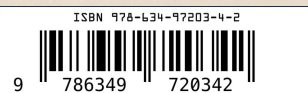


Buku Kurikulum Budidaya Padi Berbasis Pertanian Purba menghadirkan pendekatan inovatif yang memadukan kearifan pertanian leluhur dengan prinsip pertanian organik, nilai-nilai Maqashid Syariah, serta konsep pembangunan pertanian berkelanjutan. Melalui kajian multidisipliner, buku ini mengungkap berbagai teknik budidaya padi tradisional yang terbukti mampu menjaga kesuburan tanah, melestarikan ekosistem, dan meningkatkan ketahanan pangan.



Diterbitkan oleh:
PT Atha Publishing Globalindo
Mantup RT 13, Baturetno, Kec. Banguntapan, Kab,
Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta
Kode Pos: 55197
Tel: 0817-7542-2923
Email: athapublishingglobalindo@gmail.com
Website: <https://athapublishingglobalindo.com>



KURIKULUM BUDIDAYA PADI BERBASIS PERTANIAN PURBA
Integrasi Kearifan Leluhur, Pertanian Organik, Maqashid Syariah, dan Pembangunan Pertanian Berkelanjutan



KURIKULUM BUDIDAYA PADI BERBASIS PERTANIAN PURBA

Integrasi Kearifan Leluhur,
Pertanian Organik, Maqashid Syariah,
dan Pembangunan Pertanian Berkelanjutan

PENULIS

- Prof. Dr. Abdul Aziz, S.Ag., S.M., M.Ag
- Prof. Dr. Sugianto, S.H., M.H
- Prof. Dr. Dedi Djubaedi, M.A
- Prof. Dr. Aan Jaelani, M.Ag
- Dr. Dewi Cahyani, M.M., M.Pd
- Dr. Tosuerdi, S.H.I., M.Pd.I
- Dr. Anwar Sanusi, M.Ag
- Dr. Iwan, M.Ag
- Dr. Iis Arifuddin, M.Ag
- Dr. Deden Kurniawan, M.H., M.E
- Dr. M. Zidny Nafi' Hasbi
- Deden Lesmana
- M. Ismail Razi Al Faruqi
- Randy Chandra



KURIKULUM BUDIDAYA PADI BERBASIS PERTANIAN PURBA

Integrasi Kearifan Leluhur,
Pertanian Organik, Maqashid Syariah,
dan Pembangunan Pertanian Berkelanjutan

PENULIS

- Prof. Dr. Abdul Aziz, S.Ag., S.M., M.Ag
- Prof. Dr. Sugianto, S.H., M.H
- Prof. Dr. Dedi Djubaedi, M.A
- Prof. Dr. Aan Jaelani, M.Ag
- Dr. Dewi Cahyani, M.M., M.Pd
- Dr. Tosuerdi, S.H.I., M.Pd.I
- Dr. Anwar Sanusi, M.Ag
- Dr. Iwan, M.Ag
- Dr. Iis Arifuddin, M.Ag
- Dr. Deden Kurniawan, M.H., M.E
- Dr. M. Zidny Nafi' Hasbi
- Deden Lesmana
- M. Ismail Razi Al Faruqi
- Randy Chandra

KURIKULUM BUDIDAYA PADI BERBASIS PERTANIAN PURBA

Integrasi Kearifan Leluhur, Pertanian Organik, *Maqashid Syariah*, dan Pembangunan Pertanian Berkelanjutan

Penulis

Prof. Dr. Abdul Aziz, S.Ag., S.M., M.Ag

Prof. Dr. Sugianto, S.H., M.H

Prof. Dr. Dedi Djubaedi, M.A

Prof. Dr. Aan Jaelani, M.Ag

Dr. Dewi Cahyani, M.M., M.Pd

Dr. Tosuerdi, S.H.I., M.Pd.I

Dr. Anwar Sanusi, M.Ag

Dr. Iwan, M.Ag

Dr. Iis Arifuddin, M.Ag

Dr. Deden Kurniawan, M.H., M.E

Dr. M. Zidny Nafi' Hasb, M.E.

Deden Lesmana

M. Ismail Razi Al Faruqi

Randy Chandra

Penerbit



KURIKULUM BUDIDAYA PADI BERBASIS PERTANIAN PURBA
Integrasi Kearifan Leluhur, Pertanian Organik, Maqashid Syariah, dan
Pembangunan Pertanian Berkelanjutan

Yogyakarta © 2026 PT Atha Publishing Globalindo

Penulis

Prof. Dr. Abdul Aziz, S.Ag., S.M., M.Ag

Prof. Dr. Sugianto, S.H., M.H

Prof. Dr. Dedi Djubaedi, M.A

Prof. Dr. Aan Jaelani, M.Ag

Dr. Dewi Cahyani, M.M., M.Pd

Dr. Tosuerdi, S.H.I., M.Pd.I

Dr. Anwar Sanusi, M.Ag

Dr. Iwan, M.Ag

Dr. Iis Arifuddin, M.Ag

Dr. Deden Kurniawan, M.H., M.E

Dr. M. Zidny Nafi' Hasbi, M.E.

Deden Lesmana

M. Ismail Razi Al Faruqi

Randy Chandra

Editor : ipuk Widayanti, M.Sc

Layout : Zivana

Cover : Athallah

Diterbitkan pertama kali oleh PT Atha Publishing Globalindo
Mantup Rt. 13, Baturetno, Kec. Banguntapan, Kabupaten Bantul, Daerah
Istimewa Yogyakarta 55197, Indonesia
Telp: 081775422923
e-mail: athapublishingglobalindo@gmail.com
<https://athapublishingglobalindo.com>

Referensi | Non Fiksi | R/D

v + 92 hlm. 15,5 x 23 cm

Cetakan Pertama, Juli 2026

ISBN: 978-634-97203-4-2

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku
ini dengan bentuk dan cara apa pun tanpa izin tertulis
dari penerbit. *All right reserved*

PENGANTAR PENULIS

Bismillāhirrahmānirrahīm. Alhamdulillahillāhi Rabbil ‘Ālamīn, Wash-shalātu was-salāmu ‘alā sayyidinā Muhammadin, wa ‘alā ālihī wa shahbihi ajma’in. Segala puji dan syukur senantiasa kita panjatkan ke hadirat Allah SWT, Sang Pemilik, Pengatur, dan Pemakmur alam semesta. Atas limpahan rahmat, hidayah, serta keberkahan-Nya. Modul yang mengusung tema **"KURIKULUM BUDIDAYA PADI BERBASIS PERTANIAN PURBA: Integrasi Kearifan Leluhur, Pertanian Organik, Maqashid Syariah, dan Pembangunan Pertanian Berkelanjutan"**. ini dapat diselesaikan dengan baik oleh Tim MoRa the Air Funds LPDP.

Sektor pertanian, khususnya budidaya padi, selama ini sering kali hanya dipandang dari sudut pandang pemenuhan kebutuhan material, ekonomi, dan produksi semata. Padahal, bagi bangsa Nusantara, bertani adalah urat nadi peradaban yang sarat akan nilai spiritual, budaya, dan kearifan ekologis. Kehadiran modul ini bertujuan untuk merekonstruksi dan menghidupkan kembali marwah agraris leluhur yang menyatu dengan alam, sekaligus mengintegrasikannya secara harmonis dengan prinsip Pertanian Organik, Pertanian Regeneratif, Ekonomi Sirkular, Maqashid Syariah, dan *Sustainable Development Goals* (SDGs).

Melalui Modul I ini, pembaca dan peserta didik akan diajak untuk mendalami dasar filosofis yang paling mendasar, yaitu **Tauhid Pertanian**. Sebuah kesadaran spiritual yang menempatkan tanah, air, dan benih sebagai amanah suci dari Allah SWT yang wajib dijaga. Konsep ini menegaskan peran manusia bukan sebagai penguasa mutlak yang eksploitatif, melainkan sebagai *khalifah* (pengelola) bumi yang mengemban misi profetis untuk memakmurkan bumi tanpa merusaknya.

Seluruh materi dalam modul ini dirancang secara komprehensif, mencakup lintasan sejarah pertanian Nusantara dari masa domestikasi hingga era Revolusi Hijau, konsep pertanian sebagai ibadah, serta pemahaman mendalam mengenai tiga pilar hubungan universal: **Hablum Minallah**

(hubungan dengan Allah), **Hablum Minannas** (hubungan dengan sesama manusia), dan **Hablum Minal Alam** (hubungan dengan alam). Tidak hanya berhenti pada teori, modul ini juga dilengkapi dengan praktik *tadabbur* ayat-ayat pertanian serta observasi ekosistem sawah secara langsung, dengan harapan peserta mampu memahami bahwa lahan budidaya adalah bagian utuh dari ekosistem kehidupan.

Tim penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak LPDP melalui skema pendanaan MoRa the Air Funds, serta seluruh anggota tim ahli yang telah mendedikasikan ilmu, waktu, dan energinya dalam merumuskan kurikulum ini. Kami menyadari bahwa buku modul ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik, saran, dan masukan konstruktif dari para pembaca, akademisi, serta praktisi pertanian sangat kami harapkan demi penyempurnaan modul ini di masa mendatang.

Semoga modul ini dapat memberikan manfaat yang luas, menjadi inspirasi bagi lahirnya generasi "Petani Padi Purba Berkelanjutan" yang tangguh, serta menjadi amal jariyah yang membawa keberkahan bagi kedaulatan pangan dan kelestarian bumi Nusantara. *Āmīn Yā Rabbal 'Ālamīn.*

Cirebon, Juni 2026

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

PENGANTAR PENULIS.....	iii
DAFTAR ISI	v
MODUL 1: FILSAFAH PERTANIAN PURBA.....	1
1. Sejarah Pertanian Nusantara.....	1
2. Pertanian Sebagai Ibadah.....	6
3. Hablum Minallah	15
4. Hablum Minannas.....	20
5. Hablum Minal Alam.....	27
6. Praktik.....	31
7. Poin-Poin Tadabbur (Isi Pikiran & Hati):.....	32
MODUL 2: EKOLOGI SAWAH DAN KESUBURAN TANAH.....	37
1. Struktur tanah.....	37
2. Mikroorganisme tanah	43
3. Siklus unsur hara.....	48
4. Peran cacing tanah	56
5. Peran bahan organik	60
MODUL 3: BENIH DAN PERSEMAIAN PURBA	70
1. Seleksi benih lokal.....	70
2. Uji apung benih	76
3. Perendaman benih	80
4. Perlakuan benih alami	84

MODUL I

FILSAFAH PERTANIAN PURBA

I. Sejarah Pertanian Nusantara

Awal mula pertanian di Nusantara ditandai dengan fase domestikasi tanaman oleh masyarakat purba, bergeser dari pola hidup berburu dan meramu menjadi menetap. Jejak arkeologis menunjukkan bahwa budidaya keladi, pisang, dan tanaman umbi-umbian mendahului kepopuleran padi. Sistem pertanian awal ini sangat bergantung pada siklus alam dan curah hujan, mencerminkan kebergantungan mutlak manusia purba pada kemurahan lingkungan sekitarnya. Seiring berjalannya waktu, masuknya kebudayaan Hindu-Buddha ikut merevolusi teknik pertanian, terutama melalui pengenalan budidaya padi sawah dengan teknologi irigasi. Kerajaan-kerajaan besar seperti Mataram Kuno dan Majapahit membangun peradaban berbasis agraris yang kuat. Keberhasilan swasembada pangan pada masa itu didukung oleh manajemen air (H₂O) yang teratur dan gotong royong masyarakat desa dalam mengelola lahan komunal.

Masuk dan berkembangnya Islam di Nusantara membawa dimensi baru yang fundamental melalui konsep Tauhid Pertanian. Dalam pandangan ini, para petani Muslim Nusantara menyadari sepenuhnya bahwa tanah, air, dan benih adalah amanah dari Allah SWT yang harus dijaga. Petani tidak menempatkan diri sebagai penguasa mutlak alam semesta, melainkan sebagai *khalifah* (pengelola) yang mengemban tanggung jawab spiritual untuk memakmurkan bumi tanpa merusaknya.

Kesadaran spiritual tersebut menyatu dengan Kearifan Lokal Nusantara yang telah diwariskan turun-temurun. Setiap suku di Nusantara memiliki pranata budaya untuk menjaga keseimbangan alam, seperti sistem Pranata Mangsa di Jawa untuk membaca musim, atau tata ruang Wana (hutan) dan Sawah di berbagai masyarakat adat. Tradisi-tradisi ini memastikan bahwa aktivitas bercocok tanam selalu selaras dengan ritme alam dan tidak mengeksploitasi lahan secara berlebihan. Contoh konkret kearifan lokal yang mendunia adalah sistem Subak di Bali. Subak bukan sekadar teknik pengairan sawah, melainkan manifestasi filosofi Tri Hita Karana – hubungan harmonis antara manusia dengan Tuhan, sesama manusia, dan alam lingkungan. Melalui Subak, distribusi air dilakukan secara adil dan demokratis, mencegah konflik sosial sekaligus menjaga kelestarian debit air di wilayah pegunungan hingga pesisir.

Sebelum mengenal bahan kimia buatan, sejarah panjang agrikultur Nusantara pada hakikatnya adalah praktik Pertanian Organik. Selama berabad-abad, nenek moyang kita memanfaatkan pupuk kandang, kompos dari serasah daun, dan abu pembakaran untuk mengembalikan kesuburan tanah. Pengendalian hama dilakukan secara alami menggunakan pestisida nabati atau dengan menjaga predator alami seperti burung hantu dan ular sawah agar tetap lestari. Lebih dari sekadar organik, sistem tradisional seperti Pekarangan atau Tumpangsari mencerminkan prinsip Pertanian Regeneratif. Melalui metode ini, penanaman berbagai jenis komoditas secara bersamaan tidak menguras unsur hara secara sepihak, melainkan justru memperbaiki dan memulihkan kualitas tanah secara mandiri. Penutupan tanah oleh vegetasi yang beragam terbukti efektif mencegah erosi, meningkatkan kapasitas penyimpanan air, dan memperkaya keanekaragaman hayati mikroba tanah.

Fase pertanian Nusantara mengalami disrupsi besar ketika bangsa Eropa datang memaksakan sistem perkebunan skala besar (*plantation economy*). Kebijakan Cultuurstelsel (Sistem Tanam Paksa) oleh pemerintah kolonial Belanda mengubah orientasi pertanian dari pemenuhan pangan mandiri (subsisten) menjadi komoditas ekspor komersial seperti kopi, tebu, dan nila. Lahan-lahan pangan dikonversi, memicu bencana kelaparan di beberapa daerah akibat rusaknya tatanan sosial-ekologis pedesaan.

Pasca-kemerdekaan, upaya modernisasi pertanian diadopsi secara masif melalui proyek Revolusi Hijau pada paruh kedua abad ke-20. Program ini memperkenalkan penggunaan benih unggul hibrida, pupuk kimia sintetis, dan pestisida kimia secara besar-besaran demi menggenjot produktivitas. Meskipun Indonesia berhasil mencapai swasembada beras pada tahun 1984, intervensi kimiawi ini menyisakan dampak panjang berupa degradasi kualitas tanah, ketergantungan petani pada input eksternal, dan hilangnya ratusan varietas padi lokal.

Menghadapi dampak negatif industrialisasi pertanian tersebut, relevansi nilai-nilai Islam kembali mengemuka melalui pendekatan Maqashid Syariah (tujuan-tujuan syariat) dalam sektor pangan. Pertanian yang berkelanjutan wajib melindungi lima aspek utama ditambah satu: agama, jiwa, akal, keturunan, dan harta, serta lingkungan. Menjaga ketahanan pangan ekologis berarti melindungi jiwa (*hifzh an-nafs*) manusia dari kelaparan dan penyakit, sekaligus melindungi hak generasi mendatang (*hifzh an-nasl*) agar tetap mewarisi tanah yang subur dan air yang bersih (*hifz al-bi'ah*).

Pada era modern saat ini, rekonstruksi sejarah pertanian Nusantara juga berjalan beriringan dengan komitmen global terhadap *Sustainable Development Goals* (SDGs) atau Tujuan Pembangunan Berkelanjutan. Sektor agraris memegang peran kunci dalam mencapai target Tanpa Kelaparan (SDGs 2),

Penanganan Perubahan Iklim (SDGs 13), serta Ekosistem Daratan (SDGs 15). Transformasi menuju pertanian hijau menjadi keharusan agar pemenuhan kebutuhan pangan saat ini tidak mengorbankan daya dukung bumi di masa depan.

Salah satu pilar penting dalam mewujudkan SDGs di sektor agraris adalah penerapan Ekonomi Sirkular Pertanian. Model ekonomi ini mendesain ulang sistem produksi agar tidak ada materi yang terbuang menjadi sampah (zero waste). Di Nusantara, konsep ini sebenarnya telah lama hidup dalam integrasi sistem pertanian-peternakan tradisional, di mana limbah tanaman (seperti jerami) dijadikan pakan ternak, dan kotoran ternak diproses kembali menjadi pupuk organik bermutu tinggi untuk menyuburkan tanaman. Melalui pendekatan sirkular, sisa-sisa biomassa pertanian yang dahulu sering dibakar dan memicu polusi udara kini dapat dikonversi menjadi energi terbarukan seperti biogas atau diolah menjadi arang hayati (*biochar*). Langkah ini tidak hanya memangkas emisi gas rumah kaca secara signifikan, tetapi juga membuka sumber pendapatan baru bagi komunitas petani di pedesaan, sekaligus menekan biaya operasional akibat pembelian pupuk pabrikan.

Kini, gerakan kembali ke alam (*back to nature*) mulai tumbuh subur di berbagai penjuru tanah air. Banyak komunitas petani muda dan akademisi yang mulai merevitalisasi lahan-lahan kritis menggunakan metode permakultur dan agroforestri. Mereka memadukan sains modern dengan kearifan lokal guna menciptakan ekosistem pertanian yang mandiri energi, kaya nutrisi, dan tangguh terhadap ancaman krisis iklim global.

Kesadaran kolektif yang muncul hari ini membuktikan bahwa masa depan pangan Indonesia tidak berada pada eksploitasi lahan secara membabi buta, melainkan pada kembalinya marwah tanah sebagai amanah suci. Sinergi antara

teknologi tepat guna dan etika lingkungan yang bersumber dari nilai tauhid menjadi pondasi utama dalam membangun kedaulatan pangan yang sejati di bumi Nusantara.

Sistem pertanian yang regeneratif dan sirkular terbukti mampu mengembalikan ekosistem mikroba tanah yang sempat rusak akibat kejenuhan zat kimia selama puluhan tahun. Tanah yang kembali sehat dan gembur secara alami akan menghasilkan tanaman yang memiliki daya tahan lebih tinggi terhadap serangan hama dan penyakit, sehingga meminimalkan risiko gagal panen yang kerap membayangi para petani. Sebagai penutup, perjalanan panjang sejarah pertanian Nusantara mengajarkan kita bahwa ketahanan pangan sejati lahir dari keharmonisan hubungan antara manusia, pencipta, dan alam. Dengan merajut kembali simpul kearifan lokal, menerapkan pertanian organik-regeneratif, serta mengadopsi prinsip ekonomi sirkular yang sejalan dengan Maqāshid Syariah dan target SDGs, Indonesia berpeluang besar untuk menjadi mercusuar pangan dunia yang berkelanjutan.

Referensi

- A. Sejarah Pertanian, Sistem Kolonial, dan Revolusi Hijau
 - 1. Boomgaard, P. (2001). Southeast Asia: An Environmental History. ABC-CLIO.
 - 2. Booth, A. (1988). Agricultural Development in Indonesia. Allen & Unwin.
 - 3. Fox, J. J. (Ed.). (1991). The Heritage of Traditional Agriculture in Indonesia. Universitas Gadjah Mada Press.
- B. Tauhid Pertanian dan Maqashid Syariah
 - 1. Al-Qardhawi, Y. (2001). Ri'ayah al-Bi'ah fi Syari'ah al-Islam (Pelestarian Lingkungan dalam Syariat Islam). Dar al-Syuruq.

2. Mangunjaya, F. M. (2019). *Konservasi Alam dalam Islam*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- C. Kearifan Lokal Nusantara (Subak & Pranata Mangsa)
 1. Lansing, J. S. (2006). *Priests and Programmers: Technologies of Power in the Engineered Landscape of Bali*. Princeton University Press.
 2. Daldjoeni, N. (1984). Pranata Mangsa, Penanggalan Pertanian Jawa Tradisional. *Jurnal Kebudayaan, DEPDIBUD*.
- D. Pertanian Organik, Regeneratif, dan Ekonomi Sirkular
 1. Soetanto, R. (2002). *Pertanian Organik: Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan*. Kanisius.
 2. Rodale Institute. (2020). *Regenerative Agriculture and the Soil Carbon Solution*.
 3. Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the Circular Economy: An Analysis of 114 Definitions. *Resources, Conservation and Recycling*.
- E. Sustainable Development Goals (SDGs) Sektor Pertanian
 1. Bappenas RI. (2024). *Rencana Aksi Nasional (RAN) Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB/SDGs) Indonesia*.

2. Pertanian Sebagai Ibadah

Menempatkan pertanian dalam sudut pandang spiritual mengubah cara pandang kita terhadap tanah dan tanaman. Di dalam Islam, bercocok tanam bukan sekadar aktivitas ekonomi atau profesi duniawi semata, melainkan sebuah bentuk perwujudan iman yang nyata. Ketika seorang petani menancapkan benih ke dalam tanah dengan keyakinan penuh kepada Sang Pencipta, setiap tetes keringat dan waktu yang dicurahkan bertransformasi menjadi untaian pahala. Inilah esensi dari pertanian sebagai ibadah, di mana dimensi material

dan spiritual menyatu secara utuh dalam kehidupan sehari-hari di atas bumi Nusantara.

Konsep pertanian sebagai ibadah ini berakar kuat pada kedudukan manusia sebagai *Khalifah* di muka bumi. Sebagaimana ditegaskan dalam Al-Qur'an Surah Al-Baqarah ayat 30, Allah SWT menyatakan mandat penciptaan manusia untuk menjadi pengelola dan pemakmur bumi. Menjadi *Khalifah* bukan berarti memiliki hak mutlak untuk mengeksploitasi alam demi keserakahan pribadi. Sebaliknya, peran ini membawa amanah berat tanggung jawab kepemimpinan yang menuntut manusia untuk merawat, menjaga keseimbangan ekosistem, dan memastikan bahwa setiap jengkal tanah yang dikelola tetap lestari dan mendatangkan keberkahan bagi makhluk hidup lainnya.

Sebagai *Khalifah*, tugas utama manusia adalah melakukan *ihyāul ardhi* atau menghidupkan bumi yang mati. Bumi yang gersang, kritis, dan tidak produktif menanti sentuhan tangan manusia untuk diubah menjadi hamparan hijau yang subur. Perintah ini tidak hanya bernilai sosial-ekonomi, tetapi juga memiliki kedudukan hukum yang tinggi dalam fiqh Islam. Menghidupkan tanah yang mati adalah bentuk ketaatan kepada perintah Allah SWT., untuk memakmurkan alam. Melalui aktivitas pertanian yang bijak, seorang *Khalifah* sedang menjalankan fungsi profetisnya dalam menjaga keberlangsungan hidup seluruh ciptaan di alam semesta.

Siklus kehidupan di bumi yang dihidupkan oleh Allah senantiasa melibatkan air (H₂O) sebagai komponen paling krusial. Air (H₂O) adalah sumber kehidupan utama yang diturunkan dari langit untuk menyeka dahaga bumi yang gersang. Fenomena teologis dan ekologis ini digambarkan secara indah dalam Surah Al-An'am ayat 99: "*Dan Dialah yang menurunkan air hujan (H₂O) dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air (H₂O) itu segala macam tumbuh-tumbuhan...*" Ayat

ini menggarisbawahi bahwa air (H_2O) merupakan stimulan utama yang menggerakkan potensi kehidupan yang tertidur di dalam tanah, menjadi perantara bagi tumbuhnya peradaban agraris di muka bumi.

Keterkaitan antara air (H_2O), tanah, dan tanaman merupakan tanda kebesaran Allah yang nyata bagi kaum yang berpikir. Air hujan yang murni meresap ke dalam pori-pori tanah, membangunkan benih-benih yang tersembunyi, dan memicu proses perkecambahan. Sinergi dinamis ini membuktikan bahwa tidak ada satu pun komponen di alam ini yang bekerja secara mandiri tanpa skenario agung dari Sang Khalik. Bagi seorang petani yang beriman, mengamati air hujan (H_2O) yang membasahi ladangnya adalah momen kontemplasi spiritual yang mendalam, sebuah penyaksian langsung atas manifestasi sifat *Al-Hayyu* (Yang Maha Menghidupkan) di hamparan bumi.

Dari proses menghidupkan bumi melalui perantara air (H_2O) inilah, Allah SWT kemudian memancarkan rezeki yang melimpah bagi umat manusia. Tumbuhnya berbagai macam tanaman, mulai dari biji-bijian, sayur-mayur, hingga buah-buahan yang beraneka rasa, merupakan bentuk kasih sayang Allah dalam menjamin kedaulatan pangan makhluk-Nya. Hal ini selaras dengan kelanjutan Surah Al-An'am ayat 99 yang menerangkan tentang keluarnya hijau daun, butir-butir padi yang tersusun padat, serta kebun-kebun anggur, zaitun, dan delima. Pertanian menjadi jembatan utama mengalirnya rezeki ilahi dari hulu alam hingga ke hilir meja makan manusia.

Rezeki yang diperoleh dari hasil pertanian memiliki karakteristik yang unik karena melibatkan ketergantungan total kepada Allah setelah ikhtiar maksimal dilakukan. Petani mungkin bisa menggemburkan tanah, menanam benih, dan menyiramnya dengan air, namun mereka sama sekali tidak memiliki kuasa untuk membelah benih tersebut dan

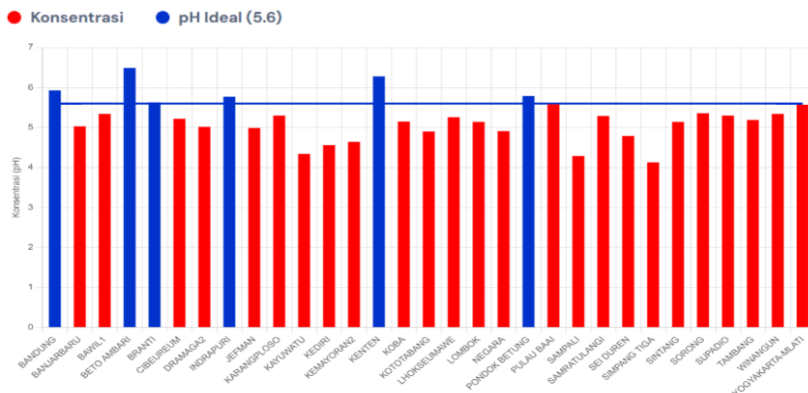
menumbuhkannya menjadi pohon yang kokoh. Kesadaran akan keterbatasan diri ini menuntun petani pada maqam tawakal yang tinggi. Mereka memahami bahwa hasil panen yang mereka petik adalah murni pemberian dan rezeki dari Allah, sedangkan tugas mereka sebagai khalifah hanyalah konsisten merawat prosesnya.

Pentingnya menyadari bahwa rezeki pangan berasal dari proses menghidupkan bumi dengan air (H_2O) juga ditegaskan dalam Surah Yasin ayat 33-35. Allah berfirman: *"Dan suatu tanda (kekuasaan Allah yang besar) bagi mereka adalah bumi yang mati. Kami hidupkan bumi itu dan Kami keluarkan daripadanya biji-bijian, maka dari padanya mereka makan."* Ayat ini mengaitkan langsung antara mukjizat dihidupkannya tanah yang gersang dengan pemenuhan kebutuhan jasmani manusia. Makanan yang dikonsumsi oleh manusia setiap hari sejatinya adalah ayat-ayat kauniyah yang mewujud dalam bentuk nutrisi bagi tubuh.

Oleh karena itu, aktivitas bertani dalam bingkai ibadah menuntut manusia untuk menjaga kualitas air (H_2O) dan tanah agar tidak tercemar. Ketika seorang petani mencemari sumber air (H_2O) dengan limbah kimia berbahaya atau merusak struktur tanah demi keuntungan instan, ia telah mengkhianati tugasnya sebagai *Khalifah*. Menjaga kemurnian air yang turun dari langit dan kelestarian tanah adalah bagian dari rukun ibadah pertanian itu sendiri. Tanpa air yang bersih dan tanah yang sehat, siklus penghidupan bumi akan terputus, dan aliran rezeki yang halal lagi baik (*thayyiban*) akan terhambat oleh tangan-tangan manusia yang zalim.

Misalnya, di Indonesia akibat ulah tangan manusia yang zalim telah menyebabkan mayoritas kualitas air hujan berubah drastis menjadi asam ($pH < 5,6$), di mana wilayah seperti Simpang Tiga dan Sampali mengalami tingkat keasaman paling parah akibat polusi senyawa asam sulfat serta asam nitrat yang

merusak kesuburan tanah dan mengancam kelangsungan ibadah pertanian (lihat Grafik 1).



Keterangan

- > 7: pH basa
- 6.1–7: Air hujan sangat baik, cenderung netral seperti air permukaan
- 5.6–6: pH air hujan ideal
- 4.1–5.5: Hujan asam
- 3–4: Hujan asam (tinggi)
- < 3: Hujan asam (ekstrem)

Grafik 1. Kadar Air Hujan pada Bulan April 2026 di Indonesia

Sumber: <https://www.bmkg.go.id/kualitas-udara/kimia-air-hujan>

Berdasarkan data Grafik 1 di atas, peringatan teologis mengenai dampak kerusakan lingkungan akibat ulah manusia tercermin sangat nyata lewat data ilmiah kualitas derajat keasaman (pH) air hujan di berbagai wilayah Indonesia. Grafik tersebut memperlihatkan konsentrasi pH air hujan dengan garis horizontal biru tebal di angka 5,6 sebagai ambang batas normal keasaman alami di atmosfer. Wilayah yang ditandai dengan batang berwarna biru menunjukkan kualitas air hujan yang masih aman dan berada di atas ambang batas normal, seperti di Bandung dan Kenten. Sebaliknya, grafik ini didominasi oleh batang berwarna merah yang menandakan fenomena hujan asam akibat polusi udara yang parah, dengan titik terendah berada di kisaran pH 4 hingga 4,5 di wilayah seperti Simpang Tiga, Sampali, dan Kayuwatu yang mengindikasikan tingkat keasaman yang sangat membahayakan bagi kelangsungan ekosistem di bumi.

Secara ilmiah, penurunan nilai pH air hujan hingga jauh di bawah ambang batas normal ini terjadi akibat tingginya akumulasi gas polutan di udara, seperti sulfur dioksida (SO_2) dan nitrogen oksida (NO_2), yang dilepaskan oleh emisi industri, kendaraan, serta penggunaan input kimia pertanian sintetis secara berlebihan. Ketika gas-gas polutan tersebut membubung ke atmosfer dan bereaksi dengan butiran air (H_2O) di awan, terbentuklah senyawa asam kuat berupa asam sulfat (H_2SO_4) dan asam nitrat (HNO_3) yang kemudian jatuh ke bumi bersama rintik hujan. Air hujan asam yang meresap ke dalam pori-pori tanah ini membawa dampak destruktif bagi sektor agraris karena melarutkan unsur hara esensial seperti kalsium dan magnesium, sekaligus memicu pelepasan logam berat beracun seperti aluminium yang merusak sistem perakaran tanaman, sehingga pada akhirnya menghambat aliran rezeki yang halal lagi baik (*thayyiban*) akibat terjadinya kegagalan panen massal.

Tingginya dominasi batang merah pada Grafik I ini menjadi bukti empiris dari firman Allah SWT dalam Surah Ar-Rum ayat 41 mengenai telah tampaknya kerusakan di darat dan di laut akibat ulah tangan manusia itu sendiri. Ketika manusia mengeksploitasi alam demi keuntungan ekonomi jangka pendek tanpa memedulikan daya dukung lingkungan, mereka pada hakikatnya telah mengkhianati amanah agung sebagai *Khalifah* yang bertugas merawat bumi. Siklus air murni yang diturunkan Sang Pencipta dari langit kini telah terpolusi oleh egoisme sektoral, sehingga lembaran grafik dengan deretan warna merah ini sejatinya menjadi "raport merah" atas kelalaian manusia dalam menjaga kesucian alam. Oleh karena itu, komitmen untuk memulihkan kualitas air dan tanah melalui praktik pertanian yang bersih, sirkular, dan organik merupakan sebuah jihad ekologis yang mutlak diperlukan demi

mengembalikan warna-warna merah tersebut menuju ambang batas biru yang diberkahi.

Dalam konteks sejarah Nusantara, integrasi nilai Islam dengan agrikultur telah melahirkan tradisi bertani yang sangat menghormati alam. Para ulama terdahulu mengajarkan bahwa tanah adalah sajadah tempat bersujud, sehingga memperlakukannya dengan kasar atau merusaknya dengan racun kimia berlebih adalah tindakan yang tidak beradab. Pertanian yang berbasis pada nilai ibadah menolak segala bentuk eksploitasi yang merusak ekosistem. Pendekatan ini melahirkan metode pertanian organik dan regeneratif yang tidak hanya fokus pada kuantitas hasil panen, melainkan pada keberkahan dan kesehatan tanah untuk generasi mendatang.

Sifat sirkular yang diajarkan oleh alam juga mencerminkan keadilan Allah SWT., dalam pembagian rezeki. Sisa-sisa tanaman yang membusuk akan kembali menjadi humus yang menyuburkan tanah, mempersiapkan lahan untuk kehidupan baru berikutnya. Petani yang memandang pekerjaannya sebagai ibadah akan meniru pola sirkular ini dengan tidak membuang limbah pertanian secara percuma. Mereka mengolah jerami menjadi pakan atau pupuk kompos, memastikan tidak ada rezeki Allah yang tersia-sia menjadi sampah. Inilah bentuk syukur yang aplikatif atas nikmat tanah dan air yang telah dianugerahkan.

Bercocok tanam sebagai ibadah juga memiliki dimensi sosial yang sangat kuat melalui konsep sedekah jariyah secara otomatis. Dalam sebuah hadis riwayat Imam Muslim, Nabi Muhammad SAW bersabda bahwa tidaklah seorang Muslim menanam tanaman lalu tanaman itu dimakan oleh burung, manusia, atau hewan, melainkan apa yang dimakan itu akan menjadi sedekah baginya. Hadis ini memberikan motivasi spiritual yang luar biasa bagi para petani. Bahkan ketika hasil panen mereka berkurang karena dimakan oleh hama atau

burung di langit, hal tersebut tidak dianggap sebagai kerugian total, melainkan sebagai tabungan pahala sedekah di sisi Allah SWT.

Ketika pertanian diposisikan sebagai ibadah, ketahanan pangan suatu bangsa tidak lagi rapuh karena tidak hanya bersandar pada hitungan matematika ekonomi semata. Ketahanan pangan yang dilandasi jiwa *Khalifah* akan melahirkan kedaulatan pangan yang berkah, mandiri, dan tangguh menghadapi krisis. Masyarakat tidak akan mudah mengalami kelaparan karena ada kesadaran kolektif untuk terus menghidupkan bumi-bumi yang telantar. Negara agraris yang makmur adalah negara yang rakyatnya pandai membaca tanda-tanda kekuasaan Allah SWT., melalui rintik hujan dan tumbuhnya benih di ladang.

Dimensi Maqashid Syariah juga terpenuhi secara sempurna ketika pertanian dijalankan sebagai bentuk ibadah. Penjagaan terhadap jiwa manusia dari kelaparan (*hifzh an-nafs*) dilakukan melalui penyediaan pangan yang sehat dan bergizi. Di saat yang sama, kelestarian lingkungan tanah dan air menjamin hak hidup bagi keturunan di masa depan (*hifzh an-nasl*) agar mereka tidak mewarisi bumi yang rusak dan tandus. Seluruh ikhtiar ini digerakkan oleh satu poros utama, yaitu ketundukan kepada Allah SWT (*hifzh ad-dîn*) yang telah menitipkan bumi ini sebagai tempat ujian bagi manusia.

Sebagai kesimpulan, pertanian sebagai ibadah adalah jalan spiritual bagi manusia untuk menunaikan tugasnya sebagai *Khalifah* di bumi. Melalui perantara air (H₂O) yang menghidupkan tanah yang mati, Allah SWT membentangkan jalan rezeki yang tiada putus bagi hamba-hamba-Nya. Dengan merawat bumi secara bijak, menjaga kesucian air, dan mensyukuri setiap jengkal tanah yang subur, kita tidak hanya sedang memproduksi makanan untuk raga, melainkan sedang menanam benih-benih takwa yang buahnya akan kita petik di

akhirat kelak. Bumi Nusantara yang subur ini adalah amanah suci yang harus dipelihara dengan dzikir, pikir, dan amal saleh di sektor pertanian.



Gambar 1. Konfigurasi Dzikir, Pikir dan Amal Saleh disektor Pertanian

Referensi

A. Sumber Data Grafik dan Fenomena Hujan Asam di Indonesia

1. BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) RI.

2. Setyampodo, D., dkk. (2020). *Analisis Karakteristik Kimia Air Hujan dan Faktor yang Mempengaruhinya di Indonesia*. Jurnal Meteorologi dan Geofisika.
- B. Sumber Ilmiah Kimiawi Lingkungan dan Dampak Agraris
 1. Likens, G. E., & Bormann, F. H. (1974). *Acid Rain: A Serious Regional Environmental Problem*. Science, 184(4142).
 2. Brady, N. C., & Weil, R. R. (2016). *The Nature and Properties of Soils (15th Edition)*. Pearson.
- C. Sumber Teologis (Tugas Khalifah dan Kerusakan Ekologi)
 1. Al-Asfahani, Al-Raghib. *Al-Mufradat fi Gharib al-Qur'an*.
 2. Shihab, M. Q. (2002). *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an (Volume 11: Surah Ar-Rum)*. Lentera Hati.

3. **Hablum Minallah**

Hablum Minallah secara harfiah berarti hubungan dengan Allah, sebuah tali spiritual yang menghubungkan seorang hamba dengan Sang Pencipta melalui ketundukan, ibadah, dan pengakuan mutlak atas tauhid. Dalam konteks kehidupan secara menyeluruh, hubungan ini bukan sekadar rutinitas ritual di atas sajadah, melainkan sebuah kesadaran yang menuntun setiap tarikan napas, niat, dan tindakan manusia di muka bumi. Ketika seorang hamba memahami esensi hubungan ini, seluruh aktivitas dunianya bertransformasi menjadi nilai ibadah yang berporos pada pencarian rida Ilahi.

Pondasi utama dari *hablum Minallah* adalah penyerahan diri secara total melalui kalimat tauhid, yaitu meyakini bahwa Allah adalah pemilik, pengatur, dan pemelihara tunggal alam semesta (*Rabbul 'Alamin*). Kesadaran tauhid ini melahirkan rasa ketergantungan yang mutlak, di mana manusia menyadari bahwa dirinya tidak memiliki daya dan upaya selain atas kehendak Allah. Dari sinilah muncul rasa syukur yang

mendalam atas segala nikmat yang telah diberikan, mulai dari detak jantung hingga bentangan alam yang menyediakan segala kebutuhan hidup.

Hubungan spiritual ini mewujudkan secara nyata dalam mandat penciptaan manusia sebagai khalifah di atas bumi. Melalui poros *hablum Minallah*, seorang manusia memahami bahwa status kepemimpinan yang disandangnya bukanlah surat izin untuk berbuat sewenang-wenang atau meluapkan keserakahan. Menjadi *khalīfah* adalah sebuah amanah suci langsung dari Allah yang menuntut pertanggungjawaban besar di akhirat kelak, sehingga setiap kebijakan dan tindakan pengelolaan bumi harus selalu diselaraskan dengan syariat-Nya.

Dalam ranah agraris, *hablum Minallah* termanifestasi kuat melalui aktivitas *ihyāul ardhi* atau menghidupkan bumi yang mati sebagai bentuk ketaatan kepada perintah Allah. Ketika seorang petani Muslim turun ke sawah atau ladang, ia memandang tanah bukan sekadar komoditas ekonomi, melainkan hamparan sajadah suci yang dititipkan untuk dirawat. Mengolah lahan dengan penuh kasih sayang, menanam benih dengan asma Allah, dan menjaga ekosistem agar tetap seimbang adalah bukti konkret bagaimana hubungan vertikal dengan Tuhan diaktualisasikan dalam tindakan nyata di bumi.

Keterikatan spiritual ini kian mendalam saat manusia merenungkan ayat-ayat kauniah-Nya, seperti rintik air hujan yang diturunkan Allah untuk menyeka dahaga bumi yang gersang. Air (H₂O) adalah tanda cinta mutlak dari langit yang menggerakkan potensi kehidupan yang tertidur di dalam tanah. Bagi hamba yang memelihara *hablum Minallah* dengan baik, melihat tanah yang semula mati lalu bergerak hidup dan menumbuhkan tanaman hijau adalah momen kontemplasi yang meningkatkan keimanan kepada sifat Allah *Al-Hayyu* (Yang Maha Menghidupkan).

Dari proses interaksi suci antara air dan tanah inilah, Allah kemudian memancarkan aliran rezeki yang melimpah bagi umat manusia dalam bentuk buah-buahan dan biji-bijian yang dapat dimakan. Petani yang bertauhid memahami bahwa ia hanya bisa menggemburkan tanah dan menanam benih, namun sama sekali tidak memiliki kuasa untuk membelah biji tersebut hingga tumbuh menjadi pohon yang rindang. Kesadaran akan keterbatasan ini menuntun manusia pada maqam tawakal yang tinggi, meyakini bahwa hasil panen adalah murni rezeki pemberian Allah, bukan semata-mata hasil kehebatan teknologi manusia. Oleh karena itu, menjaga kemurnian air dan kelestarian tanah agar tidak tercemar oleh limbah kimia berbahaya atau keserakahan eksploitatif adalah bentuk penjaagaan terhadap hablum Minallah.

Berdasarkan data Grafik I, fenomena turunnya kualitas air hujan menjadi asam di berbagai wilayah Indonesia adalah bukti nyata dari rusaknya hubungan spiritual manusia dengan Penciptanya. Ketika manusia bertindak zalim dengan merusak udara dan mencemari air, mereka sebenarnya sedang mengkhianati perjanjiannya dengan Allah dan merusak siklus rezeki halal lagi baik (*thayyiban*) yang telah dijamin-Nya.

Garis-garis merah yang mendominasi Grafik I tersebut sejatinya menjadi cerminan dari runtuhnya etika ketuhanan dalam mengelola alam. Ketika orientasi hidup manusia bergeser hanya pada keuntungan materi jangka pendek tanpa memedulikan batasan ekologis yang ditetapkan Allah, maka hablum Minallah mereka sedang mengalami keretakan yang serius. Kerusakan di darat dan di laut yang diakibatkan oleh tangan manusia yang zalim pada akhirnya memantulkan dampak buruk bagi manusia itu sendiri dalam bentuk krisis pangan dan bencana lingkungan.



Gambar 2. Pertobatan Ekologis

Untuk memperbaiki hubungan vertikal yang sempit cedera tersebut, Islam menawarkan jalan pertobatan ekologis melalui pendekatan Maqashid Syariah. Menjaga agama (hifzh

ad-dîn) harus berjalan beriringan dengan menjaga jiwa manusia dari kelaparan (*hifzh an-nafs*) dan melindungi kelestarian bumi bagi generasi masa depan (*hifzh an-nasl*). Pertanian yang berkelanjutan, organik, dan regeneratif adalah bentuk aplikasi nyata dari syariat ini, di mana manusia berusaha menghentikan kerusakan demi memuliakan titipan Sang Pencipta.

Integrasi *hablum Minallah* yang lurus, setiap jerih payah manusia dalam merawat alam sekelilingnya akan bernilai sedekah jariyah secara otomatis. Bahkan ketika tanaman yang mereka rawat dengan ikhlas dimakan oleh burung di langit, hewan melata, atau dicuri oleh sesama manusia, hal tersebut tidak akan mendatangkan penyesalan melainkan disyukuri sebagai tabungan pahala di sisi Allah. Hubungan ketuhanan ini mengubah setiap kerugian material di dunia menjadi keuntungan spiritual yang kekal di akhirat. Sebagai kesimpulan, *hablum Minallah* adalah ruh utama yang menjiwai seluruh peradaban dan kelangsungan hidup di muka bumi. Ketika hubungan dengan Allah terjaga dengan baik melalui ketakwaan dan rasa syukur, maka bumi yang dikelola oleh tangan-tangan khalifah yang saleh akan memancarkan keberkahan yang tiada putus. Menjaga air tetap jernih, memulihkan grafik pH lingkungan kembali ke zona biru yang aman, dan merawat kesuburan tanah Nusantara adalah wujud ibadah sejati dalam meneguhkan komitmen iman kita kepada Allah SWT, Sang Pemilik Alam Semesta.

Referensi

- A. Landasan Teologis *Hablum Minallah* dan Tradisi Fikih Lingkungan
1. Al-Mubarakfuri, S. (2002). *Tafsir Ibn Katsir (Jilid 1 & 4)*. Darussalam.
 2. Sabiq, S. (1983). *Fiqh us-Sunnah (Volume 3)*. Dar al-Kitab al-Arabi.

3. Mangunjaya, F. M. (2019). *Konservasi Alam dalam Islam*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- B. Integrasi Maqashid Syariah dan Etika Sains Agraris
 1. Asy-Syatibi, Abu Ishaq. *Al-Muwafaqat fi Ushul asy-Syari'ah*. Dar al-Kutub al-Ilmiyyah.
 2. Al-Qardhawi, Y. (2001). *Ri'ayah al-Bi'ah fi Syari'ah al-Islam*. Dar al-Syuruq.
- C. Korelasi Ilmiah dan Pembacaan Grafik Kualitas Air
 1. BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) RI.
 2. Shihab, M. Q. (2002). *Tafsir Al-Mishbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an (Volume I I)*. Lentera Hati.

4. *Hablum Minannas*

Konsep *hablum minannas* (hubungan antar-manusia) dalam Islam tidak hanya terbatas pada interaksi sosial ibadah ritual, melainkan mencakup seluruh aspek kehidupan, termasuk bagaimana manusia mengelola bumi dan bekerja sama dalam mempertahankan kelangsungan hidup. Di era pertanian purba (*ancient agriculture*), saat manusia beralih dari budaya berburu-meramu (*hunter-gatherer*) menjadi masyarakat agraris menetap, interaksi sosial ini mengalami transformasi besar. Pertanian purba menjadi panggung awal bagi terbentuknya sistem kepemilikan, gotong royong, distribusi pangan, dan keadilan sosial yang menjadi inti dari *hablum minannas*.

Pada masa awal sejarah, transisi menuju pertanian purba atau yang dikenal sebagai Revolusi Neolitikum mengubah struktur hubungan antar-manusia secara drastis. Ketika manusia mulai bercocok tanam dan menjinakkan hewan, mereka tidak lagi hidup berpindah-pindah dalam kelompok kecil. Mereka mulai menetap, membangun perkampungan, dan ketergantungan satu sama lain meningkat tajam. Dalam pandangan Islam, dorongan untuk hidup bersama dan saling

melengkapi dalam mengelola bumi ini adalah fitrah yang sengaja diciptakan Allah agar manusia dapat mengimplementasikan peran sebagai khalifah di bumi.

Dalam pertanian purba, menanam padi, gandum, atau memelihara saluran irigasi tidak bisa dilakukan sendirian. Diperlukan kerja sama antarkeluarga dan antarsuku untuk membuka lahan, menanam, hingga memanen. Fenomena sosial ini sangat selaras dengan firman Allah SWT dalam Al-Qur'an Surah Al-Hujurat ayat 13:

يَا أَيُّهَا النَّاسُ إِنَّا خَلَقْنَاكُمْ مِنْ ذَكَرٍ وَأُنْثَىٰ وَجَعَلْنَاكُمْ شُعُوبًا وَقَبَائِلَ لِتَعَارَفُوا إِنَّ أَكْرَمَكُمْ عِنْدَ اللَّهِ أَتْقَىٰ إِنَّ اللَّهَ عَلِيمٌ خَبِيرٌ ﴿١٣﴾

"Wahai manusia! Sungguh, Kami telah menciptakan kamu dari seorang laki-laki dan seorang perempuan, kemudian Kami jadikan kamu berbangsa-bangsa dan bersuku-suku agar kamu saling mengenal..." (QS. Al-Hujurat: 13)

Ayat ini menunjukkan bahwa perbedaan dan pengelompokan Masyarakat – yang dalam konteks purba sering dipicu oleh wilayah pertanian yang mereka huni – bertujuan untuk memicu *ta'aruf* (saling mengenal) dan kerja sama demi kelangsungan hidup bersama.

Sistem pertanian purba yang sukses, seperti di lembah Sungai Nil atau Mesopotamia, sangat bergantung pada pengelolaan irigasi bersama. Tanpa adanya kesepakatan antar-petani purba mengenai pembagian air, konflik besar pasti akan terjadi. Di sinilah hablum minannas diuji dalam bentuk *ta'awun* (tolong-menolong). Manusia purba dipaksa oleh keadaan alam untuk bergotong royong membangun bendungan kuno dan saluran air. Semangat kerja sama demi kemaslahatan publik ini sejalan dengan perintah Allah untuk saling menolong dalam kebaikan dan melarang tolong-menolong dalam kezaliman.

Pertanian purba mengajarkan manusia tentang konsep surplus pangan. Ketika hasil panen melebihi kebutuhan satu keluarga, muncul kewajiban moral untuk berbagi dengan mereka yang gagal panen atau tidak memiliki lahan. Islam memandang hasil bumi bukan sekadar milik pribadi mutlak, melainkan ada hak orang lain di dalamnya. Prinsip *hablum minannas* dalam distribusi pangan ini ditegaskan dalam Al-Qur'an Surah Al-An'am ayat 141:

كُلُوا مِنْ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَآتُوا حَقَّهُ يَوْمَ حَصَادِهِ

"...Makanlah buahnya apabila ia berbuah dan tunaikanlah haknya (zakatnya) pada hari memetik hasilnya (dengan disedekahkan kepada fakir miskin) ..." (QS. Al-An'am: 141)

Ayat ini melintasi ruang dan waktu, mengingatkan bahwa sejak manusia pertama kali memetik hasil bumi, hubungan baik dengan sesama dijaga lewat kerelaan berbagi hasil panen.

Dalam sejarah pertanian kuno, kelaparan sering kali diperparah oleh ulah segelintir orang yang menimbun gandum atau hasil bumi saat terjadi paceklik demi keuntungan pribadi. Tindakan ini merusak jalannya *hablum minannas* karena mengorbankan nyawa orang lain demi keserakahan. Rasulullah SAW sangat mengecam perilaku merusak pasar pangan ini melalui sabdanya dalam sebuah hadits yang diriwayatkan oleh Imam Muslim:

لَا يَخْتَكِرُ إِلَّا خَاطِيٌّ

"Tidak ada yang melakukan penimbunan (makanan) kecuali orang yang bersalah (berdosa)." (HR. Muslim no. 1605, Ahmad no. 15758, 15759, 16760, 16761, Ibnu Majah no.2154, Abu Dawud no. 3447, at-Tirmidzi no. 1267, Ibnu

Hibban no. 4936, al-Hakim no. 2163 dan al-Baihaqi di Sunan al-Kubrâ no. 11148).

Hadits ini menekankan bahwa dalam dunia agraris, memastikan ketersediaan pangan untuk sesama adalah pilar utama menjaga hubungan baik antar-manusia.

Seiring berkembangnya pertanian purba, manusia mulai mengenal sistem sewa lahan atau bagi hasil karena tidak semua orang memiliki tanah subur. Dalam khazanah hukum Islam, interaksi ini diadopsi dalam bentuk akad *Muzāra'ah* atau *Musāqah* (bagi hasil pertanian). Hubungan antara pemilik lahan dan penggarap harus dilandasi keadilan, kejujuran, dan tidak boleh ada pihak yang dieksploitasi. Rasulullah SAW mencontohkan *hablum minannas* yang berkeadilan ini ketika mengelola tanah Khaibar, di mana beliau mempekerjakan penduduk setempat dengan bagi hasil separuh dari produk pertanian yang dihasilkan.

Batas-batas tanah pada masa pertanian purba sering kali memicu perselisihan berdarah antartetangga. Tanpa adanya sertifikat modern, kejujuran antarmasyarakat purba diuji melalui tanda batas tanah berupa batu atau parit kecil. Islam memberikan perhatian yang sangat serius terhadap hak-hak tetangga dalam hal kepemilikan lahan ini. Rasulullah SAW bersabda:

عن عائشة رضي الله عنها عن النبي صلى الله عليه وسلم قال: «مَنْ ظَلَمَ قَيْدَ شَيْءٍ مِنَ الْأَرْضِ؛ طَوَّقَهُ مِنْ سَبْعِ أَرْضِينَ

"Barangsiapa mengambil sejengkal tanah (milik orang lain) secara zalim, maka Allah akan mengalungkannya di lehernya dari tujuh bumi pada hari kiamat." (HR. Bukhari dan Muslim)

Hadits ini menjadi rambu-rambu hukum yang tegas agar interaksi sesama manusia dalam pemanfaatan lahan pertanian selalu mengutamakan hak orang lain.

Pada masa purba, banyak lahan luas yang telantar dan tidak bertuan. Islam memperkenalkan konsep *lhyāul Mawat*, yaitu menghidupkan atau mengelola lahan yang mati menjadi produktif melalui pertanian. Tindakan ini bernilai hablum minannas yang tinggi karena mengubah lahan gersang menjadi sumber pangan yang bisa dinikmati oleh masyarakat luas. Rasulullah SAW memotivasi umatnya dengan bersabda:

مَنْ أَحْيَى أَرْضًا مَيِّتَةً فَهِيَ لَهُ

"Barangsiapa yang menghidupkan bumi yang mati (tanah yang telantar), maka tanah itu menjadi miliknya." (HR. Tirmidzi, at-Tirmidzi dan Abu Dawud. Hadis ini diriwayatkan dari jalur Jabir bin Abdullah ra. Imam at-Tirmidzi berkomentar: hadis ini *hasan shahîh*).

Melalui prinsip ini, pertanian purba yang awalnya bersifat individual bertransformasi menjadi gerakan sosial untuk mengentaskan kelaparan komunitas. Hubungan antar-manusia dalam pertanian juga terperinci secara tidak langsung melalui apa yang dihasilkan oleh alam. Ketika seorang petani purba menanam pohon kurma atau gandum, lalu hasilnya dicuri manusia, dimakan burung, atau dikonsumsi hewan ternak milik orang lain, hal itu tidak pernah sia-sia dalam pandangan spiritual Islam. Rasulullah SAW bersabda:

عن جابر رضي الله عنه قال: قال رسول الله صلى الله عليه وسلم: «بما من مسلم يَغرس غرساً إلا كان ما أكل منه له صدقة، وما سُرق منه له صدقة، ولا يَزْرَعُهُ أحد إلا كان له صدقة.» (وفي رواية): «بما يَغرس المسلم غرساً فيأكل منه إنسان ولا دابة ولا طير إلا كان له صدقة إلى يوم

القيامه»، وفي رواية: «لا يَغرس مسلم غرسا، ولا يزرع زرعا، فيأكل منه إنسان ولا دابة ولا شيء، إلا كانت له صدقة

"Tidaklah seorang muslim menanam pohon atau menanam tanaman, lalu burung, manusia, atau hewan ternak memakan sebagian darinya, melainkan hal itu menjadi sedekah baginya."
(HR. Bukhari)

Hadits ini memperluas dimensi *hablum minannas*, di mana aktivitas pertanian otomatis bernilai sosial dan kemanusiaan universal, bahkan ketika terjadi kehilangan atau ketidaksengajaan. Contoh empiris terbaik mengenai *hablum minannas* dalam konteks pertanian purba terekam dengan indah dalam kisah Nabi Yusuf AS di Mesir. Melalui interpretasi mimpi sang Raja, Nabi Yusuf menginisiasi sistem pertanian makro: menanam gandum secara masif selama tujuh tahun masa subur, menyimpannya dengan baik di dalam bulirnya, lalu mendistribusikannya secara adil saat tujuh tahun masa paceklik. Kebijakan agraris kuno ini menyelamatkan jutaan nyawa manusia, baik rakyat Mesir maupun bangsa di sekitarnya. Ini adalah puncak implementasi *hablum minannas* berskala internasional melalui jalur ketahanan pangan.

Sebelum era agraris, hukum rimba sering kali berlaku di mana suku yang kuat akan merampas ruang hidup suku yang lemah. Namun, peradaban pertanian purba memaksa manusia untuk menciptakan pasar barter hasil bumi. Petani dataran tinggi menukar hasil kebun mereka dengan hasil ladang petani dataran rendah. Pola ketergantungan ekonomi ini meredam konflik kemanusiaan dan melahirkan traktat-traktat perdamaian purba. Pertanian mengubah musuh menjadi mitra dagang, mempererat jalinan sosial yang harmonis sesuai napas perdamaian dalam Islam.

Hablum minannas tidak hanya berlaku untuk manusia yang hidup sezaman, tetapi juga mencakup tanggung jawab moral terhadap generasi manusia di masa depan (*intergenerational justice*). Ketika masyarakat pertanian purba gagal menjaga kesuburan tanah – seperti yang terjadi pada beberapa peradaban kuno yang runtuh akibat salinisasi tanah – mereka merenggut hak hidup anak cucu mereka. Islam melarang keras merusak lingkungan (*fasad fil ardh*) karena dampaknya langsung menyengsarakan manusia lain. Merawat tanah pertanian hari ini adalah bentuk kasih sayang kita kepada kemanusiaan masa depan.

Pada akhirnya, pertanian purba bukan sekadar cerita arkeologi tentang kapak lonjong, cangkul kayu, atau domestikasi tanaman. Ia adalah lembaran awal di mana manusia belajar mengekang egoisme demi hidup berdampingan secara damai. Melalui tuntunan ayat-ayat Al-Qur'an dan sunnah Rasulullah SAW, kita diajarkan bahwa mencangkul tanah, mengalirkan air irigasi, dan membagi sekeranjang hasil panen adalah bentuk ibadah yang nyata. Pertanian yang berkah adalah pertanian yang menyuburkan tanah sekaligus mengokohkan pilar-pilar hablum minannas di atas muka bumi.

Referensi

- A. Kitab Tafsir Utama (Rujukan Teologis & Ayat Al-Qur'an)
 - 1. Al-Qurthubi, Muhammad bin Ahmad. (Berbagai tahun terbit). *Tafsir Al-Qur'an Al-Azhimal-Ma'ruf bi Tafsir Ibnu Katsir*.
 - 2. Shihab, M. Quraish. (2002). *Tafsir Al-Misbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati.
- B. Kitab Hadits Standar (Rujukan Sabda Nabi)
 - 1. Al-Bukhari, Muhammad bin Ismail. (1997). *Sahih al-Bukhari*. Riyadh: Darussalam.

2. Muslim, Ibn al-Hajjaj. (2007). *Sahih Muslim*. Riyadh: Darussalam.
- C. Buku Referensi Hukum Ekonomi & Sosiologi Islam
1. Chapra, M. Umer. (2000). *The Future of Economics: An Islamic Perspective* (Masa Depan Ilmu Ekonomi: Sebuah Perspektif Islam). Jakarta: Gema Insani Press.
 2. Sabiq, Sayyid. (2006). *Fiqh us-Sunnah*. Kairo: Dar al-Fath. (Atau terjemahan Indonesia: *Fikih Sunnah*, Jakarta: Pena Pundi Aksara).
- D. Jurnal Ilmiah (Konteks Pertanian, Sosial, dan Sejarah Purba)
1. Abdullah, M. Amin. (2014). *Interdisciplinary Islamic Studies: Al-Kulliyat al-Khams, Hablum Minallah, Hablum Minannas, and Hablum Minal 'Alam*. Jurnal Al-Jami'ah: Journal of Islamic Studies, 52(1), 1-23.
 2. Diamond, Jared. (2013). *Guns, Germs, and Steel: Teror, Kuman, dan Baja (Riwayat Manusia)*. Jakarta: KPG (Kepustakaan Populer Gramedia).

5. *Hablum Minal Alam*

Secara bahasa, *Hablum Minal 'Alam* berarti "hubungan dengan alam" atau "hubungan dengan lingkungan semesta". Jika dalam Islam kita mengenal *hablum minallah* (hubungan dengan Allah) dan *hablum minannas* (hubungan dengan sesama manusia), maka *hablum minal 'alam* adalah pilar ketiga yang menyempurnakan dimensi kehidupan seorang muslim.

Islam adalah agama yang komprehensif (*kaffah*). Kita tidak hanya dituntut untuk saleh secara ritual dan sosial, tetapi juga saleh secara ekologis. Alam semesta bukan objek yang bisa dieksploitasi tanpa batas, melainkan titipan yang harus dijaga. Di dalam Al-Qur'an, Allah SWT menegaskan bahwa manusia diciptakan di muka bumi ini bertindak sebagai khalifah

(pemimpin/pengelola). Peran ini membawa konsekuensi tanggung jawab, bukan kesewenang-wenangan.

Allah SWT berfirman dalam QS. Al-Baqarah ayat 30:

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلٰٓئِكَةِ اِنِّىْ جَاعِلٌ فِى الْاَرْضِ خَلِیْفَةًۭ

"Ingatlah ketika Tuhanmu berfirman kepada para Malaikat: 'Sesungguhnya Aku hendak menjadikan seorang khalifah di muka bumi'..."

Sebagai *Khalifah*, manusia bertugas untuk memakmurkan bumi (*'imāratul ardh*), menjaga keseimbangan ekosistem, dan memastikan alam tetap lestari untuk generasi mendatang. Salah satu prinsip utama dalam hablum minal 'alam adalah larangan keras melakukan perusakan. Kerusakan alam, baik berupa deforestasi pencemaran air, polusi udara, hingga pemanasan global, hampir seluruhnya adalah akibat dari keserakahan manusia yang mengabaikan etika lingkungan.

Allah SWT mengingatkan hal ini dalam QS. Ar-Rum ayat 41:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِى الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ اَيْدِى النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِىۤ عَمَلُوۡا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُوۡنَ

"Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)."

Islam memandang alam semesta sebagai entitas yang "hidup" secara spiritual. Pohon, hewan, gunung, dan sungai semuanya bertasbih memuji Allah dengan cara mereka sendiri. Oleh karena itu, merusak alam sama saja dengan menghentikan atau merusak makhluk yang sedang beribadah kepada Penciptanya.

Allah SWT berfirman dalam QS. Al-Isra ayat 44:

تُسَبِّحُ لَهُ السَّمَوَاتُ السَّبْعُ وَالْأَرْضُ وَمَنْ فِيهِنَّ وَإِنْ مِنْ شَيْءٍ إِلَّا يُسَبِّحُ بِحَمْدِهِ وَلَكِنْ لَا تَفْقَهُونَ تَسْبِيحَهُمْ إِنَّهُ كَانَ خَلِيفًا غَفُورًا

"Langit yang tujuh, bumi dan semua yang ada di dalamnya bertasbih kepada Allah. Dan tak ada suatu pun melainkan bertasbih dengan memuji-Nya, tetapi kamu sekalian tidak mengerti tasbih mereka ..."

Rasulullah SAW adalah pelopor gerakan ramah lingkungan (eco-sunnah). Beliau memberikan contoh konkret bagaimana berinteraksi dengan alam:

a. Konservasi Air (Tidak *Tabzār*)

Rasulullah melarang berlebih-lebihan dalam menggunakan air, bahkan ketika sedang berwudhu di sungai yang mengalir deras sekalipun.

b. Reboisasi (Penghijauan)

Beliau bersabda bahwa menanam pohon bernilai sedekah (HR. Bukhari). Beliau juga bersabda: *"Jika kiamat terjadi dan di tangan salah seorang di antara kalian ada bibit pohon, jika ia mampu menanamnya sebelum berdiri, maka tanamlah."* (HR. Ahmad). Ini menunjukkan betapa daruratnya menjaga kelestarian tanaman.

c. Hak Binatang (Animal Rights)

Rasulullah pernah menegur sahabat yang mengambil anak burung dari sarangnya hingga induknya gelisah, serta menceritakan kisah seorang wanita yang masuk neraka hanya karena mengurung seekor kucing tanpa memberi makan.

d. Zona Konservasi (Hima)

Rasulullah menetapkan kawasan sekitar Madinah sebagai wilayah terlarang (hima) untuk berburu hewan dan

menebang pohon secara liar guna menjaga keseimbangan alam.

Hablum minal 'alam adalah wujud nyata dari misi Islam sebagai *Rahmatan lil 'Alamin* (rahmat bagi semesta alam). Ketika seseorang memiliki hubungan yang baik dengan alam, ia tidak akan membuang sampah sembarangan, tidak akan memboroskan energi, dan akan aktif melakukan perbaikan lingkungan.

وَهُوَ الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ ذُلُولًا فَامْشُوا فِي مَنَاكِبِهَا
 "Dan Dialah yang menjadikan bumi itu mudah bagi kamu, maka berjalanlah di segala penjuruannya..."
 (QS. Al-Mulk: 15)

TIGA PILAR KEHIDUPAN SEORANG MUSLIM YANG SALING MENYEMPURAKAN

Islam bukan hanya tentang ibadah ritual, tetapi juga tentang bagaimana kita berinteraksi dengan Allah, sesama manusia, dan alam semesta.



HABLUM MINALLAH
HUBUNGAN DENGAN ALLAH

Sumber utama kekuatan dan tujuan hidup. Ketatan, syukur, dan tawakal membawa keberkahan dalam setiap langkah.



HABLUM MINANNAS
HUBUNGAN DENGAN SESAAMA MANUSIA

Kebajikan, keadilan, dan tolong-menolong membangun masyarakat yang harmonis dan berkeadilan.



HABLUM MINAL'ALAM
HUBUNGAN DENGAN ALAM

Amanah untuk menjaga, melestarikan, dan memanfaatkan alam dengan bijak dan bertanggung jawab.

HABLUM MINAL 'ALAM ADALAH PILAR KETIGA
yang menyempurnakan dimensi kehidupan seorang muslim.

PERTANIAN PURBA BERBASIS SYARIAH SMART FARMING

Menggabungkan kearifan pertanian purba dengan teknologi modern yang sesuai syariah

كُلُوا وَاشْرَبُوا وَلَا تُسْرِفُوا
إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ
 "Makan dan minumlah, tetapi jangan berlebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih-lebihan."
 (QS. Al-A'raf: 31)

PRINSIP SYARIAH DALAM SMART FARMING

HALAL & THAYYIB
Bibit, pakan, pupuk, dan proses produksi yang halal dan membawa kebaikan.

AMANAH & KELESTARIAN
Menjaga tanah, air, udara, dan keanekaragaman hayati sebagai titipan Allah.

KEADILAN & KESEMBANGAN
Distribusi yang adil, tidak menipu, dan memperhatikan hak makhluk lain.

TEKNOLOGI YANG BERMANFAAT
Menggunakan teknologi cerdas: sensor tanah, irigasi hemat, drone, dan data untuk hasil optimal tanpa boros.

PEMBERDAYAAN UMAT
Membuka lapangan kerja, berbagi manfaat, dan menguatkan kemandirian pangan.

BERKAH & KEBERLANJUTAN
Tujuan akhir bukan hanya untung, tapi keberkahan hidup di dunia dan akhirat.

TEKNOLOGI CERDAS

- ✓ Sensor Kelembaban Tanah
- ✓ Irigasi Tetes Hemat Air
- ✓ Drone Monitoring Tanaman
- ✓ Aplikasi Manajemen Lahan
- ✓ Data Analytics & Prediksi Panen

DARI KEARIFAN PURBA UNTUK MASA DEPAN YANG BERKAH

Bertani bukan sekadar pekerjaan, tapi ibadah menjaga bumi, membari manfaat, dan meraih ridhanya.

KEARIFAN PURBA

- ✓ Sistem Irigasi Alam
- ✓ Terasering / Guludan
- ✓ Pemuliaan Tanaman Lokal
- ✓ Pupuk Organik & Kompos
- ✓ Gotong Royong & Musyawarah

"Barang siapa menghidupkan tanah yang mati, maka seolah-olah ia menghidupkan manusia seluruhnya."
 (HR. Ahmad)

Gambar 3. Tiga Pilar Kehidupan Seorang Muslim di Bidang Pertanian Purba

Referensi

- A. Kitab Tafsir Utama (Rujukan Teologis Atas Ayat Al-Qur'an)
 1. Shihab, M. Quraish. (2002). *Tafsir Al-Misbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati.
 2. Quthb, Sayyid. (2000). *Fi Zhilalil Qur'an (Di Bawah Naungan Al-Qur'an)*. Jakarta: Gema Insani Press.
- B. Kitab Hadits Standar (Rujukan Gerakan Eco-Sunnah)
 1. Al-Bukhari, Muhammad bin Ismail. (1997). *Sahih al-Bukhari*. Riyadh: Darussalam.
- C. Buku Masterpiece Fikih Lingkungan (*Fiqh Al-Bi'ah*)
 1. Al-Qaradhawi, Yusuf. (2001). *Ri'ayat al-Bi'ah fi Syari'at al-Islam* (Diterjemahkan menjadi: *Islam Ramah Lingkungan*). Jakarta: Pustaka Al-Kautsar.
 2. Mangunjaya, Fachruddin M. (2019). *Konservasi Alam dalam Islam*. Jakarta: Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- D. Jurnal Ilmiah & Konsep Etika Lingkungan Global
 1. Abdullah, M. Amin. (2014). *Interdisciplinary Islamic Studies: Al-Kulliyat al-Khams, Hablum Minallah, Hablum Minannas, and Hablum Minal 'Alam*. Jurnal Al-Jami'ah: Journal of Islamic Studies, 52(1), 1-23.
 2. Nasr, Seyyed Hossein. (1997). *Man and Nature: The Spiritual Crisis of Modern Man*. Chicago: Kazi Publications.

6. Praktik

A. Tadabbur ayat pertanian

Bagian I: Tadabbur Ayat Pertanian (Persiapan Sebelum ke Sawah)

Sebelum melakukan observasi lapangan, bacalah dan renungkan (tadabbur) salah satu ayat pertanian paling komprehensif dalam Al-Qur'an berikut ini:

QS. Al-An'am Ayat 99

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا
مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ النَّخْلِ مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ
وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ لَنْظُرُوا إِلَى
ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

“Dan Dialah yang menurunkan air dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan, maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau, Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari pohon kurma, dari mayangnya, mengurai tangkai-tangkai yang menjuntai, dan kebun-kebun anggur, zaitun, dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya pada waktu berbuah, dan menjadi masak. Sungguh, pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman.”

7. Poin-Poin Tadabbur (Isi Pikiran & Hati):

1. Asal-usul Air

Air sawah bukan sekadar zat cair, ia adalah rahmat yang Allah turunkan dari langit sebagai motor penggerak kehidupan.

2. Proses Pertumbuhan

Perubahan dari benih padi yang kering menjadi tanaman hijau yang rimbun adalah mukjizat biologis yang terjadi atas izin Allah.

3. Sistem Pengandaan

Satu butir benih padi yang ditanam bisa menghasilkan ratusan butir padi baru saat panen ("butir yang banyak").

4. Perintah Observasi

Allah secara eksplisit memerintahkan, "*Perhatikanlah buahnya pada waktu berbuah...*". Ini adalah validasi bahwa observasi ilmiah adalah bagian dari perintah agama.

B. Observasi ekosistem sawah

Bagian 2: Panduan Observasi Ekosistem Sawah (Aktivitas Lapangan)

Saat berada di sawah, gunakan panca indera Anda untuk mengamati komponen biotik (makhluk hidup) dan abiotik (benda tak hidup) serta bagaimana mereka saling berinteraksi.

Lembar Kerja Observasi Lapangan

Lokasi Sawah:

.....

Waktu Observasi:

.....

Fase Pertumbuhan Padi:

Tabel 1. Vegetatif (Menghijau)/Generatif (Mulai Menguning)/Panen

Komponen yang Diamati	Hasil Pengamatan di Sawah	Hubungan dengan Tadabbur Ayat
Komponen Abiotik (Mati)		
1. Air & Saluran Irigasi	Bagaimana kondisi airnya? Mengalir atau menggenang?	Perwujudan dari " <i>Dialah yang menurunkan air dari langit...</i> "
2. Tanah & Lumpur	Apakah tanahnya	Media tempat Allah menumbuhkan

Komponen yang Diamati	Hasil Pengamatan di Sawah	Hubungan dengan Tadabbur Ayat
	gembur? Bagaimana warnanya?	"segala macam tumbuh-tumbuhan."
3. Cahaya Matahari	Apakah cuaca terik atau mendung?	Energi utama untuk fotosintesis, proses di balik " <i>tanaman yang menghijau</i> ."
Komponen Biotik (Hidup)		
1. Tanaman Padi	Amati daun, batang, dan bulir padinya.	Merenungkan struktur " <i>tanaman yang menghijau</i> " dan " <i>butir yang banyak</i> ."
2. Hewan (Sangga/Burung/ Katak/Belalang)	Hewan apa saja yang Anda lihat di sekitar padi?	Menunjukkan adanya rantai makanan dan keseimbangan ciptaan-Nya.
3. Tumbuhan Liar (Gulma/Rumput)	Apakah ada rumput yang tumbuh di sela padi?	Bukti keanekaragaman hayati (" <i>serupa dan tidak serupa</i> ").

Bagian 3: Refleksi Akhir (Sintesis Praktik)

Setelah melakukan tadabbur dan observasi, jawablah pertanyaan refleksi berikut untuk mengunci pemahaman Anda:

1. **Bagaimana interaksi antar-komponen di sawah mencerminkan keadilan Allah?**

Contoh Jawaban: Adanya katak yang memakan belalang pencegah hama padi menunjukkan bahwa Allah telah menciptakan rantai makanan alami untuk menjaga tanaman padi manusia tanpa merusak lingkungan.

2. **Apa dampak buruk jika manusia egois (merusak *hablum minal 'alam*) di ekosistem sawah ini?**

Contoh Jawaban: Penggunaan pestisida kimia berlebihan akan membunuh semua serangga (termasuk yang menguntungkan), merusak tanah, dan memutus rantai makanan, yang akhirnya memicu ledakan hama baru (seperti hama wereng) dan merugikan petani lain (*hablum minannas* terganggu).

3. **Tindakan nyata apa yang bisa saya lakukan sebagai bentuk syukur setelah melihat sawah hari ini?**

Contoh Jawaban: Tidak menyia-nyiakan nasi saat makan, karena sebutir nasi yang dibuang adalah hasil dari proses panjang keterlibatan air langit, tanah, matahari, dan kerja keras petani yang diberkahi Allah.

Output

Peserta memahami bahwa sawah atau lahan budidaya bukan sekadar tempat produksi tetapi bagian dari ekosistem kehidupan.



**Gambar 1. Padi Gogo di
Pancalang Kuningan**

**Gambar 2.
Pertumbuhan Padi
Gogo**



**Gambar 3. Penyemaian
Padi Basmati**



**Gambar 4.
Perkembangan Padi
Basmati**

MODUL 2

EKOLOGI SAWAH DAN KESUBURAN TANAH

I. Struktur tanah

Struktur tanah merupakan salah satu pilar utama yang menentukan keberhasilan ekologi sawah dan kesuburan tanah. Dalam dunia agronomi, struktur tanah merujuk pada cara butir-butir primer tanah (pasir, debu, dan liat) tersusun satu sama lain menjadi gumpalan atau agregat. Pada ekosistem sawah yang unik, struktur tanah mengalami siklus dinamis akibat proses pelumpuran (puddling) saat pengolahan lahan basah, yang kemudian mengering dan retak pasca-panen. Pengelolaan struktur yang tepat memastikan keseimbangan pori makro dan mikro, sehingga sirkulasi oksigen, retensi air, dan ruang penetrasi akar padi dapat berjalan optimal secara berkelanjutan.

Jika ditinjau dari perspektif teologis, eksistensi tanah dengan segala variasi tingkat kesuburannya merupakan representasi nyata dari rancangan agung Sang Pencipta. Allah SWT menegaskan diferensiasi karakteristik spasial ini dalam Al-Qur'an Surah Ar-Ra'd ayat 4:

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُتَجَاوِرَاتٌ وَجَنَّاتٌ مِّنْ أَعْنَابٍ وَزُرُوعٌ وَخَيْلٌ صِنَوَانٌ
وَعَيْرُ صِنَوَانٍ يُسْقَى بِمَاءٍ وَاحِدٍ وَنُقْضِلُ بَعْضَهَا عَلَى بَعْضٍ فِي الْأَكْلِ
إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ

"Dan di bumi terdapat bagian-bagian yang berdampingan, kebun-kebun anggur, tanaman-tanaman, dan pohon kurma yang bercabang dan yang tidak bercabang, disirami dengan air

(H₂O) yang sama, tetapi Kami lebihkan sebagiannya atas sebagian yang lain dalam hal rasanya. Sungguh, pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang-orang yang mengerti."

Ayat ini secara implisit mengisyaratkan adanya perbedaan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah – termasuk struktur dan teksturnya – yang membuat petak-petak tanah yang berdampingan mampu memberikan hasil produksi yang berbeda meskipun mendapat asupan air yang sama.

Lebih spesifik lagi mengenai kualitas fisik tanah, Allah SWT membedakan antara tanah yang memiliki struktur remah dan subur dengan tanah yang rusak atau tandus dalam Surah Al-A'raf ayat 58:

وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرُجُ نَبَاتُهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ وَالَّذِي خَبثَ لَا يَخْرُجُ إِلَّا نَكِدًا كَذَلِكَ
نُصَرِّفُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ □

"Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan izin Tuhan; dan tanah yang buruk, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami menjelaskan berulang-ulang tanda-tanda (kebesaran Kami) bagi orang-orang yang bersyukur."

Dalam konteks sains modern, "tanah yang baik" (*al-balad ath-thayyib*) dicirikan oleh kemantapan agregat atau strukturnya yang kaya akan bahan organik, sehingga memfasilitasi aerasi dan drainase yang ideal bagi perakaran tanaman. Sebaliknya, tanah yang buruk ditandai dengan pemadatan, ketiadaan pori, atau kerusakan struktur akibat eksploitasi berlebih, yang menyebabkan tanaman tumbuh kerdil dan merana.

Siklus ekologi sawah yang menghidupkan tanah mati melalui interaksi air dan struktur tanah juga digambarkan dengan indah dalam Surah Al-Hajj ayat 5. Allah SWT berfirman:

وَتَرَى الْأَرْضَ هَامِدَةً فَإِذَا أَنْزَلْنَا عَلَيْهَا الْمَاءَ اهْتَزَّتْ وَرَبَتْ وَأَنْبَتَتْ مِنْ كُلِّ
رَوْحٍ ۖ بَهِيْجٍ

"...Dan kamu lihat bumi ini kering, kemudian apabila telah Kami turunkan air di atasnya, hiduplah bumi itu dan suburlah ia dan menumbuhkan berbagai macam pasangan (tumbuhan) yang indah."

Kata “ohtazzat” (hiduplah/bergerak) dan “rabat” (suburlah/mengembang) dalam ayat tersebut secara saintifik sangat akurat menggambarkan perilaku mengembang dan mengerut (*swell-shrink*) dari mineral liat dalam struktur tanah sawah ketika berinteraksi dengan air (H₂O). Penetrasi air hujan atau irigasi ke dalam rekahan struktur tanah yang kering memicu aktivitas mikroorganisme dan makroorganisme tanah yang memulihkan porositas serta metabolisme ekosistem sawah.

Nabi Muhammad SAW juga memberikan perhatian besar terhadap pengelolaan tanah dan keberlanjutan pertanian melalui hadits-haditsnya. Salah satu komitmen tertinggi Islam terhadap kelestarian ekologi terekam dalam hadits riwayat Imam Ahmad, dikatakan bahwa Rasulullah SAW bersabda, "Jika kiamat terjadi sedangkan di tangan salah seorang di antara kalian terdapat bibit pohon, maka jika ia mampu menanamnya sebelum kiamat terjadi, hendaklah ia menanamnya."

Pesan profetik ini menekankan bahwa aktivitas agronomi, pemeliharaan kesuburan tanah, dan penghijauan adalah ibadah yang tidak boleh terputus oleh keputusan situasi. Upaya

menjaga struktur tanah agar tetap mampu menyangga kehidupan tanaman merupakan manifestasi langsung dari perintah merawat bumi. Selain itu, Rasulullah SAW memberikan legitimasi hukum dan ekonomi terhadap pemanfaatan lahan melalui konsep *ihya al-mawat* (menghidupkan lahan yang mati). Dalam sebuah hadits riwayat Imam Bukhari, beliau bersabda: "Barangsiapa yang memakmurkan tanah yang mati, maka tanah itu menjadi haknya."

Konsep memakmurkan tanah (*imāratul ardhi*) tidak hanya bermakna mengklaim kepemilikan, melainkan melakukan rekayasa ekologis yang positif. Tindakan mengolah lahan, memperbaiki struktur tanah yang padat, mengembalikan bahan organik, dan menatanya menjadi sawah yang produktif merupakan bagian dari pemakmuran yang bernilai sedekah dan diakui secara hukum Islam.

Dalam paradigma modern, pelestarian struktur tanah dan keseimbangan ekologi sawah berkorelasi erat dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan atau *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya Poin 2 (Tanpa Kelaparan) dan Poin 15 (Ekosistem Daratan). Struktur tanah sawah yang mantap menjamin produktivitas padi yang stabil demi mendukung ketahanan pangan nasional secara berkelanjutan tanpa merusak fondasi biofisik alam. Pengolahan tanah yang ramah lingkungan – seperti pengurangan input kimia sintetis dan aplikasi pupuk organik – mampu mencegah degradasi lahan, menghentikan proses penggurunan, dan memulihkan kualitas tanah yang kritis sejalan dengan target ambisius SDGs 2030.

Integrasi nilai sains, teologi, dan SDGs tersebut menemukan muara konseptualnya dalam koridor *Maqāsid Syariah* (tujuan-tujuan luhur syariat Islam). Pemeliharaan terhadap struktur dan kesuburan tanah sawah secara esensial mencakup dua aspek utama Maqasid, yaitu *Hifzh an-Nafs*

(Menjaga Jiwa) dan *Hifzh al-Mal* (Menjaga Harta). Tanah yang subur memproduksi bahan pangan yang aman dan bergizi bagi manusia, sehingga kelangsungan hidup umat manusia dari kelaparan dan malnutrisi dapat terjamin. Di sisi lain, sawah dengan ekologi yang sehat bertindak sebagai aset ekonomi jangka panjang yang melindungi kesejahteraan petani dan kekayaan ekologis generasi mendatang dari ancaman gagal panen akibat kerusakan lahan.



Gambar 4. Menjaga Struktur Tanah

Melalui lensa *Hifzh al-Bi'ah* (Menjaga Lingkungan) yang merupakan perluasan kontemporer dari *Maqāsid Syariah*, menjaga struktur tanah sawah adalah kewajiban kolektif untuk menghindari kerusakan (*daf'ul mafāsīd*). Ketika struktur tanah sawah rusak akibat pemadatan traktor yang tidak terkontrol atau keracunan residu kimia, fungsi tanah sebagai penyaring air dan penyimpan karbon akan runtuh. Oleh karena itu, penerapan biologi tanah – seperti pemanfaatan cacing tanah dan mikroba penambat nitrogen yang membantu pembentukan agregat tanah – bukan sekadar pilihan teknis, melainkan sebuah tanggung jawab moral keagamaan. Melalui keseimbangan ekologi sawah yang terjaga, manusia telah

menjalankan fungsinya sebagai khalifah di muka bumi yang membawa rahmat bagi seluruh alam.

Referensi:

1. Referensi Teks Keagamaan (Al-Qur'an dan Hadits)
 - Al-Qur'an Al-Karim:
 - ✓ Surah Ar-Ra'd (13) Ayat 4: Mengenai diferensiasi karakteristik spasial tanah, variasi tanaman, dan perbedaan rasa hasil panen meskipun mendapatkan sumber air yang sama.
 - ✓ Surah Al-A'raf (7) Ayat 58: Mengenai klasifikasi tanah yang baik (*al-balad ath-thayyib*) yang menumbuhkan tanaman dengan subur dan tanah yang buruk/rusak.
 - ✓ Surah Al-Hajj (22) Ayat 5: Mengenai siklus hidrologi dan mekanika tanah kering yang bergerak dan mengembang (*ohtazzat wa rabat*) setelah diturunkan air.
 - Hadits Nabi Muhammad SAW:
 - ✓ Hadits tentang Menanam Pohon Saat Kiamat: Riwayat Ahmad dalam *Musnad Ahmad* (No. 12981/13004), dari sahabat Anas bin Malik r.a.
 - ✓ Hadits tentang Ihya al-Mawat (Menghidupkan Lahan Mati): Riwayat Al-Bukhari dalam *Shahih Al-Bukhari*, Kitab *Al-Hars wa Al-Muzara'ah* (Bab *Man Ahya Ardhan Mawat-an*).
2. Referensi Sains Tanah, Agronomi, dan Ekologi Sawah
 - Brady, N. C., & Weil, R. R. (2016). *The Nature and Properties of Soils (15th Edition)*. Pearson.
 - De Datta, S. K. (1981). *Principles and Practices of Rice Production*. John Wiley & Sons.
 - Lal, R. (2015). *Restoring Soil Quality to Mitigate Soil Degradation*. *Sustainability*, 7(5), 5875-5895.

3. Referensi Integrasi Maqasid Syariah, SDGs, dan Lingkungan
 - Perserikatan Bangsa-Bangsa (United Nations). (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*.
 - Al-Awwa, J. E. (2006). *Maqasid al-Shari'ah as Philosophy of Islamic Law: A Systems Approach*. London: The International Institute of Islamic Thought (IIIT).
 - Auda, J. (2008). *Maqasid al-Shari'ah an Introductory Guide*. IIIT.
 - Mangunjaya, F. M. (2019). *Konservasi Alam dalam Islam*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia.

2. Mikroorganisme tanah

Tanah sawah bukan sekadar media fisik tempat berdirinya tanaman padi, melainkan sebuah ekosistem dinamis yang sarat dengan kehidupan biologi. Di dalam setiap gram tanah sawah yang subur, terdapat miliaran mikroorganisme seperti *bakteri*, *fungi*, *aktinomisetes*, dan *alga* yang bekerja tanpa henti. Keberadaan makhluk mikroskopis ini memegang peranan krusial dalam menggerakkan siklus hara, mendekomposisi bahan organik, dan menjaga struktur tanah agar tetap remah serta optimal bagi pertumbuhan tanaman. Tanpa aktivitas mikroorganisme, tanah akan kehilangan vitalitasnya dan berubah menjadi media yang mati serta infertil.

Dalam konteks kesuburan tanah, mikroorganisme bertindak sebagai "pabrik biokimia" alami yang menyediakan nutrisi siap serap bagi tanaman padi. Bakteri penambat nitrogen (N₂) seperti *Azotobacter* dan *Rhizobium*, serta bakteri pelarut fosfat (P), mampu mengubah unsur hara yang awalnya terikat di alam menjadi bentuk yang tersedia bagi akar tumbuhan. Proses biofertilisasi ini secara signifikan mengurangi ketergantungan petani pada pupuk kimia sintetis. Efisiensi hara yang digerakkan oleh mikrobiota ini memastikan

bahwa siklus kehidupan di dalam ekosistem sawah dapat berlangsung secara berkelanjutan dari musim ke musim.



Gambar 5. Tanah Sawah

Ketika kita memandang tata kelola tanah sawah melalui lensa *Maqāsid Syariah* (tujuan-tujuan luhur syariat Islam), pemeliharaan mikroorganisme tanah berkaitan erat dengan prinsip *Hifzh al-Mal* (perlindungan harta) dan *Hifzh al-Nafs* (perlindungan jiwa). Tanah yang subur dan kaya akan biodiversitas mikroba adalah aset ekonomi utama bagi petani dan negara. Dengan menjaga kehidupan mikroba tanah, kita secara langsung melindungi produktivitas lahan, yang berarti mengamankan sumber pendapatan petani (*Hifzh al-Mal*) sekaligus menjamin kelestarian lingkungan (*Hifz al-Bi'ah*), ketersediaan pangan yang *thoyyib* (baik dan sehat) untuk keberlangsungan hidup manusia (*Hifzh al-Nafs*).

Lebih jauh lagi, perlindungan terhadap mikrobiota tanah mencerminkan implementasi dari *Hifzh al-Nasl* (perlindungan keturunan). Penggunaan pestisida dan pupuk kimia secara berlebihan yang dapat membunuh mikroorganisme tanah tidak hanya merusak ekosistem saat ini, tetapi juga mewariskan tanah yang rusak dan tidak produktif kepada generasi

mendatang. Menjaga kesuburan hayati tanah sawah memastikan bahwa anak cucu kita kelak masih memiliki sumber daya alam yang andal untuk memenuhi kebutuhan pangan mereka, terhindar dari ancaman kelaparan dan krisis ekologi.

Dalam pandangan teologi Islam, memperlakukan mikroorganisme tanah dengan bijak adalah perwujudan amanah manusia sebagai *Khalifah* (pemimpin/pengelola) di muka bumi. Manusia dilarang keras berbuat kerusakan di bumi (*iafsad fi al-ardh*), termasuk merusak tatanan ekologis tanah yang telah diciptakan Allah SWT dalam keseimbangan yang sempurna (*mizan*). Mikroorganisme, meskipun tidak kasat mata, adalah tentara-tentara alam yang bertasbih dan bekerja menjaga keseimbangan bumi; menghancurkannya demi keuntungan jangka pendek adalah bentuk pengingkaran terhadap amanah ekologis tersebut.

Jika ditarik garis benang merah dengan agenda global, pemeliharaan mikroorganisme tanah sawah sangat selaras dengan target *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya SDGs Poin 2: *Zero Hunger* (Tanpa Kelaparan). Kesuburan tanah yang ditopang oleh aktivitas mikroba secara langsung meningkatkan hasil panen padi secara stabil. Ketahanan pangan nasional dan global tidak akan pernah tercapai secara berkelanjutan jika fondasi utamanya, yaitu kesehatan dan kesuburan biologi tanah, diabaikan dan mengalami degradasi.

Aktivitas mikroorganisme tanah juga berkontribusi besar pada SDGs Poin 13: *Climate Action* (Penanganan Perubahan Iklim). Tanah sawah yang kaya akan bahan organik dan mikroba yang sehat memiliki kemampuan sekuestrasi karbon (penyerapan karbon) yang lebih baik. Fungi mikoriza dan bakteri tertentu membantu mengikat karbon di dalam tanah dalam bentuk senyawa stabil, sehingga mengurangi emisi gas

rumah kaca ke atmosfer. Pengelolaan mikroba yang tepat di lahan sawah tergenang juga dapat menekan produksi gas metana (CH_4), menjadikannya solusi berbasis alam (*nature-based solutions*) yang efektif.

Selanjutnya, pemeliharaan ini beririsan langsung dengan SDGs Poin 15: *Life on Land* (Ekosistem Daratan). Sawah merupakan ekosistem buatan yang sangat bergantung pada keanekaragaman hayati di bawah permukaan tanah (*below-ground biodiversity*). Menghentikan degradasi lahan dan mengembalikan kesuburan tanah melalui pendekatan pertanian regeneratif berbasis mikroba adalah langkah konkret untuk menghentikan hilangnya keanekaragaman hayati. Ketika mikroorganisme tanah lestari, maka makro-organisme seperti cacing tanah, serangga pelindung, hingga burung sawah juga akan ikut terjaga dalam rantai makanan.

Integrasi antara *Maqāsid Syariah* dan SDGs dalam pengelolaan sawah melahirkan konsep pertanian berkelanjutan yang holistik, di mana dimensi spiritual, sosial, ekonomi, dan lingkungan berjalan beriringan. Kedua paradigma ini sama-sama menekankan bahwa eksploitasi alam yang melampaui batas daya dukungnya adalah tindakan yang destruktif. Mikroorganisme tanah menjadi jembatan operasional yang menunjukkan bagaimana hukum alam (*Sunnatullah*) bekerja menyuburkan bumi, dan bagaimana manusia harus beradaptasi dengannya secara bijaksana.

Tantangan terbesar saat ini adalah masifnya modernisasi pertanian yang mengabaikan aspek biologis tanah, seperti adiksi pupuk kimia sintetis tinggi yang membuat tanah sawah menjadi keras dan "masam". Oleh karena itu, diperlukan pergeseran paradigma (*shift of paradigm*) di kalangan petani dan pengambil kebijakan untuk kembali menggalakkan penggunaan pupuk hayati, kompos, dan manajemen air sawah yang ramah mikroba. Edukasi mengenai pentingnya makhluk

tak kasat mata ini harus digalakkan sebagai bagian dari *jihād* ekologis dan tanggung jawab kemanusiaan.

Dengan demikian, kesuburan tanah sawah yang digerakkan oleh mikroorganisme adalah berkah sekaligus amanah yang menghubungkan ketaatan spiritual dengan keberlanjutan global. Melalui pelestarian mikrobiota tanah, kita tidak hanya sedang menerapkan prinsip *Maqāsid Syariah* dalam menjaga jiwa, harta, dan keturunan, tetapi juga sedang melangkah serentak mencapai target-target SDGs untuk bumi yang lebih hijau. Menjaga kehidupan di dalam tanah adalah kunci utama untuk menjamin kehidupan dan kedaulatan pangan di atas tanah.

Referensi:

1. Referensi Mikrobiologi Tanah dan Agronomi Modern
 - Rao, N. S. S. (2017). *Biofertilizers in Agriculture and Forestry (4th Edition)*. Oxford & IBH Publishing.
 - Paul, E. A. (2014). *Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry (4th Edition)*. Academic Press.
 - Lal, R. (2016). *Beyond coping: achieving soil security to sustain human society*. *Soil Science and Plant Nutrition*, 62(4), 319-323.
2. Referensi Teologi Islam dan Maqasid Syariah
 - Al-Qur'an Al-Karim:
 - ✓ Surah Al-A'raf (7) Ayat 56: Larangan berbuat kerusakan di muka bumi (*iafsad fi al-ardh*) setelah Allah SWT menciptakannya dalam tatanan yang baik/seimbang.
 - ✓ Surah Al-Qamar (54) Ayat 49: Konsep penciptaan segala sesuatu berdasarkan ukuran/keseimbangan yang sempurna (*mîzan*).

- Auda, J. (2008). *Maqasid al-Shari'ah as a Philosophy of Islamic Law: A Systems Approach*. London: The International Institute of Islamic Thought (IIIT).
 - Mangunjaya, F. M. (2019). *Konservasi Alam dalam Islam*. Jakarta: Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
3. Referensi SDGs dan Dokumen Pembangunan Berkelanjutan
- Perserikatan Bangsa-Bangsa (United Nations). (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. New York: UN Publishing.
 - SDGs Poin 2 (Zero Hunger): Keberlanjutan sistem produksi pangan melalui perbaikan kualitas tanah.
 - SDGs Poin 13 (Climate Action): Solusi berbasis alam (*nature-based solutions*) dan penyerapan emisi gas rumah kaca.
 - SDGs Poin 15 (Life on Land): Penghentian degradasi lahan dan pelestarian keanekaragaman hayati daratan.
 - FAO (Food and Agriculture Organization). (2020). *State of knowledge of soil biodiversity - Status, challenges and potentialities*. Rome: FAO.

3. Siklus unsur hara

a. Jenis-Jenis Siklus Unsur Hara Utama

Berdasarkan sumber atau reservoir utamanya, siklus hara dibagi menjadi beberapa jalur penting:

A. Siklus Nitrogen (N)

Nitrogen adalah komponen utama penyusun protein dan DNA. Meskipun udara kita mengandung 78% gas nitrogen (N_2), tumbuhan tidak bisa menyerapnya secara langsung dalam bentuk gas.

- **Fiksasi**

Gas nitrogen diikat oleh bakteri tanah (seperti *Rhizobium* atau *Azotobacter*) atau melalui kilat,

mengubahnya menjadi amonia (NH_3). Kehilangan N di sawah diimbangi oleh organisme unik seperti Alga Hijau-Biru (*Cyanobacteria*) dan paku air *Azolla pinnata* yang hidup di permukaan air sawah. Mereka mampu menangkap gas N_2 langsung dari udara dan mengubahnya menjadi nitrogen organik yang menyuburkan sawah secara gratis ketika mereka mati dan membusuk.

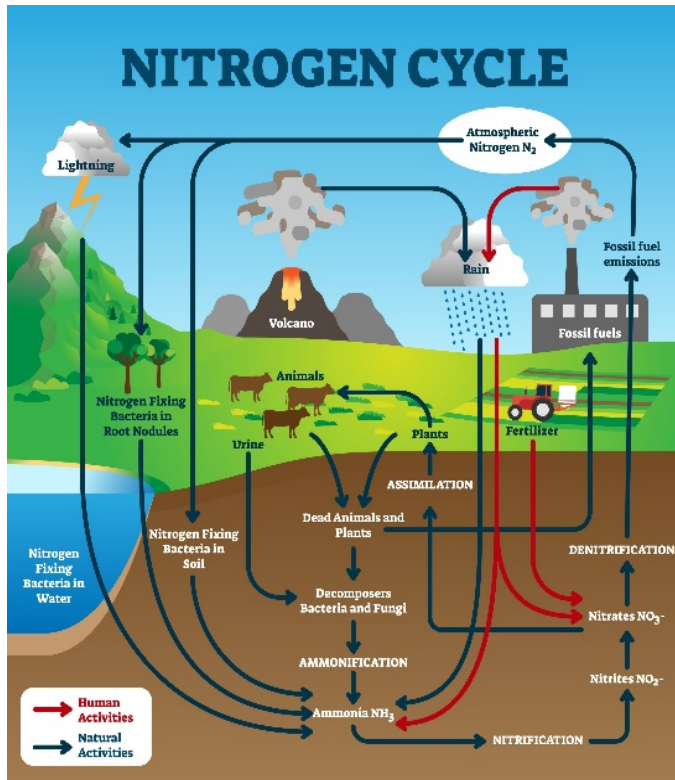
- **Nitrifikasi**

Amonia diubah oleh bakteri nitrifikasi menjadi nitrit (NO_2), lalu menjadi nitrat (NO_3) yang siap diserap oleh akar tumbuhan. Lapisan tipis paling atas yang masih terkena oksigen dari air. Di sini, amonium (NH_4) diubah oleh bakteri menjadi nitrat (NO_3) melalui proses *nitrifikasi*. Proses ini disebut lapisan oksik (Aerob)

- **Asimilasi**

Tumbuhan menyerap nitrat untuk membangun jaringan tubuhnya, yang kemudian berpindah ke hewan melalui rantai makanan.

- **Amonifikasi & Denitrifikasi** Ketika makhluk hidup mati, pengurai mengubah kembali nitrogen organik menjadi amonia. Bakteri denitrifikasi kemudian mengubah sebagian nitrat kembali menjadi gas N_2 ke atmosfer. Lapisan tanah yang lebih dalam dan miskin oksigen. Jika nitrat dari lapisan atas merembes ke bawah, bakteri anaerob akan melakukan *denitrifikasi*, yaitu mengubah nitrat menjadi gas nitrogen (N_2 atau N_2O) yang menguap ke atmosfer. Ini adalah salah satu penyebab hilangnya efisiensi pupuk N di sawah. Dan, proses ini berada pada lapisan anoksik (*anaerob*).



Gambar 6. Nitrogen Cycle

B. Siklus Fosfor (P)

Fosfor sangat penting untuk perkembangan akar dan pengisian bulir padi. Siklus P di sawah sangat diuntungkan oleh kondisi penggenangan. Berbeda dengan nitrogen, siklus fosfor tidak melalui atmosfer (tidak berbentuk gas). Reservoir utamanya adalah batuan dan mineral di bumi.

• Pelapukan

Batuan mengalami pelapukan akibat cuaca, melepaskan ion fosfat ke dalam tanah dan air. Di tanah kering, fosfor sering kali "terikat" kuat oleh mineral tanah (seperti besi dan aluminium)

sehingga tidak bisa diserap tanaman. Namun, saat sawah digenangi, terjadi kondisi reduksi kimia yang memecah ikatan besi-fosfat tersebut. Akibatnya, fosfat menjadi larut dan tersedia bagi tanaman padi.

- **Asimilasi**

Tumbuhan menyerap fosfat dari tanah untuk pertumbuhan (pembentukan ATP dan DNA). Hewan mendapatkannya dengan memakan tumbuhan.

- **Dekomposisi**

Ketika tumbuhan atau hewan mati, mikrobiota tanah menguraikan sisa organik tersebut dan mengembalikan fosfat ke dalam tanah.

- **Sedimentasi**

Fosfat yang terbawa ke laut akan mengendap membentuk batuan sedimentasi baru dalam jangka waktu jutaan tahun. Bakteri pelarut fosfat (*Phosphate Solubilizing Bacteria*) di sekitar perakaran padi mengeluarkan asam organik yang membantu melepaskan ikatan fosfor terikat, sehingga meningkatkan efisiensi pemupukan P.

C. Siklus Karbon (C) dan Oksigen (O)

Siklus ini sangat erat kaitannya dengan proses kehidupan dasar: fotosintesis dan respirasi. Siklus karbon di sawah berputar di antara tanaman padi, atmosfer, dan bahan organik tanah (seperti sisa jerami dan akar).

- **Fotosintesis**

Tumbuhan menyerap karbon dioksida (CO_2) dari udara dan air untuk menghasilkan glukosa dan melepaskan oksigen (O_2).

- **Respirasi**

Manusia, hewan, dan mikroba menghirup O_2 dan melepaskan kembali CO_2 ke atmosfer sebagai hasil pembakaran energi.

- **Dekomposisi & Pembakaran**

Penguraian makhluk mati dan pembakaran bahan bakar fosil juga melepaskan kembali karbon yang tersimpan ke atmosfer. Karena kondisi sawah yang tergenang kekurangan oksigen, proses perombakan jerami sisa panen oleh mikroorganisme berjalan lebih lambat dibanding di lahan kering. Jika jerami ditanamkan dalam kondisi sawah yang terus-menerus tergenang tanpa pengeringan berkala, bakteri metanogenik akan mengubah karbon tersebut menjadi gas metana (CH_4), yang merupakan gas rumah kaca kuat. Oleh karena itu, manajemen pengairan sawah (*intermittent irrigation*/pengeringan berkala) sangat penting untuk memotong siklus pembentukan metana ini tanpa mengurangi kesuburan tanah.

b. Tahapan Umum dalam Siklus Hara

Secara umum, setiap unsur hara akan melewati 4 tahapan besar berikut ini:

Keterangan:

1. Pelepasan dari Sumber (Reservoir)

Unsur hara dilepaskan ke lingkungan melalui pelapukan batu, emisi gas, atau aktivitas vulkanik.

2. Penyerapan (Asimilasi)

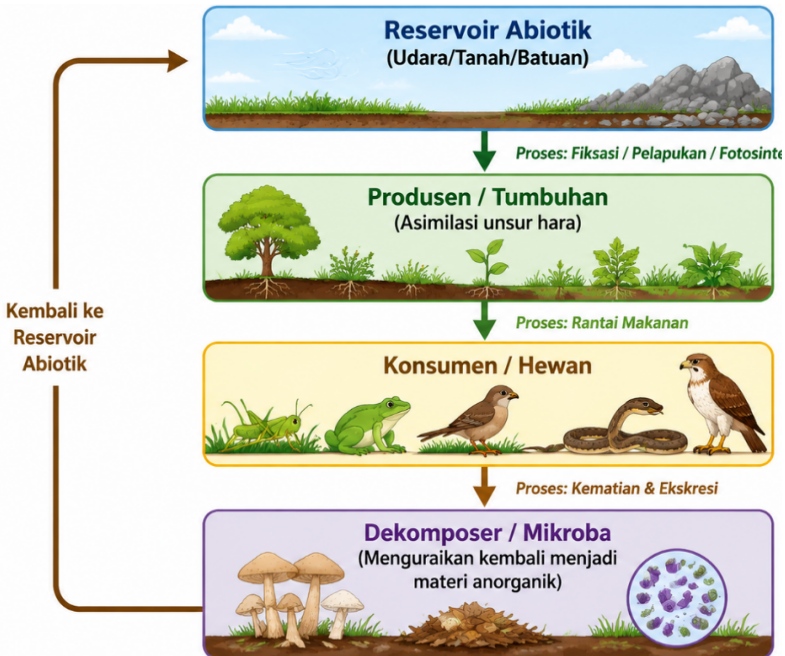
Produsen (tumbuhan dan alga) menyerap unsur hara anorganik dari lingkungan dan mengubahnya menjadi molekul organik.

3. Konsumsi

Unsur hara berpindah dari satu makhluk hidup ke makhluk hidup lainnya melalui rantai makanan (dari tumbuhan ke herbivora, lalu ke karnivora).

4. Dekomposisi (Penguraian)

Ketika makhluk hidup mati atau menghasilkan sisa ekskresi (kotoran), mikroorganisme tanah (bakteri dan fungi) bertindak sebagai dekomposer. Mereka memecah senyawa organik kompleks tersebut kembali menjadi unsur hara anorganik sederhana yang kembali ke tanah atau atmosfer, siap digunakan kembali oleh generasi tumbuhan berikutnya.



Gambar 7. Reservoir Abiotik

c. Mengapa Siklus Hara Sangat Penting?

Siklus hara sangat penting dalam ekologi sawah dan kesuburan tanah karena:

1. **Menjaga Kesuburan Tanah**

Seperti pada ekosistem sawah atau hutan, mikroba yang sehat memastikan zat hara seperti Nitrogen, Fosfor, dan Kalium selalu tersedia untuk tanaman.

2. **Keseimbangan Ekosistem**

Mencegah terjadinya penumpukan limbah organik (bangkai dan kotoran) di permukaan bumi.

3. **Regulasi Iklim**

Siklus seperti siklus karbon membantu mengatur jumlah gas rumah kaca di atmosfer agar suhu bumi tetap stabil.

d. Faktor Penentu Keberhasilan Siklus Hara di Sawah

Kesuburan tanah sawah tidak hanya ditentukan oleh seberapa banyak pupuk yang ditebar, melainkan seberapa lancar siklus hara bekerja melalui komponen berikut:

1. Peran Biota Tanah (*Below-Ground Biodiversity*)

Mikroorganisme (bakteri, fungi, aktinomisetes) dan makroorganisme (cacing tanah) bertindak sebagai dekomposer. Mereka mengunyah, mencerna, dan mengubah bahan organik kompleks (seperti pupuk kandang atau kompos) menjadi unsur hara anorganik siap serap (NH_4^+ , PO_4^{3-} , K^+) melalui proses mineralisasi.

2. Bahan Organik Tanah (BOT)

Bahan organik adalah "bensin" bagi mikroorganisme tanah. Tanah sawah yang kekurangan bahan organik (akibat jerami selalu dibakar atau dibuang) akan membuat populasi mikroba menurun drastis. Akibatnya, siklus hara macet, tanah menjadi keras (*bantat*), dan tanaman menjadi adiktif terhadap pupuk kimia.

3. Manajemen Air (Siklus Basah-Kering)

Pengeringan sawah sesaat menjelang fase primordia (pembentukan malai) memberikan kesempatan bagi oksigen untuk masuk ke dalam pori-pori tanah. Hal ini merangsang aktivitas bakteri aerob, mempercepat perombakan bahan organik, dan menyehatkan perakaran padi dari penumpukan zat beracun (seperti asam sulfida atau besi berlebih).

Dengan demikian, siklus unsur hara dalam ekologi sawah adalah rantai ketergantungan yang indah. Menjaga kesuburan tanah sawah jangka panjang berarti menjaga kesehatan biologi tanahnya. Dengan mengembalikan bahan organik (kompos/jerami) dan mengelola air dengan bijak, mikroorganisme tanah akan bekerja optimal menjaga siklus hara tetap berputar, memastikan panen padi tetap melimpah secara berkelanjutan.

Referensi:

1. Siklus Nitrogen (N) di Lahan Sawah Tergenang
 - Buresh, R. J., & De Datta, S. K. (1991). Nitrogen dynamics and management in rice soils. *Advances in Soil Science*, 15, 1-84.
 - Watanabe, I., & Liu, C. C. (1992). Improving nitrogen-fixing systems and alternatives in rice agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 8(1), 55-60.
2. Siklus Fosfor (P) dan Kondisi Reduksi Sawah
 - Willett, I. R. (1989). Phosphorus dynamics in relation to changing redox conditions in flooded soils. *Phosphorus Cycles in Agricultural Ecosystems*, 73-81.
 - Rodriguez, H., & Fraga, R. (1999). Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotechnology Advances*, 17(4-5), 319-339.

3. Siklus Karbon (C), Emisi Metana (CH_4), dan Pengairan Berkala
 - Neue, H. U. (1993). Methane emission from rice fields. *BioScience*, 43(7), 466-474.
 - Tyagi, L., Singh, B., & Singh, K. (2010). Carbon dynamics and greenhouse gas emissions in rice ecosystems: A review. *Environmental Monitoring and Assessment*, 162, 173-185.
4. Keanekaragaman Hayati Tanah (Below-Ground Biodiversity) dan Bahan Organik
 - Brady, N. C., & Weil, R. R. (2016). *The Nature and Properties of Soils (15th Edition)*. Pearson.
 - Fageria, N. K. (2014). *The Role of Plant Roots in Crop Production*. CRC Press.

4. Peran cacing tanah

Ekosistem sawah merupakan salah satu bentuk pertanian lahan basah yang sangat bergantung pada keseimbangan antara komponen biotik dan abiotik. Di dalam tanah sawah yang subur, tersembunyi berbagai organisme yang bekerja sebagai elemen fungsional, salah satunya adalah cacing tanah. Meskipun sering kali luput dari perhatian karena ukurannya yang relatif kecil dan hidup di bawah permukaan, cacing tanah memegang peran makro ekologis yang sangat vital. Keberadaan hewan invertebrata ini menjadi salah satu indikator biologis paling akurat untuk mengukur kesehatan dan tingkat kesuburan suatu lahan pertanian.

Secara ekologis, cacing tanah bertindak sebagai "insinyur ekosistem" (*ecosystem engineers*) melalui aktivitas pergerakannya di dalam tanah. Saat bergerak mencari makan, cacing tanah mengebor dan menembus lapisan tanah sawah, yang kemudian membentuk jaringan terowongan atau makropori alami. Saluran-saluran kecil yang diciptakan oleh

cacing tanah ini sangat berguna untuk memperbaiki struktur fisik tanah yang semula padat menjadi lebih remah. Pori-pori tanah ini menjadi jalur utama bagi sirkulasi udara (aerasi) dan mempermudah penetrasi akar tanaman padi untuk tumbuh lebih dalam mencari nutrisi.



Gambar 8. Peran Vital Cacing Tanah

Dinamika air di lahan sawah yang mengalami fase penggenangan dan pengeringan sangat terbantu oleh adanya jaringan terowongan cacing tanah ini. Makropori tersebut berfungsi meningkatkan kapasitas infiltrasi dan drainase tanah, sehingga air dapat meresap dengan lebih merata ke lapisan tanah yang lebih dalam. Ketika fase pengeringan sawah tiba, porositas yang baik mencegah tanah sawah menjadi terlalu keras, pecah-pecah (retak rambut), atau membatu (bantat). Kemampuan pengelolaan tata air alami ini secara langsung meminimalkan risiko stres kekeringan pada tanaman padi saat pasokan air irigasi terbatas.

Dari sisi kimia tanah, cacing tanah berperan besar dalam mempercepat siklus unsur hara melalui proses pencernaan mereka. Cacing tanah memakan serasah daun, sisa-sisa akar padi, dan bahan organik lainnya yang bercampur dengan butiran tanah. Di dalam sistem pencernaannya, bahan-bahan

organik tersebut mengalami pemecahan mekanis dan kimiawi dengan bantuan enzim serta mikroba usus cacing. Proses ini mengubah sisa tanaman yang kompleks menjadi senyawa anorganik sederhana yang jauh lebih mudah larut dan siap diserap oleh perakaran tanaman padi.

Hasil ekskresi atau kotoran cacing tanah yang dikeluarkan ke permukaan atau di dalam tanah dikenal dengan istilah *casting* atau kascing (bekas cacing). *Kascing* merupakan pupuk organik berkualitas tinggi yang sangat kaya akan unsur hara makro dan mikro, seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), dan magnesium (Mg). Konsentrasi unsur hara dalam kascing bahkan diketahui berkali-kali lipat lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi tanah biasa di sekitarnya. Kehadiran kascing secara alami di area perakaran (rizosfer) bertindak sebagai penyedia nutrisi berkelanjutan bagi tanaman padi sepanjang musim tanam.

Hubungan antara cacing tanah dan mikroorganisme tanah (seperti bakteri dan fungi) merupakan bentuk simbiosis mutualisme yang sangat indah di ekosistem sawah. Saat cacing tanah mencerna bahan organik, mereka juga menyebarkan spora fungi dan sel-sel bakteri ke seluruh lapisan tanah melalui kotoran dan lendir tubuhnya. Terowongan yang dibuat cacing tanah juga menyediakan lingkungan mikro yang kaya oksigen dan lembap, yang sangat ideal bagi pertumbuhan populasi mikroba bermanfaat. Sinergi antara makrofauna dan mikrofauna inilah yang menggerakkan roda biokimia tanah sawah secara optimal.

Selain menyuburkan, cacing tanah juga berkontribusi dalam menekan perkembangan patogen atau penyakit tanaman padi di dalam tanah. Dengan mengonsumsi dan mempercepat dekomposisi sisa-sisa tanaman yang terinfeksi oleh jamur atau bakteri merugikan, cacing tanah secara tidak langsung memutus siklus hidup agen penyakit tersebut. Selain

itu, stimulasi terhadap pertumbuhan bakteri antagonis (bakteri baik) di sekitar jaringan terowongan cacing dapat membantu menciptakan sistem imun alami pada tanah (*suppressive soil*), sehingga tanaman padi menjadi lebih resisten terhadap serangan penyakit akar.

Namun, modernisasi pertanian modern membawa tantangan besar bagi kelestarian populasi cacing tanah di area persawahan. Penggunaan pupuk kimia sintetis berkadar tinggi dan pestisida kimia secara terus-menerus terbukti menurunkan kualitas lingkungan hidup cacing tanah secara drastis. Tanah sawah yang masam, keracunan residu kimia, dan kekurangan bahan organik (karena jerami sering dibakar) akan memaksa cacing tanah bermigrasi atau bahkan mati massal. Oleh karena itu, penerapan pertanian organik atau pertanian input rendah (LEISA) menjadi mutlak diperlukan untuk mengembalikan populasi fauna tanah ini.

Jadi, cacing tanah bukan sekadar organisme pelengkap, melainkan pilar utama dalam menjaga produktivitas ekologi sawah jangka panjang. Melalui fungsi fisik sebagai pembuat pori, fungsi kimia sebagai produsen kasing kaya hara, dan fungsi biologis sebagai mitra mikroorganisme, cacing tanah terbukti menghemat biaya produksi pertanian dari ketergantungan pupuk buatan. Melindungi eksistensi cacing tanah di dalam sawah sama artinya dengan merawat warisan kesuburan tanah yang berkelanjutan demi tercapainya kedaulatan pangan masa depan.

Referensi:

1. Cacing Tanah sebagai "Insinyur Ekosistem" & Efek Fisik Tanah
 - Lavelle, P., Bignell, D., Lepage, M., Wolters, V., Roger, P., Ineson, P., ... & Dhillon, S. (1997). Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem

engineers. *European Journal of Soil Biology*, 33(4), 159-193.

○

- Blouin, M., Hodson, M. E., Delgado, E. A., Baker, G., Brussaard, L., Butt, K. R., ... & Brun, J. J. (2013). Earthworms and mitigation of environmental distress: a review. *Applied Soil Ecology*, 65, 59-75.
2. Aspek Kimia Tanah: Dekomposisi Bahan Organik dan Kascing (Casting)
 - Edwards, C. A. (2004). *Earthworm Ecology (2nd Edition)*. CRC Press.
 - Parthasarathi, K., & Ranganathan, L. (2000). Profiles of enzyme activity in the gut of earthworms and vermicasts. *Tropical Ecology*, 41(2), 251-254.
 3. Aspek Biologis: Simbiosis Mutualisme Mikroba & Pengendalian Patogen
 - Brown, G. G. (1995). How do earthworms affect microfloral and faunal community diversity? *Plant and Soil*, 170(1), 209-231.
 - Elmer, W. H. (2009). Influence of earthworms on soilborne diseases of vegetables. *Plant Disease*, 93(2), 175-179.
 4. Tantangan Modernisasi Pertanian & Pertanian Berkelanjutan (LEISA)
 - Pelosi, C., Barot, S., Capowiez, Y., Hedde, M., & Vandenbulcke, F. (2014). Pesticides and earthworms. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34(1), 199-228.

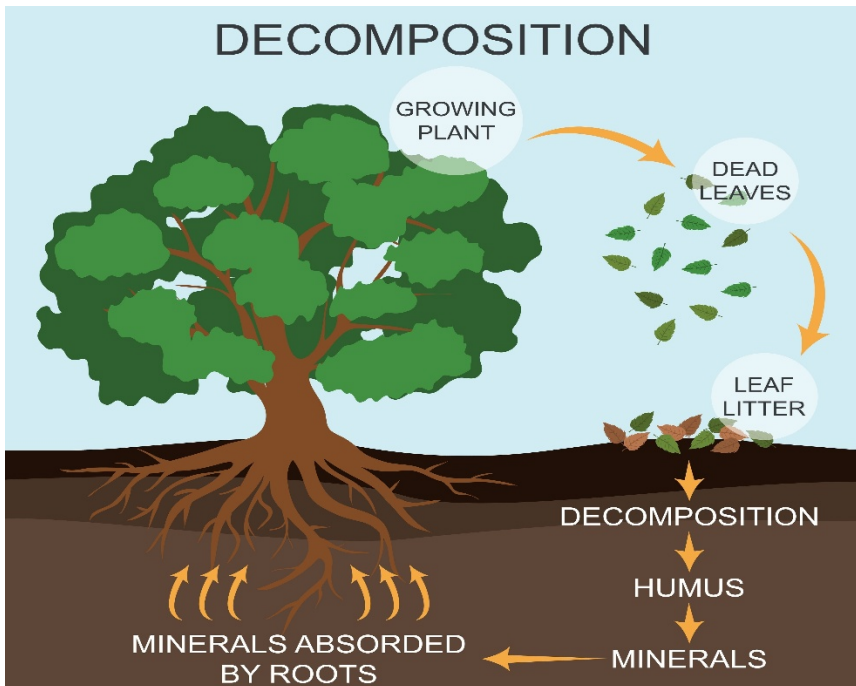
5. Peran bahan organik

Bahan organik merupakan pilar utama sekaligus motor penggerak kehidupan dalam ekosistem pertanian, khususnya pada lahan basah seperti sawah. Di dalam sistem ekologi

sawah yang dinamis, bahan organik tidak hanya dipandang sebagai kumpulan sisa-sisa tanaman atau kotoran hewan yang membusuk, melainkan sebagai komponen vital yang mengikat aspek fisik, kimia, dan biologi tanah menjadi satu kesatuan yang fungsional. Tanpa pasokan bahan organik yang memadai, tanah sawah akan kehilangan daya dukung alaminya, mengalami degradasi mutu, dan berubah menjadi media tanam yang keras serta tidak produktif.

Secara fisik, bahan organik bertindak sebagai "semen alami" yang mengikat butiran-butiran primer tanah – seperti pasir, debu, dan liat – menjadi agregat tanah yang mantap. Pembentukan agregat ini sangat krusial bagi tanah sawah karena mampu menciptakan struktur tanah yang remah dan berpori. Struktur tanah yang baik ini mempermudah penetrasi akar padi untuk tumbuh secara optimal sekaligus meningkatkan kapasitas retensi air (daya ikat air) tanah. Kemampuan menahan air ini menjaga kelembapan tanah tetap stabil, terutama saat sawah memasuki fase pengeringan berkala atau ketika terjadi kelangkaan air irigasi.

Ditinjau dari aspek kimia tanah, bahan organik memiliki peran strategis sebagai penyangga (*buffer*) terhadap fluktuasi keasaman (pH) tanah sawah. Bahan organik yang telah mengalami proses dekomposisi lanjut akan berubah menjadi humus yang memiliki Kapasitas Tukar Kation (KTK) sangat tinggi. KTK yang tinggi ini memungkinkan tanah untuk mengikat dan menyimpan unsur-hara makro penting – seperti Kalium (K^+), Kalsium (Ca^{2+}), dan Magnesium (Mg^{2+}) – agar tidak mudah tercuci oleh aliran air sawah. Dengan demikian, efisiensi pemupukan dapat ditingkatkan secara signifikan dan pemborosan hara dapat ditekan.



Gambar 9. Decomposition

Selain meningkatkan KTK, bahan organik juga menjadi agen kunci dalam memecah fenomena penyematan (*fixation*) unsur fosfor (P) di dalam tanah. Pada tanah sawah yang masam, fosfor sering kali terikat kuat oleh mineral besi (Fe) dan aluminium (Al) sehingga tidak dapat diserap oleh akar padi. Asam-asam organik yang dihasilkan selama proses dekomposisi bahan organik mampu mengkelat (mengikat) Fe dan Al tersebut, sehingga melepaskan ikatan fosfor menjadi bentuk fosfat yang larut dan siap dikonsumsi oleh tanaman untuk merangsang pertumbuhan akar dan pengisian bulir.

Dari dimensi biologi, bahan organik merupakan sumber energi dan makanan utama (*substrate*) bagi miliaran mikroorganisme dan makrofauna tanah, seperti bakteri, fungi, dan cacing tanah. Kehidupan biota tanah ini sangat bergantung pada ketersediaan karbon organik sebagai bahan bakar aktivitas mereka. Ketika bahan organik disuplai secara rutin,

populasi mikroba bermanfaat akan melonjak drastis, yang kemudian menggerakkan roda biokimia tanah melalui proses mineralisasi hara, mengubah bahan organik kompleks menjadi sediaan nutrisi siap serap bagi tanaman.

Keberadaan bahan organik yang melimpah juga mendorong terjadinya hubungan simbiosis mutualisme yang sehat di zona perakaran (*rizosfer*) padi. Mikroba tanah yang aktif berkat suplai bahan organik akan menghasilkan berbagai zat pengatur tumbuh (fitohormon) seperti auksin, giberelin, dan sitokinin yang merangsang percabangan akar tanaman. Sebaliknya, akar padi yang tumbuh sehat akan mengeluarkan eksudat akar yang menjadi nutrisi tambahan bagi mikroba di sekitarnya. Sinergi biologis ini menciptakan benteng pertahanan alami bagi tanaman padi terhadap cekaman lingkungan.

Dalam konteks mitigasi perubahan iklim global, pengelolaan bahan organik di lahan sawah memegang kontribusi penting melalui sekuestrasi karbon (penyerapan karbon di dalam tanah). Sawah yang dikelola dengan mengembalikan sisa panen (seperti jerami) secara konsisten dapat mengunci karbon atmosfer ke dalam struktur tanah dalam bentuk senyawa humat yang stabil. Langkah ini tidak hanya memperbaiki kesuburan tanah secara lokal, tetapi juga menjadi bagian dari *nature-based solutions* untuk mengurangi emisi gas rumah kaca berupa karbon dioksida (CO_2) ke udara.

Meskipun memberikan banyak keuntungan, pengelolaan bahan organik di lahan sawah memerlukan strategi manajemen air yang bijaksana. Jika bahan organik segar, seperti jerami mentah, langsung dibanamkan ke dalam tanah sawah yang terus-menerus tergenang tanpa pasokan oksigen (anaerob), proses dekomposisi oleh bakteri metanogenik justru akan memicu pelepasan gas metana (CH_4) yang merupakan salah satu gas rumah kaca yang kuat. Oleh karena itu, aplikasi bahan

organik idealnya diimbangi dengan metode pengairan berselang (*intermittent irrigation*) atau melalui proses pengomposan matang terlebih dahulu sebelum diaplikasikan ke lahan.

Fakta di lapangan saat ini menunjukkan adanya tantangan serius berupa fenomena "sawah lelah" (*soil fatigue*) akibat adiksi penggunaan pupuk kimia sintetis berkadar tinggi dalam jangka panjang tanpa dibarengi pengembalian bahan organik. Pembakaran jerami sisa panen yang masih marak dilakukan oleh petani turut memperparah penurunan kadar karbon organik total di dalam tanah hingga di bawah batas ideal (kurang dari 2%). Akibatnya, efektivitas pupuk kimia menurun, tanah menjadi padat, dan produktivitas hasil panen padi cenderung melandai (*leveling off*).

Untuk mengatasi krisis kesuburan tersebut, restorasi ekologi sawah melalui gerakan pertanian regeneratif harus segera digalakkan. Upaya konkret dapat dimulai dengan menghentikan kebiasaan membakar jerami dan mengalihkannya menjadi kompos, memanfaatkan pupuk kandang, serta mengintegrasikan tanaman penutup tanah (*cover crops*) atau tanaman legum pada masa bera (jeda tanam). Perubahan paradigma ini menuntut komitmen bersama antara petani, penyuluh lapangan, dan pengambil kebijakan agar pemulihan kesehatan biologi tanah dapat berjalan secara masif.

Sebagai kesimpulan, bahan organik bukan sekadar input tambahan, melainkan roh utama dari keberlanjutan ekologi sawah dan kesuburan tanah. Investasi jangka panjang pada peningkatan kualitas bahan organik tanah secara langsung akan memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah yang bermuara pada peningkatan kedaulatan pangan. Merawat pasokan bahan organik di dalam tanah sawah adalah bentuk nyata dari kearifan manusia dalam mengelola alam demi menjamin kelangsungan hidup generasi hari ini dan generasi yang akan datang

Referensi:

1. Peran Fisik dan Kimia: Agregasi, Humus, KTK, dan Kelarutan Fosfor
 - Stevenson, F. J. (1994). *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions (2nd Edition)*. John Wiley & Sons.
 - Six, J., Conant, R. T., Paul, E. A., & Paustian, K. (2002). Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturation of soils. *Plant and Soil*, 241, 155-176.
2. Dimensi Biologi: Substrat Mikroba, Fitohormon, dan Eksudat Akar
 - Paul, E. A. (2014). *Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry (4th Edition)*. Academic Press.
 - Bais, H. P., Weir, T. L., Perry, L. G., Gilroy, S., & Vivanco, J. M. (2006). The role of root exudates in rhizospheric interactions with plants and other organisms. *Annual Review of Plant Biology*, 57, 233-266.
3. Mitigasi Iklim Global: Sekuestrasi Karbon vs Emisi Metana (CH₄)
 - Neue, H. U. (1997). Fluxes of methane from rice fields and potential for mitigation. *Soil Use and Management*, 13, 258-267.
 - Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, 304(5677), 1623-1627.
4. Fenomena Sawah Lelah (*Soil Fatigue*) dan Pertanian Regeneratif
 - Ladha, J. K., Dawe, D., Pathak, H., Padre, A. T., Yadav, R. L., Singh, B., ... & Regmi, A. P. (2003). How severe is productivity decline in intensive rice-wheat systems of South Asia? *Plant and Soil*, 250, 103-118.

- Montgomery, D. R. (2017). *Growing a Revolution: Bringing Our Soil Back to Life*. W. W. Norton & Company.

Praktik

A. Uji tekstur tanah

Uji tekstur tanah adalah metode untuk menentukan perbandingan relatif antara fraksi pasir (*sand*), debu (*silt*), dan liat (*clay*) yang menyusun suatu tanah. Di laboratorium, pengujian ini dilakukan dengan metode sedimentasi (pipet atau hidrometer), namun di lapangan petani dapat menggunakan "uji rasa" (*feel test*) dengan membasahi sedikit tanah lalu memijatnya di antara jempol dan telunjuk. Tekstur tanah sawah yang ideal umumnya didominasi oleh fraksi liat atau lempung berliat, karena partikel liat memiliki kemampuan yang sangat baik dalam menahan air (*water holding capacity*) dan mengikat unsur hara agar tidak hanyut saat sawah digenangi.

Mengetahui tekstur tanah sangat krusial bagi manajemen ekologi sawah dan kesuburan lahan secara jangka panjang. Tanah yang terlalu banyak mengandung pasir akan sangat boros air dan hara karena porositasnya terlalu tinggi, sedangkan tanah yang terlalu dominan liat berat tanpa bahan organik akan mudah mengeras dan retak saat kering. Dengan memahami tekstur tanah, kita dapat menentukan strategi pemupukan yang efisien, memilih varietas padi yang adaptif, serta mengatur jadwal pengairan berselang (*intermittent irrigation*) yang paling sesuai dengan kapasitas simpan air tanah tersebut.

B. Identifikasi organisme tanah

Identifikasi organisme tanah bertujuan untuk mengetahui keberagaman dan populasi makhluk hidup, baik makrofauna (seperti cacing tanah, semut, dan kumbang) maupun

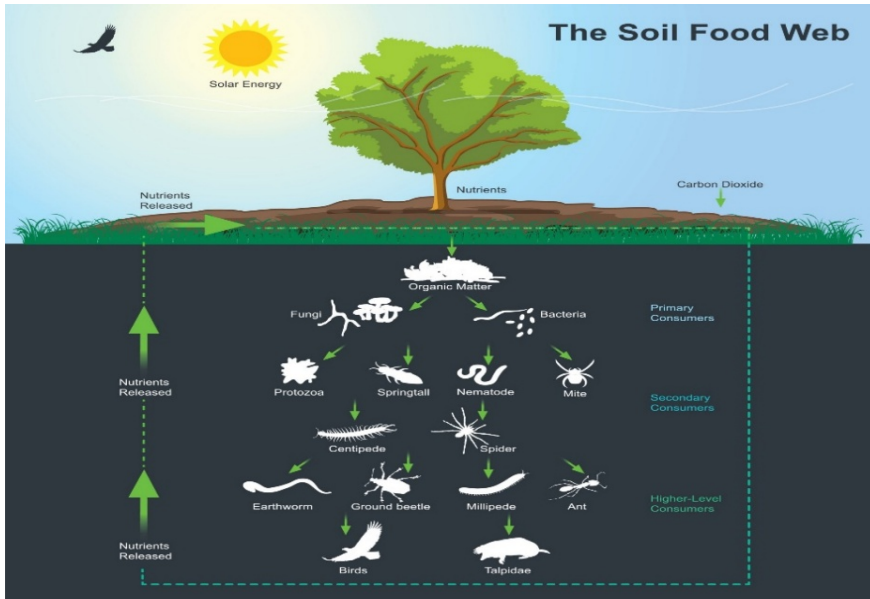
mikroorganisme (seperti bakteri dan fungi) yang menghuni tanah sawah. Praktik ini secara sederhana dapat dilakukan dengan metode *hand-sorting* (memilah faunanya langsung dari kuadrat sampel tanah) atau menggunakan jebakan *pitfall trap* untuk fauna permukaan. Kehadiran dan aktivitas organisme-organisme ini merupakan indikator biologis yang sensitif; tanah sawah yang sehat dan kaya bahan organik dicirikan oleh tingginya keanekaragaman hayati di bawah permukaan tanah (*below-ground biodiversity*).



Gambar 10. Uji Struktur Tanah

Peran organisme tanah sangat vital sebagai penggerak utama siklus unsur hara dan dekomposisi bahan organik. Cacing tanah bertindak sebagai insinyur ekosistem yang membuka pori-pori tanah untuk aerasi akar, sementara bakteri penambat nitrogen dan pelarut fosfat bekerja mengonversi hara terikat menjadi bentuk siap serap bagi padi. Jika dalam identifikasi ditemukan bahwa populasi organisme tanah sangat minim, hal ini menjadi alarm bahwa tanah sawah tersebut telah mengalami kejenuhan atau "kelelahan" akibat

adiksi pupuk kimia sintetis dan pestisida berkadar tinggi yang mematikan biota tanah.



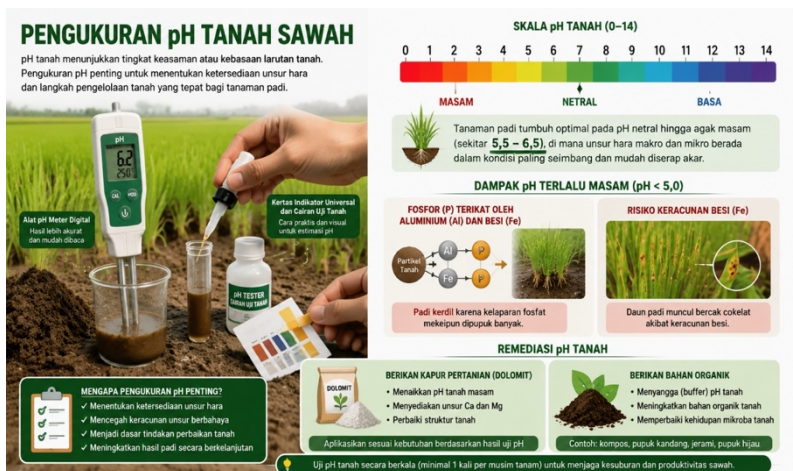
Gambar 11. The Soil Food Web

C. Pengukuran pH tanah

Pengukuran pH tanah dilakukan untuk mengetahui tingkat keasaman atau kebasaan dari larutan tanah sawah. Pengujian ini dapat dipraktikkan secara akurat menggunakan alat pH meter digital, atau secara visual menggunakan kertas indikator universal dan cairan uji tanah (pH tester). Skala pH berkisar antara 0 hingga 14, di mana nilai 7 bermakna netral, di bawah 7 adalah masam, dan di atas 7 adalah basa. Tanaman padi umumnya tumbuh optimal pada kisaran pH netral hingga agak masam (sekitar 5,5 hingga 6,5), di mana seluruh unsur hara makro dan mikro berada dalam kondisi paling seimbang dan mudah larut untuk diserap akar.

Nilai pH tanah menjadi faktor pembatas kimiawi yang paling menentukan ketersediaan unsur hara di dalam ekologi

sawah. Jika pH tanah terlalu masam (di bawah 5,0), unsur fosfor (P) akan terikat kuat oleh aluminium dan besi, sehingga tanaman padi akan kerdil karena kelaparan fosfat meskipun dipupuk dalam jumlah banyak. Sebaliknya, kondisi terlalu masam juga bisa memicu keracunan zat besi (Fe) pada padi yang ditandai dengan daun bercak cokelat. Oleh karena itu, pengukuran pH sangat penting sebagai dasar penentuan tindakan remediasi, seperti pemberian kapur pertanian (dolomit) untuk menaikkan pH yang masam, atau pemberian bahan organik sebagai penyangga (*buffer*) pH tanah.



Gambar 12. Pengukuran pH Tanah Sawah

Output

Peserta mampu membaca kesehatan tanah.

MODUL 3

BENIH DAN PERSEMAIAN PURBA

I. Seleksi benih lokal

Aktivitas pertanian purba merupakan salah satu tonggak paling revolusioner dalam sejarah peradaban manusia, yang menandai transisi besar dari era berburu dan meramu (*hunting-gathering*) menuju era menetap (*sedentary life*). Pada masa awal domestikasi tanaman ini, manusia purba menyadari bahwa kelangsungan hidup mereka tidak lagi bergantung pada keberuntungan menemukan tumbuhan liar, melainkan pada kemampuan mengendalikan pertumbuhan tanaman. Di sinilah cikal bakal seleksi benih lokal lahir. Secara intuitif dan berbasis pengamatan berulang selama ratusan tahun, para petani purba mulai memisahkan biji-biji dari varietas liar yang memiliki keunggulan tertentu untuk disimpan dan ditanam kembali pada musim berikutnya, yang menjadi fondasi awal pemuliaan tanaman modern.

Proses seleksi benih pada masa pertanian purba sangat bergantung pada fenotipe, yaitu ciri-ciri fisik tanaman yang tampak langsung oleh mata. Manusia purba secara alami akan memilih bulir biji yang berukuran lebih besar, bernas, dan tidak cacat. Pada tanaman sereal purba seperti gandum kuno (*einkorn* dan *emmer*) di kawasan Bulan Sabit Subur (tenggara Asia Barat) atau padi liar di sepanjang Lembah Sungai Yangtze di Tiongkok, seleksi difokuskan pada malai tanaman yang tidak mudah rontok saat matang (*non-shattering trait*). Di alam liar, sifat rontoknya biji adalah mekanisme adaptasi tanaman untuk menyebarkan keturunan, namun bagi petani purba, sifat ini merugikan karena menyulitkan pemanenan. Dengan sengaja mengumpulkan bulir yang tetap menempel pada tangkainya,

manusia purba secara tidak sadar telah mengubah genetika tanaman liar menjadi tanaman budidaya.

Diferensiasi geografis dan variasi iklim ekstrem pada masa purba melahirkan konsep adaptasi lokal (*landraces*). Benih yang dikumpulkan dari satu wilayah perbukitan kering akan memiliki karakteristik genetika yang berbeda dengan benih yang diambil dari wilayah lembah basah. Para petani purba melakukan seleksi massa secara ketat terhadap cekaman lingkungan setempat, seperti ketahanan terhadap kekeringan, salinitas (kadar garam) tanah yang tinggi, atau serangan hama lokal. Melalui proses ini, benih lokal purba berkembang menjadi varietas yang memiliki kemantapan ekologis luar biasa tinggi di habitat aslinya. Kemampuan adaptif ini mengamankan pasokan pangan komunitas purba dari ancaman gagal panen total akibat perubahan cuaca yang tidak terprediksi.

Setelah benih terbaik dipilih dan dikumpulkan melalui proses seleksi lokal, tantangan berikutnya bagi masyarakat agronomi purba adalah teknik penyimpanan benih (*seed storage*). Tanpa teknologi pengawetan modern, benih sangat rentan terhadap pembusukan akibat kelembapan tinggi, jamur, serta serangan hewan pengerat atau serangga. Arkeologi mencatat bahwa komunitas purba di berbagai belahan dunia membangun struktur penyimpanan khusus, seperti lumbung bawah tanah yang dilapisi tanah liat kering, wadah tembikar yang disegel menggunakan lilin lebah, atau menggantung malai benih di atas perapian dapur. Asap dari perapian bertindak sebagai pestisida dan fungisida alami yang menjaga viabilitas (*daya tumbuh*) dan vigor (*kekuatan tumbuh*) benih hingga musim tanam berikutnya tiba.

Memasuki fase penanaman, masyarakat purba mulai mengembangkan sistem persemaian kuno sebagai ruang transisi sebelum bibit dipindahkan ke lahan utama. Persemaian purba biasanya memanfaatkan petak tanah kecil yang paling subur, dekat dengan sumber air, dan terlindung dari angin kencang maupun jangkauan hewan liar. Di wilayah Mesoamerika, suku Maya dan Aztek kuno memanfaatkan sistem *chinampa* atau pulau buatan terapung yang sangat kaya akan bahan organik dari sedimen dasar danau sebagai tempat

persemaian yang ideal. Sementara di Asia Timur, persemaian padi basah dilakukan di area tepian sungai yang subur akibat endapan lumpur aluvial, yang menyediakan nutrisi lengkap bagi pertumbuhan awal kecambah.

Pengolahan tanah pada area persemaian purba dilakukan secara manual dengan alat-alat yang sangat sederhana, seperti kayu penugal (digging sticks), cangkul dari batu, atau tulang belikat hewan besar. Meskipun alatnya primitif, orientasi pengolahan tanahnya sangat komprehensif, yaitu menciptakan media yang gembur agar akar muda dapat berpenetrasi tanpa hambatan fisik. Petani purba juga mulai memahami pentingnya kelembapan konstan; mereka menyiram persemaian secara hati-hati menggunakan wadah kulit hewan atau tembikar. Pada beberapa kebudayaan, persemaian diberi peneduh dari anyaman dedaunan atau ranting pohon untuk melindungi bibit muda yang sensitif dari paparan terik sinar matahari langsung yang dapat memicu stres hidrolik.

Selama benih berada di dalam persemaian, proses seleksi tahap kedua atau seleksi bibit (*seedling selection*) berlangsung. Petani purba tidak memindahkan seluruh tanaman yang tumbuh di persemaian ke lapangan produksi. Mereka melakukan penyortiran ulang dengan memperhatikan laju pertumbuhan awal, ketebalan batang, dan warna daun bibit. Bibit yang menunjukkan gejala kerdil, layu, atau berubah warna akibat serangan patogen awal akan langsung dicabut dan dibuang (*rogueing*). Hanya bibit-bibit yang paling kokoh, tegak, dan berakar lebat yang dipilih untuk ditanam di lahan utama. Langkah ini secara drastis meningkatkan persentase keberhasilan hidup tanaman di lapangan terbuka.

Aspek perlindungan tanaman di persemaian purba memadukan pengamatan empiris sederhana dengan dimensi ritualistik-spiritual. Secara teknis, petani purba membersihkan gulma di sekitar bibit secara manual menggunakan tangan untuk mencegah kompetisi perebutan ruang, cahaya, dan nutrisi tanah. Di sisi lain, karena keterbatasan sains saat itu dalam menjelaskan patologi tanaman, kegagalan persemaian akibat serangan jamur atau serangga sering kali direspons dengan upacara adat dan pemberian sesaji kepada dewa bumi

atau dewa kesuburan. Praktik ini menunjukkan bahwa bagi manusia purba, benih dan persemaian adalah elemen sakral yang menghubungkan keberadaan fisik mereka dengan kekuatan metafisik yang mengatur alam semesta.

Sistem persemaian purba juga memicu evolusi teknik domestikasi yang spesifik pada komoditas tertentu. Sebagai contoh, dalam budidaya jagung purba (teosinte) di Lembah Balsas, Meksiko, seleksi benih lokal secara bertahap mengubah struktur tanaman dari yang semula memiliki banyak cabang dengan tongkol mini berkulit keras, menjadi tanaman berbatang tunggal dengan tongkol besar berbiji telanjang yang lunak. Di Mesopotamia, seleksi pada persemaian gandum berhasil mengeliminasi sifat pembungkus biji yang terlalu ketat (glume), sehingga memudahkan proses pasca-panen seperti perontokan dan penumbukan biji untuk dijadikan bahan pangan pokok komunitas.

Melalui kombinasi seleksi benih lokal dan pengelolaan persemaian yang terstruktur, efisiensi penggunaan lahan pada pertanian purba meningkat secara signifikan. Komunitas manusia tidak perlu lagi membuka lahan berukuran masif secara acak dengan tingkat keberhasilan rendah. Sebaliknya, mereka dapat memusatkan energi ekologisnya pada petak-petak lahan yang telah teruji kesuburannya dengan jaminan viabilitas tanaman yang lebih tinggi. Surplus pangan yang dihasilkan dari stabilitas sistem pertanian ini menjadi katalisator utama bagi pembagian kerja baru dalam masyarakat purba, memicu pertumbuhan populasi, dan mendorong lahirnya kota-kota kuno pertama di dunia.

Secara teologis dan filosofis, keberhasilan manusia purba dalam membaca sifat-sifat benih dan merancang ruang persemaian merupakan bentuk awal dari adaptasi manusia terhadap hukum alam (Sunnatullah). Mereka belajar memahami ritme musim, kebutuhan air tanaman, dan interaksi antara tanah dengan makhluk hidup. Benih lokal purba yang diwariskan dari generasi ke generasi bukan sekadar materi genetik statis, melainkan sebuah rekaman sejarah evolusi biologi dan kecerdasan manusia dalam mengelola ekosistem daratan demi kelangsungan hidup kelompoknya.

Dalam paradigma modern, jejak agronomi purba ini menyadarkan kita akan pentingnya menjaga keanekaragaman hayati bawaan (*agrobiodiversity*). Benih-benih lokal hasil seleksi ribuan tahun lalu memiliki kekayaan variasi genetik yang jauh lebih luas dibandingkan benih hibrida modern yang seragam. Di tengah ancaman krisis iklim global saat ini, sains modern sering kali harus menengok kembali karakteristik tangguh dari benih lokal purba untuk menemukan gen-gen superior yang tahan terhadap penyakit baru dan cuaca ekstrem. Menghargai dan melestarikan warisan teknik seleksi serta kemurnian benih lokal adalah kunci esensial bagi kedaulatan pangan berkelanjutan di masa depan.

Referensi:

- Altieri, M. A., & Merrick, L. C. (1987). In Situ Conservation of Crop Genetic Resources through Maintenance of Traditional Farming Systems. *Economic Botany*, 41(1), 86-96.
- Bellwood, P. (2005). *First Farmers: The Origins of Agricultural Societies*. Blackwell Publishing Ltd.
- Doebley, J. (2004). The Genetics of Maize Evolution. *Annual Review of Genetics*, 38, 37-59.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2010). *The Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. Rome: FAO.
- Frankel, O. H., Brown, A. H. D., & Burdon, J. J. (1995). *The Conservation of Plant Biodiversity*. Cambridge University Press.
- Fuller, D. Q. (2011). Pathways to Asian Civilizations: Tracing the Origins and Spread of Rice and Agriculture in Asia. *Rice*, 4(3-4), 78-92.
- Gross, B. L., & Zhao, Z. (2014). Archaeological and Genetic Insights into the Origins of Rice Domestication. *Rice*, 7(1), 19.
- Heun, M., et al. (1997). Site of Einkorn Wheat Domestication Identified by DNA Fingerprinting. *Science*, 278(5341), 1312-1314.

- Matson, G. A., et al. (1997). Agricultural Intensification and Ecosystem Properties. *Science*, 277(5325), 504-509.
- Piperno, D. R., et al. (2009). Starch Grain and Phytolith Evidence for Early Maize and Teosinte Processing in the Balsas River Valley, Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(13), 5019-5024.
- Purugganan, M. D., & Fuller, D. Q. (2009). The Nature of Selection During Plant Domestication. *Nature*, 457(7231), 843-848.
- Shiva, V. (2000). *Stolen Harvest: The Hijacking of the Global Food Supply*. South End Press.
- Siemens, A. H. (1983). Wetland Agriculture in Pre-Hispanic Mesoamerica. *Geographical Review*, 73(2), 166-181.
- Sigaut, F. (1988). A Method for Identifying Grain Storage Techniques and Its Application in European Archaeology. *Aetats del Ier Simposi de l'Humat I l'Aigua in L'Hisbna a la Protohistòria del Mediterrani*.
- Zeder, M. A. (2011). The Origins of Agriculture in the Near East. *Current Anthropology*, 52(S4), S221-S235.
- Zeven, A. C. (1998). Landraces: A Review of Definitions and Classifications. *Euphytica*, 104, 127-139.

2. Uji apung benih



Gambar 13. Pertanian Purba

Gambar tersebut merupakan infografis yang kaya visual dan informatif mengenai warisan pertanian purba di Nusantara. Gambar ini dibagi menjadi dua panel utama dengan fokus berbeda namun saling berkaitan: panel kiri membahas tentang metode seleksi benih, sementara panel kanan menjelaskan teknik persemaian kuno. Secara keseluruhan, gaya ilustrasinya mengadopsi estetika manuskrip daun lontar kuno dengan detail anyaman tradisional sebagai bingkai, menciptakan suasana otentik dan historis yang kuat. Penggunaan warna-warni tanah seperti cokelat liat, hijau daun, dan oker keemasan semakin mempertegas tema kehidupan

purba yang harmonis dengan alam. Judul besar di bagian atas memberikan konteks yang jelas bahwa konten yang disajikan adalah bagian dari kekayaan tradisi Nusantara.



Gambar 14. Uji Apung Benih

Panel kiri, yang berjudul "UJI APUNG BENIH," mengilustrasikan teknik seleksi benih yang sangat vital dan praktis dalam pertanian purba. Ilustrasi ini menampilkan seorang petani pria dengan pakaian adat sederhana, seperti cawat dan kalung manik-manik, sedang duduk berlutut di samping sebuah jambangan tembikar besar yang penuh berisi air. Ekspresi fokus dan konsentrasi di wajahnya saat menaburkan benih ke dalam air menunjukkan betapa pentingnya proses seleksi ini bagi keberhasilan panen di masa depan. Metode ini adalah bentuk pengamatan empiris sederhana namun sangat efektif untuk memisahkan benih yang berkualitas dari yang cacat sebelum masuk ke tahap penanaman.

Inti dari proses uji apung benih ini dijelaskan secara visual melalui perilaku benih di dalam air. Ada dua diagram penjelasan kecil yang menyertainya; diagram di kiri atas menunjukkan proses awal menaburkan benih ke air dengan label "AMATI VIABILITAS" atau daya tumbuh benih. Benih-benih yang tetap mengapung di permukaan air diberi label "BENIH KURANG BAIK (MENGAPUNG)" dengan garis penunjuk. Hal ini karena benih yang mengapung biasanya memiliki rongga udara di dalamnya, yang merupakan tanda benih tersebut ringan, kosong, rusak oleh serangga, atau

membusuk, sehingga kemungkinan besar tidak akan tumbuh dengan baik.

Sebaliknya, benih-benih yang tenggelam dan berkumpul di dasar jambangan diberi label "BENIH UNGGUL (TENGGELOM)." Penjelasan diperkuat dengan diagram kanan bawah yang menampilkan benih yang tenggelam di dasar dengan label "PILIH YANG TENGGELOM." Benih yang tenggelam memiliki densitas atau kerapatan yang lebih tinggi karena penuh dengan endosperma (cadangan makanan) dan embrio yang sehat, yang merupakan indikator viabilitas dan kekuatan tumbuh (vigor) yang tinggi. Pemilihan ini merupakan bentuk awal dari upaya pemuliaan tanaman secara selektif untuk memastikan hasil yang optimal.

Beralih ke panel kanan, "PERSEMAIAN PURBA" menggambarkan sistem pengelolaan lahan pembibitan di luar lapangan produksi utama. Gambar ini menampilkan seorang petani wanita tua, yang melambangkan kearifan dan pengalaman, sedang bekerja di sebuah petak persemaian yang tertata rapi. Lahan tersebut dibagi menjadi petak-petak persegi dengan pematang tanah yang kokoh di tepinya, di mana bibit muda sudah mulai tumbuh. Di latar belakang, terdapat pemukiman berupa rumah-rumah panggung beratap rumbia dan aktivitas komunitas, yang menunjukkan bahwa persemaian ini adalah bagian dari sistem kehidupan menetap dan terorganisir.

Di petak persemaian yang digarap oleh petani wanita tua tersebut, terdapat sebuah papan tanda kecil yang bertuliskan "TEMPAT PEMBIBITAN." Ini menandakan bahwa area tersebut memang dikhususkan untuk menumbuhkan bibit muda sebelum dipindahkan ke lahan sawah atau ladang yang lebih luas. Pengolahan tanah di area ini sangat komprehensif, bertujuan untuk menciptakan media yang gembur agar akar muda dapat berpenetrasi tanpa hambatan fisik. Di dekat petak yang baru diolah, terdapat papan tanda lain bertuliskan "NUTRISI TANAH ALAMI," yang menunjukkan pemahaman masyarakat purba akan pentingnya kesuburan tanah dari bahan organik untuk pertumbuhan awal tanaman.

Aspek perlindungan tanaman pada fase persemaian purba juga sangat diperhatikan, yang terlihat dari struktur atap peneduh sederhana di salah satu petak. Atap ini terbuat dari anyaman dedaunan besar dan ranting pohon, ditopang oleh tiang-tiang kayu. Di area ini, bibit padi muda tumbuh dalam barisan di dalam air. Peneduh ini berfungsi untuk melindungi bibit muda yang sensitif dari paparan langsung sinar matahari yang terik, yang dapat menyebabkan tekanan air dan stres hidrolik pada tanaman, sekaligus membantu menjaga kelembapan konstan di area perakaran.

Teknik persemaian di gambar ini juga menunjukkan pemanfaatan air yang cerdas dan efisien. Di bagian paling kanan bawah, terdapat aliran air sungai kecil yang jernih dengan label "SALURAN IRIGASI ALAMI." Air dari saluran ini dialirkan ke dalam petak persemaian melalui celah di pematang, menciptakan kondisi tanah yang basah dan tergenang yang ideal untuk pertumbuhan padi. Sistem irigasi alami ini membantu menyuplai kebutuhan air tanaman secara stabil dan hati-hati, mencegah bibit dari kekeringan atau terhanyut.

Secara keseluruhan, infografis ini adalah rekam jejak yang luar biasa dari kearifan dan kecerdasan masyarakat agronomi purba Nusantara. Melalui kombinasi seleksi benih unggul melalui uji apung dan pengelolaan persemaian yang terstruktur dengan teknik irigasi dan peneduh alami, mereka berhasil meningkatkan viabilitas tanaman dan persentase keberhasilan hidup di lapangan terbuka. Warisan teknik dan varietas lokal ini adalah aset genetik berharga bagi agrobiodiversitas dan kedaulatan pangan berkelanjutan di masa depan, terutama di tengah tantangan krisis iklim global.

Referensi:

- Altieri, M. A., & Merrick, L. C. (1987). *In Situ Conservation of Crop Genetic Resources through Maintenance of Traditional Farming Systems. Economic Botany*, 41(1), 86-96.
- Bellwood, P. (2007). *Prehistory of the Indo-Malaysian Archipelago* (Revised Edition). ANU Press.

- Irmayani. (2016). *Kearifan Lokal dalam Budidaya Padi Sawah di Desa Rossoan Kabupaten Enrekang*. (Skripsi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar).
- Sedyawati, E., dkk. (Ed.). (2012). *Candi Indonesia: Seri Jawa*. Direktorat Pelestarian Cagar Budaya dan Permuseuman.
- Soejono, R. P. (Ed.). (2010). *Sejarah Nasional Indonesia I: Zaman Prasejarah di Indonesia*. Balai Pustaka.
- Wiradnyana, K. (2011). *Gayo: Dalam Arkeologi, Sejarah, dan Budaya*. Balai Arkeologi Medan.
- Wisseman, J. (1977). *The Neolithic in Southeast Asia: A Synthesis of Research*. ANZAAS.

3. Perendaman benih

Pertanian purba merupakan fase revolusioner dalam sejarah peradaban manusia, di mana manusia beralih dari pola hidup berburu dan meramu menuju menetap dan mengendalikan sumber pangan. Di sinilah cikal bakal seleksi benih lokal lahir, sebuah fondasi penting yang mendasari pertanian modern. Proses ini bermula dari pengamatan intuitif selama ratusan tahun, di mana para petani purba mulai memisahkan biji-biji dari varietas liar yang memiliki keunggulan fenotipe tertentu, seperti ukuran bulir yang lebih besar, bernas, dan tidak cacat, untuk disimpan dan ditanam kembali pada musim berikutnya.

Langkah awal seleksi benih pada masa pertanian purba sangat bergantung pada fenotipe, yaitu ciri fisik tanaman yang tampak jelas. Manusia purba secara alami akan memilih malai tanaman yang tidak mudah rontok saat matang (non-shattering trait), seperti pada gandum kuno (einkorn dan emmer) di Bulan Sabit Subur atau padi liar di Lembah Sungai Yangtze. Di alam liar, sifat rontoknya biji adalah adaptasi untuk penyebaran keturunan, namun bagi petani, sifat ini merugikan karena menyulitkan pemanenan. Dengan mengumpulkan bulir yang tetap menempel, manusia purba secara tidak sadar mengubah genetika tanaman liar menjadi tanaman budidaya yang lebih efisien.

Setelah benih terbaik dipilih, tantangan berikutnya bagi komunitas agronomi purba adalah teknik penyimpanan benih (seed storage). Tanpa teknologi pengawetan modern, benih sangat rentan terhadap pembusukan akibat kelembapan tinggi, jamur, serta serangan hewan pengerat atau serangga. Arkeologi mencatat bahwa komunitas purba membangun struktur penyimpanan khusus, seperti lumbung bawah tanah yang dilapisi tanah liat, wadah tembikar yang disegel, atau menggantung malai benih di atas perapian dapur. Asap dari perapian bertindak sebagai pestisida dan fungisida alami yang menjaga viabilitas (daya tumbuh) benih hingga musim tanam berikutnya tiba.

Memasuki fase penanaman, teknik perendaman benih purba (seed soaking) dimulai dengan seleksi lanjutan melalui uji apung (floating seed test). Metode ini menggunakan jambangan tembikar besar yang berisi air untuk memisahkan benih yang berkualitas dari yang cacat. Benih-benih yang mengapung di permukaan air menandakan densitas rendah, rongga udara, kerusakan oleh serangga, atau pembusukan, sehingga kemungkinan besar tidak akan tumbuh. Sebaliknya, benih-benih yang tenggelam di dasar jambangan adalah benih unggul dengan densitas tinggi, penuh endosperma, dan embrio yang sehat, yang dipilih untuk ditanam.

Kualitas media perendaman juga diperhatikan oleh para petani purba, yang sering kali memanfaatkan kearifan lokal. Selain air murni untuk hidrasi optimal, mereka juga menggunakan air cucian beras yang kaya akan nutrisi tambahan untuk mendukung pertumbuhan awal kecambah. Pada beberapa kebudayaan, seperti Mesopotamia, perendaman benih gandum bahkan dilakukan menggunakan air yang telah diperkaya hormon tumbuh alami dari gandum yang telah berkecambah sebelumnya. Teknik ini bertujuan untuk mempercepat proses imbibisi dan aktivasi enzim di dalam benih.

Teknik perendaman benih dilakukan dengan durasi yang tepat, biasanya antara 12 hingga 24 jam, agar terjadi hidrasi optimal tanpa menyebabkan kekurangan oksigen pada embrio. Petani purba juga memahami pentingnya suhu hangat, sehingga

mereka sering merendam benih di dekat thermal springs (pemandian air panas alami) atau di dekat perapian selama durasi perendaman. Suhu hangat ini berfungsi untuk memecah dormansi benih dan mempercepat proses imbibisi, yang merupakan tahap awal perkecambahan yang kritis bagi pertumbuhan bibit muda yang kokoh.

Di samping pengamatan empiris sederhana, aspek perlindungan tanaman pada fase perendaman benih di pertanian purba juga memadukan dimensi ritualistik-spiritual. Karena keterbatasan sains saat itu dalam menjelaskan patologi tanaman, kegagalan persemaian sering kali direspons dengan upacara adat dan persembahan kepada dewa bumi atau dewa kesuburan. Praktik ini menunjukkan bahwa bagi manusia purba, benih dan persemaian adalah elemen sakral yang menghubungkan keberadaan fisik mereka dengan kekuatan metafisik yang mengatur alam semesta.

Sistem persemaian purba merupakan ruang transisi sebelum bibit dipindahkan ke lahan utama, memanfaatkan petak tanah kecil yang paling subur, dekat sumber air, dan terlindung. Di Mesoamerika, suku Maya dan Aztek memanfaatkan chinampa atau pulau terapung kaya bahan organik sebagai tempat persemaian ideal. Sementara di Asia Timur, persemaian padi dilakukan di tepi sungai yang subur akibat endapan lumpur aluvial. Pengolahan tanah dilakukan manual dengan alat sederhana seperti kayu penugal, cangkul batu, atau tulang hewan, untuk menciptakan media gembur agar akar muda dapat berpenetrasi.

Selama benih berada di dalam persemaian, proses seleksi tahap kedua berlangsung sebelum pemindahtanaman (transplanting) ke lahan utama. Petani purba melakukan penyortiran ulang dengan memperhatikan laju pertumbuhan awal, ketebalan batang, dan warna daun bibit. Bibit yang menunjukkan gejala kerdil, layu, atau serangan patogen awal akan langsung dicabut dan dibuang (rogueing). Hanya bibit-bibit yang paling kokoh, tegak, dan berakar lebat yang dipilih untuk ditanam di lahan terbuka, yang secara drastis meningkatkan persentase keberhasilan hidup tanaman di lapangan terbuka.



Gambar 14. Perendaman Benih Pertanian Purba

Referensi:

- Bellwood, P. (2007). *Prehistory of the Indo-Malaysian Archipelago* (Revised Edition). ANU Press.
- Purugganan, M. D., & Fuller, D. Q. (2009). The Nature of Selection During Plant Domestication. *Nature*, 457(7231), 843-848. doi:10.1038/nature07895
- Soejono, R. P. (Ed.). (2010). *Sejarah Nasional Indonesia I: Zaman Prasejarah di Indonesia*. Balai Pustaka.
- Zeder, M. A. (2011). The Origins of Agriculture in the Near East. *Current Anthropology*, 52(S4), S221-S235. doi:10.1086/659307
- Sigaut, F. (1988). A Method for Identifying Grain Storage Techniques and Its Application in European Archaeology. In *Aetats del Ier Simposi de l'Humat I l'Aigua in L'Hislbna a la Protohistòria del Mediterrani* (pp. 41-55).
- Wisseman, J. (1977). *The Neolithic in Southeast Asia: A Synthesis of Research*. ANZAAS (Australian and New Zealand Association for the Advancement of Science).
- Altieri, M. A., & Merrick, L. C. (1987). In Situ Conservation of Crop Genetic Resources through Maintenance of

- Traditional Farming Systems. *Economic Botany*, 41(1), 86-96.
- Irmayani. (2016). *Kearifan Lokal dalam Budidaya Padi Sawah di Desa Rossoan Kabupaten Enrekang*.
- Shiva, V. (2000). *Stolen Harvest: The Hijacking of the Global Food Supply*. South End Press. (Membahas pentingnya agrobiodiversitas benih lokal dan pengetahuan tradisional).
- Matson, G. A., Parton, W. J., Power, A. G., & Swift, M. J. (1997). Agricultural Intensification and Ecosystem Properties. *Science*, 277(5325), 504-509. doi:10.1126/science.277.5325.504
- Sedyawati, E., Santiko, H., Djafar, H., dkk. (Ed.). (2012). *Candi Indonesia: Seri Jawa*. Direktorat Pelestarian Cagar Budaya dan Permuseuman.
- Siemens, A. H. (1983). Wetland Agriculture in Pre-Hispanic Mesoamerica. *Geographical Review*, 73(2), 166-181. doi:10.2307/214436

4. Perlakuan benih alami



Gambar 14. Perlakuan Benih Alami

Dari Gambar menjelaskan perjalanan evolusioner dan teknis dari pertanian purba di Indonesia, mulai dari transisi kehidupan hingga konsep kedaulatan pangan berkelanjutan. Perlakuan benih alami ini dibagi menjadi dua belas panel berurutan yang saling berkaitan, menggunakan ilustrasi otentik dengan warna-warna tanah dan elemen dekoratif tradisional, seperti ukiran Candi Borobudur sebagai bingkai, untuk menegaskan konteks historis Nusantara yang kuat. Judul besar di bagian atas memberikan penegasan bahwa fokus konten adalah pada "Perlakuan Benih Alami & Pertanian Purba Indonesia."

Panel 1: Transisi dari Berburu-Meramu menggambarkan titik balik krusial dalam sejarah manusia purba Nusantara, yaitu peralihan dari gaya hidup nomaden berburu dan meramu menuju kehidupan menetap (sedentary life) di pemukiman sederhana yang terlihat di latar belakang. Proses ini dikenal sebagai Revolusi Neolitikum, di mana manusia mulai "menetap" dan melakukan upaya untuk "mengendalikan tumbuhan" yang mereka butuhkan untuk bertahan hidup. Transisi ini didorong oleh kemampuan manusia dalam membaca ritme alam dan musim, yang menjadi fondasi awal bagi lahirnya sistem pertanian purba di kepulauan ini.

Panel 2: Seleksi Fenotipe Unggul mengilustrasikan awal dari praktik pemuliaan tanaman secara selektif dan intuitif oleh para petani purba. Melalui pengamatan berulang selama ratusan tahun, mereka secara alami akan memisahkan bulir biji dari varietas liar yang memiliki keunggulan fenotipe tertentu yang tampak oleh mata. Ilustrasi menunjukkan tangan petani memilih "biji besar" dan bulir yang "bernas" (berisi penuh) dari malai tanaman liar. Pemilihan ini didasarkan pada keinginan untuk meningkatkan hasil panen dan kualitas pangan, yang secara tidak sadar mengubah genetika tanaman.

Panel 3: Domestikasi Serealia berfokus pada dua komoditas utama pertanian purba yang mengalami proses domestikasi, yaitu "Gandum Purba (Einkorn)" di kawasan Bulan Sabit Subur dan "Padi Liar" di Asia Timur. Salah satu ciri kunci domestikasi yang dijelaskan adalah hilangnya sifat rontoknya biji secara alami (non-shattering trait). Di alam liar,

sifat ini adalah mekanisme adaptasi tanaman liar untuk menyebarkan keturunan, namun bagi petani, sifat ini merugikan karena menyulitkan pemanenan. Dengan mengumpulkan bulir yang tetap menempel, manusia purba secara tidak sadar mengubah genetika tanaman liar menjadi tanaman budidaya yang lebih efisien.

Panel 4: Konsep Landraces (Adaptasi Lokal) menjelaskan bagaimana diferensiasi geografis dan variasi iklim ekstrem di masa purba melahirkan varietas benih lokal yang sangat adaptif. Konsep *landraces* merujuk pada varietas tanaman budidaya tradisional yang telah beradaptasi lama dengan lingkungan mikro di habitat aslinya. Ilustrasi menunjukkan perbandingan ketahanan tanaman lokal purba di wilayah "kekeringan," "salinitas" (kadar garam tanah yang tinggi), dan "hama." Melalui proses seleksi massa terhadap cekaman lingkungan setempat, benih lokal purba berkembang menjadi varietas dengan kemantapan ekologis yang tinggi.

Panel 5: Penyimpanan Benih Alami menguraikan teknik-teknik penyimpanan benih (seed storage) yang dikembangkan oleh masyarakat agronomi purba untuk menjaga viabilitas dan vigor benih di tengah kelembapan tinggi, jamur, serta serangan hewan pengerat. Ilustrasi menampilkan tiga struktur penyimpanan khusus: "Lumbung Bawah Tanah" yang dilapisi tanah liat, "Wadah Tembikar" yang disegel, dan metode menggantung malai benih di atas "Perapian Dapur (Asap)." Asap dari perapian bertindak sebagai pestisida dan fungisida alami yang menjaga viabilitas (daya tumbuh) benih.

Panel 6: Uji Apung Benih mengilustrasikan teknik seleksi lanjutan menggunakan jambangan tembikar besar berisi air untuk memisahkan benih yang berkualitas dari yang cacat. Metode ini didasarkan pada densitas benih; benih-benih yang "tenggelam" di dasar jambangan adalah "benih unggul" dengan densitas tinggi, penuh endosperma, dan embrio yang sehat. Sebaliknya, benih-benih yang "mengapung" di permukaan air diberi label "benih kurang baik," karena biasanya memiliki rongga udara di dalamnya, rusak oleh serangga, atau membusuk, sehingga kemungkinan besar tidak akan tumbuh.

Panel 7: Perendaman Air Cucian Beras menggambarkan salah satu bentuk perlakuan benih alami yang bertujuan untuk meningkatkan viabilitas dan vigor benih sebelum ditanam. Perendaman ini memanfaatkan kearifan lokal purba, di mana ilustrasi menunjukkan tangan petani memasukkan benih ke dalam wadah perendaman yang diperkaya dengan air cucian beras untuk memberikan "nutrisi tambahan." Nutrisi ini membantu mempercepat proses imbibisi dan aktivasi enzim di dalam benih, mempersiapkan benih untuk perkecambahan yang lebih cepat dan seragam.

Panel 8: Persemaian Basah Purba menguraikan sistem pengelolaan lahan pembibitan di luar lapangan produksi utama, yang memanfaatkan petak tanah kecil paling subur dan dekat sumber air. Ilustrasi menunjukkan petak persemaian basah (wet rice seedbeds) di Asia, yang merupakan area tepian sungai yang subur akibat endapan lumpur aluvial. Area persemaian ini dilengkapi dengan "peneduh anyaman" dedaunan besar dan "saluran irigasi alami" yang cerdas untuk mengalirkan air, menciptakan kondisi tanah basah dan tergenang yang ideal untuk pertumbuhan bibit padi muda.

Panel 9: Rogueing (Seleksi Bibit) menjelaskan proses seleksi tahap kedua yang berlangsung selama benih berada di dalam persemaian. Petani purba tidak memindahkan seluruh tanaman yang tumbuh ke lahan utama, melainkan melakukan penyortiran ulang dengan memperhatikan laju pertumbuhan awal, ketebalan batang, dan warna daun bibit. Ilustrasi menampilkan petani mencabut dan membuang bibit yang menunjukkan gejala "kerdil & layu" (disebut *rogueing*), dan hanya memilih "bibit kokoh & sehat" yang dipilih untuk ditanam di lahan utama.

Panel 10: Perlindungan & Ritual memadukan dimensi empiris sederhana dengan aspek ritualistik-spiritual dalam pengelolaan pertanian purba. Secara teknis, petani purba membersihkan "gulma manual" di sekitar bibit menggunakan tangan untuk mencegah kompetisi berebutan nutrisi, cahaya, dan ruang. Di sisi lain, karena keterbatasan sains saat itu dalam menjelaskan patologi tanaman, kegagalan persemaian sering kali direspons dengan upacara adat dan "sesaji ke dewa bumi"

atau dewa kesuburan. Praktik ini menunjukkan bahwa bagi manusia purba, benih dan persemaian adalah elemen sakral.

Panel 11: Evolusi Jagung (Teosinte) menyajikan ilustrasi dramatis mengenai dampak seleksi benih lokal secara bertahap pada struktur tanaman budidaya purba di Mesoamerika. Ilustrasi menunjukkan perbandingan gradual dari "teosinte" purba, yang memiliki banyak cabang dengan tongkol mini berkulit keras, menjadi "jagung" modern, yang merupakan tanaman berbatang tunggal dengan tongkol besar berbiji telanjang yang lunak. Proses evolusi teosinte menjadi jagung di Mesoamerika merupakan contoh klasik dari domestikasi yang spesifik pada komoditas tertentu.

Panel 12: Kedaulatan Pangan Berkelanjutan menghubungkan jejak agronomi purba Nusantara dengan tantangan modern, khususnya di tengah ancaman krisis iklim global saat ini. Kunci bagi kedaulatan pangan berkelanjutan di masa depan terletak pada kesadaran untuk menjaga dan melestarikan "keanekaragaman hayati bawaan" (agrobiodiversity) dari benih-benih lokal hasil seleksi ribuan tahun lalu. Ilustrasi menunjukkan tangan memegang beragam benih dengan latar belakang pemukiman kota kuno yang thriving dan ikon kedaulatan pangan, menekankan pentingnya menghargai warisan teknik seleksi serta kemurnian benih lokal purba.

Rujukan:

- Altieri, M. A., & Merrick, L. C. (1987). In Situ Conservation of Crop Genetic Resources through Maintenance of Traditional Farming Systems. *Economic Botany*, 41(1), 86-96.
- Bellwood, P. (2007). *Prehistory of the Indo-Malaysian Archipelago* (Revised Edition). ANU Press.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2010). *The Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. Rome: FAO.

- Fuller, D. Q. (2011). Pathways to Asian Civilizations: Tracing the Origins and Spread of Rice and Agriculture in Asia. *Rice*, 4(3-4), 78-92.
- Heun, M., et al. (1997). Site of Einkorn Wheat Domestication Identified by DNA Fingerprinting. *Science*, 278(5341), 1312-1314.
- Irmayani. (2016). *Kearifan Lokal dalam Budidaya Padi Sawah di Desa Rossoan Kabupaten Enrekang*. (Skripsi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar).
- Purugganan, M. D., & Fuller, D. Q. (2009). The Nature of Selection During Plant Domestication. *Nature*, 457(7231), 843-848.
- Sedyawati, E., dkk. (Ed.). (2012). *Candi Indonesia: Seri Jawa*. Direktorat Pelestarian Cagar Budaya dan Permuseuman.
- Siemens, A. H. (1983). Wetland Agriculture in Pre-Hispanic Mesoamerica. *Geographical Review*, 73(2), 166-181.
- Shiva, V. (2000). *Stolen Harvest: The Hijacking of the Global Food Supply*. South End Press.
- Soejono, R. P. (Ed.). (2010). *Sejarah Nasional Indonesia I: Zaman Prasejarah di Indonesia*. Balai Pustaka.
- Wiradnyana, K. (2011). *Gayo: Dalam Arkeologi, Sejarah, dan Budaya*. Balai Arkeologi Medan.

Praktik

Seleksi benih dengan larutan garam

Praktik seleksi benih dengan larutan garam (floating seed test) bertujuan untuk memisahkan benih yang berkualitas tinggi dan viabel dari benih yang hampa, rusak, atau terinfeksi patogen. Metode ini didasarkan pada prinsip densitas atau kerapatan benih. Benih yang baik dan bernas memiliki densitas yang lebih tinggi sehingga akan tenggelam dalam larutan garam, sedangkan benih yang hampa atau rusak akan mengapung karena adanya rongga udara di dalamnya.



Gambar 14. Perlakuan Benih Alami

Teknik pelaksanaannya adalah dengan melarutkan garam dapur (NaCl) ke dalam air bersih hingga mencapai konsentrasi tertentu, biasanya hingga telur ayam mentah dapat mengapung di permukaan larutan tersebut. Benih kemudian dimasukkan ke dalam larutan dan diaduk perlahan. Benih yang mengapung segera dipisahkan dan dibuang, sedangkan benih yang

tenggelam di dasar wadah dibilas bersih dengan air mengalir untuk menghilangkan sisa garam, lalu dikeringkan atau langsung diproses untuk tahap perendaman.

Perendaman dengan MoL

Perendaman benih dengan MOL (Mikroorganisme Lokal) adalah praktik untuk memberikan perlakuan biologis (*inoculation*) guna meningkatkan vigor dan daya tumbuh benih. MOL adalah larutan yang kaya akan beragam mikroorganisme menguntungkan yang diisolasi dari bahan organik lokal, seperti limbah dapur, limbah pertanian, atau limbah peternakan. Larutan ini mengandung bakteri pelarut fosfat, bakteri pengikat nitrogen, serta berbagai jamur antagonis dan hormon tumbuh alami.



Gambar 15. Peredaman Benih dengan MOL

Praktik perendaman dilakukan dengan merendam benih yang telah diseleksi ke dalam larutan MOL encer selama durasi tertentu, biasanya berkisar antara 1 hingga 24 jam tergantung pada jenis dan tingkat dormansi benih. Mikroorganisme dalam MOL akan menempel pada permukaan benih dan mengaktifkan proses imbibisi. Setelah masa perendaman selesai, benih tiriskan dan segera ditanam atau dikecambahkan dalam kondisi lembap sebelum dipindahkan ke media persemaian.

Persemaian organik

Persemaian organik adalah sistem pengelolaan pembibitan yang mengutamakan penggunaan bahan-bahan alami dan menghindari input kimia sintetis, untuk menghasilkan bibit yang sehat, kokoh, dan adaptif terhadap cekaman lingkungan. Fokus utamanya adalah pada penciptaan media tanam yang gembur, kaya nutrisi organik, serta memiliki sistem drainase dan aerasi yang baik untuk mendukung pertumbuhan akar muda yang optimal.

Media persemaian umumnya dibuat dari campuran bahan organik yang dikomposkan, seperti kompos jerami, kohe (kotoran hewan) matang, arang sekam, dan tanah topsoil yang subur. Praktik ini juga melibatkan penggunaan peneduh alami dari anyaman dedaunan untuk melindungi bibit muda yang sensitif dari terik matahari langsung. Selama di persemaian, bibit diberi pemupukan organik cair (seperti MOL atau pupuk organik cair buatan sendiri) dan perlindungan dari gulma serta hama melalui pengendalian manual.



Gambar 16. Panduan Peresman Organik

Output

Mampu menghasilkan bibit sehat dan seragam.



Buku Kurikulum Budidaya Padi Berbasis Pertanian Purba menghadirkan pendekatan inovatif yang memadukan kearifan pertanian leluhur dengan prinsip pertanian organik, nilai-nilai Maqashid Syariah, serta konsep pembangunan pertanian berkelanjutan. Melalui kajian multidisipliner, buku ini mengungkap berbagai teknik budidaya padi tradisional yang terbukti mampu menjaga kesuburan tanah, melestarikan ekosistem, dan meningkatkan ketahanan pangan.



Diterbitkan oleh:
PT Atha Publishing Globalindo
Mantup RT 13, Baturetno, Kec. Banguntapan, Kab,
Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta
Kode Pos: 55197
Tel: 0817-7542-2923
Email: athapublishingglobalindo@gmail.com
Website: <https://athapublishingglobalindo.com>

