

ORASI PENGUKUHAN GURU BESAR



MEMBANGUN EKOLOGI HORTIKULTURA BERKELANJUTAN MELALUI PENDEKATAN HORIZONTAL DAN VERTIKAL DALAM AGROEKOSISTEM

Disampaikan pada Rapat Terbuka Senat Universitas Tadulako
Tanggal 15 April 2026

Oleh
Prof. Dr. Ir. Abd. Hadid., M.Si

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS TADULAKO
2026**

**Bismillahirrahmanirrahim
Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh**

Yang terhormat,

1. Bapak Rektor Universitas Tadulako,
2. Ketua, Sekretaris, dan Anggota Senat Universitas Tadulako,
3. Ketua, Sekretaris dan Anggota Dewan Guru Besar Universitas Tadulako,
4. Ketua, Sekretaris dan Anggota Dewan Pertimbangan Universitas Tadulako,
5. Ketua, Sekretaris dan Anggota Satuan Pengawasan Interen Universitas Tadulako,
6. Para Wakil Rektor Universitas Tadulako,
7. Direktur Pascasarjana, Dekan, Ketua Lembaga, Kepala Biro, Kepala UPA, Ketua Jurusan dan Koordinator Program Studi di Lingkungan Universitas Tadulako,
8. Seluruh Dosen, Tenaga Kependidikan serta Mahasiswa Universitas Tadulako,
9. Para Undangan, Keluarga, Handai Taulan dan Seluruh Hadirin yang Saya Muliakan.

Alhamdulillahirabbilalamin, segala puji kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala Rahmat dan BerkahNya sehingga pada hari ini Saya dapat berdiri dihadapan Bapak/Ibu dalam rangka penyampaian pidato ilmiah pengukuhan Guru Besar. Sholawat dan Salam senantiasa tercurah kepada junjungan kita, Nabi Muhammad SAW seluruh keluarga, sahabat dan kita sebagai ummatnya, Insya Allah akan senantiasa mendapat syafaat di yaumul akhirat. Amin. Saya juga mengucapkan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya atas kesediaan Bapak/Ibu untuk meluangkan waktu menghadiri pengukuhan Guru Besar ini. Dengan segala kerendahan hati, saya akan menyampaikan pidato pengukuhan Guru Besar saya dengan judul :

**MEMBANGUN EKOLOGI HORTIKULTURA BERKELANJUTAN
MELALUI PENDEKATAN HORIZONTAL DAN VERTIKAL DALAM
AGROEKOSISTEM**

Bapak/Ibu yang saya hormati,

Judul ini menjadi fokus utama saya dalam mengembangkan kepakaran ilmu yang saya tekuni, yaitu ilmu ekologi tanaman hortikultura. Ilmu ekologi tanaman hortikultura merupakan cabang ilmu yang menelaah hubungan antara tanaman hortikultura dengan lingkungan fisik, kimia, dan biologi yang memengaruhi pertumbuhan serta perkembangannya. Pembangunan hortikultura pada abad ke-21 menghadapi tantangan yang semakin kompleks. Perubahan iklim, degradasi sumber daya lahan, keterbatasan air, tekanan urbanisasi, serta meningkatnya kebutuhan pangan bergizi menuntut perubahan mendasar dalam cara kita memandang dan mengelola sistem produksi hortikultura.

Dalam konteks tersebut, hortikultura tidak lagi dapat diposisikan semata-mata sebagai subsektor produksi tanaman bernilai ekonomi tinggi, melainkan sebagai bagian integral dari sistem pangan, kesehatan masyarakat, keberlanjutan lingkungan, dan transformasi wilayah. Oleh karena itu, penguatan kerangka ilmiah bagi pengembangan hortikultura menjadi sangat penting agar peningkatan produktivitas tidak dibayar dengan kerusakan ekologis yang semakin besar.

Di sinilah ekologi tanaman hortikultura memperoleh relevansinya. Ekologi hortikultura merupakan cabang ilmu yang mengkaji hubungan timbal balik antara tanaman hortikultura dengan faktor-faktor lingkungan fisik, kimia, dan biologi yang memengaruhi pertumbuhan, perkembangan, produktivitas, dan adaptasinya. Dengan perspektif ekologis, tanaman hortikultura dipahami bukan sebagai entitas yang berdiri sendiri, melainkan sebagai bagian dari jejaring interaksi yang mencakup tanah, air, mikroorganisme, serangga, vegetasi lain, iklim mikro, dan manusia sebagai pengelola sistem. Perspektif ini penting karena keberhasilan budidaya tidak cukup diukur hanya dari besarnya hasil panen, melainkan juga dari kemampuan sistem mempertahankan kesehatan tanah, efisiensi pemanfaatan air dan hara, kestabilan organisme menguntungkan, serta ketahanannya terhadap gangguan iklim dan tekanan biotik (Gliessman, 2014; Altieri & Nicholls, 2004).

Dalam beberapa dekade terakhir, peningkatan produksi hortikultura sering ditempuh melalui pola intensifikasi konvensional yang sangat bergantung pada input eksternal, terutama pupuk kimia, pestisida sintetis, dan eksploitasi lahan secara terus-menerus. Pendekatan tersebut memang memberikan keuntungan jangka pendek dalam bentuk peningkatan hasil, tetapi dalam banyak kasus juga melahirkan konsekuensi ekologis yang serius, seperti penurunan kualitas tanah, melemahnya fungsi biologis lahan, berkurangnya keanekaragaman hayati, dan meningkatnya kerentanan sistem produksi terhadap gangguan lingkungan. Literatur mutakhir menunjukkan bahwa degradasi tanah telah menjadi salah satu batas penting bagi keberlanjutan produksi pangan, sehingga perbaikan sistem budidaya perlu diarahkan pada pemulihan fungsi-fungsi ekologis, bukan hanya pada peningkatan output semata (Kopittke et al., 2021; FAO, 2021).

Di sisi lain, kebutuhan untuk meningkatkan produksi tetap tidak dapat dihindari. Pertumbuhan penduduk, perubahan pola konsumsi, dan meningkatnya permintaan terhadap pangan segar serta bergizi menuntut hortikultura yang lebih produktif, efisien, dan tangguh.

Namun, jawaban atas tantangan tersebut bukanlah semata-mata perluasan areal tanam atau penambahan input, melainkan optimalisasi ruang tumbuh dan rekayasa sistem produksi yang lebih cerdas secara ekologis. Temuan lapangan di sekitar Taman Nasional Lore Lindu menunjukkan bahwa persoalan mendasar pada lahan kering bukan hanya keterbatasan luas lahan, melainkan belum optimalnya pemanfaatan ruang tanam dan ruang tumbuh. Dalam konteks masyarakat Nokilalaki, lahan pertanian berkembang dalam bentuk monokultur, kebun campuran, dan agroforestri, dengan konsekuensi ekologis yang berbeda terhadap kualitas tanah dan kondisi iklim mikro. Dengan demikian, agenda peningkatan produksi perlu dipusatkan pada desain pertanaman yang mampu meningkatkan produktivitas tanpa menambah tekanan terhadap kawasan konservasi (Hadid et al., 2017a; Hadid et al., 2018).

Atas dasar itu, saya memandang bahwa pembangunan ekologi hortikultura berkelanjutan perlu ditempatkan dalam dua dimensi yang saling melengkapi, yaitu pendekatan horizontal dan pendekatan vertikal. Pendekatan horizontal menekankan keterhubungan antarkomponen produksi dalam satu bentang lahan atau lanskap, sedangkan pendekatan vertikal menekankan optimalisasi ruang tumbuh dan interaksi biologis secara bertingkat, mulai dari bawah permukaan tanah hingga tajuk tanaman. Kedua pendekatan ini bukanlah pilihan yang berdiri sendiri, melainkan kerangka terpadu yang memungkinkan hortikultura berkembang secara produktif sekaligus ekologis. Dengan demikian, masa depan hortikultura berkelanjutan ditentukan oleh kemampuan kita membangun sistem produksi yang terintegrasi secara horizontal dalam lanskap dan teroptimasi secara vertikal dalam ruang biologisnya.

Hadirin yang saya hormati,

Ekologi hortikultura menempatkan tanaman dalam suatu sistem yang dinamis, di mana produktivitas tidak dipisahkan dari kualitas proses ekologis yang menopangnya. Dalam pandangan ini, tanah bukan sekadar media tumbuh, tetapi ekosistem hidup. Air bukan sekadar input, melainkan bagian dari siklus ekologis yang harus dijaga efisiensinya. Keanekaragaman tanaman pun bukan sekadar variasi visual, tetapi mekanisme biologis yang mendukung stabilitas sistem. Oleh sebab itu, pembangunan hortikultura berkelanjutan mensyaratkan pergeseran paradigma dari orientasi hasil jangka pendek menuju pengelolaan agroekosistem yang menyeimbangkan produktivitas, efisiensi sumber daya, dan keberlanjutan fungsi lingkungan (Gliessman, 2014).

Kerangka ini sejalan dengan pendekatan agroekologi yang memandang sistem pangan sebagai kesatuan ekologis dan sosial. Agroekologi tidak hanya mendorong diversifikasi, efisiensi sumber daya, dan pengurangan ketergantungan terhadap input eksternal, tetapi juga memperkuat kapasitas sistem dalam menyerap guncangan serta menjaga fungsi-fungsi pendukung kehidupan. Bagi hortikultura, pendekatan ini sangat relevan karena komoditas hortikultura umumnya sangat sensitif terhadap perubahan iklim, kualitas tanah, ketersediaan air, serta tekanan organisme pengganggu tanaman.

Hasil penelitian di Nokilalaki memperlihatkan bahwa sistem penggunaan lahan yang lebih beragam, khususnya kebun campuran, memiliki kondisi biologi tanah yang lebih baik daripada sistem monokultur. Populasi jamur dan bakteri tanah ditemukan lebih tinggi pada sistem yang lebih kompleks, sementara perbedaan sifat fisik dan kimia tanah cenderung tidak terlalu mencolok. Temuan ini menegaskan bahwa kualitas agroekosistem tidak hanya ditentukan oleh sifat tanah yang terukur secara konvensional, tetapi juga oleh dinamika biologis yang menopang sirkulasi hara, kesehatan rizosfer, dan daya lenting sistem produksi (Hadid et al., 2017a; Smith & Read, 2010; Ryan et al., 2024).

Atas dasar itu, pembangunan ekologi hortikultura perlu disusun dalam kerangka yang mampu menjawab tantangan produktivitas, konservasi, dan adaptasi secara bersamaan. Salah satu jalannya adalah dengan menata kembali sistem produksi melalui integrasi pendekatan horizontal dan vertikal.

Hadirin yang saya hormati,

Pendekatan horizontal berangkat dari pemahaman bahwa lahan budidaya tidak pernah benar-benar berdiri sendiri. Setiap petak tanam terhubung dengan petak lain, dengan elemen penyangga, dengan habitat semi-alami, serta dengan proses ekologis yang melintasi batas administrasi lahan. Karena itu, sistem budidaya tidak dapat terus diperlakukan sebagai petak-petak terpisah, melainkan harus dipahami sebagai mosaik ekologis yang saling memengaruhi.

Dalam perspektif ini, polikultur, tumpang sari, diversifikasi tanaman, dan agroforestri merupakan strategi penting untuk memperkuat fungsi ekologis lanskap produksi. Sintesis penelitian intercropping menunjukkan bahwa kombinasi spesies yang tepat dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan cahaya, air, dan hara, sekaligus menekan

gangguan biotik melalui mekanisme komplementaritas antartanaman (Brooker et al., 2015; Glaze-Corcoran et al., 2020). Dengan kata lain, diversifikasi tidak hanya penting untuk menambah jenis tanaman, tetapi juga untuk membangun relung ekologis yang lebih stabil dan produktif.

Pengalaman penelitian menunjukkan arah yang sama. Pada sistem pertanian masyarakat di sekitar Taman Nasional Lore Lindu, dinamika penggunaan lahan memperlihatkan perkembangan dari pola tanaman semusim menuju kebun campuran dan agroforestri yang semakin kompleks, seiring kebutuhan untuk meningkatkan produktivitas, menjaga konservasi lahan, dan mengefektifkan pemanfaatan sumber daya (Hadid et al., 2017a). Dalam konteks lahan kering berbasis tanaman tahunan, kombinasi pohon dan tanaman semusim terbukti mampu meningkatkan produktivitas lahan dibandingkan pola tanam tunggal, sekaligus membuka peluang pengelolaan ruang tumbuh yang lebih efisien (Hadid, 2012; Hadid, 2014, Hadid & Tokonok, 2025).

Bukti empiris dari studi tentang optimalisasi ruang horizontal dan vertikal memperlihatkan bahwa kombinasi tanaman tahunan dan tanaman semusim dapat menghasilkan keuntungan sistemik meskipun salah satu komponen mengalami penurunan hasil. Pada kombinasi kemiri dan jagung, misalnya, kehadiran pohon mengurangi ruang tumbuh jagung dan menurunkan produktivitas jagung sebesar 33%–46%, tetapi pada saat yang sama meningkatkan produktivitas kemiri sebesar 2,5%–5,3% serta menaikkan produktivitas total lahan sebesar 44%–56%. Temuan serupa juga terlihat pada kombinasi pohon dan sayuran, ketika penurunan hasil sayuran akibat keterbatasan ruang tumbuh justru dikompensasi oleh peningkatan produktivitas pohon dan akumulasi hasil total sistem, sehingga produktivitas lahan meningkat sekitar 56%–58%. Fakta ini menegaskan bahwa indikator keberhasilan sistem polikultur tidak boleh dibatasi pada performa satu komoditas, tetapi harus dilihat dari hasil agregat, efisiensi ruang, dan manfaat ekologis keseluruhan sistem (Hadid et al., 2017b; Hadid et al., 2018).

Agroforestri hortikultura, dalam kerangka ini, menjadi strategi yang sangat penting. Integrasi tanaman tahunan, tanaman semusim, dan vegetasi penyangga dalam satu bentang lahan berkontribusi pada perbaikan iklim mikro, konservasi tanah, penyerapan karbon, dan diversifikasi pendapatan petani. Tinjauan Jose (2009) memperlihatkan bahwa agroforestri menyediakan jasa ekosistem penting, termasuk konservasi biodiversitas, pengayaan tanah,

serta peningkatan kualitas udara dan air. Temuan penelitian sebelumnya juga menegaskan bahwa produktivitas sayuran dan produktivitas total lahan dalam berbagai kombinasi pohon dan sayuran sangat dipengaruhi oleh pengaturan jenis, elevasi, dan kelerengan, sehingga desain agroforestri harus bersifat spesifik lokasi (Hadid, 2012; Hadid & Toknok, 2025).

Selain diversifikasi tanaman utama, pendekatan horizontal juga perlu diperkuat melalui pembangunan infrastruktur ekologis, seperti *flower strips*, pagar hidup, koridor biodiversitas, dan habitat semi-alami. Kehadiran elemen-elemen ini mendukung keberadaan polinator, predator alami, dan parasitoid yang berperan penting dalam penyerbukan maupun pengendalian hayati. Dalam kerangka agroekologi, pengelolaan biodiversitas terencana merupakan fondasi penting dalam menjaga stabilitas agroekosistem dan menekan ledakan organisme pengganggu tanaman (Altieri & Nicholls, 2004).

Pendekatan horizontal pada era pertanian modern juga perlu diperkuat oleh presisi ekologis. Pemanfaatan sensor, sistem informasi geografis, drone, dan irigasi presisi memungkinkan pengelolaan input dilakukan secara tepat tempat, tepat waktu, dan tepat dosis. Pada budidaya selada berbasis sistem rumah kaca dan Internet of Things, pendekatan berbasis data telah menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan tanpa mengorbankan produktivitas (Chang et al., 2021). Oleh sebab itu, teknologi tidak semestinya ditempatkan sebagai antitesis dari ekologi, melainkan sebagai instrumen untuk meningkatkan kecermatan ekologis dalam sistem produksi.

Aspek lain yang tak kalah penting dalam pendekatan horizontal adalah sirkularitas hara. Limbah hortikultura perlu diperlakukan bukan sebagai residu akhir, melainkan sebagai sumber daya yang dapat dikembalikan ke sistem dalam bentuk kompos, mulsa, atau biomassa. Pendekatan ini penting untuk mengurangi ketergantungan terhadap input eksternal, memperbaiki kualitas bahan organik tanah, dan memperkuat efisiensi biogeokimia sistem produksi.

Hadirin yang saya hormati,

Apabila pendekatan horizontal menekankan keterhubungan dalam hamparan lanskap, maka pendekatan vertikal mengarahkan perhatian pada stratifikasi ruang dan fungsi biologis secara bertingkat. Pendekatan ini relevan baik pada lahan terbuka maupun pada wilayah dengan keterbatasan ruang, termasuk kawasan perkotaan. Hasil studi di Nokilalaki

menegaskan bahwa pengelolaan ruang horizontal dan vertikal pada sebidang lahan merupakan manifestasi efisiensi dan efektivitas pemanfaatan sumber daya lahan untuk mendukung pertanian berkelanjutan (Hadid et al., 2017b).

Dimensi pertama dari pendekatan vertikal adalah stratifikasi bawah tanah. Dalam banyak praktik budidaya, perhatian sering kali lebih besar diberikan pada bagian tanaman yang tampak di atas permukaan, sementara sistem akar dan rhizosfer justru menjadi frontier produktivitas yang kurang diperhatikan. Padahal, tanah yang sehat merupakan ekosistem hidup yang dihuni oleh mikroorganisme fungsional, termasuk mikoriza dan *plant growth-promoting rhizobacteria*, yang memiliki peran penting dalam memperkuat serapan hara, efisiensi penggunaan air, serta ketahanan tanaman terhadap cekaman. Smith dan Read (2010) telah menunjukkan posisi sentral simbiosis mikoriza dalam fisiologi dan nutrisi tanaman, sementara tinjauan mutakhir memperlihatkan bahwa pengelolaan mikrobioma tanah merupakan salah satu kunci keberhasilan sistem pertanian yang lebih regeneratif dan tangguh (Fasusi et al., 2023; Ryan et al., 2024).

Dimensi kedua adalah stratifikasi kanopi dan tumpang sari vertikal. Penggabungan tanaman dengan tinggi, bentuk tajuk, dan kebutuhan cahaya yang berbeda memungkinkan ruang tumbuh dimanfaatkan secara lebih optimal. Dengan desain yang tepat, produktivitas per satuan luas dapat ditingkatkan tanpa harus memperluas lahan. Pada lahan masyarakat Nokilalaki, struktur vegetasi agroforestri dan kebun campuran tersusun dalam dua sampai empat strata, mulai dari tanaman pangan, sayuran, dan tanaman obat pada strata bawah, kakao, kopi, dan pisang pada strata menengah, hingga aneka buah, kemiri, dan durian pada strata atas. Struktur bertingkat semacam ini menunjukkan bahwa optimalisasi ruang vertikal bukan hanya konsep teoretis, melainkan praktik budidaya nyata yang telah berkembang di tingkat masyarakat (Hadid et al., 2017b; Hadid & Toknok, 2025).

Lebih jauh lagi, hasil penelitian modifikasi iklim mikro menunjukkan bahwa pendekatan vertikal tidak hanya berkaitan dengan susunan strata, tetapi juga dengan pengelolaan cahaya yang diterima setiap komponen tanaman. Pada lahan berbasis kakao, pemangkasan tajuk yang menghasilkan intensitas cahaya 50% memberikan produksi ubi jalar tertinggi sekitar 18,5 ton per hektar, sedangkan cabai dan tomat cenderung menunjukkan hasil yang lebih baik pada intensitas cahaya 75%. Sementara itu, tomat dan talas memperlihatkan kemampuan adaptasi pada beberapa tingkat intensitas cahaya. Temuan

ini menegaskan bahwa arsitektur tanaman, penetrasi cahaya, dan modifikasi iklim mikro harus dikelola sebagai bagian integral dari desain pertanaman vertikal, karena setiap komoditas memiliki respons fisiologis yang berbeda terhadap naungan (Hadid et al., 2020; Hadid & Toknok, 2025).

Dimensi ketiga adalah hortikultura perkotaan vertikal. Perkembangan *vertical farming*, hidroponik bertingkat, aeroponik, *rooftop farming*, dan *building-integrated agriculture* menunjukkan bahwa produksi hortikultura dapat dirancang lebih dekat dengan pusat konsumsi, lebih efisien dalam penggunaan ruang dan air, serta berpotensi memendekkan rantai pasok. Kajian tentang *rooftop agriculture* memperlihatkan meningkatnya peran pertanian atap sebagai bentuk pertanian urban modern yang tidak hanya produktif, tetapi juga memiliki nilai sosial, ekologis, dan spasial (Appolloni et al., 2021; Drottberger et al., 2023). Sementara itu, D'Ostuni et al. (2022) menegaskan bahwa *building-integrated agriculture* membuka kemungkinan sinergi antara produksi pangan dan sistem bangunan melalui integrasi aliran air, energi, nutrisi, serta ruang terbangun. Dalam konteks kota berkelanjutan, pendekatan vertikal ini menjadi semakin penting karena memungkinkan produksi pangan lokal tanpa memperbesar tekanan konversi lahan.

Dalam bentuk yang lebih modern, hortikultura vertikal juga menuntut presisi pengelolaan nutrisi. Studi hidroponik pada empat jenis sayuran menunjukkan bahwa defisiensi nitrogen paling konsisten menurunkan pertumbuhan vegetatif dan bobot segar, defisiensi fosfor terutama menekan pertumbuhan akar dan perluasan daun, sedangkan defisiensi kalium lebih nyata memengaruhi performa hasil dan mutu tanaman. Temuan ini mengingatkan bahwa efisiensi ruang dalam sistem vertikal perkotaan harus disertai dengan akurasi pengelolaan larutan hara, karena keberhasilan sistem tidak hanya ditentukan oleh desain ruang, tetapi juga oleh presisi ekologi produksi pada skala mikro (Hadid & Toknok, 2025; Hadid et al., 2026).

Dimensi keempat adalah arsitektur tanaman dan pengelolaan iklim mikro. Pemangkasan, pengaturan jarak tanam, pelatihan tajuk, serta desain budidaya bertingkat berperan penting dalam memperbaiki penetrasi cahaya, meningkatkan sirkulasi udara, dan mengurangi kelembapan berlebih yang kerap memicu penyakit tanaman. Dengan kata lain, desain tajuk bukan sekadar persoalan bentuk pertanaman, melainkan strategi ekologis untuk

meningkatkan efisiensi intersepsi cahaya dan menekan risiko patogen pada sistem hortikultura.

Hadirin yang saya hormati,

Kekuatan utama pembangunan ekologi hortikultura berkelanjutan tidak terletak pada penerapan salah satu pendekatan secara terpisah, melainkan pada integrasi keduanya. Sistem yang kuat secara horizontal namun lemah dalam pengelolaan vertikal akan kehilangan efisiensi biologisnya. Sebaliknya, inovasi vertikal yang tidak terkoneksi dengan biodiversitas dan konteks lanskap di sekitarnya juga tidak akan menghasilkan manfaat ekologis yang optimal. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu kerangka yang menghubungkan keteraturan spasial, efisiensi biogeokimia, dan keberlanjutan temporal dalam satu rancangan sistem.

Dalam momentum ini, saya mengajukan integrasi sinergis melalui tiga prinsip besar. Pertama, konektivitas spasial, yaitu kemampuan sistem untuk menghubungkan diversifikasi tanaman, koridor biodiversitas, dan fungsi-fungsi ekologi dalam satu lanskap yang utuh. Kedua, sirkularitas biogeokimia, yaitu kemampuan menutup siklus air dan hara melalui bahan organik, mikroorganisme tanah, irigasi presisi, dan pemanfaatan limbah secara produktif. Ketiga, resiliensi temporal, yaitu kemampuan sistem mempertahankan fungsi produksi dan ekologinya dari musim ke musim melalui rotasi, suksesi, dan adaptasi terhadap berbagai guncangan.

Bukti dari sistem pertanaman masyarakat menunjukkan bahwa integrasi tersebut bukanlah konstruksi konseptual yang abstrak. Pada satu sisi, distribusi tanaman yang menutup hampir seluruh ruang horizontal memperlihatkan bagaimana konektivitas spasial bekerja di tingkat lanskap. Pada sisi lain, susunan dua hingga empat strata vegetasi memperlihatkan bagaimana ruang vertikal dapat dioptimalkan melalui kombinasi tanaman yang berbeda fungsi dan tinggi tajuk. Ketika kedua dimensi ini dipadukan dengan pemilihan jenis yang sesuai terhadap lingkungan tumbuh, maka efisiensi pemanfaatan lahan meningkat dan tekanan terhadap kebutuhan pembukaan lahan baru dapat ditekan. Dengan demikian, model HORTI-3D memperoleh dasar empiris dari praktik masyarakat sekaligus dari hasil eksperimen pertanaman yang terukur (Hadid et al., 2017b; Hadid et al., 2018; Hadid & Toknok, 2025).

Ketiga prinsip tersebut saya pandang sebagai landasan pengembangan model HORTI-3D, yaitu model yang menekankan dimensi horizontal, vertikal, dan dinamis sebagai satu kesatuan. Dalam implementasinya, model ini dapat diwujudkan melalui kebun polikultur yang terhubung dengan strip bunga penarik polinator, didukung oleh tanah hidup yang kaya bahan organik dan mikroba menguntungkan, serta dikelola dengan tata air yang efisien dan presisi. Dengan kerangka ini, hortikultura tidak lagi diperlakukan sebagai unit produksi yang linier, melainkan sebagai arsitektur ekologis yang dirancang untuk menopang keberlanjutan jangka panjang.

Hadirin yang saya hormati,

Implikasi Akademik, Kebijakan, Pendidikan, dan Praktik

Transformasi menuju ekologi hortikultura berkelanjutan menuntut perubahan pada banyak tingkatan. Pada tataran akademik, diperlukan riset transdisipliner yang menghubungkan agronomi, ekologi, mikrobiologi tanah, teknik pertanian, ilmu data, dan perencanaan lanskap. Penelitian hortikultura tidak cukup berhenti pada pengukuran hasil panen, tetapi juga harus menjangkau efisiensi penggunaan sumber daya, indeks keberlanjutan, jejak ekologis, dan dampak sosial-ekonomi. Pengalaman penelitian menunjukkan pentingnya penggabungan kajian biofisik lahan, teknologi budidaya petani, dan desain kombinasi tanaman dalam agenda riset terapan yang berorientasi pada produktivitas dan konservasi secara simultan (Hadid et al., 2017a).

Pada tataran kebijakan, perlu terjadi pergeseran dari pendekatan yang bertumpu pada subsidi input kimia menuju insentif yang mendorong jasa ekosistem, penggunaan input organik, efisiensi air, dan perlindungan lanskap agroekologis. Kebijakan yang demikian akan berfungsi bukan hanya sebagai penopang produksi sesaat, tetapi sebagai pengungkit perubahan sistemik menuju pertanian yang lebih sehat, hemat sumber daya, dan tangguh terhadap guncangan.

Pada tataran pendidikan, kurikulum hortikultura perlu dibangun secara transdisipliner agar lulusan memahami keterkaitan antara produksi, ekologi, teknologi, dan tata kelola. Di sisi lain, inovasi teknologi tepat guna harus diarahkan untuk menjawab kebutuhan petani skala kecil, sehingga transformasi ekologis tidak berhenti pada

laboratorium atau proyek percontohan, melainkan benar-benar terhubung dengan praktik lapangan.

Implikasi praktis lainnya ialah bahwa pemilihan komoditas sebaiknya tidak hanya didasarkan pada pertimbangan agronomis, tetapi juga pada nilai sosial-budaya tanaman di tingkat masyarakat. Kajian Indeks *Cultural Significance* menunjukkan bahwa tidak semua tanaman memiliki posisi yang sama dalam sistem pengetahuan lokal dan praktik konsumsi masyarakat. Oleh karena itu, pengembangan hortikultura berkelanjutan akan lebih efektif apabila menggabungkan kecocokan ekologis, nilai ekonomi, dan signifikansi budaya komoditas. Perspektif ini penting agar inovasi budidaya tidak berhenti sebagai intervensi teknis, tetapi benar-benar berakar dalam kehidupan sosial masyarakat tani (Hadid et al., 2018).

Adapun pada tataran praktik, petani dan masyarakat dapat memulai dari langkah-langkah nyata, seperti diversifikasi tanaman, pengomposan, pengurangan pestisida kimia, pemeliharaan vegetasi penyangga, perbaikan struktur tanah, serta integrasi pengetahuan lokal dengan temuan ilmiah modern. Dalam konteks lahan kering berbasis pohon di Sulawesi Tengah, pemanfaatan ruang di bawah tegakan melalui kombinasi pohon dan sayuran telah dibuktikan dapat meningkatkan produktivitas lahan sekaligus menjaga fungsi ekologis lahan secara lebih baik (Hadid, 2012; Hadid, 2014; Hadid & Toknok, 2025). Temuan ini menunjukkan bahwa transformasi ekologis tidak harus dimulai dari teknologi yang mahal, melainkan dapat tumbuh dari desain sistem yang tepat dan sesuai dengan konteks lokal.

Penutup

Hadirin yang saya hormati,

Berdasarkan uraian yang telah saya sampaikan, dapat ditegaskan bahwa pembangunan ekologi hortikultura melalui pendekatan horizontal dan vertikal bukan sekedar agenda pelengkap, melainkan agenda strategis bagi masa depan pangan, pertanian, lingkungan, dan peradaban. Kita tidak lagi dapat memandang lahan semata-mata sebagai ruang eksploitasi produksi, melainkan sebagai ekosistem hidup yang harus dijaga daya dukung, keanekaragaman, dan fungsi-fungsinya. Melalui pendekatan horizontal, kita memulihkan keterhubungan lanskap dan memperkuat jasa ekosistem. Melalui pendekatan vertikal, kita mengoptimalkan ruang, memelihara kehidupan bawah tanah, dan membuka

frontier baru bagi produktivitas berkelanjutan. Ketika keduanya diintegrasikan, maka yang kita bangun bukan hanya peningkatan hasil panen, melainkan juga ketahanan ekologis, ekonomi, dan sosial yang lebih simultan.

Hadirin yang saya hormati

Demikian uraian mengenai membangun ekologi hortikultura berkelanjutan pendekatan horizontal dan vertikal dalam sistem produksi hortikultura. Oleh karena itu, marilah kita bergerak dari paradigma sebagai pengeksploitasi lahan menuju paradigma sebagai arsitek ekosistem. Masa depan hortikultura akan sangat ditentukan oleh keberanian kita untuk menyatukan ilmu, kebijakan, teknologi, dan etika ekologis ke dalam satu gerak perubahan yang berkelanjutan.

Pantun :

Angin berhembus di pagi hari,

Burung berkicau di pucuk cemara,

Mari membangun ekologi hortikultura berkelanjutan kini,

Dengan pendekatan horizontal dan vertikal yang selaras dan nyata.

Hadirin yang saya hormati

Perkenankan saya menutup pidato pengukuhan ini dengan menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya dan setulus-tulusnya kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan sehingga saya dapat meraih jabatan Guru Besar ini. Ucapan terima kasih saya sampaikan masing-masing kepada :

1. Menteri Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi Republik Indonesia atas penetapan Jabatan Proffesor/Guru Besar kepada saya dalam ranting Ilmu/Kepakaran Ilmu Ekologi Tanaman Hortikultura, di Universitas Tadulako terhitung mulai tanggal 01 Februari 2026;
2. Rektor Universitas Tadulako, Prof. Dr. Ir. Amar. S.T., M.T., IPU., ASEAN. Eng. yang telah mengusulkan kenaikan Jabatan Guru Besar saya, serta seluruh Wakil Rektor Universitas Tadulako;
3. Ketua Senat Prof. Dr. Djayani Nurdin., S.E., M.Si dan Sekertaris Senat Bpk. Muhammad Iqbal., S.T., M.T beserta seluruh Anggota Senat Universitas Tadulako yang telah memberikan persetujuan pada usulan Jabatan Guru Besar saya;
4. Ketua Guru Besar Prof. Dr. Ir. Fathurrahman., MP dan Sekertaris Dewan Guru Besar Prof. Dr. Jusman Mansyur., M.Si beserta anggota Dewan Guru Besar Universitas Tadulako, yang telah memberikan pendampingan dalam usulan Jabatan Guru Besar Saya;
5. Ketua Dewan Pertimbangan Prof. Ir. Zainuddin Basri., Ph.D dan Sekertaris Dewan Pertimbangan Prof. Dr. Ramadanil., M.Si beserta seluruh anggota Dewan Pertimbangan Universitas Tadulako, yang telah memberikan pertimbangan pada usulan Jabatan Guru Besar Saya;
6. Direktur Pascasarjana, Dekan, dan Kepala Lembaga dalam Lingkungan Universitas Tadulako, atas dukungan dan dorongannya;
7. Dekan Fakultas Pertanian Prof. Dr. Ir. Muhardi., M.Si. IPM. ASEAN Eng. beserta Para Wakil Dekan, yang telah memfasilitasi usulan jabatan Guru Besar saya;
8. Ketua Senat Fakultas Pertanian Prof. Dr. Ir. Abd. Rahim Thaha., MP., dan seluruh Anggota senat yang telah memfasilitasi usulan jabatan Guru Besar saya;
9. Kepala Biro Kepegawaian bersama seluruh staf yang selama ini membantu administrasi pengusulan Jabatan Guru Besar saya;

10. Ketua dan Sekertaris Jurusan dan Para Koordinator Program Studi beserta seluruh Dosen Fakultas Pertanian yang senantiasa memberikan motivasi, fasilitas usulan Jabatan Guru Besar saya;
11. Kepala Bagian Umum Ibu Nancy Fitriana., S.E., M.Si serta seluruh Tenaga Kependidikan Fakultas Pertanian Universitas Tadulako yang telah membantu dalam administrasi pengusulan Jabatan Guru Besar saya;
12. Ketua Tim Penjaminan Mutu Fakultas Pertanian Dr. Ir. Irwan Lakani., MP. beserta anggota, atas dorongan dan dukungannya;
13. Kedua orang tua saya Ayahanda Alm. Pattawali Dg Pattola dan Ibunda Alm. Basse Cawang dan Kepada Ayah Mertua Alm. Salim Gobel dan Ibu Mertua Alm Martje Abdillah yang senantiasa memberikan doa, dukungan semangat dan pengertian yang tiada henti selama ini;
14. Kepada istri Dr. Ir. Minarny Gobel., M.Si , anak kami Adina Khusnudzan Hadid., ST., M.PWK., dan suami Andi Nur Buraerah., SH., MH serta cucu kami Andi Amisha yang senantiasa memberikan doa, dukungan semangat dan pengertian;
15. Kakak dan adik - adik serta segenap sanak saudara yang selalu memberikan dukungan doa dan dorongan semangat;
16. Semua pihak yang telah membantu dengan doa, semangat, fasilitas dan tenaga dalam mendukung saya dan keluarga saya hingga memungkinkan saya mencapai jabatan guru besar.

Semoga apa yang telah saya sampaikan pada hari ini dapat memberi manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan kehidupan masyarakat luas. Dengan segala kerendahan hati, saya menyadari keterbatasan yang saya miliki di tengah luasnya samudra ilmu pengetahuan. Semoga langkah saya ke depan dalam mengemban amanah sebagai Profesor/Guru Besar senantiasa berada dalam ridha, bimbingan, dan kemudahan dari Allah Swt. Aamiin ya Rabbal 'alamin.

Billahitaufik Wal Hidayah

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2004). *Biodiversity and pest management in agroecosystems* (2nd ed.). CRC Press.
- Appolloni, E., Orsini, F., Specht, K., Thomaier, S., Sanyé-Mengual, E., Pennisi, G., & Gianquinto, G. (2021). The global rise of urban rooftop agriculture: A review of worldwide cases. *Journal of Cleaner Production*, 296, 126556. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126556>
- Brooker, R. W., Bennett, A. E., Cong, W.-F., Daniell, T. J., George, T. S., Hallett, P. D., Hawes, C., Iannetta, P. P. M., Jones, H. G., Karley, A. J., Li, L., McKenzie, B. M., Pakeman, R. J., Paterson, E., Schöb, C., Shen, J., Squire, G., Watson, C. A., Zhang, C., Zhang, F., Zhang, J., & White, P. J. (2015). Improving intercropping: A synthesis of research in agronomy, plant physiology and ecology. *New Phytologist*, 206(1), 107–117. <https://doi.org/10.1111/nph.13132>
- Chang, C.-L., Chung, S.-C., Fu, W.-L., & Huang, C.-C. (2021). Artificial intelligence approaches to predict growth, harvest day, and quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in an IoT-enabled greenhouse system. *Biosystems Engineering*, 212, 77–105. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.09.015>
- D'Ostuni, M., Zaffi, L., Torreggiani, D., Tassinari, P., & Orsini, F. (2022). Understanding the complexities of building-integrated agriculture: Can food shape the future built environment? *Journal of Environmental Management*, 325, 116505. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116505>
- Drottberger, A., Emilsson, T., & Pons, O. (2023). Urban farming with rooftop greenhouses: A systematic literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 188, 113783. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113783>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). *The state of food and agriculture 2021: Making agrifood systems more resilient to shocks and stresses*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cb4476en>
- Fasusi, O. A., Cruz, C., & Babalola, O. O. (2023). Harnessing of plant growth-promoting rhizobacteria and arbuscular mycorrhizal fungi for sustainable agricultural production. *International Journal of Plant Biology*, 14(4), 1004–1023. <https://doi.org/10.3390/ijpb14040073>
- Glaze-Corcoran, S., Hashemi, M., Sadeghpour, A., Jahanzad, E., Afshar, R. K., Liu, X., & Herbert, S. J. (2020). Understanding intercropping to improve agricultural resiliency

and environmental sustainability. *Advances in Agronomy*, 162, 199–256. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2020.02.004>

Gliessman, S. R. (2014). *Agroecology: The ecology of sustainable food systems* (3rd ed.). CRC Press.

Hadid, A. (2012). Produktivitas pohon dan sayuran dengan sistem agroforestri di Provinsi Sulawesi Tengah [Disertasi doktor, Universitas Mulawarman].

Hadid, A. (2014). Produktivitas lahan dengan sistem tumpangsari pada berbagai level elevasi di Sulawesi Tengah. Dalam Prosiding Forum Komunikasi Perguruan Tinggi Pertanian Pokja Wilayah Indonesia Timur (hlm. 115-165).

Hadid, A., Toknok, B., & Zulkaidhah. (2017a). *Peningkatan produktivitas lahan melalui manajemen pertanaman dalam mengurangi tekanan terhadap kawasan konservasi Taman Nasional Lore Lindu* (Laporan tahunan penelitian terapan unggulan perguruan tinggi tahun ke-1). Universitas Tadulako.

Hadid, A., Toknok, B., Wardah, & Zulkaidhah. (2017b). Optimization of space grows vertically and horizontally based on local community knowledge. In *Proceedings of The First International Conference of Food and Agriculture* (pp. 35–38).

Hadid, A., Toknok, B., & Zulkaidhah. (2018). *Peningkatan produktivitas lahan melalui manajemen pertanaman dalam mengurangi tekanan terhadap kawasan konservasi Taman Nasional Lore Lindu* (Laporan tahunan penelitian terapan unggulan perguruan tinggi tahun ke-2). Universitas Tadulako.

Hadid, A., Toknok, B., Wardah, & Zulkaidhah. (2020). Vegetable and food crop production with micro climate modification. *Journal of Physics: Conference Series*, 1434, 012027. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1434/1/012027>

Hadid, A., & Toknok, B. (2025). Optimizing land resources through vegetable crop production (Cucumber and Beans) on cocoa farms. *Australian Journal of Crop Science*, 19(6), 689–696. <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.T2025073000000801109328105>

Hadid, A., Rois, Rahman, A., Salingkat, C. A., Jusriadi, Mustakim, Mustamin, Dharma, M. A., & Arsani, N. K. D. K. (2026). Impact of essential nutrient deficiency on the growth and yield of four hydroponic vegetable crops using a split-plot design in hydroponic systems (Applied plant physiology study). *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 12(2), 601–611. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v12i2.14457>

Jose, S. (2009). Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: An overview. *Agroforestry Systems*, 76(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s10457-009-9229-7>

- Kopittke, P. M., Menzies, N. W., Wang, P., McKenna, B. A., & Lombi, E. (2021). Soil and the intensification of agriculture for global food security. *Environment International*, *146*, 106179. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106179>
- Ryan, P. R., Delhaize, E., Watt, M., & Richardson, A. E. (2024). Root-soil-microbiome management is key to the success of regenerative agriculture. *Nature Food*, *5*, 452–461. <https://doi.org/10.1038/s43016-024-01001-1>
- Smith, S. E., & Read, D. J. (2010). *Mycorrhizal symbiosis* (3rd ed.). Academic Press.