
Antonius Novinanto, Bistok Hasiholan Simanjuntak, Maria Marina Herawati, 2026. Strategi Pertanian Berkelanjutan Untuk Pengembangan Jagung Berbasis Kesesuaian Lahan Pada Zona Agroekologi Di Lahan Kering. *Journal Grafting*. (2026), 16(2) 66-80

STRATEGI PERTANIAN BERKELANJUTAN UNTUK PENGEMBANGAN JAGUNG BERBASIS KESESUAIAN LAHAN PADA ZONA AGROEKOLOGI DI LAHAN KERING

Diterima:

29 April 2026

Revisi:

10 Agustus 2026

Terbit:

11 September 2026

¹Antonius Novinanto; ²Bistok Hasiholan Simanjuntak; ³Maria Herawati

^{1,2,3,4}

*Fakultas Pertanian dan Bisnis, Universitas Kristen Satya Wacana,
Salatiga, Indonesia*

E-mail: ¹novinantoantonius@gmail.com

²bistok.simanjuntak@uksw.edu, ³maria.marina@uksw.edu

ABSTRAK

Sektor pertanian adalah tulang punggung ketahanan pangan, namun, sering terkendala oleh rendahnya produktivitas hasil panen karena degradasi lahan dan variabilitas iklim. Kondisi ini sering terjadi pada lahan pertanian di Nusa Tenggara Timur (NTT) karena adanya keterbatasan sumber air akibat rendahnya curah hujan, kenaikan suhu, dan manajemen lahan yang kurang optimal. Oleh karena itu diperlukan strategi pengembangan pertanian dengan mengintegrasikan prinsip ekologi dengan teknik pengelolaan praktis yang disesuaikan dengan lingkungan terbatas air dan kesuburan tanah yang rendah. Oleh karena itu tujuan penelitian adalah mengidentifikasi karakteristik lahan dan merancang strategi pengembangan jagung berkelanjutan berbasis kesesuaian lahan pada Zona Agroekologi (ZAE) pada lahan kering di NTT. Metode penelitian adalah deskriptif kuantitatif melalui survei lapangan, analisis karakteristik tanah di laboratorium, analisis spasial untuk menentukan kelas kesesuaian lahan jagung pada ZAE serta menentukan strategi agroteknologi untuk pengembangan jagung berkelanjutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi pH, bahan organik, dan kapasitas tukar kation tergolong mendukung budidaya jagung, namun variasi nitrogen mengindikasikan perlunya pemupukan spesifik lokasi. Analisis ZAE menghasilkan empat zona utama dengan dominasi Zona IV, sedangkan evaluasi kesesuaian lahan menunjukkan 99,92% wilayah termasuk kelas cukup sesuai (S2) dan 0,08% sesuai marjinal (S3). Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan produktivitas jagung lebih efektif dilakukan melalui optimalisasi pengelolaan, seperti pemupukan berimbang, konservasi tanah, penggunaan varietas toleran kekeringan, dan penyesuaian kalender tanam berbasis curah hujan. Pendekatan ZAE memberikan dasar ilmiah dan spasial dalam mendukung pengembangan jagung berkelanjutan di wilayah semi-arid.

Kata Kunci: jagung berkelanjutan, kesesuaian lahan, zona agroekologi

ABSTRACT

The agricultural sector is the backbone of food security; however, it is often hindered by low crop productivity due to land degradation and climate variability. These conditions are common on agricultural land in East Nusa Tenggara (NTT) due to limited water resources resulting from low rainfall, rising temperatures, and suboptimal land management. Therefore, an agricultural development strategy is needed that integrates ecological principles with practical management techniques adapted to environments with limited water and low soil fertility. Consequently, the objective of this study is to identify land characteristics and design a sustainable corn development strategy based on

Antonius Novinanto, Bistok Hasiholan Simanjuntak, Maria Marina Herawati, 2026. Strategi Pertanian Berkelanjutan Untuk Pengembangan Jagung Berbasis Kesesuaian Lahan Pada Zona Agroekologi Di Lahan Kering. *Journal Grafting*. (2026), 16(2) 66-80

land suitability within Agroecological Zones (ZAE) on dryland in NTT. The research method is quantitative descriptive through field surveys, laboratory analysis of soil characteristics, and spatial analysis to determine maize land suitability classes within the AEZ as well as to determine agrotechnological strategies for sustainable maize development. The results of the study indicate that pH, organic matter, and cation exchange capacity are generally supportive of corn cultivation; however, variations in nitrogen indicate the need for site-specific fertilization. ZAE analysis yielded four main zones with Zone IV being dominant, while land suitability evaluation showed that 99.92% of the area falls into the moderately suitable class (S2) and 0.08% into the marginally suitable class (S3). These findings indicate that increasing corn productivity is most effectively achieved through optimized management practices, such as balanced fertilization, soil conservation, the use of drought-tolerant varieties, and rain-based adjustments to the planting calendar. The Agroecological Zone (AEZ) approach provides a scientific and spatial foundation for supporting sustainable corn development in semi-arid regions.

Keyword: agroecological zones, land suitability, sustainable corn

PENDAHULUAN

Sektor pertanian adalah tulang punggung ketahanan pangan dan mata pencaharian masyarakat pedesaan, khususnya untuk budidaya tanaman pangan seperti jagung (Anggraini & Tunda, 2025). Namun, peroduktivitas jagung sering berada posisi yang tetap rendah oleh degradasi lahan dan variabilitas iklim (Nainggolan et al., 2025). Kondisi ini tampak di lahan pertanian wilayah lahan kering di Nusa Tenggara Timur (NTT), Indonesia (Nursyamsi et al., 2014). Lahan ini dicirikan oleh rendahnya curah hujan, kenaikan suhu, dan semakin luasnya lahan kering yang tidak produktif yang akhirnya mengancam stabilitas hasil panen (Matheus, 2020). Oleh karena itu perlunya dicari jalan keluar dengan meningkatkan produktivitas lahan dan ketahanan pangan, melalui optimalisasi dan produktivitas lahan yang selaras dengan potensi dan kendala lahan yang ada untuk mendukung kesejahteraan masyarakat lokal (Zenda & Rudolph, 2024). Kondisi demikian diperlukan adanya strategi adaptasi dengan kondisi lahan yang ada saat ini melalui penyesuaian pola tanam, kalender tanam, dan diversifikasi tanaman (Romadi & Warnaen, 2021).

Pertanian tradisional sering gagal menyelaraskan dengan keterbatasan biofisik spesifik lahan (Lisna Oktariani et al., 2025). Oleh karena itu untuk mengembangkan strategi pertanian berkelanjutan untuk jagung di wilayah kering di Nusa Tenggara Timur (NTT), memerlukan integrasi prinsip ekologi dengan teknik pengelolaan praktis yang disesuaikan dengan lingkungan yang terbatas air (Matheus, 2020). Perubahan iklim semakin memperburuk kelangkaan air, maka diperlukan adopsi teknologi pertanian cerdas iklim (Climate-Smart Agriculture-CSA) seperti penggunaan varietas tanaman yang tahan kekeringan, dan pengelolaan irigasi yang efisien untuk meningkatkan produktivitas tanaman (Hariyanto et al., 2024). Akibatnya, ada kebutuhan mendesak untuk beralih cara bertani dengan pendekatan penggunaan teknologi pertanian spesifik lokasi yang menyelaraskan produksi pertanian dengan fungsi ekosistem alami guna mencapai keberlanjutan dan ketangguhan (Fitria et al., 2024).

Melihat permasalahan utama untuk lahan pertanian di wilayah kering di NTT terletak pada kendala biofisik lahan pada kedalaman tanah yang terbatas, kelangkaan air, dan kesuburan tanah yang rendah (Nursyamsi et al., 2014). Tanah yang ada sering mengalami penipisan nutrisi, keasaman, dan struktur tanah yang buruk, yang diperparah oleh erosi akibat tutupan lahan yang jarang (Rompon et al., 2025). Ketersediaan air untuk pertanian menjadi kendala karena dominan lahan pertanian tergantung curah hujan, rendahnya infrastruktur irigasi (Sutrisno & Hamdani, 2019). Kondisi demikian menyebabkan terjadi stres air dan menjadi penentu utama gagal panen

Antonius Novinanto, Bistok Hasiholan Simanjuntak, Maria Marina Herawati, 2026. Strategi Pertanian Berkelanjutan Untuk Pengembangan Jagung Berbasis Kesesuaian Lahan Pada Zona Agroekologi Di Lahan Kering. *Journal Grafting*. (2026), 16(2) 66-80

(Sulkarnain et al., 2024). Faktor ini, dikombinasikan dengan kendala sosial ekonomi masyarakat karena keterbatasan akses teknologi pertanian sehingga akhirnya menciptakan siklus produktivitas pertanian yang rendah, eksploitasi sumberdaya lahan menuju degradasi lahan (Lisna Oktariani et al., 2025).

Penerapan budidaya tanaman berbasis kesesuaian lahan atas dasar Zona Agroekologi (*Agroecological Zones-AEZ*) merupakan salah satu solusi pada sistem pertanian berkelanjutan (Pujiharto, 2009). Budidaya tanaman sesuai kelas kesesuaian lahan pada wilayah ZAE nya akan menyelaraskan praktik pertanian dengan karakteristik alami lahan yang ada (Setiawan et al., 2024). Menentukan tanaman atas dasar kesesuaian lahan dan praktik budidaya sesuai kondisi wilayah agroekologi akan meningkatkan adaptasi tanaman terhadap iklim lokal, tanah, dan ketersediaan air, yang mengarah pada tanaman yang lebih tahan terhadap tekanan seperti kekeringan, hama, dan penyakit (Rahim, 2024). Mempertimbangkan ketersediaan air atas dasar pola curah hujan yang ada maka budidaya tanaman dalam wilayah kesesuaiannya atas dasar ZAE akan mendukung praktik konservasi air dan pemilihan tanaman tahan kekeringan, sehingga mengoptimalkan retensi kelembapan tanah (Bahrin, 2011). Selain itu, budidaya tanaman atas dasar ZAE mendorong praktik seperti penggunaan tanaman penutup tanah dan diversifikasi tanaman, yang meningkatkan bahan organik tanah dan siklus hara, sehingga menjaga kesuburan dan struktur tanah mampu mendukung pertumbuhan tanaman (Fanani et al., 2025). Pada akhirnya, pendekatan budidaya tanaman sesuai kelas kesesuaian lahan pada ZAE akan mendorong pembangunan pedesaan dengan mendukung sistem pengetahuan lokal dan memfasilitasi pengambilan keputusan yang lebih baik (Takari & Subagio, 2025).

Pengembangan pertanian berbasis kelas kesesuaian lahan pada ZAE nya di lahan kering, diperlukan intervensi teknologi pertanian (agroteknologi) spesifik lokasi terutama pada kesuburan tanah, pengelolaan air, dan seleksi tanaman yang sesuai dengan karakteristik lahan (kesesuaian tanaman) (Matheus et al., 2019). Agroteknologi dalam pengelolaan air pada lahan kering menjadi kunci utama keberhasilan budidaya tanaman oleh misalnya dengan pemberian mulsa untuk menjaga stabilitas kelembapan tanah dan suhu tanah, dan meningkatkan efisiensi penggunaan air (Nuraini et al., 2025). Lahan kering dengan tergantung sumber air dari hujan diperlukan teknik pengumpulan-pemanenan air hujan untuk penambahan ketersediaan air di zona akar. Melalui teknologi citra satelit atau drone untuk prediksi kebutuhan air dan kesehatan tanaman secara presisi akan mengoptimalkan strategi pemberian air dan pemupukan pada suatu wilayah dengan ketersediaan air yang terbatas (Agus Suprpto et al., 2025). Penggunaan tanaman toleran kekeringan sangat dibutuhkan pada pertanian lahan kering, sebagai contoh penggunaan varietas jagung toleran kekeringan dapat meningkatkan hasil secara signifikan hingga 44% (Aulya et al., 2019). Varietas tanaman toleran kondisi kering dicirikan oleh sistem perakaran yang kuat, efisien dalam penggunaan hara tanah dan hasil panen yang stabil (Elza, 2025). Selain varietas toleran kering, maka dalam budidaya tanaman di lahan kering diperlukan strategi kalender tanam dengan menyesuaikan distribusi hujan serta pemilihan tanaman yang sesuai dengan karakteristik lahan atau zona lahan tertentu (Mulyani & Suwanda, 2019).

Pengembangan agroteknologi pada lahan kering telah banyak dilakukan mulai dari konservasi tanah, efisiensi pemberian air, estimasi kesehatan dan proteksi tanaman, penerapan kalender tanam, tanaman toleran kering dan rekomendasi hara untuk tanaman (Heryani & Rejekiingrum, 2019), namun masih terjadi kesenjangan yang signifikan dalam penerapan teknologi pertanian berkelanjutan yang terintegrasi secara holistik antara budaya-sosial masyarakat, penguasaan teknologi pertanian oleh masyarakat, serta karakteristik lahan di wilayah lahan kering NTT (Yanne Permata, 2024). Masih terdapat kekurangan informasi hasil penelitian yang mensintesis komponen biologis, fisik, dan teknologi pertanian ke dalam model pertanian spesifik lokasi yang komprehensif untuk lahan kering di NTT (Nursyamsi et al., 2014).

Oleh karena itu diperlukan penelitian untuk menjembatani kesenjangan tersebut dengan mengembangkan desain pertanian berkelanjutan yang spesifik lokasi berbasis ZAE dan kelas

Antonius Novinanto, Bistok Hasiholan Simanjuntak, Maria Marina Herawati, 2026. Strategi Pertanian Berkelanjutan Untuk Pengembangan Jagung Berbasis Kesesuaian Lahan Pada Zona Agroekologi Di Lahan Kering. *Journal Grafting*. (2026), 16(2) 66-80

kesesuaian lahan untuk pengembangan jagung di lahan kering NTT. Tujuan kajian adalah identifikasi karakteristik lahan dan penentuan desain pengembangan lahan kering untuk budidaya pertanian jagung secara berkelanjutan di wilayah NTT. Lahan kering NTT dengan kendala pada kedalaman tanah, ketersediaan air, dan kesuburan tanah akan mengurangi produksi jagung. Melalui budidaya tanaman berdasarkan kesesuaian lahan pada ZAE, pertanian berkelanjutan akan dimungkinkan terjadi, yang mengarah pada hasil jagung yang optimal. Hal ini seperti yang dinyatakan oleh Zenda dan Rudolph (2024) adanya korelasi antara produksi tanaman dengan ketangguhan fungsi ekosistem lahan. Melalui integrasi solusi spesifik kesesuaian tanaman, tanaman toleran kekeringan dan efisiensi pemberian air dalam kerangka budidaya tanaman berdasar AEZ (Zenda & Rudolph, 2024), maka penelitian ini diharapkan mampu mengantisipasi penanggulangan keterbatasan biofisik lahan yang saat ini selalu menekan hasil panen di wilayah lahan kering NTT.

METODE PENELITIAN

Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada kawasan Hutan Sosial yang dikelola oleh Gabungan Kelompok Tani Ora Et Labora, dengan luas lahan 304 ha, ketinggian tempat pada kisaran 736 -1035 mdpl, berada di Kecamatan Mollo Selatan, Kabupaten Timor Tengah Selatan, Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT).



Gambar 1 : Peta Wilayah Kajian

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah alat pengambil sampel tanah; alat analisis tanah untuk pengukuran pH, potensial redoks, bahan organik, N, P, K, KTK, GPS, pengukur panjang, software Arc-GIS 10.8; Microsoft office; dan hardware berupa laptop. Bahan yang digunakan adalah bahan kimia untuk pH (pelarut H₂O), analisis N total (Kjadalah), bahan organik tanah (Walky and Black), total P dan K (pelarut HCL), KTK dan KB serta tekstur dengan 3 fraksi (pasir, debu, liat)

Metodologi

Metodologi penelitian dengan deskriptif kuantitatif berbasis survei lapangan, analisis laboratorium dan analisis spasial. Pendekatan deskriptif kuantitatif digunakan untuk menggambarkan kondisi biofisik lahan secara objektif berdasarkan parameter terukur (Usnawiyah et al., 2025). Analisis data terdiri atas analisis statistik dengan nilai rata-rata dan standar deviasi dari data tanah dan dilanjutkan dengan analisis spasial berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk menentukan pembagian Zona Agroekologi (ZAE) dan kesesuaian lahan tanaman jagung secara spesifik lokasi (GILANG, 2025). Pendekatan ini dipilih karena pengembangan strategi pertanian berkelanjutan memerlukan analisis komprehensif yang

Antonius Novinanto, Bistok Hasiholan Simanjuntak, Maria Marina Herawati, 2026. Strategi Pertanian Berkelanjutan Untuk Pengembangan Jagung Berbasis Kesesuaian Lahan Pada Zona Agroekologi Di Lahan Kering. *Journal Grafting*. (2026), 16(2) 66-80

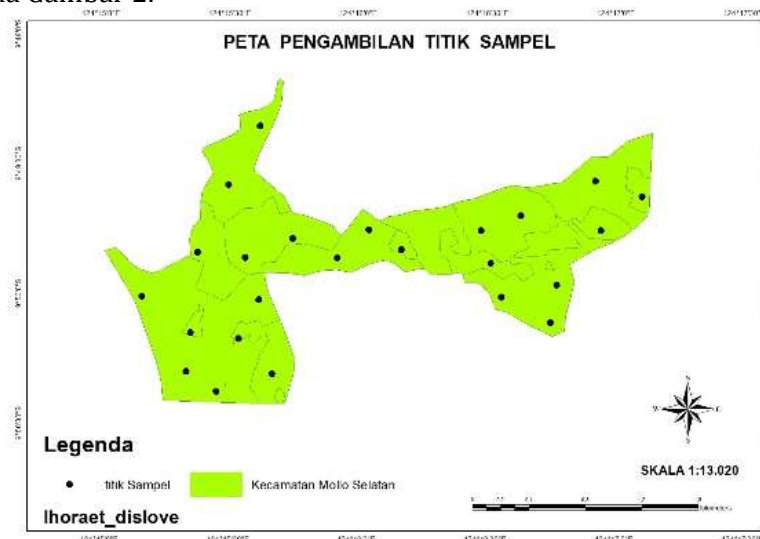
menggabungkan data biofisik tanah, topografi, dan iklim secara kuantitatif serta representasi spasialnya.

Parameter Data

Parameter data terdiri atas data primer dan sekunder, dimana data primer diperoleh dari survey dan analisis laboratorium tanah dari sample tanah yang diambil pada lokasi titik sampling untuk pengukuran pH tanah, bahan organik, N total, P total, K total, KTK, KB, Redoks, kedalaman tanah, batuan permukaan, tekstur, drainase, genangan air. Data sekunder diperoleh dari pihak lain untuk data DEM (digital elevation model), peta lokasi penelitian, peta tanah, data hujan dan data suhu udara selama 10 tahun (2016-2025), dan citra Sentinel 2A lokasi penelitian.

Penentuan Titik Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel

Jumlah titik sampling adalah 24 titik sampling yang menyebar diseluruh luasan wilayah kajian. Penentuan jumlah dan sebaran titik sampling didasarkan pada tingkat survey yaitu Semi Detail dimana setiap 100 ha diambil minimal 8 titik sampling, sehingga dengan luasan lahan 304 ha maka jumlah minimal 24 titik sampling. Penentuan sebaran 24 titik sampling menggunakan metode Bebas Sistematis untuk memperoleh representasi keragaman spasial yang merata pada lokasi penelitian (SHOFA, 2020). Keragaman wilayah yang diperhatikan dalam penempatan sebaran titik sampling mempertimbangkan variasi karakteristik kemiringan lereng, jenis tanah, kepadatan vegetasi, serta distribusi curah hujan, sehingga sebaran ini diharapkan mampu menggambarkan heterogenitas kondisi lahan secara komprehensif (Press, 2021). Setiap titik sampling yang telah ditentukan kemudian direkam lokasi koordinat dan kondisi biofisik lahan (kelerengan, jenis tanah, kondisi vegetasi yang ada). Adapun gambar peta sebaran titik sampling dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Sebaran titik sample

Analisis Data

Analisis Tanah

Dalam penentuan Zona Agroekologi (ZAE) dan Kelas Kesesuaian Lahan tanaman jagung digunakan data sekunder untuk iklim yaitu curah hujan tahunan, suhu udara tahunan, ordo tanah, regim suhu dan regim kelembaban tanah, kelerengan (dari analisis spasial dengan DEM). Sementara itu data primer tanah dari 24 titik sampling tanah dianalisis untuk pengukuran pH dengan metode pelarut H₂O, bahan organik tanah dengan metode Walky and Black, nitrogen total dengan metode Kjeldahl, fosfat dan kalium total dengan metode pelarut HCl pekat, Kapasitas Tukar Kation (KTK) dan Kejenuhan Basa (KB) dengan metoda ekstraksi ammonium asetat 1N pada pH 7, tekstur tanah (fraksi pasir, debu, liat) dengan metode Bouyucos. Data tanah hasil analisis laboratorium kemudian dilakukan analisis statistika untuk nilai rata-rata dan standar

Antonius Novinanto, Bistok Hasiholan Simanjuntak, Maria Marina Herawati, 2026. Strategi Pertanian Berkelanjutan Untuk Pengembangan Jagung Berbasis Kesesuaian Lahan Pada Zona Agroekologi Di Lahan Kering. *Journal Grafting*. (2026), 16(2) 66-80

deviasi guna menggambarkan tingkat variasi, kemudian dipadukan dengan data iklim, kelerengan, jenis tanah, drainase, regim kelembaban tanah digunakan untuk penentuan analisis ZAE dan Kelas Kesesuaian Lahan untuk tanaman jagung

Analisis Zona Agroekologi (ZAE)

Penentuan ZAE didasarkan pada tiga parameter utama, yaitu iklim, terain (kelerengan, ketinggian tempat), jenis tanah-ordo dan sub ordo tanah (Hikmatullah & Ritung, 2014). Analisis ZAE digunakan ArcGis dengan analisis *Intersect (Geoprocesing)* untuk dihasilkan kelompok zona dan sub zona wilayah atas dasar karakteristik terain yaitu kelerengan; iklim yaitu curah hujan dan suhu udara; tanah yaitu ordo, sub ordo untuk regim suhu dan kelembaban atau drainase tanah pengelompokan zona-subzona sebagai berikut:

- Penyusunan Zona Utama, didasarkan pada:
 - Kelerengan lahan, dengan pembagian Zona I dengan kelerengan >40%, Zona II dengan kelerengan 15-40%, Zona III dengan kelerengan 8-15% dan Zona IV dengan kelerengan <8%
- Penyusunan SubZona, didasarkan pada:
 - Suhu udara atau ketinggian tempat, dengan pembagian SubZona **a** untuk suhu udara >20°C (atau ketinggian tempat <700 mdpl), SubZona **b** untuk suhu udara 20-15°C (atau ketinggian tempat 700-2000 mdpl), SubZona **c** untuk suhu udara <15°C (atau ketinggian tempat > 2000 mdpl)
 - Regim Kelembaban Tanah, dengan pembagian SubZona x untuk tanah udic (lembab), SubZona y untuk tanah ustic (kering), SubZona z untuk tanah aquic (basah)

Analisis Kesesuaian Lahan Tanaman Jagung

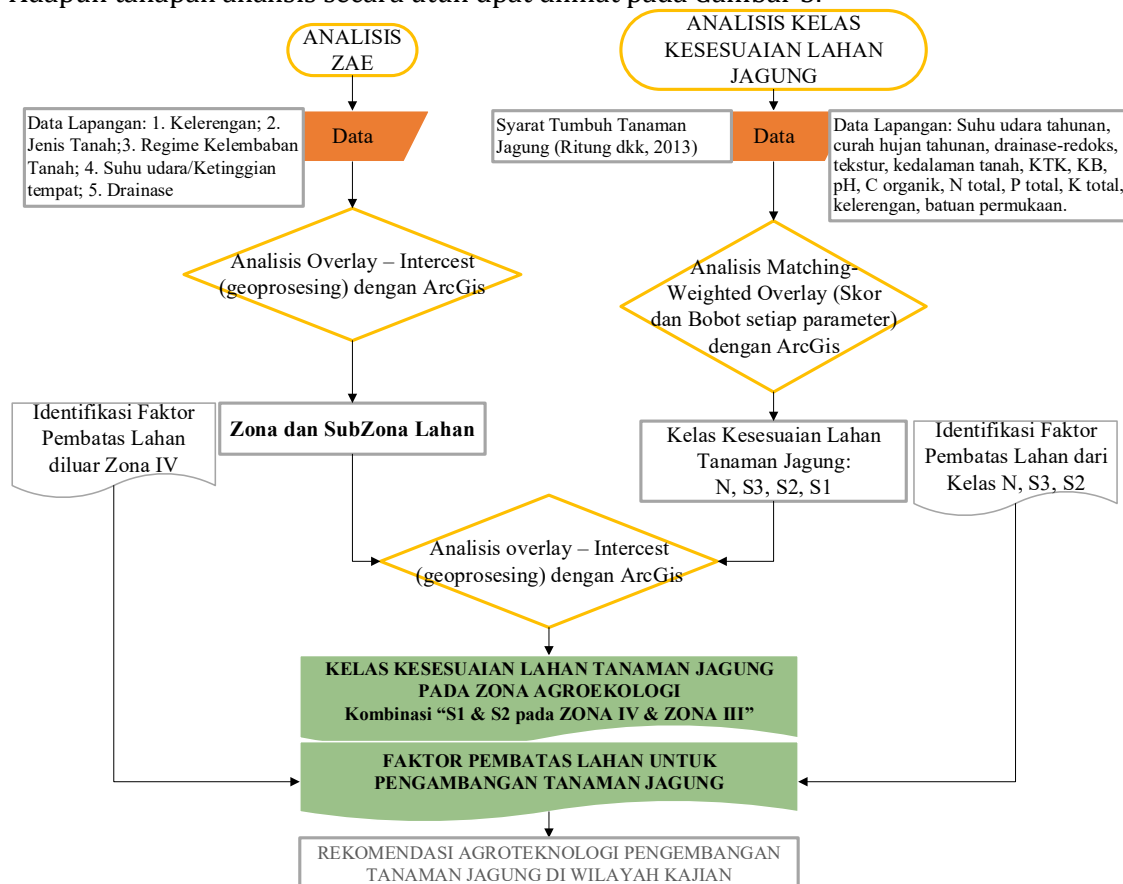
Analisis kesesuaian lahan tanaman jagung menggunakan standar syarat tumbuh tanaman jagung yang dikemukakan oleh dan Ritung dkk (2013) yaitu temperatur udara (suhu udara tahunan), ketersediaan air (curah hujan tahunan), ketersediaan oksigen (drainase), media perakaran (tekstur, kedalaman tanah), retensi hara (KTK, KB, pH, C organik), hara tersedia (N, P, K total), bahaya erosi (kelerengan), penyiapan lahan (batuan permukaan). Semua data lapangan yaitu hasil analisis sample tanah, data iklim (hujan dan suhu), observasi lapangan (kedalaman tanah dan batuan permukaan) dan kelerengan kemudian dilakukan analisis kelas kesesuaian lahan tanaman jagung pada wilayah kajian dengan ArcGis menggunakan metode *weighted overlay* (skor dan bobot) dari parameter syarat tumbuh tanaman jagung yang *dimatching* kan atau padanan dengan persyaratan tumbuh tanaman jagung.

Skor diberikan pada setiap data (karakteristik lahan seperti suhu, surah hujan, drainase-redoks, KTK, KB, C organik, pH, N, P, K total, kelerengan, kedalaman tanah, batuan permukaan dll) yang dibandingkan dengan syarat tumbuh tanaman jagung. Rentang skor yang digunakan adalah 1 hingga 4, dimana skor 4 = Sangat Sesuai-S1, skor 3= Cukup Sesuai-S2, skor 2=Sesuai Marginal-S3, dan skor 1 = Tidak Sesuai-N. Sementara itu bobot diberikan pada setiap parameter (kualitas lahan), dimana besarnya bobot didasarkan pada pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman dan jika ditotalkan maka total bobot = 100%. Parameter iklim (suhu dan curah hujan) diberi bobot 30%; terain lahan (kelerengan, kedalaman tanah, batuan permukaan) diberi bobot 30% dan parameter tanah (drainase-redoks, tekstur, KTK, KB, pH, C-organik, N, P, K total) diberi bobot 40%. Hasil analisis *matching-weighted overlay* dengan ArcGis akan diperoleh kelas kesesuaian lahan tanaman jagung pada katagori: S1 (Sangat Sesuai), nilai tertinggi, tidak ada faktor pembatas; S2 (Cukup Sesuai), nilai menengah-tinggi, pembatas ringan; S3 (Sesuai Marginal), nilai menengah-rendah, pembatas berat; N (Tidak Sesuai), nilai terendah, pembatas permanen. Penentuan faktor pembatas tanaman pada kelas N, S3, S2 kemudian digunakan sebagai acuan strategi perbaikan lahan

Antonius Novinanto, Bistok Hasiholan Simanjuntak, Maria Marina Herawati, 2026. Strategi Pertanian Berkelanjutan Untuk Pengembangan Jagung Berbasis Kesesuaian Lahan Pada Zona Agroekologi Di Lahan Kering. *Journal Grafting*. (2026), 16(2) 66-80

Analisis Kesesuaian Lahan Tanaman Jagung pada ZAE di Wilayah Kajian

Analisis dilakukan dengan integrasikan hasil analisis ZAE dan Kelas Kesesuaian Tanaman Jagung dengan metode *intersect (geoprosesing)* dengan ArcGis. Hasil dari analisis tersebut dihasilkan peta kelas kesesuaian lahan tanaman jagung pada ZAE dan luas (ha) setiap kelas kesesuaian lahan pada ZAE. Faktor pembatas lahan untuk pengembangan tanaman jagung diidentifikasi dari faktor pembatas-karakteristik lahan pada kelas N, S3, S2 untuk tanaman jagung serta karakteristik lahan diluar Zona IV (pengembangan tanaman semusim). Hasil identifikasi faktor pembatas tersebut digunakan untuk menyusun rekomendasi strategi agroteknologi pengembangan tanaman jagung berkelanjutan berbasis Zona Agroekologi. Adapun tahapan analisis secara utuh dpt dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tahapan Analisis Kesesuaian Lahan Tanaman Jagung pada Zona Agroekologi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Wilayah Kajian dan Topografi Lahan

Karakteristik agroklimat zona semi-arid dengan curah hujan tahunan berkisar antara 1500–2000 mm dan suhu udara rata-rata 26–27°C. Dimana kondisi hujan dan suhu udara mampu mendukung aktivitas enzimatik dan laju fotosintesis tanaman jagung, sehingga proses pertumbuhan vegetatif dan pembentukan biomassa dapat berlangsung secara optimal (Kim et al., 2007). Curah hujan tahunan yang relatif moderat juga masih berada dalam ambang kebutuhan air tanaman jagung, khususnya apabila distribusinya bertepatan dengan fase pertumbuhan kritis (Teng et al., 2025). Namun demikian, pada ekosistem semi-arid, distribusi hujan yang tidak merata sepanjang tahun lebih berpengaruh dibandingkan jumlah total tahunan (Omoyo et al., 2015). Konsentrasi hujan pada periode tertentu dan keberadaan bulan kering berturut-turut berpotensi menimbulkan defisit air tanah, terutama pada fase pembungaan dan pengisian biji, sehingga faktor

Antonius Novinanto, Bistok Hasiholan Simanjuntak, Maria Marina Herawati, 2026. Strategi Pertanian Berkelanjutan Untuk Pengembangan Jagung Berbasis Kesesuaian Lahan Pada Zona Agroekologi Di Lahan Kering. *Journal Grafting*. (2026), 16(2) 66-80

temporal curah hujan menjadi determinan utama stabilitas hasil (Madamombe et al., 2025).

Analisis topografi menunjukkan wilayah penelitian memiliki variasi kemiringan lereng mulai dari lahan datar hingga sangat curam. Lahan dengan kemiringan rendah memiliki kapasitas retensi air yang relatif lebih baik dan tingkat kehilangan tanah yang lebih kecil, sehingga lebih mendukung praktik budidaya intensif. Sebaliknya, peningkatan kemiringan lereng berkorelasi dengan meningkatnya energi kinetik limpasan permukaan yang mempercepat proses erosi dan pencucian unsur hara. Pada kondisi tersebut, produktivitas lahan tidak hanya dipengaruhi oleh kesuburan kimia tanah, tetapi juga oleh stabilitas fisik tanah dan efektivitas tindakan konservasi (Du et al., 2021). Oleh karena itu, karakter topografi menjadi variabel kunci dalam menentukan tingkat risiko degradasi lahan serta kebutuhan intervensi pengelolaan berbasis konservasi.

Interaksi antara faktor iklim dan topografi membentuk dinamika agroekologi, sehingga menjadi faktor utama dalam penentuan ZAE. Dengan demikian, kombinasi parameter suhu, distribusi curah hujan, dan kemiringan lereng menjadi dasar ilmiah dalam proses delineasi Zona Agroekologi (ZAE). Karakteristik kimia tanah disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Kimia Tanah

KETERANGAN	RATA-RATA	STANDAR DEVIASI
PH	7,34	± 0,25
BO (%)	7,39	± 1,76
N total	0,25	± 0,21
P (%)	0,44	± 0,33
K (%)	0,0063	± 0,0006
KTK	5,04	± 2,34

Nilai pH rata-rata sebesar 7,34 menunjukkan kondisi netral hingga sedikit basa. Kisaran ini tergolong optimal bagi pertumbuhan jagung karena pada pH 6,0–7,5 ketersediaan unsur hara makro berada pada tingkat maksimum.

Kandungan bahan organik sebesar 7,39% termasuk kategori tinggi, dimana pada wilayah semi-arid, keberadaan bahan organik memiliki peran strategis dalam meningkatkan kapasitas retensi air, memperbaiki agregasi tanah, serta menstabilkan suhu tanah (Li et al., 2024). Tingginya BO berkontribusi langsung terhadap peningkatan kapasitas tukar kation (KTK), yang pada penelitian ini mencapai 88, 89 cmol(+)/kg dan tergolong sangat tinggi. Nilai KTK yang besar menunjukkan kemampuan tanah dalam menahan dan menyediakan kation hara esensial seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , dan NH_4^+ (Adnyana et al., 2025).

Nitrogen total (0,25%) berada pada kategori sedang mengindikasikan mengalami defisiensi nitrogen, sehingga pendekatan pemupukan berbasis zona (site-specific nutrient management) lebih relevan dibanding aplikasi seragam. Ketersediaan fosfor (0,44%) tergolong cukup baik, namun variasi yang tinggi ($\text{SD} \pm 0,33$) mengindikasikan distribusi yang tidak merata. Variabilitas ini kemungkinan dipengaruhi oleh interaksi antara pH, kandungan bahan organik, dan proses fiksasi fosfat dalam tanah. Oleh karena itu, pengelolaan fosfor perlu mempertimbangkan pembagian zona agroekologi agar efisiensi pemupukan dapat ditingkatkan.

Sebaliknya, kandungan kalium sebesar 0,0063% relatif lebih rendah dibandingkan unsur hara lainnya meskipun variasinya kecil. Kondisi ini menunjukkan bahwa kalium berpotensi menjadi faktor pembatas utama dalam sistem produksi jagung, terutama pada fase pembentukan tongkol dan pengisian biji. Oleh karena itu, intervensi pemupukan kalium.

Antonius Novinanto, Bistok Hasiholan Simanjuntak, Maria Marina Herawati, 2026. Strategi Pertanian Berkelanjutan Untuk Pengembangan Jagung Berbasis Kesesuaian Lahan Pada Zona Agroekologi Di Lahan Kering. *Journal Grafting*. (2026), 16(2) 66-80

Distribusi Zona Agroekologi (ZAE)

Berdasarkan karakteristik iklim, topografi, dan tanah menghasilkan empat satuan Zona Agroekologi (ZAE) utama pada wilayah penelitian. Distribusi luas masing-masing zona disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Luas Zona Agroekologi di Wilayah Penelitian

Zona Agroekologi	Luas (Ha)
I, a, y	7,53
II, a, y	55,44
III, a, y	112,85
IV, a, y	126,94

Gambar 2: Peta Zona Agroekologi



Keterangan : I (kelerengan > 40%), II (kelerengan 15-40%), III (8 – 15), IV), a (suhu panas (>20 °C), y (Kelembapan ustic Agak Kering).

Hasil delineasi menunjukkan bahwa Zona IV, b, y memiliki luasan terbesar, yaitu 126,94 ha, diikuti oleh Zona III, a, y seluas 112,85 ha, Zona II, a, y seluas 55,44 ha, dan Zona I seluas 7,53 ha. Distribusi tersebut memperlihatkan bahwa sebagian besar wilayah penelitian terkonsentrasi pada zona dengan karakteristik biofisik tertentu yang relatif lebih stabil dibandingkan zona lainnya. Dominasi Zona IV mengindikasikan bahwa wilayah penelitian secara umum berada pada kombinasi kondisi agroklimat, topografi, dan karakter tanah yang lebih mendukung aktivitas budidaya dibanding zona dengan keterbatasan ekstrem. Secara ekologis, zona dengan luasan lebih besar mencerminkan keseragaman relatif dalam faktor pengontrol utama seperti kemiringan lereng, suhu, dan rezim kelembapan tanah. Kondisi tersebut berimplikasi pada tingkat risiko degradasi lahan yang lebih terkendali serta potensi pengelolaan yang lebih efisien dalam skala kawasan.

Sebaliknya, luasan Zona I yang sangat kecil menunjukkan bahwa area dengan tingkat keterbatasan biofisik tinggi relatif terbatas dalam kawasan penelitian. Hal ini penting secara strategis karena intervensi konservasi intensif dapat difokuskan pada area sempit tersebut tanpa mempengaruhi keseluruhan sistem produksi. Zona II dan III berperan sebagai zona transisi dengan karakteristik sedang, baik dari sisi kemiringan lereng maupun potensi ketersediaan air, sehingga memerlukan pendekatan pengelolaan yang adaptif dan berbasis spesifik lokasi.

Distribusi spasial ZAE ini memiliki implikasi langsung terhadap perencanaan pengembangan jagung berkelanjutan. Zona dengan luasan dominan berpotensi menjadi prioritas pengembangan karena memberikan skala ekonomi yang lebih luas serta risiko biofisik yang relatif terkendali. Namun demikian, interpretasi kesesuaian tidak hanya ditentukan oleh luas zona, melainkan juga oleh faktor pembatas spesifik yang terdapat di dalamnya, seperti variasi nitrogen tanah, potensi

Antonius Novinanto, Bistok Hasiholan Simanjuntak, Maria Marina Herawati, 2026. Strategi Pertanian Berkelanjutan Untuk Pengembangan Jagung Berbasis Kesesuaian Lahan Pada Zona Agroekologi Di Lahan Kering. *Journal Grafting*. (2026), 16(2) 66-80

erosi pada lereng tertentu, dan distribusi curah hujan musiman (Afrida & Tampubolon, 2022).

Secara keseluruhan, distribusi Zona Agroekologi menunjukkan bahwa kawasan penelitian memiliki basis biofisik yang cukup mendukung untuk pengembangan jagung berkelanjutan, dengan konsentrasi terbesar berada pada zona yang relatif lebih adaptif terhadap tekanan iklim semi-arid. Temuan ini menjadi dasar penting dalam tahap selanjutnya, yaitu analisis kesesuaian lahan tanaman jagung dan penyusunan strategi pengelolaan berbasis zona.

Kesesuaian Lahan Jagung

Berdasarkan karakteristik tanah, iklim, fisiografi lahan menunjukkan wilayah penelitian didominasi oleh kelas S2 (cukup sesuai) untuk tanaman jagung, dengan luasan yang jauh lebih besar dibandingkan kelas lainnya. Distribusi luas kelas kesesuaian lahan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kelas Kesesuaian Tanaman Jagung

Keterangan	Luas (Ha)
S2 (Cukup Sesuai)	302,45
S3 (Sesuai Marjinal)	0,11

Gambar 3: Peta Kesesuaian Tanaman Jagung



Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa hampir seluruh wilayah penelitian berada pada kelas S2 dengan luas 302,45 ha, sedangkan kelas S3 hanya mencakup 0,11 ha. Dominasi kelas S2 mengindikasikan bahwa secara umum kondisi biofisik lahan telah memenuhi sebagian besar persyaratan tumbuh tanaman jagung, namun masih terdapat faktor pembatas ringan hingga sedang yang memerlukan intervensi pengelolaan. Kelas S2 mencerminkan kondisi lahan yang memiliki potensi produksi relatif baik, tetapi belum optimal tanpa perbaikan manajemen. Faktor pembatas pada kelas ini umumnya berkaitan dengan variasi ketersediaan nitrogen antar lokasi, potensi erosi pada lereng tertentu, serta distribusi air musiman yang tidak merata. Meskipun parameter kimia tanah seperti pH, bahan organik, dan kapasitas tukar kation menunjukkan kondisi yang sangat baik, variasi spasial unsur hara tertentu tetap memengaruhi tingkat kesesuaian akhir. Hal ini menegaskan bahwa kesesuaian lahan tidak hanya ditentukan oleh satu parameter dominan, melainkan oleh interaksi multidimensional antara iklim, tanah, dan topografi.

Keberadaan kelas S3 dengan luasan yang sangat kecil menunjukkan adanya area terbatas dengan kendala yang lebih nyata, kemungkinan berkaitan dengan kemiringan lereng yang lebih curam atau keterbatasan kedalaman efektif tanah. Pada kelas ini, potensi produksi jagung masih memungkinkan, namun memerlukan input dan tindakan konservasi yang lebih intensif untuk menekan risiko degradasi lahan dan kehilangan hasil.

Antonius Novinanto, Bistok Hasiholan Simanjuntak, Maria Marina Herawati, 2026. Strategi Pertanian Berkelanjutan Untuk Pengembangan Jagung Berbasis Kesesuaian Lahan Pada Zona Agroekologi Di Lahan Kering. *Journal Grafting*. (2026), 16(2) 66-80

Dominasi kelas S2 memiliki implikasi strategis yang penting bagi pengembangan jagung berkelanjutan di wilayah semi-arid. Kondisi ini menunjukkan bahwa pendekatan intensifikasi berbasis perbaikan manajemen lebih relevan dibandingkan ekspansi lahan baru. Strategi seperti pemupukan berimbang berbasis kebutuhan spesifik lokasi, konservasi tanah pada lereng bergelombang, penggunaan varietas toleran kekeringan, serta penyesuaian kalender tanam terhadap distribusi hujan berpotensi meningkatkan kelas kesesuaian aktual menuju tingkat yang lebih optimal.

Secara spasial, hasil ini juga menunjukkan bahwa potensi pengembangan jagung berada pada skala kawasan yang cukup luas dan terkonsentrasi, sehingga memungkinkan perencanaan intervensi teknologi secara terintegrasi dalam kerangka Zona Agroekologi. Dengan demikian, hasil kesesuaian lahan tidak hanya memberikan informasi klasifikasi, tetapi juga menjadi dasar dalam penyusunan strategi pertanian berkelanjutan berbasis karakter biofisik wilayah.

Kesesuaian Lahan Jagung Berdasarkan Kelas Kesesuaian dan ZAE

Hasil integrasi analisis kelas kesesuaian lahan dengan Hasil integrasi analisis kelas kesesuaian lahan dengan ZAE menunjukkan bahwa kelas kesesuaian lahan tanaman jagung pada kelas S2 dan S3 tidak terdistribusi secara merata pada setiap zona (I, II, III dan IV). Distribusi luas masing-masing kelas kesesuaian pada tiap zona disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Distribusi Kesesuaian Lahan Tanaman Jagung Berdasarkan Zona Agroekologi

Keterangan	Luas (H)
I,a,b, S2	0,72
II,b,y S2	14,81
III, b,y S2	48,56
IV, b,y S2	65,24
IV, b,y, S3	0,106

Gambar 2: Peta Kesesuaian Lahan Tanaman Jagung Berdasarkan Agroekologi



Keterangan : S2 (Cukup Sesuai), S3 (Sesuai Marjinal), I (kelerengan > 40%), II (kelerengan 15-40%), III (8 – 15), IV (<8), a (suhu panas (>200°C) y (Kelembapan ustic Agak Kering)

Data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa untuk tanaman jagung pada kelas S2 mendominasi seluruh Zona Agroekologi. Zona IV memiliki luas kesesuaian S2 terbesar, yaitu 65,247610 ha, diikuti oleh Zona III sebesar 48,560804 ha, Zona II sebesar 14,811483 ha, dan Zona I sebesar 0,724118 ha. Kelas S3 hanya terdapat pada Zona IV dengan luasan yang sangat kecil, yaitu 0,106448 ha. Distribusi tersebut menunjukkan bahwa potensi pengembangan jagung terkonsentrasi pada Zona III dan Zona IV. Luasan yang besar pada kedua zona tersebut mencerminkan kondisi biofisik yang relatif lebih mendukung, baik dari aspek kemiringan lereng, ketersediaan air, maupun karakteristik tanah. Keberadaan kelas S3 yang sangat terbatas menunjukkan bahwa kendala biofisik berat hanya muncul pada bagian kecil wilayah dan tidak bersifat dominan pada tingkat kawasan.

Antonius Novinanto, Bistok Hasiholan Simanjuntak, Maria Marina Herawati, 2026. Strategi Pertanian Berkelanjutan Untuk Pengembangan Jagung Berbasis Kesesuaian Lahan Pada Zona Agroekologi Di Lahan Kering. *Journal Grafting*. (2026), 16(2) 66-80

Dominasi kelas S2 pada hampir seluruh zona menegaskan bahwa wilayah penelitian secara umum berada pada tingkat kesesuaian yang cukup baik untuk budidaya jagung. Kondisi ini menunjukkan bahwa peningkatan produktivitas lebih tepat dilakukan melalui perbaikan manajemen budidaya dan konservasi tanah dibandingkan melalui perubahan penggunaan lahan secara luas. Pendekatan berbasis Zona Agroekologi memungkinkan perencanaan intervensi yang lebih terarah sesuai karakter masing-masing zona.

Implikasi Pengelolaan Lahan dan Strategi Pengembangan Jagung Berkelanjutan

Karakteristik kimia tanah berada pada kategori mendukung untuk budidaya jagung, dengan pH rata-rata sebesar $7,34 \pm 0,24$ menunjukkan kondisi netral yang berada dalam kisaran optimum pertumbuhan jagung (pH 6,0–7,5). Kandungan bahan organik mencapai $7,39 \pm 1,76\%$, yang tergolong tinggi untuk wilayah semi-arid, sedangkan kapasitas tukar kation (KTK) sebesar $88,89 \pm 42,97 \text{ cmol}(+)/\text{kg}$ menunjukkan kemampuan tanah yang sangat baik dalam menyerap dan menyediakan kation hara. Nilai-nilai tersebut menegaskan bahwa faktor kimia tanah bukan merupakan pembatas utama dalam sistem produksi jagung di lokasi penelitian.

Meskipun demikian, kandungan nitrogen total rata-rata sebesar $0,25 \pm 0,21\%$ menunjukkan variasi spasial yang relatif tinggi. Besarnya standar deviasi terhadap nilai rata-rata mengindikasikan heterogenitas distribusi nitrogen antar titik sampel. Kondisi ini menunjukkan bahwa sebagian area memiliki kandungan nitrogen yang lebih rendah dibanding area lainnya, sehingga pendekatan pemupukan seragam berpotensi menimbulkan ketidakefisienan input hara. Oleh karena itu, rekomendasi pengelolaan berbasis kebutuhan spesifik lokasi menjadi relevan secara kuantitatif.

Analisis kesesuaian lahan menunjukkan bahwa kelas S2 mendominasi wilayah penelitian dengan luas 128,65 ha atau sekitar 99,92% dari total area evaluasi, sedangkan kelas S3 hanya mencakup 0,10 ha atau sekitar 0,08%. Distribusi tersebut menunjukkan bahwa hampir seluruh wilayah memiliki tingkat kesesuaian cukup sesuai dengan faktor pembatas ringan hingga sedang. Integrasi dengan Zona Agroekologi memperlihatkan bahwa luas kesesuaian S2 terbesar terdapat pada Zona IV sebesar 65,24 ha dan Zona III sebesar 48,56 ha. Kedua zona tersebut secara kumulatif mencakup lebih dari 88% total area S2, sehingga menjadi wilayah prioritas pengembangan jagung secara spasial.

Dari aspek fisiografi lahan, keberadaan lereng dengan kemiringan di atas 15% berimplikasi pada peningkatan risiko erosi dan kehilangan unsur hara melalui limpasan permukaan. Zona dengan karakter lereng tersebut memerlukan tindakan konservasi tanah untuk menjaga stabilitas produktivitas. Sementara itu, curah hujan tahunan sebesar 1500–2000 mm dengan distribusi musiman menegaskan pentingnya sinkronisasi waktu tanam terhadap periode ketersediaan air agar tanaman tidak mengalami defisit air pada fase generatif (Lala et al., 2021).

Dominasi kelas S2 yang mendekati 100% menunjukkan bahwa strategi pengembangan jagung lebih efektif difokuskan pada peningkatan efisiensi pengelolaan dibandingkan perluasan lahan baru. Optimalisasi pemupukan berbasis variasi nitrogen, konservasi tanah pada lereng >15%, serta penyesuaian kalender tanam terhadap distribusi hujan berpotensi meningkatkan produktivitas aktual menuju tingkat potensi. Integrasi analisis kimia tanah dan analisis spasial berbasis Zona Agroekologi menghasilkan rekomendasi yang terukur dan presisi, karena setiap intervensi didasarkan pada distribusi luas dan karakter biofisik yang teridentifikasi secara kuantitatif.

Dengan demikian, pendekatan berbasis Zona Agroekologi tidak hanya memberikan klasifikasi spasial, tetapi juga menyediakan dasar numerik yang kuat dalam perumusan strategi pengelolaan jagung berkelanjutan pada lahan semi-arid.

Antonius Novinanto, Bistok Hasiholan Simanjuntak, Maria Marina Herawati, 2026. Strategi Pertanian Berkelanjutan Untuk Pengembangan Jagung Berbasis Kesesuaian Lahan Pada Zona Agroekologi Di Lahan Kering. *Journal Grafting*. (2026), 16(2) 66-80

KESIMPULAN

Berdasarkan keseluruhan analisis, penelitian ini menunjukkan bahwa pengembangan jagung di lahan kering semi-arid memerlukan pendekatan terintegrasi berbasis Zona Agroekologi yang menyesuaikan karakter biofisik lahan dengan strategi pengelolaan yang tepat. Penelitian ini menegaskan pentingnya peralihan dari budidaya seragam menuju pengelolaan spesifik lokasi yang mempertimbangkan variasi tanah, topografi, dan iklim. Pendekatan tersebut meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dan air serta memperkuat ketahanan sistem pertanian terhadap tekanan iklim dan degradasi lahan. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar dalam perencanaan pengembangan kawasan jagung berbasis zonasi, penentuan prioritas konservasi tanah dan air, serta penyusunan rekomendasi pemupukan dan kalender tanam yang sesuai dengan pola curah hujan semi-arid. Integrasi analisis laboratorium dan sistem informasi geografis memperlihatkan bahwa perencanaan berbasis data spasial berpotensi diterapkan pada tingkat kelompok tani maupun wilayah. Penelitian selanjutnya perlu menguji penerapan strategi ini secara jangka panjang untuk menilai dampaknya terhadap produktivitas, efisiensi input, dan keberlanjutan tanah. Kajian lanjutan juga perlu memasukkan aspek sosial-ekonomi, kelayakan finansial, dan perubahan iklim agar strategi yang dihasilkan tidak hanya sesuai secara biofisik, tetapi juga realistis dan berkelanjutan. Pendekatan multidisipliner akan memperkuat model pengembangan jagung dan membuka peluang penerapannya di wilayah lahan kering lain yang memiliki karakteristik serupa.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, I. M., Bimantara, P. O., & Roni, N. G. K. (2025). Enhancing soil fertility through Azolla incorporation: impacts on nitrogen cycling and cation exchange capacity. *Org Farming*, 11(1), 1–12.
- Afrida, E., & Tampubolon, K. (2022). Limiting factors of agronomic characteristics for maize through nutrient omission techniques. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 70(2).
- Agus Suprpto, S. P., MP, I. P. M., Budi Santosa, S. P., Gerson Hans Maure, S. P., Herman Tangkelayuk, S. P., Kuad Suwarno, S. P., Abdul Rahmat Mande, S. P., Ir Asikin Muchtar, M. S., Descha Giatr Cahyaningrum, S. P., & Defiyanto Djami Adi, S. P. (2025). *Pertanian modern*. Cendikia Mulia Mandiri.
- Anggraini, D., & Tunda, A. (2025). KEMANDIRIAN PANGAN RUMAH TANGGA PETANI JAGUNG DALAM MEMENUHI KEBUTUHAN KELUARGA. *Societal: Jurnal Pemikiran Dan Penelitian Sosiologi*, 2(1), 10–16.
- Aulya, M. R., Subaedah, S. T., & Takdir, A. (2019). Karakterisasi genotipe jagung toleran kekeringan di lahan kering. *Agrovital*, 4(1), 9–12.
- Bahrin, A. (2011). *Strategi Pengelolaan Air di Lahan Kering: Suatu Upaya Mengantisipasi Kekeringan*. Universitas Halu Oleo Press.
- Du, Y., Li, T., & He, B. (2021). Runoff-related nutrient loss affected by fertilization and cultivation in sloping croplands: An 11-year observation under natural rainfall. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 319, 107549.
- Elza, P. (2025). Uji Adaptasi Varietas Padi Toleran Kekeringan di Lahan Vulkanik. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 1(1), 30–36.
- Fanani, M. Z., Judijanto, L., Tobing, O. L., Riono, Y., Sari, L. A., Juhandi, D., Hariyati, T., & Lada, Y. G. (2025). *Pertanian berkelanjutan*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Fitria, E. A., Utama, A. D., Suhendra, D., Harahap, E. J., Karina, I., Aisyah, S., Mustamu, N. E., & Rahman, A. (2024). *Pertanian Berkelanjutan*. Yayasan Tri Edukasi Ilmiah.
- GILANG, F. R. (2025). KAJIAN KESESUAIAN LAHAN UNTUK TANAMAN JAGUNG (*Zea mays L.*) MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI KECAMATAN GEDONG TATAAN, KABUPATEN PESAWARAN.

Antonius Novinanto, Bistok Hasiholan Simanjuntak, Maria Marina Herawati, 2026. Strategi Pertanian Berkelanjutan Untuk Pengembangan Jagung Berbasis Kesesuaian Lahan Pada Zona Agroekologi Di Lahan Kering. *Journal Grafting*. (2026), 16(2) 66-80

- Hariyanto, H., Putro, S. A. H., Dewi, R. S., Rizqi, F. N., & Nursafitri, S. (2024). Peningkatan Produktivitas Lahan Pertanian berbasis Climate-Smart Agriculture (CSA) dan Integrated Farming di Dusun Cisema, Bandung, Jawa Barat. *The Proceeding of Community Service and Engagement (Cosecant) Seminar*, 4(2).
- Heryani, N., & Rejekiningrum, P. (2019). Pengembangan pertanian lahan kering iklim kering melalui implementasi panca kelola lahan. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 13(2), 63–71.
- Hikmatullah, H., & Ritung, S. (2014). Perkembangan Pemetaan Zona Agro-Ekologi (ZAE) di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 8(1), 133983.
- Kim, S.-H., Gitz, D. C., Sicher, R. C., Baker, J. T., Timlin, D. J., & Reddy, V. R. (2007). Temperature dependence of growth, development, and photosynthesis in maize under elevated CO₂. *Environmental and Experimental Botany*, 61(3), 224–236.
- Lala, J., Yang, M., Wang, G., & Block, P. (2021). Utilizing rainy season onset predictions to enhance maize yields in Ethiopia. *Environmental Research Letters*, 16(5), 54035.
- Li, Y., Feng, X., Huai, Y., Hassan, M. U. I., Cui, Z., & Ning, P. (2024). Enhancing crop productivity and resilience by promoting soil organic carbon and moisture in wheat and maize rotation. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 368, 109021.
- Lisna Oktariani, S. P., Permatasari, R. A., S TP, M. T., Aulia, N. I., S TP, M. T., Ginting, I. F., SP, M. S., Iffah Izzatuddinillah, S. P., Kertasari, I. V. D., & Rahma, M. Y. (2025). *Degradasi Lahan dan Solusi Berkelanjutan Untuk Pertanian Indonesia*. LSO Creative.
- Madamombe, S. M., Nyamadzawo, G., Öborn, I., Smucker, A., Chirinda, N., Kihara, J., & Nkurunziza, L. (2025). Seasonal rainfall patterns affect rainfed maize production more than management of soil moisture and different plant densities on sandy soils of semi-arid regions. *Field Crops Research*, 331, 110007.
- Matheus, R. (2020). *Skenario pengelolaan sumber daya lahan kering: menuju pertanian berkelanjutan*. Deepublish.
- Matheus, R., Kantur, D., Basri, M., & Salli, M. K. (2019). *Pertanian Terpadu: Model Rancangbangun & Penerapan Pada Zona Agroekosistem Lahan Kering*. Deepublish.
- Mulyani, A., & Suwanda, M. H. (2019). Pengelolaan lahan kering beriklim kering untuk pengembangan jagung di Nusa Tenggara. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 13(1), 41–52.
- Nainggolan, E., Fadilah, R., Sianturi, J., Sianturi, S. F., & Novira, N. (2025). EVALUASI KESESUAIAN LAHAN PERTANIAN KOMODITAS JAGUNG DI KECAMATAN SIPAHUTAR KABUPATEN TAPANULI UTARA. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 12(1), 57–67.
- Nuraini, Z., Sumarsono, J., & Dewi, E. P. (2025). Analisis Iklim Mikro Dengan Otomatisasi Irigasi Tetes Pada Tanaman Seledri (*Apium Graveolens* L.) Di Lahan Pertanian Presisi Bida Ntb. *J-AGENT (Journal of Agricultural Engineering and Technology)*, 3(4), 325–334.
- Nursyamsi, D., Mulyani, A., & Las, I. (2014). Percepatan pengembangan pertanian lahan kering iklim kering di Nusa Tenggara. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 7(4), 30894.
- Omoyo, N. N., Wakhungu, J., & Oteng'i, S. (2015). Effects of climate variability on maize yield in the arid and semi arid lands of lower eastern Kenya. *Agriculture & Food Security*, 4(1), 8.
- Press, U. G. M. (2021). *Aplikasi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis Untuk Pemodelan dan Pemetaan Data Biofisik Lahan*. UGM PRESS.
- Pujiharto, P. (2009). Kajian Perilaku Petani Pembudidaya Tanaman Hortikultura dalam Konservasi Lahan pada Zona Agroekologi (Zae) Daerah Aliran Sungai (DAS) Serayu di Wilayah Kabupaten Banyumas. *Agritech: Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto*.
- Rahim, I. (2024). *Manajemen pertanian: Strategi optimal pendekatan pertanian terpadu*. Deepublish.
- Romadi, U., & Warnaen, A. (2021). *Sistem Penyuluhan Pertanian "Suatu Pendekatan Penyuluhan Pertanian Berbasis Modal Sosial Pada Masyarakat Suku Tengger"* (Vol. 1). Tohar media.
- Rompon, M. S., SP, M. S., Silahooy, I. C., Masria, S. P., Julianus Dising, S. T., Pe, M. M., SP, M. P., Paulus Pasau, S. P., Moata, M. R. S., & Kuang, S. M. (2025). *Tanah Tropika*. PT Penerbit Qriset Indonesia.

Antonius Novinanto, Bistok Hasiholan Simanjuntak, Maria Marina Herawati, 2026. Strategi Pertanian Berkelanjutan Untuk Pengembangan Jagung Berbasis Kesesuaian Lahan Pada Zona Agroekologi Di Lahan Kering. *Journal Grafting*. (2026), 16(2) 66-80

- Setiawan, A. W., Simanjuntak, B. H., Handoko, Y. A., Agus, Y. H., Trisunaryanto, L., Maria, M., Nugroho, A., & Tambotoh, J. J. C. (2024). Arahkan Sistem Pertanian Ideal Berbasis Potensi Sumberdaya Lahan: Komponen Dasar Cukilan Smart Village. *Warta LPM*, 226–236.
- SHOFA, G. S. (2020). *TA: Analisis Spasial Sebaran Kondisi Resapan Air Pada Penggunaan Lahan dan Zonasi di Kawasan Bandung Utara (Studi Kasus: Kota Cimahi)*. Institut Teknologi Nasional Bandung.
- Sulkarnain, S., Zulkieflimansyah, Z., & Yamin, A. (2024). Implementasi Kebijakan pemanfaatan sumur bor sebagai Upaya Mengatasi gagal Panen pada Areal Pertanian di Kecamatan Taliwang Kabupaten Sumbawa Barat. *JlIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 7(10), 12309–12319.
- Sutrisno, N., & Hamdani, A. (2019). Optimalisasi pemanfaatan sumber daya air untuk meningkatkan produksi pertanian. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 13(2), 73–88.
- Takari, D., & Subagio, M. S. (2025). *Ekonomi Pembangunan Desa dan Agroekoteknologi: Sinergi Kemandirian dan Keberlanjutan Desa*. Deepublish.
- Teng, L., Qing, L., Shumei, W., Xuepeng, Z., Yuanquan, C., Wangsheng, G., & Peng, S. (2025). High temperature effects on maize photosynthesis during stress and recovery phase at the seed setting stage. *BMC Plant Biology*, 25(1), 454.
- Usnawiyah, U., Khaidir, K., Humaira, M., & Dhean, T. (2025). *Analisis Data Spasial Berbasis Sistem Informasi Geografis untuk Optimalisasi Produktivitas Padi dan Efisiensi Penggunaan Sumber Daya Lahan*.
- Yanne Permata, S. (2024). *PENGEMBANGAN AGROFORESTRI KARET (Hevea brasiliensis) DI DESA MENGGALA MAS, KECAMATAN TULANG BAWANG TENGAH, KABUPATEN TULANG BAWANG BARAT*.
- Zenda, M., & Rudolph, M. (2024). A systematic review of agroecology strategies for adapting to climate change impacts on smallholder crop farmers' livelihoods in South Africa. *Climate*, 12(3), 33.