

FRAMEWORK NASIONAL

INA-VERITY 2.0

Penilaian Kesehatan, Kesuburan, dan Kesiapan Lahan

Membangun Fondasi Pertanian Berkelanjutan Menuju Kedaulatan Pangan
Indonesia



6 Pilar Penilaian



4 Indeks Strategis



Data-Driven

Daftar Isi

01 Urgensi dan Tantangan

Mengapa Indonesia membutuhkan INA-VERITY 2.0 sekarang?

02 Visi INA-VERITY 2.0

Framework nasional untuk pertanian berkelanjutan

03 Enam Pilar Penilaian

Kerangka holistik penilaian tanah

04 Empat Indeks Strategis

Menerjemahkan data menjadi keputusan

05 Manfaat Bagi Pemangku Kepentingan

Apa artinya bagi saya?

06 Infrastruktur dan Teknologi

Tulang punggung digital INA-VERITY

07 Menuju Kedaulatan Pangan

Gerakan nasional untuk masa depan pangan Indonesia

BAB 01

Urgensi dan Tantangan

Mengapa Indonesia Membutuhkan INA-VERITY 2.0?



Tantangan Besar Pertanian Indonesia



Tekanan Populasi dan Kebutuhan Pangan

Populasi Indonesia diproyeksikan mencapai **319 juta jiwa pada 2045**, memerlukan peningkatan produksi pangan setidaknya **60%** dari level saat ini. Sementara itu, laju konversi lahan mencapai **100-150 ribu hektar per tahun**.



Degradasi Lahan yang Meluas

30-40% lahan pertanian telah mengalami degradasi. Di Pulau Jawa, lahan sawah intensif kehilangan bahan organik signifikan dengan kadar C-organik rata-rata **<2%** (ideal >2.5%).



Inefisiensi Pemupukan yang Merugikan

Efisiensi pemupukan nitrogen hanya **30-40%**, jauh di bawah potensi 50-60%. Kerugian ekonomi akibat inefisiensi mencapai **Rp 15-20 triliun per tahun**.



Ancaman Kontaminasi

Logam berat, residu pestisida, dan mikroplastik mulai terakumulasi di lahan pertanian. **Sistem monitoring kontaminasi tanah belum sistematis**.



Perubahan Iklim

Pola hujan tidak menentu, suhu meningkat, dan kejadian iklim ekstrem mempersulit perencanaan pertanian.

2.8 Juta Ha

Lahan sawah telah mengalami degradasi

Data Kementerian Pertanian

PROBLEM

Akar Masalah: Tidak Ada Data, Tidak Ada Kebijakan Tepat

Data Tersebar di Berbagai Lembaga

Kementerian Pertanian, KLHK, BIG, BPN, universitas, dan lembaga penelitian memiliki data masing-masing **tanpa integrasi yang memadai**.

Metodologi Berbeda-Beda

Setiap lembaga menggunakan metodologi yang berbeda sehingga **sulit dibandingkan dan diintegrasikan** untuk analisis nasional.

Data Seringkali Usang

Banyak data berasal dari **era 1980-1990an**, tidak mencerminkan kondisi tanah saat ini yang telah berubah signifikan.

Tidak Menjangkau Parameter Penting

Parameter seperti **biologi tanah, hara mikro, kontaminasi, dan riwayat manajemen** sering tidak terukur.

Sulit Diakses

Pemerintah daerah, petani, dan investor **kesulitan mengakses data** yang mereka butuhkan untuk pengambilan keputusan.

“

"Kebijakan pertanian seringkali dirancang dengan 'menerka-nerka' daripada berdasarkan bukti"

→ **Akibatnya:** Rekomendasi pemupukan bersifat umum, program bantuan tidak tepat sasaran, investor mengambil risiko tinggi, dan petani memupuk tanpa mengetahui status hara tanah mereka.

BAB 02

Visi INA-VERITY 2.0

Framework Nasional untuk Pertanian Berkelanjutan



Apa itu INA-VERITY 2.0?

INA-VERITY 2.0 (Indonesian Fertility & Health Intelligence) adalah framework nasional komprehensif untuk menilai kesehatan, kesuburan, kesiapan lahan, serta kelayakan ekonomi usaha pertanian.



Hardware

Sensor tanah, alat ukur lapangan, perangkat IoT, peralatan laboratorium terstandar



Software

Platform analitik, basis data, sistem pemetaan, antarmuka pengguna intuitif



Metodologi

Protokol pengambilan sampel, metode analisis, algoritma skoring tervalidasi ilmiah

★ Yang Membedakan INA-VERITY 2.0

- 1 Enam Pilar Penilaian** – Lebih komprehensif dari sistem lain
- 2 Integrasi Agroklimat** – Mempertimbangkan faktor iklim
- 3 Aspek Ekonomi** – Indeks profitabilitas untuk keputusan bisnis
- 4 Kontaminasi** – Pilar kebersihan untuk keamanan pangan

Empat Indeks Strategis

IKT

Kesehatan Tanah

Kondisi holistik tanah sebagai sistem hidup

IKL

Kesesuaian Lahan

Tingkat kecocokan untuk komoditas tertentu

IPP

Produktivitas

Prediksi potensi hasil panen

IPR

Profitabilitas

Kelayakan ekonomi usaha tani

Visi Besar: Fondasi Data untuk Pertanian Berkelanjutan

Visi INA-VERITY 2.0

Menciptakan sistem nasional yang mampu **menilai, memetakan, dan memonitor kesehatan serta kesuburan tanah secara komprehensif**, dengan mengintegrasikan faktor iklim dan manajemen, sebagai fondasi bagi pertanian berkelanjutan, peningkatan produktivitas, dan ketahanan pangan nasional.

Inspirasi dari Negara Maju



Amerika Serikat - NRCS Soil Survey

Memetakan tanah di seluruh wilayah selama **>100 tahun**



Brasil - EMBRAPA

Mengubah Cerrado menjadi lumbung pangan dunia



Australia - ASRIS

Mengintegrasikan semua data sumber daya lahan

Target Implementasi INA-VERITY 2.0



Indonesia, dengan keragaman agroekosistem terluas di dunia, **justu belum memiliki sistem yang setara**. INA-VERITY 2.0 hadir untuk mengisi kekosongan tersebut.

BAB 03

Enam Pilar Penilaian

Kerangka Holistik Penilaian Tanah

Improving Soil Health And Nutrient Levels
With IoT Technology

Pilar 1 & 2: Fisika dan Kimia Tanah

1

Fisika Tanah

Fondasi fisik bagi pertumbuhan akar

Tekstur Tanah

Perbandingan pasir, debu, liat - menentukan kapasitas menahan air & hara

Bulk Density

Indikator kepadatan - mempengaruhi penetrasi akar dan aerasi

Porositas Total & AWC

Ruang pori (ideal 50-60%) dan Air Tersedia ($>0.15 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$)

Stabilitas Agregat & Infiltrasi

Ketahanan terhadap erosi dan laju air meresap (Ksat ideal 2-10 cm/jam)

Kedalaman Efektif

Seberapa dalam akar dapat berkembang ($>100 \text{ cm}$ ideal)

i Parameter tambahan: Salinitas (EC) untuk lahan pesisir, Redox Potential (Eh) untuk lahan sawah

2

Kimia Tanah

Dapur nutrisi tanaman

pH Tanah

Derajat keasaman - mengontrol ketersediaan hara (ideal 6.0-7.0, dengan koreksi jenis tanah)

C-Organik

Indikator utama bahan organik - sumber energi mikroba ($>2.5\%$ ideal)

Hara Makro Primer

N-Total, P-Tersedia (Bray I/Olsen), K-Dapat Ditukar

Hara Makro Sekunder

Ca, Mg, S - penting untuk struktur tanah dan metabolisme

Hara Mikro & Lainnya

Zn, Fe, Mn, Cu, B, Mo | KTK, Kejenuhan Basa, Al-dd, C/N Ratio

⚠ Al-dd $>2.0 \text{ cmol/kg}$ bersifat toksik dan menghambat pertumbuhan akar

Pilar 3 & 4: Biologi dan Jenis Tanah

3

Biologi Tanah

Jantung yang menghidupkan tanah

POXC (Karbon Aktif)

Fraksi bahan organik labil yang sensitif terhadap perubahan pengelolaan (>700 mg/kg ideal)

Respirasi Tanah

Laju pelepasan CO₂ - mencerminkan aktivitas metabolik mikroba (>200 mg CO₂/kg/hari)

Nitrogen Terpotensial Mineralisasi

Prediksi N yang tersedia dari dekomposisi bahan organik (>50 mg N/kg/minggu)

Aktivitas Enzim Tanah

Fosfatase (daur P), Urease (daur N), Dehidrogenase (aktivitas mikroba umum)

Populasi Mikroba Fungsional

Bakteri pelarut fosfat dan penambat nitrogen (>10⁵ dan >10⁴ CFU/g)

★ **Soil Health Index (SHI)**: Indeks komposit 0-1 yang merangkum data biologi

4

Jenis Tanah & Topografi

DNA yang menentukan karakter bawaan

Klasifikasi Tanah (Sub-Grup)

Typic Hapludands=1.0, Typic Hapludults=0.4, Typic Haplosaprists=0.3 - potensi kesuburan inheren

Bahan Induk

Vulkanik intermedier=1.0, Aluvial=0.8, Batu kapur=0.6, Batu pasir=0.4, Metamorf=0.2

Kedalaman Solum

Ketebalan lapisan tanah yang dapat diakari (>150 cm sangat dalam, <30 cm sangat dangkal)

Drainase Alami

Tingkat aerasi dan redoks - baik/agak terhambat=1.0, cepat/sangat terhambat=0.2

Kemiringan Lereng & Batuan

0-3%=1.0 (datar), >45%=0.0 (sangat curam) | Batuan permukaan <5%=1.0, >80%=0.0

💡 Jenis tanah adalah **konteks** untuk memahami semua data lainnya - pH 5.0 pada Andisol normal, tapi bermasalah pada Ultisol

Pilar 5 & 6: Kebersihan dan Agroklimat/Manajemen

5

Kebersihan Tanah

Memastikan tidak ada racun

Logam Berat Total

Cd <0.3, Pb <80, As <25, Hg <0.3 mg/kg (ambang aman)

Logam Berat Bioavailable

Fraksi yang benar-benar dapat diserap tanaman – Cd <0.1, Pb <5, As <2 mg/kg

Residu Pestisida

Organoklorin, organofosfat, karbamat, piretroid, herbisida (

Mikroplastik & TPH

Partikel plastik <5 mm (<500 partikel/kg) | Hidrokarbon petroleum (<100 mg/kg)

Indikator Biologis

Penurunan aktivitas enzim >20% dari kontrol mengindikasikan kontaminasi

Gatekeeper: Jika kontaminasi melebihi ambang batas, tanah **tidak dapat direkomendasikan** untuk pertanian pangan

6

Agroklimat & Manajemen

Konteks temporal dan sosial (PILAR BARU)

Agroklimat

Curah hujan:	1500–2500 mm/th	Bulan kering:	≤2 bulan
Suhu:	22–28°C	Kelembaban:	65–75%
Radiasi:	>15 MJ/m ² /hari	Elevasi:	Sesuai komoditas

Manajemen Lahan

Sistem olah tanah:	Zero-tillage=1.0, Over-tillage=0.3
Bahan organik:	>10 ton/ha/th=1.0, <2=0.3
Rotasi tanaman:	Diversifikasi=1.0, Monokultur=0.4
Pestisida:	IPM/Organik=1.0, Intensif=0.3
Akses irigasi:	Teknis=1.0, Tidak ada=0.0

Tanpa data iklim dan manajemen, penilaian hanya memberikan potensi statis, bukan prediksi produktivitas aktual

Sinergi Enam Pilar: Menuju Penilaian Holistik



Interkoneksi Antar Pilar

Fisika → **Biologi**: Tanah dengan struktur baik memungkinkan mikroba berkembang optimal

Biologi → **Kimia**: Mikroba aktif membantu melepaskan unsur hara dari bahan organik

Jenis Tanah → **Semua**: Menentukan bagaimana semua proses berjalan (Andisol vs Ultisol)

Kebersihan: Dapat merusak semua pilar lain jika terkontaminasi berat

Agroklimat & Manajemen: Menentukan apakah potensi akan terwujud atau tidak



Hasil Akhir

Bukan sekadar kumpulan data, melainkan **pemahaman holistik** tentang kondisi tanah, iklim, dan pengelolaan: di mana letak kekuatan, kelemahan, apa yang perlu diperbaiki, seberapa besar investasi, dan berapa potensi keuntungan.

BAB 04

Empat Indeks Strategis

Menerjemahkan Data Menjadi Keputusan

Indeks Kesehatan Tanah (IKT)

Mengukur kondisi holistik tanah sebagai sistem hidup yang berkelanjutan

Formula IKT

$$IKT_{\text{dasar}} = (0.25 \times SF) + (0.30 \times SK) + (0.30 \times SB) + (0.15 \times SJ)$$

SF = Skor Fisika, SK = Skor Kimia, SB = Skor Biologi, SJ = Skor Jenis Tanah

Koreksi Kontaminasi: $IKT_{\text{akhir}} = IKT_{\text{dasar}} \times \text{Faktor_Koreksi}$

Faktor Koreksi Kontaminasi

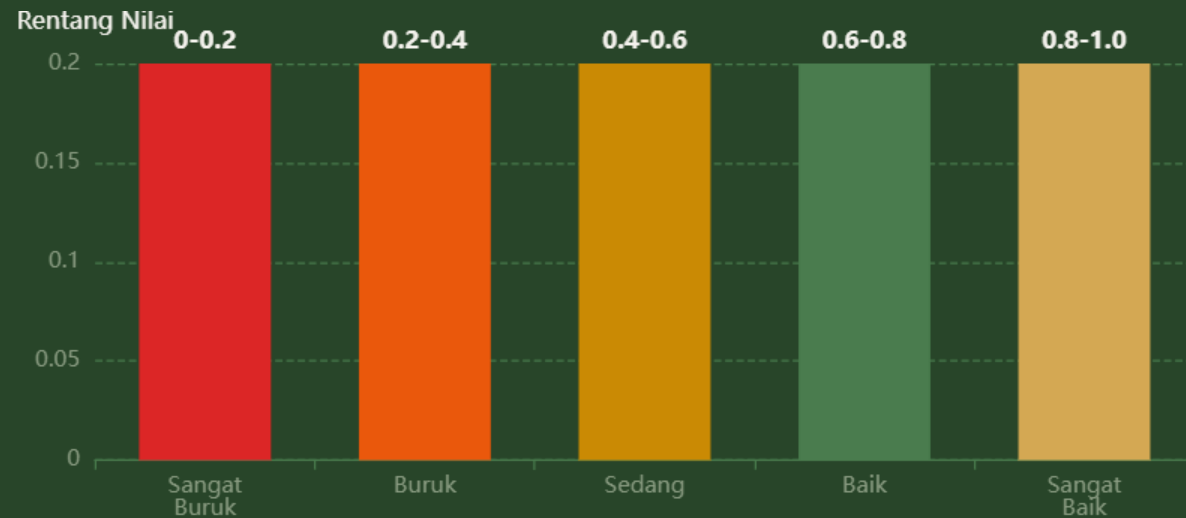
$C_{\text{min}} \geq 0.8$ (sangat rendah) **Fk = 1.0**

$0.5 \leq C_{\text{min}} < 0.8$ (ringan) **Fk = 0.7-1.0**

$0.2 \leq C_{\text{min}} < 0.5$ (sedang) **Fk = 0.3-0.7**

$C_{\text{min}} < 0.2$ (berat) **Fk = 0.0**

Kategori IKT



0-0.2

Sangat Buruk

0.2-0.4

Buruk

0.4-0.6

Sedang

0.6-0.8

Baik

0.8-1.0

Sangat Baik

Indeks Kesesuaian Lahan (IKL)

Menilai tingkat kecocokan lahan untuk jenis tanaman tertentu dengan mempertimbangkan faktor pembatas

Formula IKL

$$\text{IKL} = (0.30 \times \text{SF} + 0.35 \times \text{SK} + 0.20 \times \text{SB} + 0.15 \times \text{SJ}) \times \min(\text{Faktor_Pembatas})$$

Pendekatan faktor pembatas minimum yang diperbaiki dengan rata-rata geometrik

Faktor Pembatas: Parameter dengan skor <0.3 (terutama yang permanen: tekstur, drainase, kemiringan, elevasi, kontaminasi berat)

Kelas Kesesuaian Lahan (FAO Modified)

S1 Sangat Sesuai (≥ 0.85)

Tidak ada hambatan berarti

S2 Sesuai (0.60-0.85)

Hambatan ringan, dapat diatasi dengan input standar

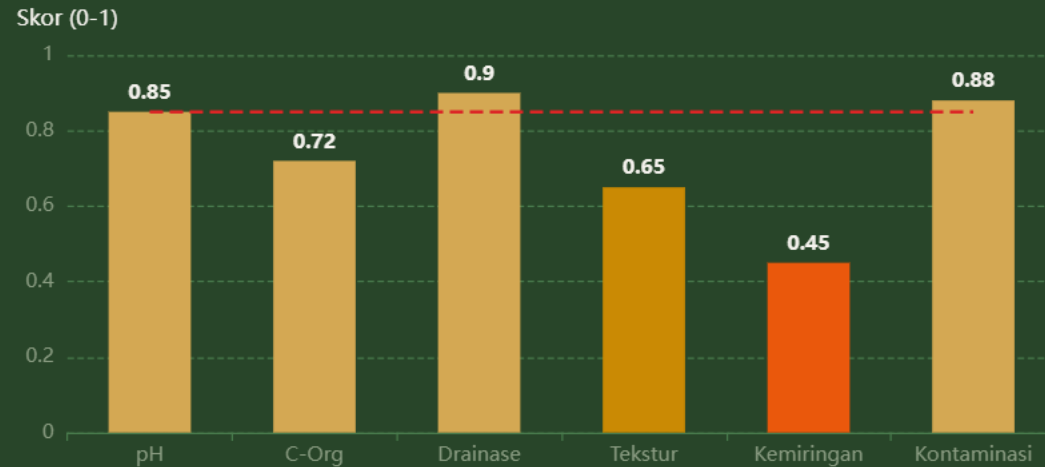
S3 Sesuai Marginal (0.40-0.60)

Hambatan sedang, perlu teknologi dan biaya lebih tinggi

N1 Tidak Sesuai Saat Ini (0.20-0.40)

Hambatan berat, biaya perbaikan sangat tinggi

Contoh: Kesesuaian Lahan untuk Padi



Indeks Produktivitas Potensial (IPP) dan Profitabilitas (IPR)

IPP

Produktivitas Potensial

Memprediksi hasil panen

Formula

$$IPP = IKT \times (0.6 + 0.4 \times SA) \times Fm$$

SA = Skor Agroklimat & Manajemen, Fm = Faktor Manajemen

Faktor Manajemen (Fm)

Sangat Baik:	1.2
Baik:	1.0
Sedang:	0.8
Buruk:	0.6

Interpretasi

IPP > 0.7:	Hasil tinggi (>80% potensi)
IPP 0.5–0.7:	Hasil sedang (60–80%)
IPP 0.3–0.5:	Hasil rendah (40–60%)
IPP < 0.3:	Hasil sangat rendah (<40%)

IPR

Profitabilitas

Kelayakan ekonomi (INDEKS BARU)

Formula

$$IPR = (\text{Nilai_Output} - \text{Biaya_Perbaikan}) / \text{Biaya_Total_Produksi}$$

Komponen Biaya

- **Nilai Output:** Harga × Potensi hasil × IPP
- **Biaya Perbaikan:** Estimasi untuk parameter skor <0.5
- **Biaya Total:** Operasional normal + Perbaikan

Kategori IPR

> 2.0	Sangat Menguntungkan
1.5 – 2.0	Menguntungkan
1.0 – 1.5	Cukup Menguntungkan
0.5 – 1.0	Kurang Menguntungkan
< 0.5	Tidak Menguntungkan



IPR adalah jembatan antara ilmu tanah dan keputusan bisnis – membantu petani, bank, dan pemerintah membuat keputusan berbasis data ekonomi.

Sinergi Empat Indeks: Potret Utuh Lahan

Tiga Contoh Kasus Nyata

1 Lahan Sawah Indramayu

IKT: 0.64 (Baik)

IKL Padi: 0.59 (S3)

IPP: 0.33

IPR: 0.79

Analisis: Tanah sehat tapi manajemen buruk (monokultur, pestisida intensif) dan defisiensi K, Zn menurunkan produktivitas

Rekomendasi: Rotasi tanaman, kurangi pestisida, tambah K & Zn

2 Lahan Masam Lampung

IKT: 0.44 (Sedang)

IKL Jagung: 0.09 (N2)

IPP: 0.15

IPR: 1.00

Analisis: Hambatan berat karena pH sangat rendah, Al-dd tinggi, P rendah. Butuh investasi besar

Rekomendasi: Pengapuran 2-4 ton/ha bertahap, varietas toleran Al

3 Lahan Tercemar Industri

IKT: 0.00

IKL: 0.00

IPP: 0.00

IPR: N/A

Analisis: Cd total > ambang batas. Tanah tidak layak untuk pangan

Rekomendasi: Fitoremediasi dengan tanaman hyperaccumulator atau konversi ke non-pangan



Kesimpulan: Dengan empat indeks ini, setiap pemangku kepentingan mendapatkan informasi yang relevan dengan kebutuhannya masing-masing, tanpa harus tenggelam dalam kompleksitas data teknis.

BAB 05

Manfaat Bagi Pemangku Kepentingan

Apa Artinya Bagi Saya?

Manfaat Bagi Petani dan Kelompok Tani

Pengguna Utama INA-VERITY 2.0



Rekomendasi Pemupukan Tepat

Tidak perlu memupuk asal-asalan. Sistem memberikan rekomendasi: **jenis pupuk apa, berapa dosisnya, kapan waktu aplikasi terbaik.**

20-30% **15-25%**

Hemat biaya pupuk Hasil panen meningkat



Peringatan Dini Kontaminasi

Jika tanah terindikasi tercemar logam berat atau pestisida, petani mendapat **peringatan dini**. Bisa direkomendasikan tanaman aman atau teknik remediasi.



Rekomendasi Komoditas Optimal

Sistem memberi tahu: "**Lahan Bapak sangat cocok untuk jagung, cukup cocok untuk kedelai, kurang cocok untuk padi.**"

Petani bisa memilih komoditas paling menguntungkan.



Prediksi Produktivitas

Berdasarkan kondisi tanah, sistem dapat **memprediksi potensi hasil panen**. Membantu petani merencanakan kebutuhan pascapanen (penyimpanan, pemasaran).



Sertifikasi Lahan Sehat

Jika tanah terbukti sehat dan bebas kontaminasi, petani bisa mendapatkan **sertifikat lahan sehat** yang menjadi nilai jual produk (label ramah lingkungan, organik).

↑ Harga Jual

Akses ke pasar premium



Partisipasi Petani

- ✓ Izinkan pengambilan sampel tanah
- ✓ Catat dan bagikan riwayat pengelolaan lahan
- ✓ Berikan umpan balik akurasi rekomendasi
- ✓ Jadi duta (champion) di komunitas

Manfaat Bagi Pelaku Usaha Sektor Swasta

Perusahaan Perkebunan dan Perbankan



Perusahaan Perkebunan

Evaluasi Lahan untuk Ekspansi

Sebelum membeli atau menyewa lahan, perusahaan bisa melihat **IKL untuk komoditas target**. Menghindari investasi di lahan yang tidak sesuai.

Optimalisasi Lahan Eksisting

Memantau **tren IKT dari waktu ke waktu**. Jika IKT menurun, bisa segera diintervensi sebelum kerusakan parah.

Kepatuhan Standar Keberlanjutan

Data INA-VERITY bisa digunakan sebagai **bukti keberlanjutan** untuk sertifikasi ISPO, RSPO, atau standar internasional lainnya.

Optimasi Rantai Pasok

Mengidentifikasi lahan dengan **IPP tinggi sebagai prioritas pasokan**, memastikan stabilitas produksi.



Perbankan & Lembaga Keuangan

Penilaian Agunan Lebih Akurat

Lahan dengan **IPR tinggi memiliki nilai agunan lebih tinggi** daripada lahan dengan IPR rendah. Risiko gagal bayar lebih kecil.

Skoring Risiko Kredit

Bank bisa membuat model **skoring risiko pertanian** berdasarkan IKT, IKL, dan IPR. Kreditur dengan IKT dan IPR tinggi mendapat skor risiko rendah.

Monitoring Agunan

Bank bisa **memantau kondisi lahan agunan secara berkala**. Jika IKT menurun drastis, bisa dilakukan tindakan preventif.

Pengembangan Produk Pembiayaan Baru

Bank bisa membuat produk "**Kredit Lahan Sehat**" dengan bunga lebih rendah untuk petani dengan IKT tinggi.



Kolaborasi: Perusahaan perkebunan bisa berbagi data lahan mereka ke sistem INA-VERITY, sementara bank bisa menggunakan data tersebut untuk keputusan kredit.

Manfaat Bagi Pemerintah dan Akademisi

Pemerintah

Perencanaan Tata Ruang Berbasis Data

Menggunakan **peta IKT nasional** untuk menentukan zona lahan pertanian, konservasi, atau pengembangan. Mencegah konversi lahan subur menjadi non-pertanian.

Alokasi Anggaran Tepat Sasaran

Program pemulihan lahan (pengapuran, pemupukan) bisa **diarahkan ke wilayah dengan IKT rendah**, bukan merata tanpa prioritas.

Evaluasi Program Objektif

Mengukur dampak program seperti "**Rehabilitasi Lahan Kritis**" dengan melihat perubahan IKT sebelum dan sesudah intervensi.

Kebijakan Berbasis Bukti

Data INA-VERITY bisa mendukung **pengambilan kebijakan** seperti subsidi pupuk, insentif pertanian organik, atau regulasi penggunaan lahan.

Akademisi & Peneliti

Akses Data Riset Berkualitas

Peneliti mendapat **data tanah yang terstandarisasi, terkini, dan mencakup seluruh Indonesia**. Tidak perlu lagi mengumpulkan data dari berbagai sumber yang tidak konsisten.

Validasi Hipotesis

Data INA-VERITY bisa digunakan untuk **menguji hipotesis ilmiah** tentang hubungan antara praktik pertanian dan kesehatan tanah.

Publikasi Ilmiah

Peneliti bisa membuat **peta-peta tematik** (misalnya "Peta Kerentanan Degradasi Tanah") yang bisa dipublikasikan di jurnal internasional.

Kolaborasi Lintas Disiplin

INA-VERITY mendorong **kolaborasi antara ilmuwan tanah, klimatolog, ahli ekonomi, dan data scientist** untuk riset multidisiplin.



Integrasi: Pemerintah bisa mengintegrasikan data INA-VERITY ke dalam sistem perencanaan nasional, sementara akademisi bisa mengembangkan model prediktif yang lebih canggih.

BAB 06

Infrastruktur dan Teknologi

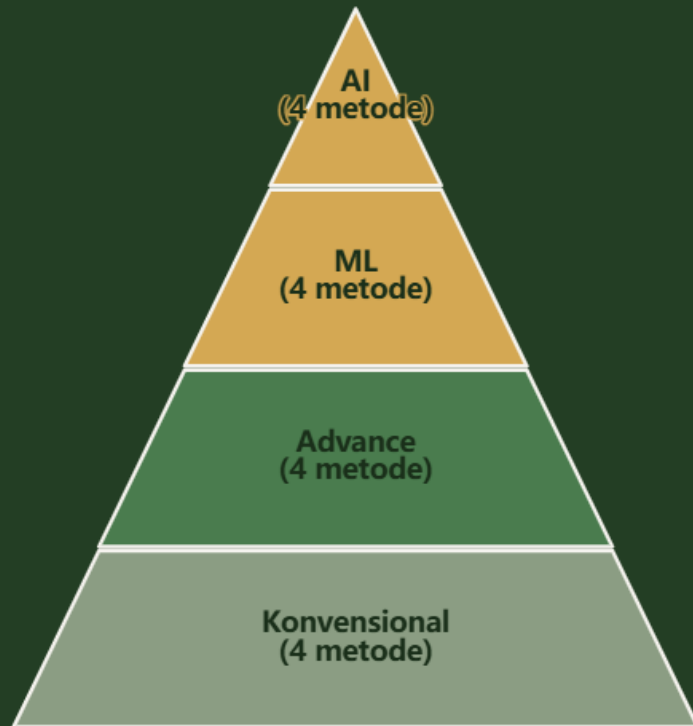
Tulang Punggung Digital INA-VERITY

Monitoring Soil Health And Nutrient Levels
With IoT Technology

Metodologi Riset Data Sains

Empat Tingkat Pendekatan Analitik

Piramida Metodologi Data Sains



1 Metode Konvensional

Korelasi Pearson/Spearman: Hubungan linear antara parameter

Regresi Linear/Berganda: Prediksi hasil panen

ANOVA: Perbandingan antar kelompok

Uji t dan Chi-Square: Perbedaan signifikan

2 Metode Advance

PCA/FA: Reduksi dimensi data

SEM: Model hubungan kompleks

Clustering: Pengelompokan lahan

Geostatistika: Kriging & IDW

3 Machine Learning

Random Forest: Prediksi IKT, IKL, IPP

XGBoost: Prediksi hasil panen

SVM: Klasifikasi kesesuaian

LSTM: Prediksi tren temporal

4 Artificial Intelligence

LLM + RAG: Asisten cerdas

Multi-Agent: Simulasi intervensi

GNN: Analisis spasial kompleks

Reinforcement Learning: Optimasi kebijakan

Agenda Riset Berkelanjutan: 20 Konsep Usulan

Prioritas Riset untuk Pengembangan INA-VERITY 2.0

1 Pemetaan Dinamis IKT Nasional

Membuat peta IKT seluruh Indonesia dengan resolusi tinggi menggunakan citra satelit dan data lapangan.

🕒 Prioritas: Tinggi

2 Faktor Penentu Produktivitas Padi

Mengidentifikasi parameter tanah yang paling berpengaruh terhadap hasil padi menggunakan Random Forest.

🕒 Prioritas: Tinggi

3 Zonasi Potensi Komoditas Unggulan

Menggunakan clustering untuk mengelompokkan lahan berdasarkan kesesuaian multi-komoditas.

🕒 Prioritas: Tinggi

4 Evaluasi Efektivitas Subsidi Pupuk

Mengukur dampak subsidi pupuk terhadap IKT menggunakan quasi-experimental design.

🕒 Prioritas: Sedang

5 Deteksi Dini Degradasi Lahan

Menggunakan LSTM untuk memprediksi penurunan IKT berdasarkan tren historis.

🕒 Prioritas: Sedang

6 Prediksi Risiko Kekeringan

Mengintegrasikan data tanah dengan data iklim untuk memprediksi kerentanan kekeringan.

🕒 Prioritas: Sedang

7 Analisis Spasial Kontaminasi Logam

Menggunakan geostatistika (Kriging) untuk memetakan hotspot kontaminasi.

🕒 Prioritas: Sedang

8 Pemodelan Dampak Perubahan Iklim

Menggunakan XGBoost untuk memprediksi perubahan IKL di bawah berbagai skenario iklim.

🕒 Prioritas: Sedang



20 Konsep Usulan

Agenda riset berkelanjutan mencakup berbagai aspek: pemetaan, prediksi, evaluasi kebijakan, dan pengembangan teknologi AI untuk INA-VERITY 2.0

9. Kajian ekonomi

10. Validasi model

11. Integrasi data

12. Sistem peringatan

Arsitektur Teknologi dan Dashboard Spasial

Backend

Database PostGIS

Menyimpan data spasial (koordinat sampel, peta tematik) dan atribut (parameter tanah, indeks)

Server Peta (GeoServer/MapServer)

Menyajikan layer peta sebagai WMS/WFS untuk ditampilkan di frontend

API RESTful (Python/Node.js)

Menghubungkan frontend dengan database, menyediakan endpoint untuk query data

Frontend

Library Peta (OpenLayers/MapLibre)

Menampilkan peta interaktif dengan layer tematik (IKT, IKL, IPP, IPR)

Framework (React/Vue)

Membangun antarmuka pengguna yang responsif dan intuitif

Fitur Dashboard Spasial

Peta Dasar

Peta administrasi (provinsi, kabupaten, kecamatan, desa) dan peta fisik (relief, sungai, jalan)

Layer Tematik

Layer IKT, IKL, IPP, IPR dengan gradasi warna (merah=kritis, hijau=baik)

Zoom & Detail

Klik titik sampel untuk melihat detail parameter, indeks, dan rekomendasi

Filter & Query

Filter berdasarkan wilayah, waktu, indeks, komoditas, atau parameter tertentu

Ekspor Data & Peta

Unduh data dalam format CSV/Excel atau peta dalam format PDF/GeoJSON

Analisis Agregasi

Hitung rata-rata IKT per kecamatan, kabupaten, atau provinsi secara otomatis

Laporan PDF

Generate laporan PDF untuk wilayah tertentu dengan peta, statistik, dan rekomendasi (contoh: "Laporan Kesehatan Tanah Kabupaten Bogor 2025")

BAB 07

Menuju Kedaulatan Pangan

Gerakan Nasional untuk Masa Depan Pangan Indonesia



Dampak Strategis INA-VERITY 2.0



Kebijakan Berbasis Bukti

Rekomendasi Pemupukan Spesifik Lokasi

Pemerintah bisa mengarahkan subsidi pupuk ke wilayah yang benar-benar membutuhkan, bukan merata.

Alokasi Anggaran Tepat Sasaran

Program rehabilitasi lahan diarahkan ke wilayah dengan IKT rendah, memaksimalkan dampak anggaran.

Perencanaan Tata Ruang

Mencegah konversi lahan subur menjadi non-pertanian dengan data objektif.



Peningkatan Produktivitas

Efisiensi Input

Petani menghemat **20-30% biaya pupuk** dengan rekomendasi tepat.

Hasil Panen Meningkat

Hasil panen bisa naik **15-25%** dengan pemupukan berbasis data.

Perlindungan Lahan Subur

Mencegah degradasi lahan subur dengan monitoring berkala.



Keberlanjutan Lingkungan

Monitoring Kontaminasi

Deteksi dini logam berat dan pestisida untuk keamanan pangan.

Deteksi Dini Degradasi

Intervensi sebelum kerusakan parah dengan tren IKT.

Adaptasi Perubahan Iklim

Prediksi risiko kekeringan dan banjir untuk mitigasi.

20-30%

Hemat Biaya Pupuk

15-25%

Peningkatan Hasil

100%

Data Terintegrasi

Seluruh

Indonesia

Peran Setiap Pemangku Kepentingan



Petani

- ✓ Izinkan pengambilan sampel tanah di lahan Anda untuk pemetaan nasional
- ✓ Catat dan bagikan riwayat pengelolaan lahan (pupuk, pestisida, rotasi tanaman)
- ✓ Berikan umpan balik tentang akurasi rekomendasi yang diberikan sistem
- ✓ Jadi duta (champion) di komunitas Anda untuk mendorong petani lain berpartisipasi



Pemerintah

- ✓ Integrasikan data antar lembaga (Kementan, KLHK, BIG, BPN)
- ✓ Alokasikan anggaran untuk monitoring dan pemetaan tanah nasional
- ✓ Gunakan data INA-VERITY untuk perencanaan kebijakan
- ✓ Dorong adopsi di tingkat daerah melalui insentif dan regulasi



Perusahaan

- ✓ Gunakan data INA-VERITY untuk due diligence sebelum ekspansi
- ✓ Bagikan data lahan Anda ke sistem INA-VERITY (dengan izin)
- ✓ Dukung riset kolaboratif dengan akademisi dan pemerintah



Akademisi

- ✓ Lakukan riset berbasis data INA-VERITY untuk validasi model
- ✓ Publikasikan hasil di jurnal internasional untuk pengakuan global
- ✓ Kolaborasi lintas disiplin untuk pengembangan teknologi



Masyarakat: Dukung pertanian berkelanjutan dengan memilih produk lokal, mendukung kebijakan berbasis data, dan menyebarkan kesadaran tentang pentingnya kesehatan tanah.



INA-VERITY 2.0: Membangun Masa Depan Pangan Indonesia

Dengan data tanah, iklim, dan manajemen yang akurat, terkini, dan mudah diakses, Indonesia dapat melompat jauh menuju **pertanian presisi, efisiensi sumber daya, dan keberlanjutan lingkungan.**

INA-VERITY 2.0 bukan hanya tentang teknologi—**ini tentang membangun masa depan pangan Indonesia.**



Data Terintegrasi

Satu sistem nasional untuk seluruh Indonesia



Keputusan Tepat

Berdasarkan bukti, bukan perkiraan



Keberlanjutan

Pertanian untuk generasi mendatang

Bersama, Kita Wujudkan Kedaulatan Pangan Indonesia