

ANALISIS KESUBURAN TANAH PADA SISTEM POLIKULTUR DAN MONOKULTUR TANAMAN JAGUNG*Soil Fertility Analysis Using Polyculture Systems and Monoculture in Maize Cultivation***Ratih^{1*}, Asti Irawanti Azis², Dhea Ekaputri Andraini³**^{1,3} *Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Makassar
Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 9 No.29 Makassar 90245 Sulawesi Selatan Indonesia*² *Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin
Jl. Perintis Kemerdekaan Km.10 Makassar 90245 Sulawesi Selatan Indonesia*^{1*} *ratih.dty@uim-makassar.ac.id***ABSTRAK**

Tanaman jagung dikenal memiliki kebutuhan unsur hara yang tinggi, terutama nitrogen, fosfor, dan kalium, sehingga penanaman berulang dengan sistem monokultur tanpa pengelolaan kesuburan yang tepat dapat menyebabkan penurunan kadar unsur hara esensial dalam tanah. Sistem polikultur menjadi solusi untuk meningkatkan kesuburan tanah karena prinsip dasarnya mengedepankan keragaman hayati dan keseimbangan ekosistem pada lahan pertanian, dengan menanam berbagai jenis tanaman secara bersamaan, sistem ini menciptakan interaksi positif antarspesies tanaman. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui status kesuburan tanah pada sistem penanaman polikultur dan monokultur tanaman jagung. Penelitian dilaksanakan di kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Islam Makassar, Juni hingga Agustus 2023. Metode pengambilan sampel tanah terbagi atas dua yakni sampel tanah terganggu sebelum penanaman dan setelah panen, kemudian dianalisis di Laboratorium Kimia Tanah. Parameter yang diamati yakni pH H₂O, C-organik (%), N-Total (%), P-Tersedia (ppm), K- tersedia (cmol(+) kg⁻¹), KTK (cmol(+) kg⁻¹). Hasil analisis nilai indeks kesuburan tanah (IKT) pada sistem polikultur sebelum penanaman yaitu 0,56 dan setelah penanaman meningkat menjadi 0,722. Pada sistem monokultur sebelum penanaman yaitu 0,61 meningkat menjadi 0,72 dimana dapat disimpulkan bahwa kesuburan tanah pada sistem polikultur dan monokultur sama-sama berada pada kategori sedang, baik sebelum maupun setelah penanaman.

Kata kunci : Budidaya jagung, polikultur, monokultur, kesuburan tanah**ABSTRACT**

Maize is known to have high nutrient requirements, especially nitrogen, phosphorus, and potassium, so repeated planting with monoculture systems without proper fertility management can lead to a decrease in the levels of essential nutrients in the soil. The polyculture system is a solution to increase soil fertility because the basic principle is to prioritize biodiversity and ecosystem balance on agricultural land, by planting various types of plants at the same time, this system creates positive interactions between plant species. This study aims to determine the status of soil fertility in polyculture and monoculture cultivation systems of corn plants. The research was carried out in the experimental garden of the Faculty of Agriculture, Makassar Islamic University, from June to August 2023. The soil sampling method is divided into two, namely soil samples that are disturbed before planting and after harvest, then analyzed in the Soil Chemistry Laboratory. The observed parameters were pH H₂O, C-organic (%), N-Total (%), P-Available (ppm), K- available (cmol(+) kg⁻¹), KTK (cmol(+) kg⁻¹). The results of the analysis of the soil fertility index (IKT) value in the polyculture system before planting were 0.56 and after planting increased to 0.722. In the monoculture system, before planting, which is 0.61, it increases to 0.72 where it can be concluded that the soil fertility in the polyculture and monoculture systems is both in the medium category, both before and after planting.

Keywords: Maize cultivation, polyculture, monoculture, soil fertility**PENDAHULUAN**

Permasalahan pertanian saat ini semakin kompleks seiring dengan meningkatnya tekanan terhadap sumber daya alam dan perubahan iklim global. Salah satu masalah utama adalah penurunan

kesuburan tanah akibat praktik pertanian intensif dan penggunaan pupuk kimia secara berlebihan, yang mengakibatkan degradasi struktur tanah serta menurunnya kandungan bahan organik (Balík *et al.*, 2020). Ketergantungan pada sistem

monokultur menjadikan ekosistem pertanian rentan terhadap serangan hama, penyakit, dan fluktuasi iklim, sehingga produktivitas sering kali tidak stabil. Sistem monokultur pada pertanaman jagung, yaitu penanaman jagung secara terus-menerus di lahan yang sama tanpa rotasi atau diversifikasi tanaman, akan memengaruhi struktur kelompok mikroba tanah dengan mendorong pertumbuhan patogen jamur, terbukti menurunkan kesuburan tanah yang berdampak pada penurunan hasil panen (Wachowska & Rychcik, 2023).

Sistem monokultur jagung menyebabkan penurunan kandungan hara makro seperti nitrogen, fosfor, magnesium, dan karbon organik tanah. Jagung memiliki kapasitas penyerapan fosfor (P) terbesar dan terus berlanjut sepanjang siklus hidupnya, pemupukan mineral fosfor dalam jangka panjang tanpa rotasi tanaman dapat meningkatkan akumulasi fosfor sehingga meningkatkan kemasaman tanah (Dinkayehu Alamnie *et al.*, 2022). Penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus dapat memengaruhi beberapa sifat tanah dan juga hasil panen dari waktu ke waktu. Menurut Anatoly dan Thelen, 2007 dalam (Mahmood *et al.*, 2017), penggunaan pupuk kandang meningkatkan hasil produksi jagung, peningkatan kandungan bahan organik 44% lebih besar, porositas tanah 25%, dan kapasitas menahan air 16 kali lebih banyak. Penerapan pupuk organik

pada pertanian lahan kering dapat juga memengaruhi aktivitas biologis tanah.

Sistem polikultur merupakan praktik pertanian umum terutama dalam pertanian berkelanjutan. Teknik ini memaksimalkan pemanfaatan ruang lahan dan melibatkan penanaman lebih dari dua jenis tanaman di lahan yang sama serta memanfaatkan unsur hara tanah dan meningkatkan kesuburan tanah (Mohd Ropi *et al.*, 2020) menjadi salah satu solusi dan mendukung pertanian berkelanjutan dengan memanfaatkan keragaman jenis tanaman yang ditanam secara bersamaan dalam satu lahan untuk menciptakan keseimbangan ekologi dan memperbaiki kualitas tanah (Angon *et al.*, 2023). Dalam sistem ini, setiap jenis tanaman memiliki peran saling melengkapi, seperti tanaman leguminosa yang mampu mengikat nitrogen dari udara dan menambah unsur hara tanah, dan sereal dapat meningkatkan hasil panen (Roohi *et al.*, 2022). Keragaman vegetasi ini juga meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah, mempercepat dekomposisi bahan organik, serta memperkaya kandungan humus yang menjadi sumber unsur hara penting bagi tanaman (Sprunger *et al.*, 2020). Selain itu, sistem polikultur mampu menekan erosi, menjaga kelembapan tanah, dan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia serta pestisida sintetis. Secara keseluruhan, penggunaan tumpang sari,

pengolahan tanah konservasi, dan pemupukan organik menghasilkan peningkatan kualitas dan kesuburan tanah serta pemeliharaan penutup tanah yang dapat melindungi tanah (Morugán-Coronado *et al.*, 2020). Sistem polikultur tidak hanya meningkatkan kesuburan tanah, tetapi juga menciptakan sistem pertanian yang lebih resilien, efisien, dan ramah lingkungan dalam jangka panjang (Marcos-Pérez *et al.*, 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui status kesuburan tanah pada sistem pertanaman monokultur dan polikultur tanaman jagung di Kota Makassar.

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Islam Makassar pada bulan Juni hingga Agustus 2023.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah bor tanah, ring saampel, cutter, *wall planterbag*, kamera, palu, alat tulis.

Bahan yang digunakan adalah sampel tanah terganggu, plastik bening, label, benih jagung dan bibit tanaman tambahan pada sistem polikultur yang dapat dikonsumsi seperti cabai, terong, seledri, dahan bawang, selada, pakchoy, bayam merah, bayam Brazil, juga bibit tanaman refugia, antara lain tanaman *Tagetes erecta*,

Zinnia elegans beraneka warna, juga *Clitoria ternatea*.

Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan melalui dua tahapan, yakni sebelum penanaman yang dianggap sebagai kontrol dan setelah panen. Jenis sampel adalah sampel tanah terganggu dengan kedalaman 0–20 cm. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada pagi hari. Setiap demplot diambil tiga titik sampel dengan metode zigzag. Terdiri dari dua perlakuan, yakni : Monokultur (R1) dan Polikultur (R2). Luas areal setiap demplot yakni 4 x 6 meter, dengan jarak tanam 75 x 25 cm. Demplot monokultur terdiri dari 128 populasi tanaman jagung manis, sedangkan pada polikultur terdiri dari 70 populasi tanaman jagung manis dan selebihnya ditambahkan tanaman pendamping. Juga terdapat *wall planter bag* yang diisi dengan sayuran dan bumbu dapur.

Analisis Data

Data dianalisis di Laboratorium Kimia Tanah Universitas Hasanuddin. Analisis di laboratorium dilakukan untuk mengetahui sifat fisik dan kimia tanah. Parameter tanah yang dianalisis meliputi pH H₂O (pH meter), C-organik (metode Walkley and Black), TK (metode ekstraksi NH₄COOH 1M pH 7), N total (metode Kjeldahl), P-tersedia (metode Olsen & Bray) dan K-tersedia (ekstrak NH₄COOH pH 7).

Menghitung indeks kesuburan tanah menggunakan Minimum Data Set (MDS) menurut Wang *et al.*, (2018), MDS merupakan kumpulan indikator paling representatif yang diperoleh melalui analisis komponen utama (Principal Component Analysis/PCA). Perhitungan IKT merupakan hasil pembagian jumlah bobot (Sci) dengan jumlah indikator IKT (N) (Mukashema, 2007), dengan menggunakan rumus :

$$IKT = \left(\frac{Sci}{N} \right) \times 10 \dots\dots\dots(1)$$

Dimana,

$$Sci = Cj \times Pc \dots\dots\dots(2)$$

$$Cj = Wi \times Si \dots\dots\dots(3)$$

$$Pc = \frac{1}{nc} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

IKT : Indeks Kesuburan Tanah,

Sci : Total Bobot,

Cj : Total skor bobot,

Pc : Nilai apresiasi,

N : Jumlah indikator kesuburan tanah,

nc : Jumlah nilai yang digunakan,

Wi : Indeks bobot,

Si : Indeks nilai

Tabel 1. Indeks Nilai Si

No.	Indikator (nc)	Indeks nilai (si)				
		1	2	3	4	5
1	pH H ₂ O	<4.5	4.5-5.5	5.5-6.5	6.6-7.5	7.6-8.5
2	C-organik (%)	<1	1-2	2-3	3-5	>5
3	N-total (%)	<0.1	0.1-0.2	0.21-0.5	0.51-0.75	>0.75
4	P-tersedia (ppm)	<4	5-7	8-10	11-15	>15
5	K-tersedia (cmol(+))kg-1	<0.1	0.1-0.3	0.4-0.5	0.6-1	>1
6	KTK (cmol (+) kg-1)	<5	5-16	17-24	25-40	>40

Sumber : BPT (2009)

Tabel 2. Bobot (Wi)

No	Indikator Kimia	Bobot wi
1	pH H ₂ O	0.20
2	C-organik (%)	0.25
3	N-total (%)	0.20
4	P-tersedia (ppm)	0.15
5	K-tersedia (cmol(+))kg-1	0.10
6	KTK (cmol(+) kg-1)	0.10

Sumber : BPT (2009)

Tabel 3. Nilai IKT

Nilai IKT	Kelas IKT
< 0.25	sangat rendah
0.25 – 0.5	rendah
0.5 – 0.75	sedang
0.75 – 1.0	tinggi

Sumber : BPT (2009)

Rumus yang digunakan di atas memberikan gambaran bahwa indeks kesuburan tanah (IKT) diperoleh dari hasil penjumlahan bobot masing-masing indikator kesuburan (wi x si) yang kemudian dikonversi atau dinormalisasi menggunakan nilai apresiasi (pc) agar dapat dibandingkan antarpelakuan. Semakin tinggi nilai SCI (IKT), maka semakin subur tanah tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Indeks Kesuburan Tanah (IKT) sebagai acuan untuk mengevaluasi

perubahan kesuburan tanah sebelum intervensi pengelolaan dilakukan pada dua sistem pertanaman yang berbeda yakni polikultur dan monokultur. Hal ini dilakukan untuk memperoleh gambaran mengenai kondisi unsur hara dan sifat kimia tanah sebelum dan setelah kegiatan budidaya.

Indeks Kesuburan Tanah (IKT) Polikultur

Hasil analisis kesuburan tanah disajikan pada tabel 4 sebelum intervensi pengelolaan, nilai IKT 0.56, keduanya merupakan kategori kesuburan sedang. Sedangkan pada tabel 5 setelah intervensi pengelolaan dengan sistem polikultur diperoleh nilai IKT 0.72. Meski terjadi peningkatan, namun masih tetap tergolong dalam kategori kesuburan sedang.

Hasil analisis tanah untuk pH,

sebelum intervensi pengelolaan yakni 5.65 mengalami peningkatan setelah penerapan sistem polikultur yakni 6.15, namun masih tergolong agak masam. Hal ini diduga akibat area ini memiliki curah hujan yang tinggi dan terendam air sehingga terjadi pencucian ion basa yang menyebabkan tanah bereaksi masam (Mosley *et al.*, 2024). pH tanah juga mengontrol mineralisasi bahan organik dengan memengaruhi populasi mikroba dan aktivitasnya (Neina, 2019).



Gambar 1. Petak Penanaman polikultur

Tabel 4. IKT Sebelum Penerapan Polikultur

Indikator	Hasil Analisis	Wi	Si	Cj (wixsi)	PC	SCI (Cj x pc)	Nilai IKT
pH	5.65	0.20	3	0.6	0.167	0.10	0.56
C-Organik	0.86	0.25	1	0.25	0.167	0.04	
N-Total	0.09	0.20	1	0.2	0.167	0.03	
P Tersedia	8.22	0.15	3	0.45	0.167	0.07	
K Tersedia	0.25	0.10	2	0.2	0.167	0.03	
KTK	19.36	0.10	3	0.3	0.167	0.05	

Sumber : Data primer setelah diolah, (2025)

Tabel 5. IKT Setelah Penerapan Polikultur

Indikator	Hasil Analisis	Wi	Si	Cj (wixsi)	PC	SCI (Cj x pc)	Nilai IKT
pH	6.15	0.20	3	0.6	0.167	0.10	0.72
C-Organik	1.25	0.25	2	0.5	0.167	0.08	
N-Total	0.15	0.20	2	0.4	0.167	0.07	
P Tersedia	12.25	0.15	4	0.6	0.167	0.10	
K Tersedia	0.32	0.10	2	0.2	0.167	0.03	
KTK	22.63	0.10	3	0.3	0.167	0.05	

Sumber : Data primer setelah diolah, (2025)

Persentase C-Organik sebelum intervensi pengelolaan 0.86 termasuk kategori sangat rendah dan terjadi peningkatan setelah penerapan sistem polikultur 1.25 sehingga bergeser menjadi kategori rendah. Meski tidak begitu signifikan sebab sebelumnya lahan hanya diberi input pupuk anorganik, penggunaan kompos dan pupuk kandang sebagai input sebelum pelaksanaan penelitian ini memberikan sedikit pengaruh, namun untuk bisa meningkat lebih tajam butuh waktu untuk berproses. Menurut (Li *et al.*, 2023), penambahan bahan organik seperti kompos dan pupuk kandang secara signifikan meningkatkan kandungan karbon organik tanah (SOC) hingga 63,4% pada lapisan 0-15 cm dibandingkan dengan pemupukan nitrogen saja. C-Organik merupakan indikator dalam penyediaan nutrisi, memperbaiki struktur tanah (Kuśmierz *et al.*, 2023). Kandungan C-Organik yang rendah secara langsung membatasi aktivitas mikroba tanah karena mikroba tanah sangat bergantung pada bahan organik sebagai sumber energi dan nutrisi (Bekhit *et al.*, 2025), juga dapat secara langsung menurunkan hasil panen terutama pada tanaman jagung dan kacang-kacangan (Gao *et al.*, 2024).

Kapasitas Tukar Kation (KTK) sebelum intervensi pengelolaan 19.36 meningkat menjadi 22.63 dan tergolong memiliki indeks nilai sedang. KTK

menentukan kemampuan tanah menahan kation-kation hara (seperti K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan Na^+) agar tidak mudah tercuci oleh air hujan atau irigasi sehingga nutrisi tetap tersedia bagi tanaman (Minhal *et al.*, 2020). KTK juga berperan dalam menjaga keseimbangan dan ketersediaan unsur hara baik makro juga mikro tersebut sepanjang musim tanam (Ćirić *et al.*, 2023)

Persentase N-total sebelum intervensi pengelolaan 0.09 meningkat menjadi 0.15 setelah penerapan sistem polikultur yang meningkat dari kategori sangat rendah menjadi rendah. Nitrogen adalah penyusun utama protein, asam nukleat (DNA/RNA), klorofil, hormon, vitamin, dan alkaloid, semua proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman sangat bergantung pada ketersediaan nitrogen (Wang *et al.*, 2024). Nitrogen sering menjadi faktor pembatas utama dalam sistem pertanian (Vidal *et al.*, 2020). Kekurangan nitrogen menyebabkan pertumbuhan terhambat, penuaan daun lebih cepat, dan penurunan hasil panen (Govindasamy *et al.*, 2023).

Fosfor (P tersedia) mengalami peningkatan dari 8.22 dalam kategori sedang menjadi 12.25 termasuk kategori tinggi. Hal ini diduga karena hanya input kompos dan pupuk kandang yang diberikan sebagai perlakuan pemupukan. Pemberian kompos dan pupuk kandang sebagai pupuk organik secara signifikan meningkatkan

kandungan fosfor tersedia (P-tersedia) dalam tanah dibandingkan tanpa pupuk organik atau hanya pupuk anorganik (Kataria *et al.*, 2024) sehingga meningkatkan fraksi P-tersedia (Olsen-P, Resin-P) dan P-labil, sehingga P lebih mudah diserap tanaman (Wang *et al.*, 2022). P penting untuk pertumbuhan dan pemanjangan akar, terlibat dalam pembentukan DNA, RNA, ATP, dan membran sel, serta mengatur metabolisme energi dan sinyal molekuler yang mengontrol pertumbuhan akar (Niu *et al.*, 2013). P sering menjadi faktor pembatas pada tanah tropis .

Kalium (K tersedia) sebelum intervensi pengelolaan 0.25 meningkat menjadi 0.32 setelah penerapan sistem polikultur, namun masih dalam kategori rendah. Kalium (K) adalah unsur hara makro esensial yang mengatur keseimbangan air, metabolisme, dan ketahanan tanaman terhadap berbagai stres (Wang *et al.*, 2013). K berperan dalam aktivasi enzim, sintesis protein, metabolisme karbohidrat, dan transpor hasil fotosintesis (Ladikou *et al.*, 2025).

Kekurangan K menyebabkan pertumbuhan akar dan tunas terhambat, daun menguning, dan nekrosis. Penurunan fotosintesis dan transpor hasil asimilasi menyebabkan pertumbuhan dan hasil panen menurun (Füllgrabe *et al.*, 2022).

Indeks Kesuburan Tanah (IKT) Monokultur

Penanaman sistem monokultur ini adalah area yang sebelumnya pernah ditanami jagung menggunakan pupuk kimia secara intensif. Saat pelaksanaan, barulah digunakan untuk ditanami jagung manis, namun menggunakan pupuk kompos dan pupuk kandang saja. IKT sistem monokultur disajikan pada Tabel 6 sebelum penanaman jagung, yakni 0.61, dan pada Tabel 7 hasil analisis indeks kesuburan tanah setelah panen, yakni 0.72. Keduanya memiliki indeks kesuburan tanah (IKT) dalam kategori sedang.



Gambar 2. Petak penanaman monokultur

Tabel 6. IKT sebelum penanaman

Indikator	Hasil Analisis	Wi	Si	Cj (wixsi)	PC	SCI (Cj x pc)	Nilai IKT
pH	5.7	0.20	3	0.6	0.167	0.1002	0.61
C-Organik	0.66	0.25	1	0.25	0.167	0.04175	
N-Total	0.11	0.20	2	0.4	0.167	0.0668	
P Tersedia	10.11	0.15	3	0.45	0.167	0.07515	
K Tersedia	0.31	0.10	2	0.2	0.167	0.0334	
KTK	21	0.10	3	0.3	0.167	0.0501	

Sumber : Data primer setelah diolah, (2025)

Tabel 7. IKT setelah panen

Indikator	Hasil Analisis	Wi	Si	Cj (wixsi)	PC	SCI (Cj x pc)	Nilai IKT
pH	6.22	0.20	3	0.6	0.167	0.1002	0.72
C-Organik	1.33	0.25	2	0.5	0.167	0.0835	
N-Total	0.12	0.20	2	0.4	0.167	0.0668	
P Tersedia	12.57	0.15	4	0.6	0.167	0.1002	
K Tersedia	0.32	0.10	2	0.2	0.167	0.0334	
KTK	24	0.10	3	0.3	0.167	0.0501	

Sumber : Data primer setelah diolah, (2025)

pH sebelum penanaman adalah 5.7 ini tergolong masam akibat penggunaan lahan secara monokultur secara intensif dengan penggunaan input anorganik sebelumnya. Pengolahan lahan secara intensif, pembakaran residu dan minim input organik menyebabkan hilangnya basa, penurunan pH dan rentan terhadap erosi (Ha *et al.*, 2024) namun terjadi peningkatan setelah penanaman yakni 6.22 meski masih tergolong agak masam. Hal ini disebabkan karena input yang digunakan adalah kompos dan pupuk kandang saja. Menurut (Wang *et al.*, 2023) bahwa penambahan bahan organik meningkatkan kapasitas penyangga tanah, menetralkan ion H⁺ dan menurunkan tingkat keasaman tanah.

Persentase C-organik sebelum penanaman yakni 0.66 dalam kategori sangat rendah dan setelah penanaman meskipun meningkat menjadi 1.33 tetapi masih kategori rendah. Monokultur, terutama pada tanaman seperti kedelai dan jagung, menghasilkan residu tanaman yang lebih sedikit dan berkualitas rendah, sehingga asupan karbon ke tanah berkurang. Hal ini menyebabkan penurunan

stok C organik tanah secara signifikan dibandingkan dengan sistem rotasi tanaman. Sistem pertanian intensif umumnya menurunkan SOC, sedangkan sistem beragam (rotasi, agroforestri, integrasi tanaman) meningkatkan SOC melalui penambahan biomassa akar dan residu (Crespo *et al.*, 2021). Monokultur jagung dan kedelai mengalami penurunan SOC 10-11% dalam 11 tahun ((Liu *et al.*, 2006)

Nilai KTK sebelum menanam 21 dan mengalami peningkatan menjadi 24 dimana keduanya masuk dalam kategori sedang. KTK pada pola monokultur cenderung menurun akibat penurunan bahan organik, aktivitas mikroba, dan ketidakseimbangan hara (Zhao *et al.*, 2018). Perbaikan sistem tanam, seperti rotasi atau penambahan bahan organik, sangat penting untuk menjaga KTK dan produktivitas tanah jangka panjang (Setyastika *et al.*, 2022).

Persentase N-total 0.11 sebelum penanaman mengalami sedikit peningkatan menjadi 0.12 tetapi masih kategori rendah. Penelitian pada sistem monokultur jagung

dan kacang tanah menunjukkan bahwa kandungan N total lebih rendah dibandingkan sistem rotasi atau intercropping, terutama pada agregat tanah berukuran besar (Zhu *et al.*, 2025). Terdapat juga penelitian pada monokultur *Casuarina equisetifolia* menunjukkan bahwa semakin lama sistem monokultur diterapkan, kandungan N total tanah dan ketersediaan N menurun secara signifikan. Hal ini disebabkan oleh penurunan kapasitas transformasi hara tanah, aktivitas mikroba, dan penurunan bahan organik (Wang, *et al.*, 2023)

P tersedia sebelum penanaman 10.11 yang masuk dalam kategori sedang dan mengalami peningkatan 12.57 yang masuk dalam kategori tinggi. Beberapa tanaman monokultur pada jagung memiliki efisiensi serapan P yang rendah, sehingga sisa P dari pupuk tetap berada di tanah sebagai P tersedia (Asrade *et al.*, 2024). Tidak adanya rotasi tanaman menyebabkan pola pengambilan hara yang monoton, sehingga P yang tidak terserap tanaman utama cenderung terakumulasi di tanah (Geng *et al.*, 2025).

K tersedia sebelum penanaman 0.31 mengalami peningkatan tidak begitu signifikan yakni 0.32 sehingga masih kategori rendah. Kadar kalium (K) di tanah sering menurun pada sistem pertanaman monokultur karena pengambilan K oleh tanaman secara terus-menerus tidak

diimbangi dengan pengembalian K ke tanah, baik melalui pupuk maupun sisa tanaman. Hal ini menyebabkan terjadinya defisit K dan penurunan kesuburan tanah. Pola tanam monokultur, terutama dengan penanaman yang intensif menyebabkan K diambil secara terus-menerus oleh tanaman tanpa pengembalian yang memadai melalui pupuk atau sisa tanaman (Mohapatra *et al.*, 2025).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesuburan tanah pada sistem polikultur dan monokultur sama-sama berada pada kategori sedang, baik sebelum maupun setelah penanaman. Sistem polikultur memberikan peningkatan kesuburan tanah yang lebih baik dibandingkan monokultur terutama pada pH, C-Organik, N-total, P-tersedia dan KTK. Sistem monokultur tetap menunjukkan perbaikan karena pemberian input bahan organik, tetapi dari sisi keberlanjutan, polikultur lebih unggul. Polikultur lebih efektif dalam meningkatkan aktivitas mikroorganisme, memperbaiki struktur tanah, serta menjaga keseimbangan ekologi sehingga lebih mendukung pertanian berkelanjutan.

Saran

Solusi dalam menjaga kesuburan tanah jangka panjang, direkomendasikan untuk pengelolaan lahan dengan sistem polikultur, juga memaksimalkan

penambahan organik serta mengurangi penggunaan pupuk anorganik. Rotasi tanaman atau penambahan tanaman legum direkomendasikan untuk meningkatkan ketersediaan nitrogen alami. Perlu juga pemantauan berkala terhadap parameter kesuburan tanah untuk menentukan rekomendasi pemupukan yang lebih tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Angon, P. B., Anjum, N., Akter, M. M., Kc, S., Suma, R. P., & Jannat, S. (2023). An overview of the impact of tillage and cropping systems on soil health in agricultural practices. *Advances in Agriculture*. Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2023/8861216>
- Asrade, D. A., Kulhánek, M., Balík, J., Černý, J., Sedlář, O., & Suran, P. (2024). Phosphorus availability and balance with long-term sewage sludge and nitrogen fertilization in chernozem soil under maize monoculture. *Plants*, 13(15). <https://doi.org/10.3390/plants13152037>
- Balík, J., Kulhánek, M., Černý, J., Sedlář, O., & Suran, P. (2020). Soil organic matter degradation in long-term maize cultivation and insufficient organic fertilization. *Plants*, 9(9), 1–15. <https://doi.org/10.3390/plants9091217>
- Bekhit, N., Faraoun, F., Bennabi, F., Ayache, A., Toumi, F., Mlih, R., Lovynska, V., & Bol, R. (2025). Impact of management practices on soil organic carbon content and microbial diversity under semi-arid conditions. *Land*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/land14051126>
- Ćirić, V., Prekop, N., Šeremešić, S., Vojnov, B., Pejić, B., Radovanović, D., & Marinković, D. (2023). The implication of cation exchange capacity (CEC) assessment for soil quality management and improvement. *Agriculture and Forestry*, 69(4), 113–134. <https://doi.org/10.17707/AgricultForest.69.4.08>
- Crespo, C., Wyngaard, N., Sainz Rozas, H., Studdert, G., Barraco, M., Gudelj, V., Barbagelata, P., & Barbieri, P. (2021). Effect of the intensification of cropping sequences on soil organic carbon and its stratification ratio in contrasting environments. *Catena*, 200. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105145>
- Dinkayehu Alamnie, A., Martin, K., Jindřich, Č., Ondřej, S., & Jiří, B. (2022). Effects of long-term mineral fertilization on silage maize monoculture yield, phosphorus uptake and its dynamic in soil. *Field Crops Research*, 280. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2022.108476>
- Füllgrabe, H., Claassen, N., Hilmer, R., Koch, H. J., Dittert, K., & Kreszies, T. (2022). Potassium deficiency reduces sugar yield in sugar beet through decreased growth of young plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 185(5), 545–553. <https://doi.org/10.1002/jpln.202200064>
- Gao, M., Li, M., Wang, S., & Lu, X. (2024). land degradation affects soil microbial properties, organic matter composition, and maize yield. *Agronomy*, 14(7). <https://doi.org/10.3390/agronomy14071348>
- Geng, Y., Yu, H., Sun, Y., Cao, Z., Li, S., Liu, H., Li, C., & Zhang, J. (2025). Influence of cropping regimes on the availability and existing forms of phosphorus in the albic luvisols in Northeast China. *Agronomy*, 15(4). <https://doi.org/10.3390/agronomy15040827>
- Govindasamy, P., Muthusamy, S. K., Bagavathiannan, M., Mowrer, J., Jagannadham, P. T. K., Maity, A., Halli, H. M., G. K. S., Vadivel, R., T. K. D., Raj, R., Pooniya, V., Babu, S., Rathore, S. S., L, M., & Tiwari, G. (2023). Nitrogen use efficiency—a key to enhance crop productivity under a changing climate. In *Frontiers in Plant Science*, 14. Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1121073>
- Ha, K. M., Thom, P. T., & Khoi, N. T. (2024). Analysis of topsoil quality changes across soil groups in vietnam. *Asian Soil Research Journal*, 8(4), 95–103. <https://doi.org/10.9734/asrj/2024/v8i4165>
- Kataria, P., Singh, J., Singh, G., Mavi, M. S.,

- Sillanpää, M., & Al-Farraj, S. (2024). Residual phosphorus availability after soil application of different organic waste in varying soil P status soils. *Heliyon*, 10(7). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25732>
- Kuśmierz, S., Skowrońska, M., Tkaczyk, P., Lipiński, W., & Mielniczuk, J. (2023). Soil organic carbon and mineral nitrogen contents in soils as affected by their pH, texture and fertilization. *Agronomy*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/agronomy13010267>
- Ladikou, E. V., Daras, G., Landi, M., Chatzistathis, T., Sotiropoulos, T., Rigas, S., & Papadakis, I. E. (2025). Physiological and biochemical effects of potassium deficiency on apple tree growth. *Horticulturae*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/horticulturae11010042>
- Li, S., Wei, W., & Liu, S. (2023). Long-term organic amendments combined with nitrogen fertilization regulates soil organic carbon sequestration in calcareous soil. *Agronomy*, 13(2). <https://doi.org/10.3390/agronomy13020291>
- Liu, X., Herbert, S. J., Hashemi, A. M., Zhang, X., & Ding, G. (2006). Effects of agricultural management on soil organic matter and carbon transformation-a review. *Plant Soil and Environmental*, 12(52), 531–543.
- Mahmood, F., Khan, I., Ashraf, U., Shahzad, T., Hussain, S., Shahid, M., Abid, M., & Ullah, S. (2017). Effects of organic and inorganic manures on maize and their residual impact on soil physico-chemical properties integrative effects of organic and inorganic manures on maize and soil. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 17(1).
- Marcos-Pérez, M., Sánchez-Navarro, V., & Zornoza, R. (2023). Intercropping systems between broccoli and fava bean can enhance overall crop production and improve soil fertility. *Scientia Horticulturae*, 312. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.111834>
- Minhal, F., Ma'as, A., Hanudin, E., & Sudira, P. (2020). Improvement of the chemical properties and buffering capacity of coastal sandy soil as affected by clay and organic by-product application. *Soil and Water Research*, 15(2), 93–100. <https://doi.org/10.17221/55/2019-SWR>
- Mohapatra, S., Rout, K. K., Khanda, C., Mishra, A., Yadav, S., Padbhushan, R., Mishra, A. K., & Sharma, S. (2025). Impact of potassium management on soil dynamics and crop uptake in rice systems. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 9. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1453311>
- Mohd Ropi, N. A., Noor, N. M., Ying, O. P., Nadri, M. H., Othman, N. Z., Kai, C. K., & Yeng, L. H. (2020). Effect of different types of fertilizer application on the soil fertility of oil palm reclamation soil under polyculture system. *Journal Of Agrobiotechnology*, 11(2), 1–11. <https://doi.org/10.37231/jab.2020.11.2.187>
- Morugán-Coronado, A., Linares, C., Gómez-López, M. D., Faz, Á., & Zornoza, R. (2020). The impact of intercropping, tillage and fertilizer type on soil and crop yield in fruit orchards under Mediterranean conditions: A meta-analysis of field studies. *Agricultural Systems*, 178. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102736>
- Mosley, L. M., Rengasamy, P., & Fitzpatrick, R. (2024). Soil pH: Techniques, challenges and insights from a global dataset. In *European Journal of Soil Science*, 75(6). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1111/ejss.70021>
- Neina, D. (2019). The role of soil ph in plant nutrition and soil remediation. *Applied and Environmental Soil Science*. Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2019/5794869>
- Niu, Y. F., Chai, R. S., Jin, G. L., Wang, H., Tang, C. X., & Zhang, Y. S. (2013). Responses of root architecture development to low phosphorus availability: A review. *Annals of Botany*, 112(2), 391–408. <https://doi.org/10.1093/aob/mcs285>
- Roohi, M., Saleem Arif, M., Guillaume, T.,

- Yasmeen, T., Riaz, M., Shakoar, A., Hassan Farooq, T., Muhammad Shahzad, S., & Bragazza, L. (2022). Role of fertilization regime on soil carbon sequestration and crop yield in a maize-cowpea intercropping system on low fertility soils. *Geoderma*, 428. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2022.116152>
- Setyastika, U. S., Utami, S. R., Kurniawan, S., & Agustina, C. (2022). Soil chemical properties in agroforestry and cassava cropping systems in Pati, Central Java. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 9(4), 3635–3641. <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2022.094.3635>
- Sprunger, C. D., Martin, T., & Mann, M. (2020). Systems with greater perennality and crop diversity enhance soil biological health. *Agricultural and Environmental Letters*, 5(1). <https://doi.org/10.1002/ael2.20030>
- Vidal, E. A., Alvarez, J. M., Araus, V., Riveras, E., Brooks, M. D., Krouk, G., Ruffel, S., Lejay, L., Crawford, N. M., Coruzzi, G. M., & Gutiérrez, R. A. (2020). Nitrate in 2020: Thirty years from transport to signaling networks. *Plant Cell*, 32(7), 2094–2119). American Society of Plant Biologists. <https://doi.org/10.1105/tpc.19.00748>
- Wachowska, U., & Rychcik, B. (2023). Plants control the structure of mycorrhizal and pathogenic fungal communities in soil in a 50-year maize monoculture experiment. *Plant and Soil*, 484(1–2), 133–153. <https://doi.org/10.1007/s11104-022-05779-6>
- Wang, M., Zheng, Q., Shen, Q., & Guo, S. (2013). The critical role of potassium in plant stress response. In *International Journal of Molecular Sciences*, 14(4), 7370–7390). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijms14047370>
- Wang, Q., Li, S., Li, J., & Huang, D. (2024). The utilization and roles of nitrogen in plants. *Forests*, 15(7). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/f15071191>
- Wang, Q., Qin, Z. Han, Zhang, W. Wei, Chen, Y. Hua, Zhu, P., Peng, C., Wang, L., Zhang, S. Xiang, & Colinet, G. (2022). Effect of long-term fertilization on phosphorus fractions in different soil layers and their quantitative relationships with soil properties. *Journal of Integrative Agriculture*, 21(9), 2720–2733. <https://doi.org/10.1016/j.jia.2022.07.018>
- Wang, Y., Li, J., Li, M., Jia, X., Cai, Y., Hu, M., Zhang, Q., Cheng, P., Lin, S., Lin, W., Wang, H., & Wu, Z. (2023). Effect of continuous planting on Casuarina equisetifolia rhizosphere soil physicochemical indexes, microbial functional diversity and metabolites. *Frontiers in Plant Science*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1288444>
- Wang, Y., Zhang, Qi, Li, J., Lin, S., Jia, X., Zhang, Qingxu, Ye, J., Wang, H., & Wu, Z. (2023). Study on the effect of ph on rhizosphere soil fertility and the aroma quality of tea trees and their interactions. *Agriculture (Switzerland)*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/agriculture13091739>
- Zhao, Q., Xiong, W., Xing, Y., Sun, Y., Lin, X., & Dong, Y. (2018). Long-term coffee monoculture alters soil chemical properties and microbial communities. *Scientific Reports*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-24537-2>
- Zhu, Z., Li, S., Xu, K., Wang, J., Yang, J., & Han, X. (2025). Chemical and biological amendments and crop rotation affect soil carbon and nitrogen sequestration by influencing the carbon and nitrogen contents of soil aggregates. *Agriculture (Switzerland)*, 15(10). <https://doi.org/10.3390/agriculture15101051>