

**PEMANFAATAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) DALAM
PEMETAAN INFRASTRUKTUR UNTUK MENDUKUNG PENGEMBANGAN
KAWASAN AGROPOLITAN MODOINDING, KABUPATEN MINAHASA
SELATAN (STUDI KASUS PADA DESA MOKOBANG, WULURMAATUS,
DAN PALELON)**

Rieneke Lusiana Evani Sela¹, Jessy Jousina Pondaag², Sonny Tilaar³,
Alfir Sirenden⁴, Dwight Viosela Aaron Mambu⁵,
^{1,2,3,4,5} Universitas Sam Ratulangi Manado
rienekesela@unsrat.ac.id¹, jjpondaag@unsrat.ac.id², sonny_tilaar@unsrat.ac.id³,
alfirsirenden023@student.unsrat.ac.id⁴, mambuaaron@gmail.com⁵

ABSTRAK

Kecamatan Modoinding merupakan salah satu sentra pertanian hortikultura dataran tinggi di Kabupaten Minahasa Selatan yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai kawasan agropolitan. Pengembangan kawasan tersebut memerlukan dukungan data spasial yang akurat dan terintegrasi, khususnya mengenai tutupan lahan dan infrastruktur pertanian, agar perencanaan pembangunan dapat disusun sesuai dengan kondisi dan kebutuhan masyarakat. Kegiatan Program Kemitraan pada Masyarakat [PKM] bertujuan memetakan tutupan lahan dan sebaran infrastruktur di Desa Mokobang, Desa Wulurmaat, dan Desa Palelon Kecamatan Modoinding sebagai dasar pendukung pengembangan kawasan agropolitan Modoinding. Pelaksanaan kegiatan menggunakan pendekatan partisipatif melalui studi dokumen, survei lapangan, pencatatan koordinat, dokumentasi visual, wawancara, diskusi kelompok terarah, pemetaan partisipatif, serta pengolahan data menggunakan Sistem Informasi Geografis [SIG] versi 10.8. Pemerintah desa, kelompok tani, masyarakat, mahasiswa dan tim pelaksana dilibatkan dalam proses identifikasi dan validasi data. Hasil kegiatan berupa peta administrasi, peta tutupan lahan, dan peta sebaran infrastruktur pada ketiga desa. Hasil pemetaan SIG menunjukkan bahwa Desa Mokobang memiliki wilayah pertanian yang luas dengan dukungan beberapa sumber mata air dan fasilitas sosial; Desa Wulurmaat memiliki infrastruktur pertanian lebih beragam berupa sumber air pertanian, sistem irigasi, gudang penyimpanan, dan sarana distribusi hasil pertanian; sedangkan Desa Palelon memiliki kawasan permukiman yang relatif kompak serta fasilitas pemerintahan, pendidikan, kesehatan, dan peribadatan yang terkonsentrasi pada pusat desa. Temuan tersebut menunjukkan bahwa ketiga desa memiliki karakter dan fungsi yang berbeda, tetapi saling melengkapi dalam sistem kawasan agropolitan. Hasil pemetaan dapat dimanfaatkan sebagai dasar perencanaan pembangunan lebih terarah, partisipatif, dan berkelanjutan.

Kata kunci: pemetaan infrastruktur, kawasan agropolitan, pemetaan partisipatif, Sistem Informasi Geografis

PENDAHULUAN

Kecamatan Modoinding merupakan salah satu kawasan pertanian dataran tinggi di Kabupaten Minahasa Selatan, Provinsi Sulawesi Utara. Wilayah ini berada pada ketinggian sekitar 1.100 meter di atas permukaan laut dan memiliki kondisi agroklimat yang mendukung pengembangan berbagai komoditas hortikultura. Komoditas utama yang dibudidayakan masyarakat antara lain kentang, kubis, wortel, tomat, dan bawang daun. Sebagian besar penduduk menggantungkan mata pencaharian pada sektor pertanian sehingga perkembangan ekonomi wilayah sangat dipengaruhi oleh keberhasilan kegiatan produksi, pengolahan, distribusi, dan pemasaran hasil pertanian.

Kondisi tersebut menjadikan Modinding sebagai salah satu sentra produksi sayuran penting di Sulawesi Utara sekaligus memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai kawasan agropolitan.

Pengembangan kawasan agropolitan pada dasarnya menempatkan kegiatan pertanian dan agribisnis sebagai penggerak utama pembangunan wilayah perdesaan. Pendekatan ini tidak hanya menekankan peningkatan produksi pertanian, tetapi juga mengintegrasikan kegiatan budidaya, pengolahan hasil, penyimpanan, distribusi, pemasaran, serta penyediaan pusat-pusat pelayanan ekonomi. Melalui konsep agropolitan, kawasan perdesaan diharapkan mampu berkembang secara lebih mandiri, meningkatkan nilai tambah hasil pertanian, memperkuat hubungan antara wilayah produksi dan pasar, serta mengurangi kesenjangan pembangunan antara kawasan perdesaan dan perkotaan. Pengembangan agropolitan dengan demikian diarahkan untuk meningkatkan produktivitas, daya saing, keberlanjutan usaha pertanian, dan kesejahteraan masyarakat perdesaan (Miranti & Yuliani, 2023). Oleh karena itu, keberhasilan pengembangan kawasan agropolitan sangat bergantung pada keterhubungan antara potensi komoditas, sumber daya manusia, kelembagaan petani, pusat pelayanan, dan ketersediaan infrastruktur pendukung.

Infrastruktur merupakan salah satu komponen penting dalam mendukung perkembangan kawasan agropolitan. Infrastruktur tersebut mencakup sarana dan prasarana fisik yang memungkinkan kegiatan sosial, ekonomi, dan produksi berlangsung secara efektif dan efisien. Dalam konteks kawasan pertanian, infrastruktur yang dibutuhkan tidak terbatas pada jaringan jalan umum, listrik, air bersih, dan komunikasi, tetapi juga mencakup jalan usaha tani, irigasi, sumber air pertanian, gudang penyimpanan, tempat pengumpulan hasil, fasilitas pengolahan, sarana distribusi, dan akses menuju pasar. Ketersediaan infrastruktur pertanian yang memadai dapat meningkatkan produktivitas, menekan biaya angkut, memperpendek waktu distribusi, mengurangi kehilangan hasil panen, dan meningkatkan daya saing produk hortikultura. Sebaliknya, keterbatasan infrastruktur dapat menghambat mobilitas petani serta memperbesar ketimpangan pelayanan antarwilayah produksi.

Meskipun kegiatan PKM dilaksanakan dalam lingkup Kecamatan Modinding, pemetaan dan pembahasan dalam kegiatan ini dibatasi pada tiga desa, yaitu Desa Mokobang, Desa Wulurmaatus, dan Desa Palelon. Ketiga desa tersebut menjadi unit utama pengumpulan data, survei lapangan, pemetaan partisipatif, dan analisis kondisi infrastruktur pertanian. Pembatasan wilayah dilakukan agar proses identifikasi potensi dan permasalahan infrastruktur dapat dilaksanakan secara lebih terarah, rinci, dan sesuai dengan kondisi aktual setiap desa. Hasil kegiatan ini dengan demikian tidak dimaksudkan untuk mewakili seluruh wilayah Kecamatan Modinding, tetapi menggambarkan kondisi tiga desa sebagai bagian dari sistem kawasan agropolitan Modinding.

Desa Mokobang, Desa Wulurmaatus, dan Desa Palelon memiliki keterkaitan yang kuat dengan kegiatan pertanian hortikultura di Kecamatan Modinding. Namun, pengembangan kegiatan pertanian pada ketiga desa tersebut masih memerlukan dukungan informasi spasial yang akurat dan terintegrasi. Informasi mengenai sebaran lahan pertanian, lokasi komoditas, jaringan jalan, jalan usaha tani, sumber air, jaringan irigasi, fasilitas penyimpanan, tempat pengumpulan hasil, dan sarana pemasaran perlu dihimpun serta didokumentasikan secara sistematis.

Ketersediaan data tersebut penting untuk mengetahui kondisi infrastruktur yang telah tersedia, wilayah yang belum terlayani, serta kebutuhan pembangunan pada masing-masing desa.

Belum tersedianya basis data spasial yang terintegrasi dapat menyebabkan proses perencanaan pembangunan lebih banyak didasarkan pada informasi umum, pengamatan parsial, atau kebutuhan jangka pendek. Kondisi tersebut berpotensi menghasilkan program pembangunan yang belum sepenuhnya sesuai dengan lokasi prioritas, karakteristik fisik wilayah, serta kebutuhan petani di Desa Mokobang, Desa Wulurmaatus, dan Desa Palelon. Selain itu, data yang masih tersebar dan belum terdigitalisasi menyulitkan pemerintah desa dan masyarakat dalam memperoleh gambaran menyeluruh mengenai hubungan antara lokasi produksi pertanian dan keberadaan infrastruktur pendukung.

Sistem Informasi Geografis atau SIG merupakan teknologi yang dapat digunakan untuk menjawab kebutuhan tersebut. SIG memungkinkan data yang memiliki referensi geografis dikumpulkan, disimpan, dikelola, dianalisis, dan ditampilkan dalam bentuk peta digital. Melalui SIG, informasi mengenai penggunaan lahan, jaringan infrastruktur, sebaran fasilitas, kondisi jalan, lokasi sumber air, dan distribusi kegiatan pertanian dapat disajikan secara lebih sistematis dan mudah dipahami. SIG juga dapat digunakan untuk menganalisis aksesibilitas, mengidentifikasi wilayah yang belum terlayani, menentukan hubungan antara pusat produksi dan pusat pelayanan, serta menyusun prioritas pembangunan berbasis bukti spasial. (Siradjuddin et al., 2026) menunjukkan bahwa pemetaan berbasis SIG tidak hanya menghasilkan visualisasi spasial, tetapi juga dapat digunakan sebagai instrumen strategis untuk menentukan prioritas pembangunan dan mengarahkan alokasi sumber daya secara lebih efektif. Integrasi data wilayah dalam peta memungkinkan pemerintah melihat perbedaan kondisi antar desa dan menyusun intervensi berdasarkan lokasi serta tingkat kebutuhan masing-masing wilayah.

Penggunaan SIG dalam kegiatan PKM kepada masyarakat perlu dipadukan dengan pendekatan partisipatif. (Budisusanto et al., 2025) menunjukkan bahwa pemetaan geospasial pada tingkat desa dapat menjadi langkah awal dalam membangun sistem informasi yang terintegrasi dan dapat digunakan untuk mendukung perencanaan serta pemutakhiran data pembangunan. Masyarakat, khususnya petani, kelompok tani, pemerintah kecamatan, dan pemerintah desa, memiliki pengetahuan lokal mengenai kondisi lahan, jalur distribusi, lokasi sumber air, ruas jalan yang mengalami kerusakan, serta fasilitas yang dibutuhkan. Pengetahuan tersebut penting untuk melengkapi data teknis dan meningkatkan akurasi hasil pemetaan. Pemetaan partisipatif juga memberi ruang bagi masyarakat untuk terlibat dalam proses identifikasi masalah, validasi data, penentuan prioritas, dan penyusunan rekomendasi. Berdasarkan gambaran awal kondisi kawasan, permasalahan mitra berkaitan dengan belum tersedianya data spasial infrastruktur pertanian yang terintegrasi dan mudah digunakan dalam perencanaan. Informasi mengenai jaringan jalan, jalan usaha tani, sumber air, irigasi, lahan pertanian, fasilitas penyimpanan, tempat pengumpulan hasil, dan sarana pemasaran masih perlu dihimpun dalam satu basis data spasial. Data yang tersebar dan belum terdigitalisasi menyebabkan pemerintah serta masyarakat kesulitan memperoleh gambaran menyeluruh mengenai kondisi pelayanan infrastruktur di kawasan Modinding.

Permasalahan berikutnya adalah belum tersedianya analisis aksesibilitas yang dapat menjelaskan hubungan antara lokasi produksi pertanian dan infrastruktur pendukung. Belum seluruh wilayah produksi dapat dinilai berdasarkan jarak terhadap jalan utama, kondisi jalan usaha tani, sumber air, gudang, tempat pengumpulan hasil, maupun pusat pemasaran. Akibatnya, penentuan prioritas pembangunan berisiko belum sepenuhnya mempertimbangkan tingkat kebutuhan setiap wilayah, volume aktivitas pertanian, dan hambatan distribusi yang dialami petani. Mitra juga menghadapi keterbatasan dalam pemanfaatan teknologi SIG sebagai alat perencanaan. Aparat pemerintah dan kelompok masyarakat pada umumnya memiliki pengetahuan yang baik mengenai kondisi wilayah, tetapi belum seluruhnya memiliki kemampuan teknis untuk mengubah informasi tersebut menjadi data spasial yang terstruktur. Ketergantungan pada pihak luar dalam penyusunan peta dapat menghambat pemutakhiran data, sedangkan kondisi infrastruktur dan penggunaan lahan dapat berubah dari waktu ke waktu. Partisipasi masyarakat juga penting untuk meningkatkan kesesuaian antara hasil pemetaan dan kebutuhan aktual. Petani dan kelompok tani memiliki pengalaman langsung mengenai kondisi jalan usaha tani, lokasi sumber air, jalur angkut hasil panen, dan hambatan distribusi. Pelibatan mereka dapat memperkuat ketepatan data sekaligus membangun rasa kepemilikan terhadap hasil kegiatan. Proses pembangunan perdesaan yang menempatkan masyarakat sebagai subjek juga dapat memperkuat kelembagaan lokal dan meningkatkan relevansi program terhadap kebutuhan wilayah (Ghassani et al., 2022).

Secara keseluruhan, permasalahan mitra meliputi keterbatasan basis data spasial, belum optimalnya analisis aksesibilitas dan konektivitas kawasan pertanian, keterbatasan kapasitas penggunaan SIG, serta belum terintegrasinya partisipasi masyarakat dalam penentuan prioritas pembangunan. Permasalahan tersebut perlu ditangani agar pengembangan kawasan agropolitan Modoinding dapat dilaksanakan berdasarkan kondisi aktual, kebutuhan masyarakat, dan potensi wilayah.

Tujuan dan Manfaat Kegiatan

Kegiatan pemanfaatan Sistem Informasi Geografis dalam pemetaan infrastruktur untuk mendukung pengembangan kawasan agropolitan Modoinding khususnya di Desa Mokobang, Palelon, dan Wulurmaatus bertujuan untuk:

- a. Mengidentifikasi dan memetakan kondisi infrastruktur pendukung kawasan agropolitan, meliputi jaringan jalan, jalan usaha tani, sumber air, irigasi, lahan pertanian, fasilitas penyimpanan, tempat pengumpulan hasil, serta sarana distribusi dan pemasaran;
- b. Mengidentifikasi wilayah yang memiliki keterbatasan akses terhadap jalan, sumber air, fasilitas distribusi, dan pusat pelayanan pertanian;
- c. Merumuskan rekomendasi pengembangan infrastruktur kawasan agropolitan berdasarkan potensi wilayah dan hasil analisis spasial.

Manfaat yang diharapkan dari kegiatan PKM adalah tersedianya data spasial dan peta tematik yang dapat digunakan sebagai dasar perencanaan pembangunan kawasan agropolitan. Pemerintah setempat dapat memanfaatkan hasil pemetaan untuk menyusun program peningkatan jalan usaha tani, pengembangan sumber

air dan irigasi, penentuan lokasi fasilitas penyimpanan, serta penguatan jaringan distribusi hasil pertanian. Bagi masyarakat dan kelompok tani, kegiatan ini dapat meningkatkan pemahaman mengenai penggunaan peta dan informasi spasial dalam mengidentifikasi potensi serta permasalahan wilayah. Kegiatan ini juga diharapkan memperkuat kolaborasi antara perguruan tinggi, pemerintah, dan masyarakat dalam mewujudkan pembangunan pertanian yang produktif, inklusif, berbasis data, dan berkelanjutan.

METODE

Kegiatan Program Kemitraan Masyarakat mengenai pemanfaatan Sistem Informasi Geografis dalam pemetaan infrastruktur untuk mendukung pengembangan kawasan agropolitan Modinding di Desa Mokobang, Wulurmaatus, dan Palelon dilaksanakan melalui pendekatan partisipatif. Aparat pemerintah, kelompok tani, masyarakat, mahasiswa, dan tim pelaksana dilibatkan dalam proses pengumpulan, pemeriksaan, serta pengolahan data. Pendekatan ini digunakan agar informasi yang dihasilkan tidak hanya bersumber dari data sekunder dan pengamatan teknis, tetapi juga mencerminkan kondisi serta kebutuhan masyarakat di lapangan. Pendekatan partisipatif juga digunakan karena berpegang pada pengetahuan lokal masyarakat mengenai karakter wilayah, pemanfaatan lahan, kondisi infrastruktur, serta permasalahan yang terjadi dalam kegiatan produksi dan distribusi pertanian. Fadhli & Annisa (2024) menjelaskan bahwa keterlibatan masyarakat dalam pemetaan berperan penting dalam proses verifikasi data, meningkatkan ketepatan informasi, dan memperkuat legitimasi hasil pemetaan sebagai dasar pembangunan wilayah. Metode pelaksanaan meliputi:

a. Studi Literatur dan Dokumen Wilayah

Tahap awal dilakukan dengan menelaah berbagai dokumen yang berkaitan dengan kondisi wilayah dan pengembangan pertanian di Kecamatan Modinding khususnya Desa Mokobang, Desa Wulurmaatus, dan Desa Palelon. Dokumen tersebut dapat mencakup profil kecamatan dan desa, data penggunaan lahan, data pertanian, dokumen perencanaan pembangunan, serta literatur mengenai pengembangan kawasan agropolitan dan pemetaan infrastruktur berbasis SIG. Studi dokumen bertujuan memperoleh gambaran awal mengenai karakteristik wilayah, komoditas unggulan, pola pemanfaatan lahan, sebaran pusat permukiman, serta ketersediaan infrastruktur pendukung pertanian. Informasi awal tersebut menjadi dasar untuk menentukan objek survei dan menyusun kebutuhan data lapangan.

b. Survei dan Pemeriksaan Lapangan

Survei lapangan dilakukan untuk mengidentifikasi dan mendokumentasikan kondisi aktual infrastruktur kawasan agropolitan. Objek yang diamati meliputi jaringan jalan, jalan usaha tani, sumber air, saluran irigasi, lahan pertanian, tempat pengumpulan hasil, gudang penyimpanan, fasilitas pengolahan, dan sarana pemasaran hasil pertanian. Pengambilan data dilakukan menggunakan perangkat GPS genggam atau GPS pada telepon pintar, kamera, formulir survei, serta aplikasi pendukung pemetaan. Data yang dikumpulkan meliputi titik koordinat, jenis infrastruktur, kondisi fisik, fungsi, tingkat pelayanan, dokumentasi visual, dan informasi pendukung lainnya. Pemeriksaan lapangan juga digunakan untuk mencocokkan data sekunder dengan kondisi aktual wilayah.

c. Pemetaan Partisipatif

Pemetaan partisipatif dilaksanakan dengan melibatkan pemerintah setempat, petani, kelompok tani, tokoh masyarakat, dan pihak lain yang memahami kondisi kawasan PKM. Masyarakat dilibatkan untuk menunjukkan lokasi lahan pertanian produktif, jalan usaha tani, sumber air, jalur distribusi hasil panen, fasilitas penyimpanan, serta bagian wilayah yang mengalami keterbatasan infrastruktur. Informasi masyarakat dituangkan pada peta dasar atau citra wilayah, kemudian dibandingkan dengan hasil survei lapangan. Pendekatan ini membantu memperoleh informasi lokal yang sering kali belum tercatat dalam dokumen resmi. Pemetaan partisipatif juga menjadi sarana untuk membangun kesepahaman mengenai permasalahan dan kebutuhan prioritas pengembangan kawasan agropolitan.

d. Diskusi Kelompok Terarah dan Wawancara

Diskusi kelompok terarah atau Focus Group Discussion dilakukan bersama aparat pemerintah, kelompok tani, pelaku usaha pertanian, dan perwakilan masyarakat. Kegiatan ini bertujuan menggali informasi mengenai kondisi produksi pertanian, hambatan distribusi hasil panen, kualitas jalan, ketersediaan air, kebutuhan irigasi, fasilitas penyimpanan, dan akses menuju pasar. Wawancara dilakukan secara terstruktur atau semi- terstruktur menggunakan daftar pertanyaan yang telah disiapkan. Narasumber dipilih berdasarkan keterlibatan dan pengetahuannya terhadap kegiatan pertanian dan kondisi infrastruktur wilayah. Hasil wawancara digunakan untuk melengkapi data spasial dan menjelaskan permasalahan yang tidak dapat diketahui hanya melalui pengamatan peta.

e. Pengolahan Data Spasial dengan SIG

Data hasil survei, wawancara, pemetaan partisipatif, dan dokumen wilayah selanjutnya dimasukkan ke dalam basis data spasial. Proses pengolahan dilakukan menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis untuk menyusun peta tematik dan menganalisis hubungan antara kawasan produksi dengan infrastruktur pendukung. Pengolahan data meliputi penentuan sistem koordinat, input titik hasil survei, digitasi jaringan jalan dan penggunaan lahan, pengelompokan atribut, pemeriksaan geometri, serta penyusunan tata letak peta. Data tersebut dapat digunakan untuk menghasilkan peta jaringan jalan, jalan usaha tani, sumber air, irigasi, penggunaan lahan pertanian, fasilitas penyimpanan, pusat pengumpulan hasil, dan sarana pemasaran. Analisis spasial juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi wilayah yang memiliki akses terbatas terhadap jalan, sumber air, dan fasilitas pelayanan pertanian. Hasil analisis kemudian digunakan sebagai dasar untuk menyusun rekomendasi pengembangan infrastruktur kawasan agropolitan Modinding.

Pemanfaatan SIG dalam kegiatan ini mengacu pada materi PKM yang menempatkan teknologi geospasial sebagai alat pengumpulan, pengelolaan, analisis, dan visualisasi kondisi wilayah. Tahapan Pelaksanaan PKM

Tahapan pelaksanaan kegiatan pemanfaatan SIG dalam pemetaan infrastruktur kawasan agropolitan Modinding disusun sebagai berikut:

Tabel 1 Pelaksanaan PKM

No	Tahapan Kegiatan	Uraian Kegiatan	Tujuan Kegiatan
1	Persiapan dan perencanaan	Melakukan studi literatur, menelaah dokumen wilayah, menentukan kebutuhan data, menyiapkan peta dasar, serta berkoordinasi dengan pemerintah kecamatan, pemerintah desa, dan	Memastikan kesiapan administrasi, teknis, sumber daya manusia, serta pemahaman awal mengenai karakter kawasan Modoinding.
2	Sosialisasi dan pembentukan tim partisipatif	Menjelaskan maksud, tujuan, manfaat, dan tahapan kegiatan kepada pemerintah serta masyarakat. Tim lokal dibentuk dengan melibatkan kelompok tani dan perwakilan	Membangun kerja sama antara tim pelaksana dan masyarakat serta mendorong keterlibatan aktif dalam proses pemetaan.
3	Pelatihan dasar pemetaan dan SIG	Memberikan pengenalan mengenai peta, koordinat, penggunaan GPS atau telepon pintar, pengisian formulir survei, dan cara	Meningkatkan kapasitas masyarakat dan aparat setempat dalam mengumpulkan serta
4	Survei dan pengumpulan data lapangan	Melakukan pendataan jaringan jalan, jalan usaha tani, sumber air, irigasi, lahan pertanian, fasilitas pengumpulan, penyimpanan, pengolahan, dan	Memperoleh data spasial dan data atribut yang menggambarkan kondisi aktual infrastruktur kawasan agropolitan.
5	Pemetaan partisipatif dan wawancara	Mengidentifikasi lokasi penting, jalur distribusi, kawasan produksi, serta permasalahan infrastruktur berdasarkan pengetahuan masyarakat dan kelompok	Melengkapi hasil survei dengan informasi lokal serta mendokumentasikan kebutuhan dan hambatan yang dialami
6	Pengolahan dan penyusunan peta SIG	Memasukkan data lapangan ke dalam perangkat lunak SIG, melakukan digitasi, pengelompokan atribut, analisis spasial, dan penyusunan peta tematik.	Menghasilkan peta infrastruktur pertanian dan peta pendukung pengembangan kawasan agropolitan yang sistematis dan
7	Validasi hasil pemetaan	Memaparkan peta sementara kepada pemerintah, kelompok tani, dan masyarakat melalui diskusi kelompok untuk memperoleh koreksi dan tambahan	Memastikan kesesuaian lokasi, jenis objek, kondisi infrastruktur, dan informasi atribut dengan keadaan sebenarnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan Program Kemitraan Masyarakat dilaksanakan pada tiga desa di Kecamatan Modoinding, yaitu Desa Palelon, Desa Mokobang, dan Desa Wulurmaatus. Ketiga desa tersebut merupakan bagian dari kawasan pertanian dataran tinggi Modoinding yang kegiatan ekonominya berkaitan erat dengan produksi komoditas hortikultura. Pemetaan dilakukan untuk memperoleh gambaran spasial mengenai kondisi penggunaan lahan,

jaringan jalan, jalan usaha tani, sumber air, fasilitas pertanian, serta keterhubungan antara kawasan produksi dan infrastruktur pendukung.

Karakteristik dan Kondisi Wilayah

Kecamatan Modinding merupakan salah satu wilayah di Kabupaten Minahasa Selatan, Provinsi Sulawesi Utara, yang dikenal sebagai kawasan pertanian dataran tinggi. Wilayah ini berada pada ketinggian sekitar 1.100 meter di atas permukaan laut dan memiliki kondisi agroklimat yang mendukung pengembangan berbagai komoditas hortikultura. Beberapa komoditas utama yang dibudidayakan masyarakat meliputi kentang, kubis, wortel, tomat, dan bawang daun. Kondisi tersebut menyebabkan sektor pertanian memiliki peranan penting dalam struktur ekonomi dan kehidupan masyarakat Kecamatan Modinding.

Sebagian besar aktivitas masyarakat berkaitan dengan kegiatan budidaya, pemeliharaan tanaman, pemanenan, pengangkutan, dan pemasaran hasil pertanian. Lahan pertanian tidak hanya berfungsi sebagai ruang produksi, tetapi juga menjadi sumber utama pendapatan rumah tangga. Oleh karena itu, keberlanjutan kegiatan pertanian di Modinding sangat bergantung pada ketersediaan lahan produktif, kondisi jalan, sumber air, sarana produksi, serta kelancaran distribusi hasil panen.

Karakter wilayah dataran tinggi memberikan keuntungan sekaligus tantangan bagi pengembangan pertanian. Kondisi suhu dan tanah mendukung budidaya hortikultura, tetapi variasi topografi dapat memengaruhi aksesibilitas menuju lahan pertanian. Beberapa kawasan produksi dapat dijangkau melalui jalan utama, sedangkan kawasan lainnya bergantung pada jalan desa dan jalan usaha tani. Pada musim hujan, kondisi jalan yang belum memadai berpotensi menghambat mobilitas petani dan pengangkutan hasil pertanian.



Gambar 1 Peta Administrasi Kecamatan Modinding

Kecamatan Modinding merupakan salah satu wilayah dataran tinggi di Kabupaten Minahasa Selatan yang memiliki karakter kuat sebagai kawasan pertanian hortikultura. Kecamatan ini terbentuk oleh sepuluh desa, yaitu Mokobang, Palelon, Wulurmaatus, Makaaruyen, Pinasungkulan, Pinasungkulan Utara, Linelean, Kakenturan, Kakenturan Barat, dan Sinisir. Secara umum, konfigurasi wilayah menunjukkan pola memanjang dari bagian utara ke selatan, dengan konsentrasi desa yang relatif rapat pada bagian tengah kecamatan. Dalam konteks pengembangan kawasan agropolitan, susunan administrasi tersebut menunjukkan adanya keterkaitan antardesa

sebagai bagian dari satu sistem wilayah. Masing-masing desa tidak hanya berfungsi sebagai unit pemerintahan, tetapi juga sebagai bagian dari jaringan produksi, permukiman, pelayanan, dan distribusi hasil pertanian. Oleh karena itu, pembacaan terhadap kondisi wilayah Modoinding perlu ditempatkan dalam kerangka hubungan fungsional antardesa, terutama dalam mendukung pergerakan masyarakat dan aktivitas ekonomi berbasis pertanian.

Wilayah utara kecamatan didominasi oleh Desa Mokobang, sedangkan bagian tengah menjadi ruang pertemuan beberapa desa, termasuk Palelon, Wulurmaatus, Makaaruyen, Pinasungkulan Utara, dan Linelean. Bagian selatan kemudian membentuk kelompok wilayah yang terdiri atas Pinasungkulan, Sinisir, Kakenturan, dan Kakenturan Barat. Pola ini memberikan gambaran awal bahwa struktur kawasan Modoinding berkembang melalui hubungan bertingkat antara wilayah produksi, pusat permukiman, dan koridor penghubung antardesa. Dalam penelitian ini, pembahasan difokuskan pada Desa Mokobang, Desa Wulurmaatus, dan Desa Palelon. Ketiga desa tersebut dipilih sebagai bagian dari kawasan agropolitan Modoinding yang memiliki kedekatan spasial dan keterkaitan fungsi wilayah. Pembatasan ini memungkinkan analisis dilakukan secara lebih terarah, khususnya dalam memahami hubungan antara karakter wilayah, aktivitas pertanian, dan kebutuhan infrastruktur pendukung.



Gambar 2 Lahan Perkebunan di Desa Wulurmaatus



Gambar 3 Lahan Perkebunan di Desa Mokobang



Gambar 4 Lahan Perkebunan di Desa Palelon

Desa Mokobang terletak di bagian utara Kecamatan Modinding dan memiliki cakupan wilayah yang relatif luas dibandingkan beberapa desa lainnya. Kedudukan tersebut menempatkan Mokobang sebagai salah satu bagian penting dalam struktur kawasan bagian utara kecamatan.



Gambar 5 Peta Tutupan Lahan Desa Mokobang

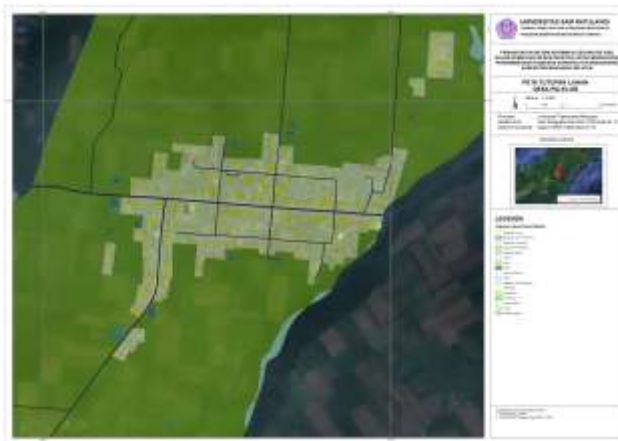
Secara spasial, wilayah desa ini memiliki keterhubungan langsung dengan Palelon pada bagian selatan, sehingga membentuk relasi antara kawasan utara dan tengah Modinding. Karakter wilayah Mokobang memperlihatkan dominasi ruang yang berkaitan dengan aktivitas pertanian. Struktur ruang desa tidak hanya dibentuk oleh kawasan permukiman, tetapi juga oleh lahan budidaya yang tersebar dalam cakupan wilayah yang cukup luas. Hal ini menunjukkan bahwa perkembangan desa sangat dipengaruhi oleh hubungan antara tempat tinggal masyarakat dan ruang produksi pertanian.

Desa Wulurmaatus berada di bagian barat-tengah Kecamatan Modinding dan memiliki wilayah yang relatif lebih kompak. Letaknya berdekatan dengan Desa Palelon serta berhubungan dengan Desa Makaaruyen pada bagian selatan. Kedekatan tersebut membentuk keterkaitan ruang yang cukup kuat, terutama dalam konteks permukiman, aktivitas masyarakat, dan hubungan antarwilayah.



Gambar 6 Peta Tutupan Lahan Desa Wulurmaatus

Karakter Wulurmaatus menunjukkan hubungan yang erat antara kawasan permukiman dan lahan pertanian di sekitarnya. Struktur ruang yang relatif kompak memberikan potensi bagi terbentuknya interaksi yang lebih intensif antara masyarakat, pusat kegiatan desa, dan kawasan produksi. Dalam kerangka kawasan agropolitan, kondisi ini dapat mendukung efisiensi pelayanan dan pergerakan, terutama apabila didukung oleh konektivitas yang baik.



Gambar 7 Peta Tutupan Lahan Desa Palelon

Desa Palelon terletak pada bagian tengah-barat Kecamatan Modoinding dan memiliki posisi yang strategis dalam struktur wilayah. Desa ini berbatasan dengan Mokobang di bagian utara, Wulurmaatus di bagian barat, Makaaruyen di bagian selatan, serta Pinasungkulan Utara di bagian timur. Posisi tersebut menjadikan Palelon sebagai salah satu wilayah penghubung antara bagian utara dan bagian tengah kecamatan. Secara spasial, Palelon memiliki peran penting karena berada pada titik pertemuan beberapa desa. Kondisi tersebut memberi peluang bagi berkembangnya fungsi penghubung, baik dalam pergerakan masyarakat maupun distribusi hasil pertanian. Hubungan antara kawasan permukiman dan lahan pertanian juga menjadi bagian penting dari struktur desa, terutama dalam mendukung aktivitas ekonomi masyarakat.

Pelaksanaan Kegiatan PKM

Pelaksanaan kegiatan PKM di Desa Mokobang, Desa Wulurmaatus, dan Desa Palelon dilakukan melalui rangkaian survei lapangan, identifikasi objek, dokumentasi kondisi eksisting, pemetaan partisipatif, serta pengolahan data berbasis Sistem Informasi Geografis. Kegiatan lapangan melibatkan tim pelaksana, mahasiswa,

aparatur pemerintah desa, kelompok tani, dan masyarakat setempat. Pelibatan berbagai pihak tersebut dimaksudkan agar data yang diperoleh tidak hanya menggambarkan posisi geografis objek, tetapi juga menjelaskan fungsi, kondisi, pola pemanfaatan, dan permasalahan infrastruktur berdasarkan pengalaman masyarakat. Tahap awal pelaksanaan dilakukan melalui koordinasi dengan pemerintah desa dan masyarakat untuk menjelaskan tujuan kegiatan serta menentukan objek yang perlu dipetakan. Objek pengamatan meliputi kawasan permukiman, lahan pertanian, jaringan jalan, jalan usaha tani, fasilitas pendidikan, fasilitas kesehatan, fasilitas peribadatan, balai desa, sumber air, sistem irigasi, gudang penyimpanan, dan sarana distribusi hasil pertanian. Informasi tersebut kemudian dikumpulkan melalui pengamatan langsung, pencatatan lokasi, dokumentasi visual, dan diskusi dengan masyarakat. Survei lapangan juga digunakan untuk mencocokkan informasi pada citra dan peta dasar dengan kondisi aktual. Masyarakat membantu menunjukkan lokasi fasilitas, sumber air, jalur distribusi, lahan pertanian, serta bagian wilayah yang mengalami keterbatasan pelayanan. Pendekatan tersebut memungkinkan data yang belum tercatat dalam dokumen resmi dapat diidentifikasi dan dimasukkan ke dalam basis data spasial.



Gambar 9 Workshop Pemetaan Pada Masyarakat



Gambar 10 Survey Primer dan Diskusi Pengumpulan Data



Gambar 11 Dokumentasi Kegiatan FGD

Data lapangan selanjutnya diolah menggunakan SIG untuk menghasilkan peta administrasi, peta tutupan lahan, dan peta sebaran infrastruktur pada setiap desa. Peta sementara kemudian diperiksa kembali berdasarkan hasil diskusi dan informasi masyarakat. Tahapan ini mengikuti prinsip kegiatan pemetaan partisipatif pada jurnal contoh, yaitu menggabungkan observasi lapangan, partisipasi masyarakat, validasi data, dan teknologi GIS sebagai dasar penyusunan rekomendasi pembangunan. Hasil utama kegiatan berupa peta digital yang memberikan gambaran mengenai struktur wilayah dan keterkaitan antara kawasan permukiman, ruang produksi pertanian, serta infrastruktur pelayanan. Peta tersebut tidak hanya berfungsi sebagai produk kartografis, tetapi juga menjadi alat untuk mengidentifikasi potensi, kesenjangan pelayanan, dan kebutuhan pengembangan kawasan agropolitan pada tiga desa.

Pemetaan Tutupan Lahan dan Sebaran Infrastruktur Desa Mokobang

Desa Mokobang berada di bagian utara Kecamatan Modoinding dan memiliki wilayah yang relatif luas dibandingkan dengan Desa Palelon dan Desa Wulurmaatus. Berdasarkan peta administrasi, posisi Mokobang menjadikannya bagian penting dalam struktur kawasan utara Kecamatan Modoinding serta memiliki keterhubungan langsung dengan Palelon di bagian selatan. Peta tutupan lahan menunjukkan bahwa struktur ruang Desa Mokobang dibentuk oleh kawasan permukiman yang berkembang mengikuti jaringan jalan, lahan pertanian, kebun campuran, hutan, semak belukar, kolam, dan badan air. Bangunan hunian terkonsentrasi pada beberapa koridor utama dan membentuk pola permukiman yang relatif mengelompok. Di luar kawasan terbangun, lahan pertanian mendominasi ruang desa dan memperlihatkan kuatnya fungsi Mokobang sebagai kawasan produksi hortikultura. Keberadaan badan air pada bagian tengah hingga barat daya desa menjadi unsur penting dalam struktur lingkungan Mokobang. Badan air tersebut tidak hanya memiliki fungsi ekologis, tetapi juga berpotensi mendukung kebutuhan air masyarakat dan kegiatan pertanian. Di sekitarnya terdapat kawasan bervegetasi yang menjadi ruang peralihan antara permukiman dan lahan produksi.



Gambar 12 Peta Sebaran Infrastruktur Desa Mokobang

Peta sebaran infrastruktur memperlihatkan bahwa fasilitas pendidikan dan peribadatan berada di dalam atau berdekatan dengan kawasan permukiman. Fasilitas pendidikan tersebar pada bagian barat-tengah dan timur desa, sedangkan fasilitas peribadatan terdapat pada beberapa koridor permukiman. Pola ini menunjukkan bahwa fasilitas sosial mengikuti konsentrasi penduduk dan relatif terhubung dengan jaringan jalan utama. Selain fasilitas sosial, Desa Mokobang memiliki beberapa mata air yang tersebar pada bagian utara, tengah, timur laut, dan tenggara. Persebaran tersebut merupakan potensi penting bagi pelayanan air domestik dan pertanian. Namun, lokasi mata air yang sebagian berada di luar konsentrasi permukiman menunjukkan bahwa pemanfaatannya memerlukan jaringan distribusi dan pengelolaan yang terencana. Secara keseluruhan, Mokobang memiliki karakter sebagai desa pertanian dengan kawasan produksi yang luas dan dukungan sumber air yang cukup tersebar. Permasalahan utama bukan hanya terletak pada keberadaan fasilitas, tetapi pada keterhubungan antara sumber air, kawasan permukiman, dan lahan produksi. Oleh karena itu, pengembangan infrastruktur perlu diarahkan pada perlindungan sumber air, peningkatan sistem distribusi, dan penguatan akses dari permukiman menuju kawasan pertanian.

Pemetaan Tutupan Lahan dan Sebaran Infrastruktur Desa Wulurmaatus

Desa Wulurmaatus berada di bagian barat-tengah Kecamatan Modoinding dan memiliki bentuk wilayah yang relatif kompak. Pusat permukiman terkonsentrasi pada bagian utara hingga timur desa, sedangkan lahan pertanian terbentang luas pada bagian barat, tengah, dan selatan. Posisi Wulurmaatus yang berdekatan dengan Palelon menunjukkan adanya hubungan spasial dan fungsional yang cukup kuat antara kedua desa. Peta tutupan lahan menunjukkan dominasi tegalan atau ladang di luar kawasan terbangun. Kawasan permukiman membentuk pola yang relatif kompak dan mengikuti jaringan jalan yang membagi wilayah menjadi beberapa blok. Di luar pusat permukiman terdapat kebun campuran, hutan, semak belukar, kolam, sumber air, dan unsur perairan lainnya. Struktur tersebut menunjukkan pemisahan yang cukup jelas antara pusat hunian dan ruang produksi. Permukiman terkonsentrasi pada bagian utara-timur, sedangkan aktivitas pertanian mendominasi wilayah barat dan selatan. Kondisi ini menyebabkan hubungan antara permukiman dan lahan pertanian sangat bergantung pada kualitas jaringan jalan dan jalan usaha tani.

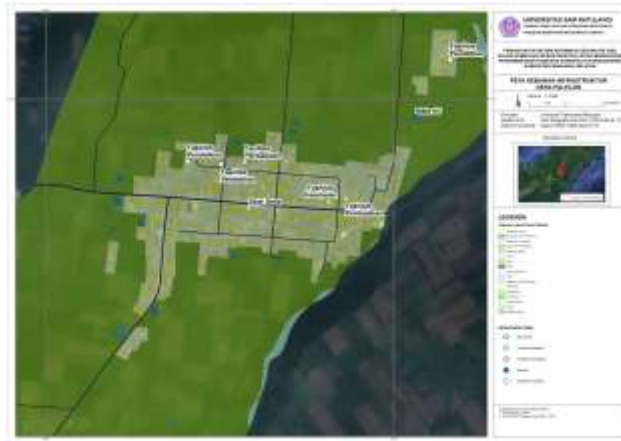


Gambar 13 Peta Sebaran Infrastruktur Desa Wulurmaatus

Peta sebaran infrastruktur menunjukkan bahwa Wulurmaatus memiliki infrastruktur yang berkaitan langsung dengan kegiatan produksi pertanian. Infrastruktur tersebut meliputi sumber air pertanian, sistem irigasi, gudang penyimpanan, sarana distribusi hasil pertanian menuju pasar, lapangan desa, dan PLTA Poigar. Sumber air pertanian berada pada bagian barat dan utara, sedangkan beberapa titik sistem irigasi tersebar pada kawasan pertanian di bagian barat dan tengah-selatan. Keberadaan gudang penyimpanan pada bagian selatan dan barat daya menunjukkan adanya fasilitas yang mendukung penanganan hasil pertanian setelah panen. Sarana distribusi hasil pertanian menuju pasar berada pada bagian timur, berdekatan dengan jaringan jalan yang menghubungkan kawasan permukiman dengan wilayah di luar desa. Pola ini memperlihatkan adanya alur fungsional dari ruang produksi menuju penyimpanan, kemudian menuju jalur distribusi. Meskipun infrastrukturnya relatif beragam, lokasi antarfasilitas masih tersebar dan berjauhan. Sumber air, sistem irigasi, gudang, dan sarana distribusi belum membentuk satu kesatuan ruang yang sepenuhnya terintegrasi. Oleh sebab itu, pengembangan Wulurmaatus perlu diarahkan pada peningkatan konektivitas antara fasilitas produksi, penyimpanan, dan distribusi agar rantai agribisnis dapat berjalan lebih efisien.

Pemetaan Tutupan Lahan dan Sebaran Infrastruktur Desa Palelon

Desa Palelon berada pada bagian tengah-barat Kecamatan Modinding dan memiliki posisi strategis karena berbatasan dengan Mokobang, Wulurmaatus, Makaaruyen, dan Pinasungkulan Utara. Posisi tersebut menjadikan Palelon sebagai wilayah penghubung antara kawasan utara dan bagian tengah Kecamatan Modinding. Peta tutupan lahan menunjukkan bahwa kawasan permukiman Palelon terkonsentrasi pada bagian tengah desa. Bangunan hunian berkembang mengikuti jalan utama yang membentang dari barat ke timur serta jalan-jalan lingkungan yang mengarah ke utara dan selatan. Pola tersebut membentuk permukiman yang relatif kompak dan terhubung dengan pusat pelayanan desa. Di luar kawasan terbangun, tutupan lahan didominasi oleh tegalan atau ladang. Lahan pertanian mengelilingi pusat permukiman dan menunjukkan hubungan yang erat antara ruang hunian dan ruang produksi. Pada bagian tertentu juga terdapat kebun campuran, semak belukar, badan air, dan unsur perairan yang membentuk batas ekologis terhadap perkembangan kawasan terbangun.



Gambar 14 Peta Sebaran Infrastruktur Desa Palelon

Peta sebaran infrastruktur memperlihatkan konsentrasi fasilitas pelayanan pada koridor utama desa. Fasilitas pendidikan, fasilitas kesehatan, fasilitas peribadatan, dan balai desa berada di dalam atau berdekatan dengan pusat permukiman. Konsentrasi tersebut menjadikan bagian tengah Palelon sebagai pusat pelayanan sosial dan administrasi. Balai desa terletak pada posisi yang relatif sentral, sedangkan fasilitas kesehatan berada dekat kawasan hunian dan jalan utama. Fasilitas pendidikan tersebar pada beberapa lokasi, termasuk satu fasilitas yang berada di bagian utara dan terpisah dari pusat permukiman. Kondisi ini menunjukkan bahwa akses terhadap fasilitas tersebut sangat dipengaruhi oleh kualitas jaringan penghubung. Sumber mata air berada di bagian utara-timur desa, di luar konsentrasi permukiman utama. Letaknya yang berdekatan dengan lahan pertanian menunjukkan potensi pemanfaatan bagi kegiatan produksi, tetapi juga memerlukan sistem distribusi agar dapat melayani permukiman secara optimal. Secara keseluruhan, Palelon memiliki karakter yang lebih kuat sebagai pusat pelayanan dibandingkan dua desa lainnya. Konsentrasi fasilitas pemerintahan, pendidikan, kesehatan, dan peribadatan memberikan dasar bagi Palelon untuk berfungsi sebagai simpul pelayanan lokal. Namun, fungsi tersebut perlu diperkuat melalui peningkatan keterhubungan menuju kawasan pertanian dan desa-desa di sekitarnya.

Perbandingan Kondisi Tiga Desa dan Implikasi pada Pengembangan Kawasan Agropolitan

Hasil pemetaan menunjukkan bahwa Desa Mokobang, Desa Wulurmaatus, dan Desa Palelon sama-sama memiliki basis kegiatan pertanian yang kuat, tetapi memperlihatkan perbedaan karakter tutupan lahan, pola permukiman, dan ketersediaan infrastruktur. Perbedaan tersebut menunjukkan adanya fungsi wilayah yang saling melengkapi dalam mendukung pengembangan kawasan agropolitan Modoinding.

Tabel 1 Tabel Perbandingan dan Implikasinya pada Pengembangan Kawasan Agropolitan

Aspek	Desa Mokobang	Desa Wulurmaat	Desa Palelon	Implikasi pengembangan
Karakter ruang	Wilayah relatif luas dengan dominasi lahan pertanian dan permukiman yang mengikuti jaringan jalan	Permukiman terkonsentrasi di bagian utara–timur, sedangkan lahan pertanian meluas ke barat dan selatan	Permukiman relatif kompak dan dikelilingi lahan pertanian	Perkembangan kawasan terbangun perlu diarahkan agar tidak mengurangi lahan pertanian produktif
Infrastruktur utama	Fasilitas pendidikan, peribadatan, dan beberapa mata air	Sumber air pertanian, sistem irigasi, gudang penyimpanan, dan sarana distribusi hasil pertanian	Balai desa, fasilitas pendidikan, kesehatan, peribadatan, dan mata air	Infrastruktur ketiga desa perlu dihubungkan sebagai satu jaringan pelayanan dan produksi
Potensi fungsi desa	Kawasan produksi dan penyedia sumber air	Kawasan produksi, irigasi, penyimpanan, dan distribusi hasil pertanian	Pusat pelayanan sosial, administrasi, dan penghubung antardesa	Pembagian fungsi dapat dikembangkan secara komplementer sesuai potensi masing-masing desa
Permasalahan utama	Persebaran sumber air dan fasilitas membutuhkan jaringan distribusi serta konektivitas internal	Infrastruktur produksi tersebar dan belum sepenuhnya terintegrasi	Pelayanan terkonsentrasi di pusat desa, sementara kawasan luar memerlukan akses yang memadai	Prioritas diarahkan pada konektivitas, sistem distribusi air, jalan usaha tani, dan integrasi pelayanan
Arahan pengembangan	Perlindungan mata air, penguatan distribusi air, dan peningkatan akses menuju lahan pertanian	Pemeliharaan irigasi, peningkatan akses gudang, dan penguatan jalur distribusi menuju pasar	Penguatan fungsi pusat pelayanan dan konektivitas dengan kawasan produksi serta desa sekitar	Perencanaan perlu dilakukan secara lintas desa dan berbasis keterkaitan fungsional

PKM ini menunjukkan bahwa ketiga desa membentuk sistem wilayah yang dapat saling mendukung. Mokobang memiliki potensi sebagai kawasan produksi dan sumber air, Wulurmaat lebih menonjol dalam dukungan infrastruktur produksi, penyimpanan, dan distribusi, sedangkan Palelon memiliki peran strategis sebagai pusat pelayanan dan penghubung wilayah. Oleh karena itu, pengembangan kawasan agropolitan tidak cukup dilakukan secara terpisah pada masing-masing desa, tetapi perlu diarahkan pada penguatan konektivitas jalan, pengelolaan sumber air dan irigasi, integrasi fasilitas penyimpanan, serta peningkatan akses dari kawasan produksi menuju pusat pelayanan dan pasar.

KESIMPULAN

Kegiatan Program Kemitraan Masyarakat di Desa Mokobang, Desa Wulurmaat, dan Desa Palelon berhasil menghasilkan peta tutupan lahan dan sebaran infrastruktur berbasis Sistem Informasi Geografis. Hasil pemetaan menunjukkan bahwa ketiga desa memiliki karakter yang berbeda tetapi saling melengkapi, yaitu Mokobang sebagai kawasan produksi dengan dukungan sumber air, Wulurmaat dengan infrastruktur irigasi, penyimpanan, dan distribusi hasil pertanian, serta Palelon sebagai pusat pelayanan sosial dan administrasi.

Pengembangan kawasan agropolitan pada ketiga desa perlu diarahkan melalui pendekatan lintas wilayah, terutama pada peningkatan konektivitas jalan dan jalan usaha tani, pengelolaan sumber air dan irigasi, penguatan fasilitas penyimpanan serta distribusi, dan perlindungan lahan pertanian produktif. Pemanfaatan SIG dan pendekatan partisipatif memberikan dasar informasi yang lebih sistematis bagi pemerintah desa dan masyarakat dalam menentukan prioritas pembangunan yang lebih terintegrasi dan berkelanjutan.

Tim pelaksana Program Kemitraan Masyarakat Klaster 2 (PKM_K2) menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada Rektor Universitas Sam Ratulangi atas dukungan yang diberikan dalam pelaksanaan kegiatan ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ketua Lembaga Penelitian dan PKM kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Sam Ratulangi atas arahan, pendampingan, dan fasilitasi sejak tahap perencanaan hingga penyusunan laporan kegiatan. Apresiasi disampaikan kepada Pemerintah Desa Mokobang, Desa Wulurmaat, dan Desa Palelon, khususnya para Hukum Tua beserta perangkat desa, kelompok tani, dan masyarakat yang telah berpartisipasi dalam proses pengumpulan data, verifikasi lapangan, serta penyediaan informasi spasial. Diharapkan hasil kegiatan PKM_K1 ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan infrastruktur pertanian dan penguatan kawasan agropolitan di Kecamatan Modoinding, Kabupaten Minahasa Selatan.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) J. Ahmad, A. ul Hasan, T. Naqvi, and T. Mubeen, "A Review on Software Testing and Its Methodology," *Manag. J. Softw. Eng.*, vol. 13, no. 1, pp. 32–38, 2019, doi: 10.26634/jse.13.3.15515.
- 2) E. A. Shams and A. Rizaner, "A novel support vector machine based intrusion detection system for mobile ad hoc networks," *Wirel. Networks*, vol. 24, no. 5, pp. 1821–1829, 2018, doi: 10.1007/s11276-016-1439-0.
- 3) S. Aljawarneh, M. Aldwairi, and M. B. Yassein, "Anomaly-based intrusion detection system through feature selection analysis and building hybrid efficient model," *J. Comput. Sci.*, vol. 25, no. 1, pp. 152–160, 2018, doi: 10.1016/j.jocs.2017.03.006.
- 4) Y. I. Kurniawan, A. Rahmawati, N. Chasanah, and A. Hanifa, "Application for determining the modality preference of student learning," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, vol. 1367, no. 1, pp. 1–11, doi: 10.1088/1742-6596/1367/1/012011.
- 5) Y. Guo, S. Han, Y. Li, C. Zhang, and Y. Bai, "K-Nearest Neighbor combined with guided filter for hyperspectral image classification," in *International Conference On Identification, Information and Knowledge in the Internet of Things*, 2018, pp. 159–165.
- 6) Y. I. Kurniawan, E. Soviana, and I. Yuliana, "Merging Pearson Correlation and TAN-ELR algorithm in recommender system," in *AIP Conference Proceedings*, 2018, vol. 1977, doi: 10.1063/1.5042998.
- 7) M. Sridevi, S. Aishwarya, A. Nidheesha, and D. Bokadia, *Anomaly Detection by Using CFS Subset and Neural Network with WEKA Tools*. Springer Singapore.
- 8) C. Low, "NSL-KDD Dataset," 2015. https://github.com/defcom17/NSL_KDD (accessed Sep. 13, 2019).

- 9) D. Handoko, "Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Penentuan Penerima Beasiswa Dengan Metode Simple Additive Weighting (SAW)," Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2016.