antibiotik,  
Aset genetik,

## **B**

Baluran, Taman Nasional,  
Batik,  
Bio-katalis,  
Bio-pestisida,  
Bioekonomi,  
Bioinformatika,  
Biopiracy,  
Bioprospeksi,  
Bogani Nani Wartabone, Taman Nasional,

## **D**

Data Sequence Information (DSI),  
Digital Guardian,

Diplomat Sains,

## **E**

Ecological Sustainability,

Ekonomi sirkular,

Enzim industri,

Etika lingkungan,

## **G**

Gatekeeper,

Gunung Halimun Salak, Taman Nasional,

Gunung Leuser, Taman Nasional,

## **H**

Hak Kekayaan Intelektual (HKI),

Hilirisasi,

Hutan hujan tropis,

## **I**

Ibu Pertiwi,

Indonesia Emas 2045,

Industri hijau,

Inkubator,

Inovasi domestik,

## **K**

Kedaulatan digital,

Kedaulatan hayati,  
Kepemimpinan akademik,  
Komunitas lokal,

## **L**

Laboratorium bioprospeksi,  
Lorentz, Taman Nasional,

## **M**

Mahasiswa,  
Manifesto,  
Masyarakat adat,  
Megabiodiversity,  
Meru Betiri, Taman Nasional,  
Mikroba,

## **P**

Pemberdayaan,  
Perguruan tinggi,  
Produk industri hijau,  
Protokol Nagoya,

## **R**

Rawa Aopa Watumohai, Taman Nasional,  
Rekomendasi strategis,  
Riset dasar,

## **S**

Sains berdaulat,

Siklus Pertahanan Hayati Semesta,

Sinergi,

Sustainable Development Goals (SDG),

## **T**

Teknologi ICT,



## Profil Penulis

---



**Prof. Dr. Dewi Elfidasari, S.Si., M.Si.**

adalah seorang Guru Besar di bidang Biologi yang memiliki dedikasi mendalam terhadap pelestarian keanekaragaman hayati Indonesia. Saat ini, beliau mengemban amanah sebagai Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Al-Azhar Indonesia (UAI). Dengan latar

belakang kepakaran yang kuat dalam bidang ekologi dan konservasi, beliau dikenal aktif dalam berbagai riset strategis, mulai dari pengelolaan spesies invasif hingga pengembangan sistem perlindungan ekosistem berbasis teknologi.

Keberpihakannya pada kemandirian sains nasional tercermin dari berbagai karyanya yang menyoroti pentingnya etika lingkungan dalam praktik industri dan perlindungan aset hayati Nusantara. Beliau merupakan inisiator konsep *Digital Guardian*—sebuah gagasan progresif yang mendorong integrasi antara kecanggihan teknologi informasi dengan kedaulatan sumber daya genetik Indonesia. Melalui kepemimpinannya di dunia akademik, beliau terus berupaya mencetak generasi saintis muda yang tidak hanya cerdas secara intelektual, tetapi juga memiliki integritas etika dan kecintaan yang kokoh terhadap Ibu Pertiwi.



**Dr. rer. nat. Yunus Effendi, M.Si., M.Sc.,** adalah seorang pakar di bidang bioteknologi dan sains molekuler yang memiliki visi kuat dalam menghilirkan hasil riset laboratorium menjadi solusi nyata bagi masyarakat. Beliau saat ini menjabat sebagai Kepala Lembaga Penelitian, Inovasi, dan Pemberdayaan Masyarakat (LPIPM) Universitas Al-Azhar

Indonesia (UAI). Menyelesaikan pendidikan doktoralnya di Jerman, beliau membawa standar keunggulan riset internasional yang dipadukan dengan pemahaman mendalam atas kebutuhan lokal Indonesia. Sebagai pimpinan lembaga penelitian, Dr. Yunus berfokus pada pengembangan ekosistem riset yang integratif dan berkelanjutan. Peran beliau dalam buku ini memperkuat dimensi inovasi dan strategi pemberdayaan, memastikan bahwa konsep *Digital Guardian* tidak hanya berhenti pada tataran teori, tetapi juga dapat diimplementasikan secara sistematis melalui kebijakan riset yang berpihak pada kemandirian bangsa. Beliau percaya bahwa inovasi sejati adalah inovasi yang mampu menjaga martabat lingkungan sekaligus meningkatkan taraf hidup komunitas lokal.



**Abu Bakar Sidiq, S.Pi.** merupakan praktisi lingkungan yang menempuh pendidikan sarjana di Jurusan Budidaya Perairan, Universitas Satya Negara Indonesia (2012), sebelum melanjutkan studi pada Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam di Universitas Al-Azhar Indonesia. Selama masa studi, ia dikenal

sebagai aktivis organisasi yang memegang peran strategis, mulai dari pengurus SENAT FPIK, Ketua HMJ (2013–2014), hingga Wakil Majelis Tertinggi Mahasiswa (2014–2015).

Fokus risetnya mendalami aspek biologi laut, khususnya melalui studi penetasan larva sotong (*Sepia spp.*) di Kepulauan Seribu.

Secara profesional, ia memiliki rekam jejak yang kuat dalam pengelolaan sampah, pemantauan kerusakan lingkungan, serta penyusunan dokumen kajian lingkungan sesuai regulasi nasional. Saat ini, kontribusinya berfokus pada studi strategis terkait konservasi laut dan mitigasi perubahan iklim di wilayah Kepulauan Seribu.



**Akhmad Rizky Saputra, S.Si.,** adalah seorang akademisi muda dan calon praktisi yang memiliki antusiasme mendalam terhadap ilmu hayati. Ia meraih gelar Sarjana Sains dari Program Studi Biologi, Universitas Al Azhar Indonesia (UAI), dan kini tengah melanjutkan studi pada program

Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam di institusi yang sama. Fokus risetnya mencakup topik-topik strategis, seperti analisis pencemaran logam pada ikan sapu-sapu serta pengembangan pupuk hayati berbasis mikroorganisme *beneficial*.

Saat ini, ia aktif berkontribusi sebagai pengajar mata kuliah praktikum di Program Sarjana Biologi UAI, sebagai upaya untuk mengintegrasikan pengalaman riset dan praktik lapangannya ke dalam metode pembelajaran. Dedikasinya terhadap isu lingkungan dan keberlanjutan mendorongnya untuk terus mendalami ranah pengelolaan sumber daya alam. Kontribusi pemikirannya dalam buku ini memperkuat aspek teknis dan edukatif dalam upaya melahirkan generasi baru penjaga kedaulatan hayati Nusantara.



**Budi Darmawan, S.Kom.,** lahir di Jakarta pada tahun 1980. Ia memiliki latar belakang pendidikan sarjana di bidang Sistem Informasi yang memberinya fondasi kuat dalam pengelolaan data dan teknologi. Saat ini, ia tengah mendalami konsentrasi Manajemen Pengelolaan Sumber Daya

Alam pada program Magister di Universitas Al-Azhar Indonesia. Ketertarikannya pada isu pembangunan berkelanjutan mendorongnya untuk berfokus pada bidang pendidikan lingkungan hidup dan pemberdayaan masyarakat.

Dalam perjalanan kariernya, ia aktif mengembangkan inisiatif berbasis komunitas melalui pelatihan, fasilitasi, dan pendampingan bagi sekolah serta kelompok masyarakat. Pendekatan yang dikembangkannya menekankan partisipasi aktif dan penguatan lembaga lokal sebagai pilar keberlanjutan. Saat ini, ia memimpin sebuah lembaga yang bergerak dalam penguatan kapasitas melalui program pendampingan pendidikan dan lingkungan. Kontribusi pemikirannya dalam buku ini memperkuat aspek tata kelola data sistem informasi dalam mendukung kedaulatan sumber daya alam nasional.



**Ir. Lipul, S.P.** adalah praktisi profesional dengan pengalaman lebih dari sepuluh tahun di sektor pertanian dan perkebunan, spesifik pada bidang *Environment, Health, Safety* (EHS) serta *Sustainable Agriculture*. Lulusan Agribisnis Universitas Bengkulu dan Program Profesi Insinyur Institut

Teknologi Indonesia ini memiliki sertifikasi Ahli K3 Umum dan Auditor SMK3. Saat ini, ia tengah menempuh pendidikan Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam di Universitas Al-Azhar Indonesia.

Sebagai *Monitoring, Evaluation, and Data Manager* di perusahaan multinasional, ia mengelola data petani kopi di Indonesia, Timor-Leste, dan Papua Nugini. Lipul terlibat aktif dalam inisiatif global seperti dekarbonisasi rantai pasok kopi bersama Nestlé, proyek agroforestri LASCARCOCO bersama USAID, hingga kolaborasi dengan ILO, Nespresso, dan Peet's Coffee. Terhubunglah melalui LinkedIn: [linkedin.com/in/lipul/](https://www.linkedin.com/in/lipul/) atau email: [lipul@msn.com](mailto:lipul@msn.com).



**Nani Susanti, S.T.**, adalah profesional di bidang lingkungan dengan keahlian mendalam dalam penyusunan dokumen lingkungan dan pembangunan berkelanjutan. Lulusan Teknik Lingkungan dari Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan Yogyakarta ini tengah menempuh studi magister Pengelolaan

Sumber Daya Alam di Universitas Al-Azhar Indonesia. Ia memiliki pengalaman luas dalam mengkaji standar perlindungan lingkungan dan sosial (*environmental and social safeguards*) internasional, khususnya pada sektor pembangkit listrik tenaga air (PLTA) dan kawasan industri.

Kiprah profesionalnya mencakup *environmental due diligence* dan *sustainability assessment* yang mengacu pada standar global seperti World Bank, JICA, serta *Hydropower Sustainability Standard* (HSS). Selain itu, ia aktif menyusun studi terkait perubahan iklim, termasuk *climate risk assessment* serta strategi mitigasi dan adaptasi untuk mendukung pembangunan rendah karbon.



**Zaenudin Zein, S.Pi.,** lahir di Lombok Tengah pada 1973. Lulusan Pemanfaatan Sumber Daya Perairan Universitas 45 Mataram (1998) ini tengah menempuh pendidikan Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam di Universitas Al-Azhar Indonesia. Selama lebih dari lima belas tahun, ia mendedikasikan kariernya di lembaga swadaya masyarakat (LSM) lokal

dengan fokus pada pengembangan pertanian berkelanjutan dan pemberdayaan masyarakat pedesaan (*rural community empowerment*).

Pengalamannya mencakup pengelolaan program mitigasi perubahan iklim, *agroforestry*, hingga pengembangan penghidupan berkelanjutan di Nusa Tenggara Barat. Sebagai pakar metodologi partisipatif, ia menguasai pendekatan *Participatory Rural Appraisal* (PRA), Ketahanan Pangan berbasis HAM, serta Gender dan Inklusi Sosial. Baginya, pemberdayaan adalah strategi untuk membangun kesadaran kritis untuk mewujudkan perubahan sosial dan lingkungan yang adil. Kiprah yang cukup panjang ini menjadi cerminan komitmen dan dedikasinya untuk memberikan kontribusi terbaik terhadap pembangunan sosial, ekonomi, dan lingkungan yang adil dan berkelanjutan, terutama di pedesaan.

# PENGELOLAAN POTENSI BIOPROSPEKSI DI INDONESIA

Indonesia adalah permata keanekaragaman hayati dunia, namun di balik kemegahannya, tersimpan ancaman sunyi yang tak kasat mata: *Biopiracy* Digital. Di era kode genetik dapat berpindah melintasi batas negara hanya dalam satu kedipan mata, apakah kita akan tetap menjadi penyedia bahan mentah atau bangkit menjadi pemilik sah yang berdaulat atas kekayaan hayati kita sendiri?

Buku ini hadir sebagai jawaban atas kegelisahan tersebut. Melalui pendekatan yang tajam dan futuristik, para penulis memperkenalkan konsep *Digital Guardian of Nature*—sebuah perisai modern yang mengintegrasikan kecanggihan teknologi informasi dengan keteguhan etika lingkungan. Penulis mengajak kita melampaui metode konservasi konvensional, menuju pengelolaan bioprospeksi yang beradab, berdaulat, dan berkeadilan.

Dari rimbunnya ekosistem Gunung Leuser hingga potensi tersembunyi spesies lokal pada beberapa kawasan taman nasional lain di Indonesia, menjadi alasan utama membedah peran perguruan tinggi, akademisi, dan masyarakat yang harus bersinergi menjadi benteng pertahanan hayati Nusantara dalam buku ini. Ini bukan sekadar buku referensi, melainkan sebuah manifesto bagi para pejuang kedaulatan hayati untuk menjaga harkat dan martabat bangsa di tengah arus ekonomi sirkular global.

**Jadilah bagian dari penjaga khazanah Ibu Pertiwi, karena kedaulatan bangsa hari ini ditentukan oleh kemampuan kita menjaga 'harta karun' digital yang tersimpan di dalam sel-sel alam Nusantara.**



PENERBIT KBM INDONESIA  
Anggota IKAPI  
0813 5751 7526 / (0353) 3234874  
Kantor : Maguwoharjo, Depok, Sleman-Yogyakarta  
@penerbitbukujogja  
@penerbit.kbm

ISBN 978-634-278-368-9

