



Homepage Journal: <https://jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/JKS>

Pengembangan Model Pertanian Berkelanjutan Melalui Pola Tumpang Sari Ubi Jalar Cilembu-Legum: Kajian Terhadap Organoleptik dan Produktivitas Pada Beragam Agroekosistem

Development of a Sustainable Agricultural Model Through the Cilembu Sweet Potato-Legumes Intercropping Pattern: A Study of Organoleptic and Productivity in Various Agroecosystems

Hanifah Ayu^{1,2*}, Wayan Wangiyana³, Ida Ayu Widhiantari^{1,2}, Sudarli^{1,4}

¹Program Doktor Berkelanjutan Universitas Mataram, Mataram NTB

²Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri, Universitas Mataram, Mataram NTB

³Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Mataram NTB

⁴Dinas Pendidikan dan kebudayaan Kabupaten Sumbawa NTB

***Corresponding Author:** E-mail:hanifahayu@unram.ac.id

ABSTRAK

Artikel Penelitian

Article History:

Received: 10 Sep, 2025

Revised: 16 Nov, 2025

Accepted: 17 Dec, 2025

Kata Kunci:

Agroekosistem,
Organoleptik,
Pertanian Berkelanjutan,
Tumpangsari,
Ubi Jalar

Keywords:

*Agroecosystem,
Organoleptic,
Sustainable
Agriculture,
Intercropping, Sweet Potato*

DOI: [10.56338/jks.v8i12.9625](https://doi.org/10.56338/jks.v8i12.9625)

Indonesia memiliki keanekaragaman agroekosistem yang berperan penting sebagai modal biologis dan fisik untuk pertanian berkelanjutan. Ubi jalar Cilembu (*Ipomoea batatas L.*) merupakan komoditas unggulan dengan nilai ekonomi tinggi, ditandai oleh rasa manis khas, aroma karamel, dan tekstur lembut. Tantangan utama dalam budidayanya adalah mempertahankan produktivitas dan mutu organoleptik secara berkelanjutan. Penelitian ini meninjau literatur mengenai strategi tumpangsari legum (kacang tanah, kedelai, sengon, lamtoro) untuk meningkatkan produktivitas, kualitas organoleptik, dan keberlanjutan pada berbagai kondisi tanah dan iklim. Salah satu strategi adalah sistem tumpangsari dengan tanaman legum penambat nitrogen, yang tidak hanya meningkatkan pertumbuhan dan hasil ubi jalar, tetapi juga efisiensi penggunaan lahan, kesuburan tanah, dan keberlanjutan ekosistem. Pemupukan organik yang terintegrasi dengan residu legum memperbaiki ketersediaan nitrogen dan kalium, sehingga mendukung akumulasi gula, aroma, dan tekstur umbi. Efektivitas sistem ini sangat dipengaruhi oleh kesesuaian agroekosistem, termasuk jenis dan tekstur tanah, ketinggian lokasi, suhu, dan pola curah hujan. Pendekatan spesifik lokasi diperlukan untuk memaksimalkan interaksi tanaman, keseimbangan hara, dan kualitas organoleptik. Penilaian produktivitas dan mutu organoleptik yang terstandar menjadi penting untuk memastikan bahwa intensifikasi ekologis melalui tumpangsari dan pemupukan organik menghasilkan sistem pertanian yang produktif, ramah lingkungan, dan tetap mempertahankan keunikan rasa madu ubi jalar Cilembu

ABSTRACT

*In Indonesia has a diverse agroecosystem that plays a crucial role as biological and physical capital for sustainable agriculture. Cilembu sweet potato (*Ipomoea batatas L.*) is a superior commodity with high economic value, characterized by its distinctive sweet taste, caramel aroma, and soft texture. The main challenge in its cultivation is maintaining productivity and organoleptic quality sustainably. This study reviews the literature on legume intercropping strategies (peanuts, soybeans, sengon, lamtoro) to increase productivity, organoleptic quality, and appetite under various soil-climate conditions. One strategy is an intercropping system with nitrogen-fixing legumes, which not only improves sweet potato growth and yield but also improves land use efficiency, soil fertility, and ecosystem sustainability. Organic fertilization integrated with legume residues improves nitrogen and potassium availability, thus supporting sugar accumulation, tuber aroma, and texture. The effectiveness of this system is strongly influenced by agroecosystem suitability, including soil type and texture, elevation, temperature, and rainfall patterns. A site-specific approach is needed to maximize plant interactions, nutrient balance, and organoleptic quality. Standardized productivity and organoleptic quality assessments are essential to ensure that ecological intensification through intercropping and organic fertilization results in a productive, environmentally friendly agricultural system that maintains the unique honey flavor of Cilembu sweet potatoes.*

PENDAHULUAN

Indonesia dikaruniai keanekaragaman sumber daya lahan yang berfungsi sebagai modal dasar biologis dan fisik untuk lingkungan pada keberlanjutan pembangunan suatu wilayah, terutama dalam aspek kehidupan karena menyediakan media tumbuh bagi tanaman. Sifat lahan yang beragam menciptakan hasil pertumbuhan dan produksi tanaman berbeda. Ubi jalar (*Ipomoea batatas L.*) adalah salah satu tanaman pangan dengan kemampuan adaptasi lingkungan yang berbeda. Ubi jalar telah lama dikenal sebagai salah komoditas pangan unggulan Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Keunggulan utamanya terletak pada rasa manis yang khas dan tekstur yang lembut, yang terkait erat dengan mutu organoleptiknya (Solihin et al., 2018). Karakteristik sensori inilah yang membedakan ubi jalar dari varietas ubi jalar lainnya dan menjadi daya tarik utama bagi konsumen. Namun, dalam budidayanya, petani seringkali dihadapkan pada tantangan untuk mempertahankan sekaligus meningkatkan produktivitas dan kualitas organoleptik tersebut secara berkelanjutan (Karuniawan et al., 2021).

Salah satu jenis ubi jalar yang banyak dikembangkan di Nusa Tenggara Barat (NTB) adalah ubi jalar Cilembu, karena merupakan tanaman ubi yang produktif serta banyak diminati konsumen sehingga sangat prospektif dalam meningkatkan pendapatan petani. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) NTB (2015) mencatat bahwa produksi ubi jalar mengalami peningkatan sebesar 19.024 ton dari tahun sebelumnya 2014 sebesar 19.015 ton. Ubi jalar cilembu memiliki karakteristik unik yaitu rasa manis yang khas dan menghasilkan cairan bergula atau caramel apabila dibakar maupun di panggang menggunakan oven. Cairan tersebut diperoleh dari hasil pemecahan karbohidrat menjadi gula. Permintaan masyarakat terhadap komoditas pangan ini terus meningkat, sayangnya peningkatan permintaan ini belum dapat diimbangi dengan kualitas umbi yang dihasilkan.

Pengembangan komoditas unggulan ubi jalar Cilembu dalam menghasilkan kualitas dan kuantitas hasil produksi harus dikaji dari berbagai faktor baik itu yang berkaitan dengan lingkungan maupun yang berkaitan dengan budidaya. Salah satu cara untuk meningkatkan produksi ubi jalar Cilembu secara optimal dengan sistem budidaya yang berkelanjutan dengan cara sistem tumpangsari (Goulart et al., 2021). Tumpang sari merupakan sistem pertanian tradisional yang meningkatkan keragaman tanaman untuk memperkuat fungsi agroekosistem sekaligus mengurangi masukan bahan kimia dan meminimalkan dampak negatif lingkungan dari produksi tanaman. Tumpang sari saat ini

menjadi perhatian yang cukup besar karena pentingnya dalam pertanian berkelanjutan dengan menerapkan cara produksi pangan dan mengintegrasikan keanekaragaman hayati ekosistem alami beserta keragaman tanaman. Selain itu tumpang sari juga dapat meningkatkan stabilitas hasil panen dalam jangka panjang dan meningkatkan ketahanan sistemik terhadap penyakit tanaman, hama, dan faktor-faktor lain yang tidak menguntungkan (Akchaya et al., 2025).

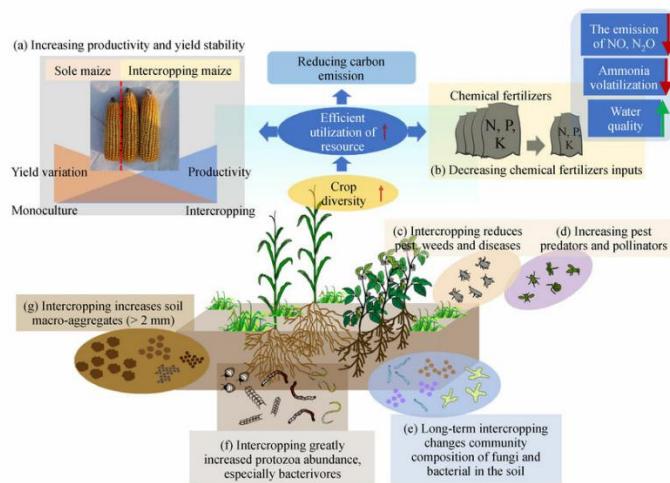
Pendekatan tumpangsari ini sejalan dengan fokus utama dalam pengembangan pertanian berkelanjutan yang menuntut transformasi dalam sistem produksi pangan global dan meningkatkan keanekaragaman hayati. Hal tersebut dipicu oleh pertumbuhan populasi, tekanan terhadap sumber daya alam, perubahan iklim, dan penurunan keanekaragaman hayati, yang semuanya menuntut perubahan mendasar dalam praktik pertanian. Tujuannya bukan hanya untuk memenuhi kebutuhan pangan, tetapi juga menjaga kelestarian lingkungan dan meningkatkan kesejahteraan petani.

Jenis tanaman yang digunakan untuk pengembangan sistem tumpang sari ini adalah jenis Legum. Tanaman legum melalui simbiosis dengan bakteri Rhizobium, memiliki kemampuan unik untuk memfiksasi nitrogen atmosfer dan menyediakannya bagi tanaman yang ditumpangsarikan. Selain kontribusi N yang dapat mengurangi ketergantungan pada pupuk sintetik, sistem perakaran legum juga dapat memperbaiki struktur tanah. Menggabungkan ubi jalar Cilembu dengan tanaman legum dalam satu sistem tumpang sari dipandang sebagai model yang potensial untuk memadukan aspek produktivitas, mutu hasil, dan keberlanjutan lingkungan. Salah satu jenis tanaman legum yang banyak dikembangkan adalah sengon. Pohon sengon dipilih sebagai komoditas tahunan dalam sistem budidaya dan pertanian terpadu karena memiliki pertumbuhan yang cepat, mampu beradaptasi pada berbagai jenis tanah termasuk tanah yang kurang subur serta memiliki nilai ekonomi yang tinggi (Nurlia et al., 2024).

Tumpangsari antara ubi jalar Cilembu dan sengon memberikan dampak positif terhadap produktivitas dan menjaga keberlanjutan ekosistem. Sehingga interaksi yang terjalin antara kedua tanaman tersebut yang diduga kuat mempercepat proses metabolisme, terutama dalam akumulasi senyawa gula dan flavor yang berkontribusi terhadap mutu sensori umbi (Kim et al., 2021; Zhou et al., 2020). Namun demikian, efektivitas sistem ini sangat dipengaruhi oleh kesesuaian teknik budidaya dengan tipe agroekosistem. Teknik pengolahan tanah, ketinggian Lokasi, pemupukan, pemilihan varietas, serta pola tanam perlu disesuaikan secara spesifik terhadap kondisi agroekologi agar interaksi antar tanaman dapat berlangsung optimal dan saling menguntungkan. Selain itu perbedaan karakteristik agroekosistem seperti dataran tinggi, dataran rendah, dan lahan kering memunculkan keragaman kondisi tanah, iklim mikro, ketersediaan air, hingga dinamika biologis yang harus diperhitungkan dalam perancangan teknik budidaya tanaman.

Perbedaan tempat pada agroekosistem dapat memengaruhi efektivitas sistem tumpangsari, di mana interaksi antara tanaman serta mikroba tanah, dan kondisi lingkungan ini akan menentukan hasil akhirnya, baik dalam aspek pertumbuhan maupun kualitas sensori umbi yang dihasilkan. Penelitian ini mendukung temuan Maharani et al. (2022), yang menunjukkan bahwa penanaman tanaman umbi dan pohon jati dalam sistem agroforestri di lokasi tertentu dapat memengaruhi efektivitas sistem tumpangsari, berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil yang dihasilkan.

Menurut Yang et al. (2021), keberagaman organisme dan tanaman dalam fungsi dari agroekosistem dapat memengaruhi terhadap pembentukan dan aktivitas mikroorganisme tanah. Keragaman jenis tanaman dalam agroekosistem juga memiliki potensi untuk meningkatkan keanekaragaman hayati serta efisiensi dalam pemanfaatan sumber daya, terutama dalam mendukung pengembangan sistem pertanian yang berkelanjutan (Gambar 1). Berdasarkan hasil studi oleh Anda et al. (2018), ubi madu yang ditanam di kawasan penghasil utama menunjukkan kadar gula yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman dari luar wilayah tersebut. Ketinggian optimal untuk memperoleh berat terbaik pada batang, daun, umbi, serta kadar gula berada dalam rentang 870–917 mdpl. Hal tersebut mensyaratkan bahwa faktor penentu lingkungan dan kondisi tanah juga berpengaruh dalam menghasilkan rasa manis seperti madu pada ubi jalar.



Gambar 1. Keanekaragaman tanaman dan interaksi berbagai organisme berperan dalam peningkatan fungsi agroekosistem (Yang, et al., 2021)

Varietas Rancing merupakan salah satu varietas ubi jalar Cilembu yang paling dikenal dan digemari oleh petani maupun pembeli. Varietas Rancing merupakan hasil pengembangan dari varietas Nirkum dengan keunggulan daya adaptasinya yang luas. Menurut Solihin et al. (2017), varietas yang saat ini lebih diminati oleh petani maupun konsumen adalah varietas Rancing, hal ini dikarenakan varietas Rancing memiliki kemampuan adaptasi lingkungan yang tinggi serta waktu panen yang lebih pendek. Varietas ubi jalar Cilembu lainnya yakni varietas Nirkum, yang saat ini sudah jarang dibudidayakan secara komersial karena kurangnya minat petani sebab kurang ekonomis akibat produksinya yang rendah, tumbuh pada lahan tertentu yang terbatas, serta masa panen yang lama. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dirancang untuk mengkaji secara mendalam strategi tumpangsari legum penambat nitrogen dalam upaya meningkatkan pertumbuhan dan mutu organoleptik ubi jalar Cilembu yang diaplikasikan pada berbagai kondisi agroekosistem.

METODE

Penelitian ini menggunakan jenis kajian literature review untuk menelaah dan menginterpretasikan berbagai sumber ilmiah yang relevan dengan topik kajian. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan peneliti memetakan secara komprehensif temuan temuan empiris mengenai tumpang sari ubi jalar dan legum, produktivitas, kualitas organoleptik, serta aspek keberlanjutan pada beragam agroekosistem, kemudian mensintesisnya menjadi rekomendasi model pertanian berkelanjutan. Metode ini dipilih untuk memperoleh pemahaman yang mendalam mengenai konsep, potensi, serta implikasi pemanfaatan limbah nanas sebagai produk pangan fungsional sebagai nilai keberlanjutan. Data diperoleh dari literatur jurnal terindeks ber-ISSN elektronik (E-ISSN) meliputi jurnal bereputasi yang tercantum dalam indeks Scopus dan jurnal yang telah memperoleh akreditasi SINTA serta diakses secara daring menggunakan perangkat lunak publish or perish serta Mendeley. Data dari berbagai sumber tersebut dianalisis serta ditelaah secara kritis kemudian diolah menjadi sebuah kajian komprehensif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Respons Pertumbuhan dan Hasil Ubi Jalar Cilembu

Kajian literatur menunjukkan bahwa implementasi sistem tumpangsari dengan legum penambat nitrogen (seperti kacang tanah, kedelai, atau kacang tunggak) secara konsisten meningkatkan parameter pertumbuhan dan hasil ubi jalar Cilembu dibandingkan dengan sistem monokultur.

a. Parameter Vegetatif: Luas daun, panjang sulur, dan bobot brangkasan segar meningkat signifikan.

- Peningkatan parameter pertumbuhan dan hasil, Peningkatan efisiensi penggunaan nitrogen dan hasil umbi ubi jalar pada sistem tumpangsari dengan legum (Liu et al.,2023)
- Peningkatan parameter vegetatif (seperti luas daun dan panjang sulur) serta hasil panen ubi jalar ketika ditumpangsaikan dengan kacang tanah. (Munda et al.,2019)

b. Mekanisme Peningkatan Ketersediaan Nitrogen:

- mekanisme transfer nitrogen dari legum (seperti kacang tanah dan kedelai) ke ubi jalar, yang menjadi kunci peningkatan pertumbuhan
- sistem tumpangsari legum meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas ubi jalar (Akinwale et al .,2025).

c. Peningkatan Spesifik pada Varietas Lokal/Unggulan: varietas Cilembu yang ditumpangsaikan dengan kacang tanah (salah satu legum), yang menunjukkan peningkatan hasil dan efisiensi lahan di lahan kering Indonesia. (Nurida et al., 2022).

d. Dampak Perbaikan Tanah yang Mendukung Pertumbuhan: memperkuat argumen bahwa peningkatan pertumbuhan dan hasil tidak hanya berasal dari nitrogen, tetapi juga dari perbaikan sifat fisik tanah oleh sistem perakaran legum, yang memfasilitasi perkembangan umbi ubi jalar. (Gao et al., 2023)

Peningkatan ini secara langsung terkait dengan mekanisme fisiologis dan agronomis yang dijelaskan sebelumnya. Ketersediaan nitrogen yang lebih baik dari fiksasi biologis legum mendorong sintesis klorofil dan protein, yang memperkuat kapasitas fotosintetik tanaman. Hasil fotosintat (*asimilat*) yang lebih melimpah kemudian dialokasikan untuk pembentukan dan pembesaran umbi. Selain itu, perbaikan struktur tanah oleh sistem perakaran legum memfasilitasi perkembangan umbi yang lebih optimal.

Implikasi Tumpang Sari Ubi Jalar Legum Terhadap Produktivitas Dan Efisiensi Lahan

Penerapan pola tumpang sari antara ubi jalar (*Ipomoea batatas L.*) dan tanaman legum memberikan implikasi positif terhadap produktivitas total dan efisiensi penggunaan lahan, terutama pada sistem pertanian berinput rendah (low external input agriculture). Sistem ini memungkinkan terjadinya pemanfaatan sumber daya yang lebih optimal melalui perbedaan arsitektur tajuk, kedalaman perakaran, dan kebutuhan hara antar tanaman, sehingga kompetisi dapat ditekan dan interaksi menjadi lebih bersifat saling melengkapi.

Dari sisi produktivitas, berbagai penelitian menunjukkan bahwa hasil komponen tanaman dalam sistem tumpang sari mungkin setara atau sedikit lebih rendah dibandingkan monokultur, namun hasil total per satuan luas lahan meningkat secara signifikan. Hal ini tercermin dari nilai Land Equivalent Ratio (LER) > 1 , yang menunjukkan bahwa lahan yang sama mampu menghasilkan produksi yang lebih tinggi dibandingkan jika ditanami secara terpisah. Studi Akinwale et al. (2025) pada sistem tumpang sari ubi jalar legum di Malawi menunjukkan bahwa pemilihan varietas legum yang sesuai dapat meningkatkan produktivitas total dan stabilitas hasil, terutama pada kondisi agroekosistem yang beragam. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Gitari et al. (2020) yang menegaskan bahwa indeks intercropping seperti LER dan Relative Yield Total (RYT) efektif menggambarkan keuntungan biologis dari sistem tumpang sari berbasis umbi dan legum.

Selain meningkatkan hasil total, tumpang sari ubi jalar legum juga berimplikasi pada peningkatan efisiensi lahan dan input. Tanaman legum berkontribusi melalui fiksasi nitrogen biologis, yang meningkatkan ketersediaan nitrogen tanah dan mengurangi ketergantungan pada pupuk anorganik. Kajian menurut Dettweiler et al. (2023) menunjukkan bahwa sistem tumpang sari berbasis legum memberikan keuntungan efisiensi lahan yang lebih besar pada kondisi input rendah, di mana interaksi antar tanaman cenderung bersifat fasilitatif dibandingkan kompetitif. Kondisi ini sangat relevan bagi

pengembangan pertanian berkelanjutan di lahan marginal atau sistem pertanian rakyat.

Lebih lanjut, sistem tumpang sari juga berkontribusi terhadap keberlanjutan produktivitas jangka panjang melalui perbaikan sifat fisik, kimia, dan biologis tanah. Residu legum yang tertinggal di lahan dapat meningkatkan bahan organik tanah dan memperbaiki siklus hara, yang berdampak positif terhadap efisiensi pemanfaatan lahan pada musim tanam berikutnya. Dengan demikian, tumpang sari ubi jalar dan legum tidak hanya meningkatkan produktivitas sesaat, tetapi juga menciptakan sistem produksi yang lebih stabil, efisien, dan berkelanjutan pada berbagai agroekosistem.

Nutrisi tanah, pemupukan organik, dan keterkaitan dengan dampak terhadap mutu organoleptik

Mutu organoleptik ubi jalar Cilembu khususnya tingkat kemanisan setelah dipanggang sangat dipengaruhi oleh kandungan gula dan komponen karbohidrat yang terbentuk selama pertumbuhan dan proses pascapanen. Studi biopsik Cilembu menunjukkan bahwa faktor tanah dan iklim memiliki korelasi signifikan dengan hasil dan kandungan gula, sehingga ketersediaan hara makro mikro, kelembapan tanah, dan suhu berperan langsung terhadap profil rasa dan tekstur umbi (Solihin et al., 2016). Parameter mutu organoleptik ubi jalar Cilembu menunjukkan respons positif ketika ditumpangsarikan dengan legum, dilihat dari beberapa aspek yakni :

- a. Rasa Manis: Kadar gula total (Brix) meningkat 1,5-3°Brix dibandingkan sistem monokultur, mencerminkan akumulasi sukrosa yang lebih tinggi dalam umbi. Hal ini terkait dengan metabolisme karbohidrat yang lebih optimal pada sistem tumpangsari: perbaikan status hara (khususnya nitrogen dan kalium), peningkatan aktivitas mikroba tanah, serta kondisi fisiologis tanaman yang lebih seimbang mendorong translokasi dan penyimpanan gula sederhana ke dalam umbi. Aktivitas enzim invertase yang lebih tinggi pada lahan dengan mikrobiota aktif turut mempercepat pemecahan sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa, sehingga memperkuat sensasi manis khas Cilembu setelah pemasakan (Wang et al., 2023; Solihin et al., 2016).
- b. Secara tekstur, umbi yang dihasilkan cenderung lebih lembut dan tidak berserat setelah dikukus. Pola tumpangsari dengan legum membantu menjaga kelembapan tanah lebih stabil, mengurangi stres air, dan mendukung pembentukan jaringan parenkim umbi yang lebih halus. Kombinasi faktor tersebut berkontribusi pada tekstur empuk dan “*creamy*” yang menjadi salah satu keunggulan sensoris Cilembu (Solihin et al., 2016)

Dari sisi aroma, karakteristik wangi madu khas Cilembu tampak lebih kuat pada sistem tumpangsari. Hal ini diduga berkaitan dengan peningkatan ketersediaan nitrogen dan keseimbangan karbon di dalam tanaman akibat fiksasi N oleh legum dan tingginya masukan bahan organik dari biomassa legum. Kondisi tersebut menguntungkan biosintesis senyawa prekursor aroma (gula, pati, lipid, dan asam amino), yang selama proses pemanggangan akan membentuk senyawa volatil melalui reaksi Maillard dan karamelisasi, sehingga menghasilkan profil aroma manis karamel yang lebih intens (Wang et al., 2023). Dengan demikian, pola tumpangsari Cilembu legum tidak hanya menjanjikan dari sisi produktivitas dan keberlanjutan, tetapi juga berkontribusi nyata terhadap peningkatan mutu organoleptik umbi.

Dalam konteks ini kegiatan pemupukan organik yang terintegrasi dengan sistem tumpang sari menjadi kunci. Mengingat sumber nutrisi kalium (K) berperan penting dalam translokasi karbohidrat dan pembentukan pati atau gula di umbi, perbaikan ketersediaan nutrisi kalium melalui kombinasinya residu legum dan pupuk organik sangat mungkin berkontribusi positif terhadap mutu organoleptik Cilembu (Anda et al., 2018; Yuan et al., 2023; Marwani et al., 2023). Residu legum yang terdekomposisi dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah serta memperbaiki kapasitas tukar kation, sehingga kalium menjadi lebih tersedia bagi tanaman. Pupuk organik turut memperkuat proses ini dengan meningkatkan agregasi tanah dan retensi unsur hara, yang pada akhirnya mendukung penyerapan kalium secara lebih efisien. Ketersediaan kalium yang optimal berperan penting dalam sintesis karbohidrat, translokasi gula, dan pembentukan pati, sehingga dapat meningkatkan karakter

sensori seperti rasa manis, tekstur, dan kualitas keseluruhan produk pertanian. Integrasi legum dalam pola Cilembu legum berpotensi meningkatkan input biomassa organik berkualitas tinggi (daun, batang, akar legum) yang kaya nitrogen dan mampu memperbaiki rasio C/N tanah, sehingga mendukung pelepasan hara secara lebih seimbang (Chamkhi et al., 2023). Bila dikombinasikan dengan pemupukan organik yang tepat, sistem ini diharapkan menciptakan lingkungan tanah yang mendukung pembentukan gula dan senyawa flavor khas Cilembu tanpa ketergantungan tinggi pada pupuk sintetis, sehingga sejalan dengan prinsip pertanian berkelanjutan dengan mengoptimalkan sumber daya lokal dan proses alami dalam agroekosistem (Yuan et al., 2023).

Interaksi dengan Berbagai Agroekosistem

Pengembangan pola tumpang sari ubi jalar Cilembu legum harus dipahami sebagai model yang sangat bergantung pada konteks agroekosistem setempat kombinasi faktor tanah, iklim, ketinggian, ketersediaan air, tingkat input, serta konteks sosial ekonomi petani. Varietas Cilembu sendiri dikenal memiliki preferensi lingkungan yang relatif spesifik untuk menghasilkan umbi dengan rendemen tinggi dan rasa manis khas, sehingga setiap perubahan pada sistem budidaya termasuk penambahan legum harus selalu dibaca dalam kerangka kesesuaian agroekosistem setempat. Hal ini sejalan dengan kebutuhan untuk merancang tumpang sari Cilembu legum secara spesifik lokasi, bukan dengan satu paket teknologi seragam untuk semua agroekosistem. Efektivitas sistem tumpangsari Cilembu legum sangat ditentukan oleh karakter agroekosistem tempatnya dikembangkan. Pada agroekosistem dataran menengah tinggi (ketinggian > 700 mdpl) dengan suhu sejuk dan tanah bertekstur lempung yang kaya bahan organik, kondisi mikroklimat dan sifat tanah sangat mendukung akumulasi karbohidrat dalam umbi, sehingga lebih mudah dicapai kombinasi rasa sangat manis ($^{\circ}\text{Brix}$ tinggi), tekstur lembut, dan aroma karamel khas “madu” Cilembu. Hal ini konsisten dengan temuan bahwa produksi dan kadar gula ubi Cilembu sangat dipengaruhi oleh faktor tanah dan iklim, terutama kesuburan dan kelembapan tanah yang mendukung akumulasi gula dan kualitas rasa (Solihin et al., 2016).

Ketersediaan nitrogen yang cukup dari legum berasosiasi dengan peningkatan sintesis protein dan metabolit sekunder, yang berperan penting dalam pembentukan aroma dan flavor, sementara ketersediaan kalium (K), suhu, dan pola curah hujan berkaitan erat dengan efisiensi translokasi karbohidrat dan pembentukan rasa manis serta aroma khas pada ubi jalar (Akchaya et al., 2025; Solihin et al., 2016). Perbedaan agroekosistem sawah dengan tegalan juga berpengaruh besar terhadap karakter tanah dan mutu umbi, sawah cenderung memiliki dinamika air dan redoks yang berbeda dengan tegalan kering, sehingga memengaruhi perkembangan umbi, komposisi karbohidrat, dan cita rasa (Arifin et al., 2017).

Dari sisi tekstur tanah yang memiliki bertekstur lebih ringan sering menunjukkan respons pertumbuhan dan mutu yang lebih cepat terlihat, tetapi tanah bertekstur halus (lempung liat) memiliki kapasitas menahan air dan menyediakan hara yang lebih tinggi karena luas permukaan adsorptifnya besar, sehingga lebih aktif secara kimia dan biologis dibanding tanah bertekstur kasar (Solihin et al., 2016). Setiap agroekosistem (kombinasi kondisi tanah, iklim, dan lingkungan pertanian) bersifat unik, sehingga tanaman dan mikroorganisme akan merespons secara berbeda tergantung tempatnya. Oleh karena itu, pendekatan yang disesuaikan dengan lokasi sangat penting. Suhu lingkungan memengaruhi aktivitas Rhizobium pada tanaman legum dalam fiksasi nitrogen. Jika suhu tidak sesuai, bakteri ini tidak bekerja optimal, sehingga nitrogen yang tersedia untuk tanaman berkurang. Jenis dan tekstur tanah (misal lempung, pasir, liat) menentukan ketersediaan hara seperti N, P, K, dan mikro nutrien, sekaligus memengaruhi perkembangan sistem perakaran tanaman. Tanah yang berbeda akan mendukung pertumbuhan akar dan penyerapan hara secara berbeda. Berbagai kajian tumpangsari legum di berbagai zona agroekologi juga menunjukkan bahwa manfaat *intercropping* terhadap keseimbangan nitrogen, efisiensi penggunaan lahan, dan hasil sangat bergantung pada kombinasi lokasi, jenis, tanah, iklim dan varietas (Nyawade et al., 2020; Akchaya et al., 2025). Berdasarkan kajian ini model Cilembu legum yang berkelanjutan harus dirancang spesifik lokasi, dengan mempertimbangkan:

1. Kesesuaian tanah dan iklim bagi Cilembu untuk menjaga hasil dan kemanisan umbi.
2. Pemilihan jenis legum dan arsitektur tajuk yang sesuai dengan agroekosistem lokal (misalnya varietas kurang kompetitif pada lahan kering dengan hara terbatas)
3. Penyesuaian pola tanam (1:1, 2:1, strip, atau barisan ganda) dan kerapatan tanaman untuk menyeimbangkan kompetisi dan komplementaritas, mengacu pada pola yang terbukti meningkatkan LER pada studi ubi jalar dan kentang legum.
4. Integrasi pemupukan organik dan pengembalian residu tanaman guna mendukung ketersediaan hara kunci (terutama N dan K), stabilitas agregat, dan aktivitas biologis tanah.

Satu aspek penting dari pengembangan Cilembu legum adalah menjaga bahkan bila mungkin meningkatkan profil organoleptik khas Cilembu (manis, aroma karamel, tekstur lembut). Studi yang tersedia terutama menunjukkan hubungan kuat antara faktor tanah iklim dengan kadar gula Cilembu, tetapi belum banyak yang secara langsung menguji pengaruh sistem tumpang sari terhadap parameter organoleptik seperti skor sensori rasa, aroma, dan tekstur. Implikasinya, pengembangan model pertanian berkelanjutan Cilembu legum ke depan sebaiknya disertai uji lapang yang tidak hanya mengukur produktivitas dan indikator keberlanjutan biogeofisik, tetapi juga melakukan penilaian sensori terstandar (misalnya uji panel terlatih untuk rasa manis, aroma panggang, tekstur) pada umbi yang dihasilkan di berbagai agroekosistem dan pola tumpang sari. Hal ini akan memastikan bahwa intensifikasi ekologis melalui tumpang sari dan pemupukan organik benar-benar menghasilkan sistem yang produktif, ramah lingkungan, sekaligus mempertahankan nilai organoleptik dan nilai ekonomi tinggi Cilembu.

KESIMPULAN

Pengembangan model pertanian berkelanjutan berbasis tumpangsari ubi jalar Cilembu legum hanya akan berhasil jika: (1) kesesuaian tanah dan iklim Cilembu diperhatikan sebagai prasyarat dasar kualitas umbi; (2) pemilihan jenis legum, pola tanam, dan kepadatan diatur untuk menyeimbangkan kompetisi dan komplementaritas sumber daya; (3) pemupukan organik dan pengelolaan residu tanaman diintegrasikan untuk mendukung ketersediaan N dan K serta aktivitas biologis tanah; dan (4) evaluasi tidak hanya berfokus pada produktivitas dan indikator biofisik, tetapi juga memasukkan penilaian organoleptik terstandar (rasa, aroma, tekstur) sehingga intensifikasi ekologis melalui tumpangsari benar-benar mempertahankan atau bahkan meningkatkan keunikan rasa madu dan nilai ekonomi tinggi ubi jalar Cilembu.

DAFTAR PUSTAKA

- Akchaya, K., Parasuraman, P., Pandian, K., Vijayakumar, S., Thirukumaran, K., Mustaffa, M. R. A. F., Rajpoot, S. K., & Choudhary, A. K. (2025). Boosting resource use efficiency, soil fertility, food security, ecosystem services, and climate resilience with legume intercropping: a review. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 9,1527256. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1527256>
- Akinwale, G. M., Chalie, H., Mwenye, O. J., Chipungu, F., Demo, P., Jogo, W., & Kreuze, J. (2025). The effects of variety selection on the yield and productivity of sweetpotato-legume intercropping options in Malawi. *Frontiers in Agronomy*, 7, Article 1679366. <https://doi.org/10.3389/fagro.2025.1679366>
- Arifin, M., Solihin, M. A., Devnita, R., & Suryatmana, P. (2017). Karakterisasi lahan budidaya ubi jalar Cilembu sebagai landasan petani dalam pemanfaatan lahan secara optimal di Desa Sindangsari, Kecamatan Sukasari, Kabupaten Sumedang. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Journal of Natural Resources and Environmental Management*. 7(3), 251–259. <https://doi.org/10.29244/jpsl.7.3.251-259>

- Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Barat. (2015). Produksi tanaman pangan Provinsi Nusa Tenggara Barat tahun 2014–2015. Mataram: BPS Provinsi Nusa Tenggara Barat.
- Chamkhi, I., Cheto, S., Geistlinger, J., Zeroual, Y., Kouisni, L., Bargaz, A., & Ghoulam, C. (2022). Legume-based intercropping systems promote beneficial rhizobacterial community and crop yield under stressing conditions. *Industrial Crops and Products*, 183, 114958. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114958>
- Dettweiler, M., Wilson, C., Maltais-Landry, G., & MacDonald, G. (2023). Cassava-legume intercropping is more beneficial in low-input systems: A meta-analysis. *Field Crops Research*, 300, 109005. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.109005>
- Gao, Y., Liu, M., Zhang, J., & Sun, Z. (2023). Legume-based intercropping systems improve soil physical properties and crop productivity: A global meta-analysis. *Soil and Tillage Research*, 235, 105489. <https://doi.org/10.1016/j.still.2023.105489>
- Gitari, H. I., Nyawade, S. O., Kamau, S., Karanja, N. N., Gachene, C. K. K., Raza, M. A., Maitra, S., & Schulte-Geldermann, E. (2020). Revisiting intercropping indices with respect to potato-legume intercropping systems. *Field Crops Research*, 258, 107957. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107957>
- Goulart, J. M., Rocha, A. A., Espindola, J. A. A., Araújo, E. S. D., & Guerra, J. G. M. (2021). Agronomic performance of sweet potato crop in succession to leguminous plants in monocropping and intercropped with corn. *Horticultura Brasileira*, 39(2), 186–191. <https://doi.org/10.1590/S0102-0536-20210209>
- Karuniawan, A., Maulana, H., Ustari, D., Dewayani, S., Solihin, E., Solihin, M. A., Amien, S., & Arifin, M. (2021). Yield stability analysis of orange-fleshed sweet potato in Indonesia using AMMI and GGE biplot. *Helijon*, 7(4), e06881. <https://doi.org/10.1016/j.helijon.2021.e06881>
- Kim, S., Park, J., & Lee, D. (2021). Metabolomic analysis of sweet-potato tubers under legume intercropping systems. *Frontiers in Plant Science*, 12, 658123. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.658123>
- Liu, H., Wang, X., Li, K., & Yang, F. (2023). Nitrogen use efficiency and yield performance of sweet potato under legume intercropping systems. *Field Crops Research*, 294, 108867. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.108867>
- Maharani, D., Sudomo, A., Swestiani, D., Murniati, M., Sebastian, G. E., Roshetko, J. M., & Fambayun, R. A. (2022). Intercropping tuber crops with teak in Gunungkidul Regency, Yogyakarta, Indonesia. *Agronomy*, 12(2), 449. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020449>
- Marwani, E., Desiyanti, R., & Setiawati, Y. (2023). The evaluation of sweetness, starch and sugar concentrations of Ipomoea batatas L. cv. Rancing from specific location in the villages of Cilembu and Cimaung. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, 45(2), 354–370. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v45i2.3067>
- Munda, E., Pieterse, P. J., Andrade, M. I., Makunde, G. S., & Pereira, E. I. (2019). Improving productivity of orange-fleshed sweetpotato (*Ipomoea batatas*) through intercropping with legumes and moderate phosphorus application. *South African Journal of Plant and Soil*, 36(3), 221–228. <https://doi.org/10.1080/02571862.2018.1548659>
- Solihin, M. A., Sitorus, S. R. P., Sutandi, A., & Widiatmaka. (2016). Biophysic factors related to a local famous sweet potato variety (*Ipomoea batatas* L.) production: A study based on local knowledge and field data in Indonesia. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 11(4), 164–174. <https://doi.org/10.3844/ajabssp.2016.164.174>
- Solihin, M. A., Sitorus, S. R. P., Sutandi, A., & Widiatmaka. (2018). Discriminating land characteristics of yield and total sugar content classes of Cilembu sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, 40(1), 15–24. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v40i1.1148>

- Yang, H., Zhang, W., & Li, L. (2021). Intercropping: Feed more people and build more sustainable agroecosystems. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, 8(3), 373–386. <https://doi.org/10.15302/J-FASE-2021390>
- Yuan, J., Wang, J., Ye, J., Dai, A., Zhang, L., Wang, J., Li, J., Zhang, M., Zhang, H., Chen, D., & Zhang, Y. (2023). Long-term organic fertilization enhances potassium uptake and yield of sweet potato by expanding soil aggregates-associated potassium stocks. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 358, 108701. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108701>
- Zhou, Y., Li, X., Wang, J., & Liu, Q. (2020). Effects of sweet-potato–legume intercropping on tuber quality and metabolite profile. *Field Crops Research*, 252, 107756. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107756>