

Pemetaan dan Analisis Sebaran Tanaman Tembakau Berbasis Sistem Informasi Geografis

Defilia Fatikasari^{1,*}, Ary Iswahyudi²

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Islam Madura

Jln. Pondok Pesantren Miftahul Ulum Bettet, Pamekasan, Indonesia

²ary.iswahyudi@gmail.com

*Korespondensi: ¹defiliafatikasari09@gmail.com

Abstract— The main problem addressed in this study is the lack of accurate mapping and analysis of tobacco crop distribution in Proppo Subdistrict, Pamekasan Regency, to support agricultural planning and land management. This study aims to map and analyse tobacco crop distribution patterns based on environmental factors and land use using a Geographic Information System (GIS) approach. The data or features used include satellite imagery from Google Earth Engine, administrative spatial data, and land attributes. The analysis used the intersect-overlay technique to calculate land area based on administrative boundaries, and the Moran index to detect spatial patterns in tobacco plant distribution. Data processing was performed using QGIS 3.40 software. The results showed that the total tobacco area reached 3,335.344 hectares with a random distribution pattern, especially in the northern and eastern regions, although there were initial indications of clustering in several western and central regions. Moran's I value of 0.436 indicated a tendency towards clustering, but it was not statistically significant. This study contributes to the visualisation of tobacco crop distribution using GIS, which can support agricultural planning and land management using spatial data.

Keywords— geographic information system, mapping, spatial analysis, tobacco, Proppo District

Abstrak— Permasalahan utama penelitian ini adalah kurangnya pemetaan dan analisis sebaran tanaman tembakau di Kecamatan Proppo, Kabupaten Pamekasan, yang akurat untuk mendukung perencanaan pertanian dan pengelolaan lahan. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan dan menganalisis pola persebaran tanaman tembakau berdasarkan faktor lingkungan dan penggunaan lahan menggunakan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG). Data atau fitur-fitur yang digunakan meliputi citra satelit dari Google Earth Engine, data spasial administratif, dan atribut lahan. Analisis dilakukan dengan teknik *overlay intersect* untuk menghitung luas lahan berdasarkan batas administratif serta perhitungan indeks Moran untuk mendeteksi pola spasial distribusi tanaman tembakau. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak QGIS 3.40. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total area tembakau mencapai 3.335,344 hektare dengan pola persebaran yang cenderung acak, terutama di wilayah utara dan timur, meskipun terdapat indikasi awal pengelompokan (*clustered*) di beberapa wilayah barat dan tengah. Nilai Moran's I sebesar 0,436 menunjukkan kecenderungan pengelompokan, namun belum signifikan secara statistik. Penelitian ini memberikan kontribusi berupa visualisasi sebaran tanaman tembakau berbasis SIG yang dapat mendukung perencanaan pertanian dan pengelolaan lahan berbasis data spasial.

Kata Kunci— sistem informasi geografis, pemetaan, analisis spasial, tembakau, Kecamatan Proppo

I. PENDAHULUAN

Tembakau (*Nicotiana tabacum L.*) merupakan salah satu komoditas pertanian yang memiliki nilai ekonomi tinggi di Indonesia dan telah menjadi sumber mata pencaharian utama bagi masyarakat di berbagai

daerah, khususnya di Pulau Madura. Sebagai salah satu bahan baku industri rokok dan produk turunan lainnya, tembakau memiliki kontribusi signifikan terhadap pendapatan daerah dan devisa negara[1]. Menurut data Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian [2], produksi tembakau nasional mengalami fluktuasi dalam beberapa tahun terakhir akibat perubahan iklim, degradasi lahan, serta perubahan pola tanam petani. Kondisi ini menunjukkan perlunya analisis spasial yang lebih mendalam terhadap pola distribusi dan persebaran tanaman tembakau di tingkat wilayah.

Kabupaten Pamekasan, yang terletak di Pulau Madura, merupakan salah satu sentra penghasil tembakau dengan kualitas yang dikenal unggul, seperti jenis tembakau Madura yang menjadi komoditas ekspor [3]. Kecamatan Proppo, sebagai salah satu kecamatan di wilayah ini, memiliki potensi besar dalam produksi tembakau karena kondisi iklim dan tanahnya yang relatif sesuai untuk pertumbuhan tanaman tersebut. Namun demikian, variasi karakteristik lahan, topografi, serta ketersediaan air menyebabkan perbedaan persebaran dan produktivitas tanaman tembakau antarwilayah di dalam kecamatan. Menurut data BPS Kabupaten Pamekasan (2024), produktivitas tembakau di Kecamatan Proppo cenderung berfluktuasi dari tahun ke tahun, yang menandakan adanya faktor lingkungan dan spasial yang memengaruhi hasil pertanian di daerah tersebut [4].

Seiring dengan meningkatnya tekanan terhadap lahan pertanian akibat konversi penggunaan lahan dan perubahan iklim, penting untuk memahami pola spasial persebaran tanaman tembakau sebagai dasar perencanaan pertanian yang lebih efisien dan berkelanjutan [5]. Di Kecamatan Proppo, tekanan ini terlihat dari konflik penggunaan lahan antara lahan pertanian tembakau dengan lahan pemukiman yang sering menimbulkan ketidakpastian dalam alokasi lahan. Beberapa lahan tembakau di Proppo dikonversi menjadi pemukiman sehingga alokasi lahan tidak optimal dan menyebabkan fluktuasi produksi. Hal ini menunjukkan kegagalan kebijakan zonasi pertanian sebelumnya yang tidak didukung oleh peta SIG akurat. Dalam konteks ini, penerapan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) menjadi sangat relevan dan berperan penting dalam memetakan sebaran tanaman dan mengidentifikasi lahan potensial [6]. SIG merupakan sistem berbasis komputer yang digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, dan memvisualisasikan data spasial [7]. Melalui integrasi data spasial seperti citra satelit, peta topografi, batas administratif, dan informasi penggunaan lahan, SIG mampu memberikan pemahaman menyeluruh mengenai distribusi tanaman dan karakteristik wilayah [8]. Pemanfaatan SIG dalam penelitian tembakau memungkinkan pengambilan keputusan yang berbasis data dan analisis ilmiah, bukan hanya pada pengalaman empiris semata.

Beberapa penelitian sebelumnya terkait pemetaan komoditas pertanian menggunakan SIG telah banyak dilakukan. Drăguleasa et al. (2023) memetakan distribusi spasial tanaman utama di Rumania menggunakan *interactive GIS mapping*, namun belum mengintegrasikan teknik *overlay* spasial analitik *intersect* untuk menghasilkan informasi spasial baru dari irisan beberapa layer tematik [9]. Sukardi et al. (2023) memetakan potensi lahan dan produktivitas tembakau Kasturi di Lombok Barat dengan *overlay GPS*, namun tidak menggunakan analisis statistik spasial seperti Moran's I [10]. Yang et al. (2024) mengembangkan sistem TobaccoGeoVis berbasis kecerdasan buatan untuk visualisasi dan analisis visual interaktif data spasial tembakau. Namun, penelitian tersebut lebih menekankan eksplorasi visual dan interaktivitas pengguna, tanpa menerapkan teknik *overlay* analitik GIS untuk menghasilkan informasi spasial baru [11]. Chairunnita dan Herlambang (2023) memetakan luas area dan produksi tembakau di Rembang, serta telah melakukan analisis spasial terhadap luas area dan produksi tembakau di Kabupaten Rembang. Namun, analisis yang dilakukan masih bersifat deskriptif dan korelasional, serta belum mengintegrasikan teknik analisis spasial lanjutan berbasis *overlay GIS* [1]. Sementara itu, Mujiyo et al. (2024) mengevaluasi kesesuaian lahan tembakau di Eromoko, Wonogiri, berdasarkan karakteristik fisik tanah dan kemiringan lereng melalui pendekatan *overlay* untuk pembentukan *Land Mapping Unit*. Namun, penelitian tersebut belum mengintegrasikan analisis autokorelasi spasial seperti Moran's I untuk mengkaji pola sebaran kesesuaian lahan [12].

Berdasarkan studi-studi yang dilakukan muncul beberapa *research gap*. Pertama, belum ada penelitian yang menggabungkan analisis statistik spasial (Moran's I) dan *overlay intersect* lahan. Kedua, belum tersedia peta SIG sebaran tanaman tembakau di Kecamatan Proppo. Ketiga, belum ada penelitian yang menelaah alasan pola sebaran acak tembakau dengan pendekatan multifaktor. Keunikan kondisi fisik dan sosial Proppo, seperti topografi ekstrem, distribusi sumber air yang tidak merata, dan tekanan konversi lahan pertanian, membuat wilayah ini berbeda secara signifikan dibandingkan wilayah lain di Kabupaten Pamekasan sehingga membutuhkan pendekatan SIG yang lebih komprehensif.

Dalam literatur statistik spasial, metode seperti Getis-Ord Gi*, Ripley's K *function*, dan *hotspot analysis* telah banyak digunakan untuk mengidentifikasi pola pengelompokan spasial, baik pada skala lokal maupun multiskala, khususnya dalam mendeteksi konsentrasi spasial (*clustering*) dan *hotspot*. Namun, Moran's I dipilih dalam penelitian ini karena mampu melakukan analisis global autokorelasi spasial sehingga mampu mengidentifikasi persebaran tanaman di seluruh Proppo bersifat acak (*random*), mengelompok (*clustered*), atau menyebar (*dispersed*) secara signifikan [13]. Moran's I juga dipilih karena cocok untuk mengukur autokorelasi spasial pada data persebaran tanaman dan dapat memberikan pemahaman yang menyeluruh mengenai pola distribusi tanaman di seluruh wilayah penelitian.

Motivasi penelitian ini adalah untuk menyediakan informasi spasial yang akurat bagi perencanaan pertanian tanaman tembakau di Kecamatan Proppo. Dengan kombinasi SIG, analisis Moran's I dan *overlay intersect*, penelitian ini bertujuan menjawab permasalahan fluktuasi produktivitas dan konflik penggunaan lahan akibat ketiadaan peta SIG yang akurat. Hasil perhitungan Moran's I pada penelitian ini menunjukkan pola yang acak dan tidak signifikan secara statistik (*p*-value = 0.154).

Meskipun pemetaan komoditas dengan QGIS atau Google Earth Engine (GEE) telah banyak dilakukan, penelitian ini memiliki keunikan tersendiri. Kecamatan Proppo memiliki variasi topografi yang cukup ekstrem, distribusi sumber air yang tidak merata, serta potensi konflik penggunaan lahan akibat konversi lahan pertanian menjadi lahan non-pertanian. Selain itu, fluktuasi produktivitas tembakau yang dipengaruhi oleh kondisi mikroklimat dan pola tanam petani menyebabkan persebaran tanaman tidak seragam. Kondisi unik ini menuntut pendekatan metodologis yang lebih komprehensif, yaitu kombinasi analisis Moran's I dan *overlay intersect* sehingga penelitian ini dapat memberikan kontribusi baru secara teoretis dan metodologis dibandingkan penelitian pemetaan tanaman sebelumnya. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan informasi spasial akurat untuk pemerintah daerah, petani, dan pihak terkait dalam merencanakan pengelolaan lahan dan pengembangan tembakau secara berkelanjutan. Penelitian ini juga menjadi acuan ilmiah bagi pemanfaatan SIG dalam analisis pola distribusi tanaman komoditas unggulan di wilayah lain.

II. METODOLOGI

Alur metodologi penelitian yang digunakan dalam pemetaan dan analisis persebaran tanaman tembakau di Kecamatan Proppo disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Metodologi Penelitian

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Proppo, Kabupaten Pamekasan, Provinsi Jawa Timur. Pemilihan lokasi dilakukan secara purposif dengan mempertimbangkan bahwa wilayah ini merupakan salah satu sentra penghasil tembakau utama di Pulau Madura yang mengalami perkembangan penggunaan lahan pertanian secara dinamis dari tahun ke tahun. Kondisi topografi yang bervariasi, ketersediaan air yang fluktuatif, serta perbedaan tingkat kesuburan tanah menjadi alasan utama pentingnya kajian spasial mengenai persebaran tanaman tembakau di wilayah ini. Penelitian dilakukan tahun 2025, mencakup tahap pengumpulan data, pengolahan citra satelit, analisis spasial, dan interpretasi hasil.

B. Subjek dan Objek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah sebaran spasial tanaman tembakau yang berada di wilayah administratif Kecamatan Proppo selama periode tahun 2024. Objek yang dikaji meliputi lahan pertanian yang digunakan untuk budidaya tembakau yang diperoleh dari hasil interpretasi citra satelit serta data penunjang lainnya, seperti tutupan lahan dan batas administrasi.

C. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif berbasis spasial dengan penerapan Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai alat utama untuk menganalisis dan memvisualisasikan data persebaran tanaman tembakau. Desain penelitian difokuskan pada analisis spasial yang mencakup [14], [15], [16]:

1. Identifikasi dan ekstraksi area tanaman tembakau dari citra satelit Google Earth melalui *platform* Google Earth Engine (GEE) dengan resolusi spasial 10 m/pixel.
2. Pengolahan data spasial menggunakan perangkat lunak QGIS 3.40 untuk menganalisis luasan dan pola distribusi berdasarkan batas administrasi desa.
3. Analisis *overlay intersect* untuk mengetahui luas area tembakau per desa.
4. Perhitungan Indeks Moran (Moran's I) untuk mendeteksi pola persebaran tanaman tembakau apakah bersifat acak (*random*), mengelompok (*clustered*), atau menyebar (*dispersed*).

D. Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari berbagai sumber resmi dan relevan. Jenis data yang digunakan antara lain citra satelit Google Earth (2024) yang diakses melalui Google Earth Engine digunakan sebagai sumber utama identifikasi area tanaman tembakau, data tutupan lahan (*land cover*) dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), serta data dari Tanah Air Ina-Geoportal yang berfungsi untuk klasifikasi penggunaan lahan. Data batas administrasi wilayah spasial Ina-Geoportal juga digunakan untuk menentukan batas desa di wilayah penelitian, serta data tambahan terkait pemetaan lain dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Pamekasan dalam angka, sebagai data penunjang validasi spasial dan statistik.

E. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan perangkat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi perangkat keras (*hardware*), yaitu laptop dengan spesifikasi prosesor minimal Intel i3 dan RAM 4 GB. Perangkat lunak (*software*), yaitu Google Earth Engine untuk analisis citra satelit dan ekstraksi area tanaman tembakau, QGIS versi 3.40 untuk pengolahan data spasial, overlay, perhitungan luasan, dan visualisasi peta hasil akhir, serta Microsoft Excel untuk pengolahan data statistik hasil analisis.

F. Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui tahapan berikut:

1. Pengumpulan data sekunder dari instansi terkait, seperti KLHK, BIG, dan BPS.
2. Pengunduhan citra satelit Google Earth yang memiliki resolusi spasial tinggi.
3. Interpretasi visual citra pada *platform* Google Earth Engine untuk mengidentifikasi area tanaman tembakau berdasarkan rona, tekstur, dan bentuk lahan.
4. Penyusunan *layer* (lapisan) spasial, seperti tutupan lahan (*land use/land cover*), batas administrasi desa, serta area tembakau hasil interpretasi.
5. Kompilasi semua *layer* ke dalam QGIS untuk dilakukan analisis spasial.

G. Prosedur Analisis Data

1) Operasi Spasial

Tahap ini dilakukan untuk memastikan setiap lapisan data dapat digunakan secara tepat dalam analisis. Citra satelit yang digunakan merupakan hasil komposit periode 1 Agustus 2024 hingga 31 Agustus 2024, yang diakses melalui Google Earth Engine (GEE) dengan parameter waktu var startDate = '2024-08-01' dan var endDate = '2024-08-31'. Pemilihan periode ini dilakukan untuk merepresentasikan musim tanam tembakau di wilayah Madura, di mana aktivitas vegetasi tanaman berada pada fase aktif pertumbuhan.

Citra satelit tersebut kemudian diproses menjadi layer penggunaan lahan yang menggambarkan persebaran tembakau melalui tahapan masking vegetasi, thresholding NVDI, dan klasifikasi area potensial tembakau. Setelah itu, dilakukan pemotongan (*clipping*) terhadap layer tutupan lahan agar fokus analisis terbatas pada wilayah administratif Kecamatan Proppo. Proses ini juga melibatkan interpolasi spasial dan koreksi geometrik untuk memastikan kesesuaian posisi spasial antar-layer sebelum dilakukan analisis lanjut.

2) Analisis Overlay dan Proyeksi Peta

Analisis *overlay intersect* digunakan untuk menggabungkan layer persebaran tembakau dengan layer batas administrasi desa [17]. Tujuan utamanya adalah mengetahui lokasi dan luasan tembakau pada masing-masing desa di Kecamatan Proppo. Setelah proses overlay, dilakukan proyeksi koordinat peta menggunakan sistem UTM WGS 84 Zona 49S, yang sesuai dengan posisi geografis Kecamatan Proppo, Kabupaten Pamekasan. Hasil overlay selanjutnya digunakan untuk perhitungan luas area menggunakan fungsi *geometrical calculation* pada QGIS.

3) Analisis Pola Persebaran (Moran's I)

Untuk mendeteksi pola distribusi spasial tanaman tembakau dilakukan perhitungan Indeks Moran (Moran's I). Nilai indeks ini menggambarkan kecenderungan pola distribusi. Nilai Moran's I > 0 menunjukkan pola mengelompok (*clustered*). Nilai Moran's I < 0 menunjukkan pola menyebar (*dispersed*). Nilai Moran's I ≈ 0 menunjukkan pola acak (*random*). Hasil perhitungan Moran's I kemudian diuji secara statistik untuk menilai signifikansi pola spasial tersebut.

H. Tahapan Penelitian

Langkah-langkah penelitian ini secara umum adalah sebagai berikut:

1. Persiapan data spasial (pengumpulan data sekunder, citra satelit, dan peta administrasi).
2. Pengolahan citra di Google Earth Engine untuk ekstraksi area tembakau.
3. Pemrosesan data spasial di QGIS 3.40 (*clipping*, *overlay*, proyeksi, dan perhitungan luasan).
4. Analisis spasial menggunakan Moran's I untuk menentukan pola distribusi tanaman.
5. Visualisasi hasil berupa peta tematik persebaran tanaman tembakau dan tabel hasil analisis spasial.
6. Interpretasi hasil dan penyusunan artikel penelitian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan di Kecamatan Proppo menunjukkan variasi yang mencerminkan aktivitas pertanian, perkebunan, dan pemukiman. Berdasarkan hasil analisis data pada Tabel 1, lahan di wilayah ini didominasi oleh area persawahan dan ladang yang merupakan sumber utama mata pencaharian masyarakat, disusul oleh lahan perkebunan dan pemukiman.

Data Tabel I dapat diketahui bahwa sebagian besar lahan di Kecamatan Proppo dimanfaatkan untuk kegiatan pertanian, khususnya sawah dan ladang, yang secara keseluruhan mencakup sekitar 70% dari total luas wilayah. Kondisi ini menunjukkan bahwa struktur penggunaan lahan di daerah penelitian masih bersifat agraris dengan dominasi komoditas pertanian musiman termasuk tembakau.

Berdasarkan hasil analisis spasial, penggunaan lahan di Kecamatan Proppo memiliki total luas wilayah sebesar 7.079,925 hektare. Jenis penggunaan lahan yang mendominasi adalah sawah seluas 2.833,631 hektare atau sekitar 40,0%, diikuti oleh ladang seluas 2.183,621 hektare atau 30,8%. Permukiman menempati urutan berikutnya dengan luas 1.834,931 hektare atau 25,9%, sedangkan perkebunan memiliki luasan paling kecil, yaitu 227,742 hektare atau 3,2% dari total wilayah. Komposisi ini mengidentifikasi bahwa sektor pertanian masih menjadi tulang punggung utama dalam struktur penggunaan lahan di Kecamatan Proppo. Dominasi lahan pertanian juga mencerminkan karakteristik morfologi wilayah yang umumnya berupa dataran dengan variasi ketinggian rendah hingga sedang. Kondisi topografi tersebut mendukung aktivitas budidaya tembakau yang membutuhkan tanah bertekstur sedang hingga agak ringan serta memiliki drainase baik.

Peta hasil pengolahan pada perangkat lunak QGIS pada Gambar 2 menggambarkan persebaran spasial dari setiap jenis penggunaan lahan di Kecamatan Proppo sehingga memperkuat hasil interpretasi tabel dengan representasi visual yang lebih komprehensif. Gambar tersebut menjelaskan bahwa tutupan atau penggunaan lahan di Kecamatan Proppo, Kabupaten Pamekasan terdiri dari lahan sawah, ladang, perkebunan, dan pemukiman.

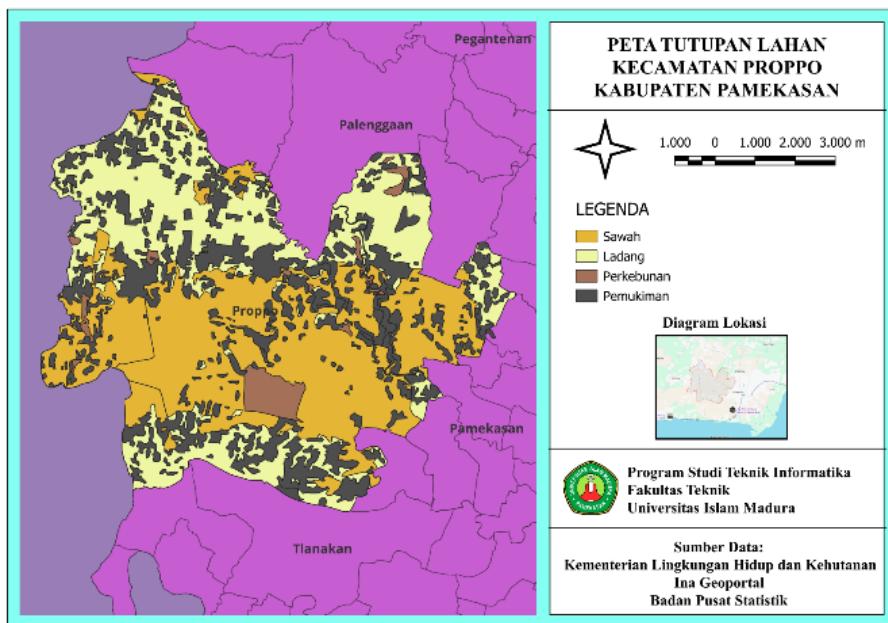
B. Persebaran Tanaman Tembakau

Data persebaran tanaman tembakau diperoleh dari hasil klasifikasi citra satelit periode Agustus 2024 yang diolah menggunakan Google Earth Engine (GEE). Analisis dilakukan dengan menggunakan indeks vegetasi NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) untuk mengidentifikasi area yang memiliki nilai kehijauan tinggi sebagai indikasi vegetasi tembakau aktif. Hasil olahan tersebut kemudian divisualisasikan dan dianalisis menggunakan perangkat lunak QGIS 3.40 sehingga menghasilkan peta tematik persebaran tanaman tembakau di Kecamatan Proppo yang ditunjukkan pada Gambar 3.

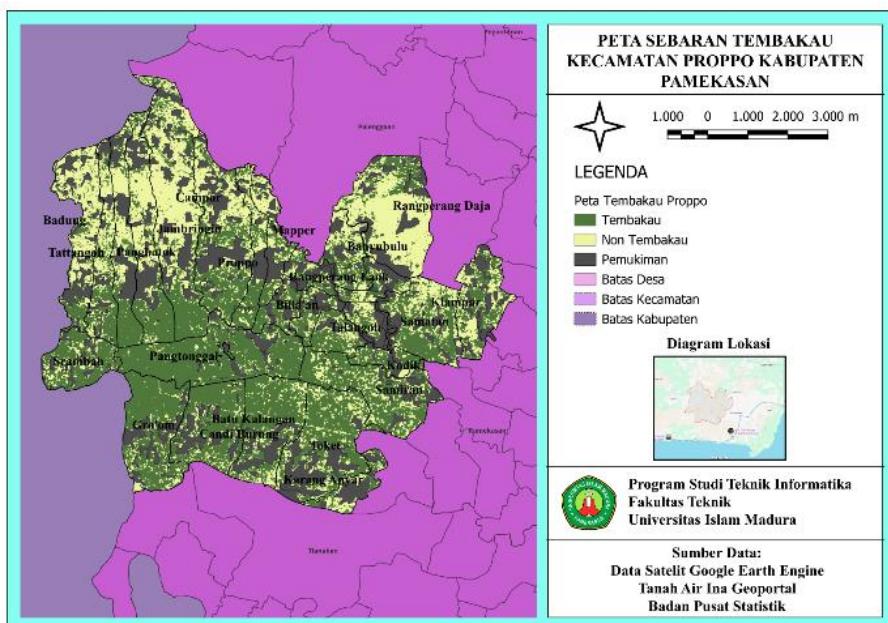
Pada Gambar 3 peta hasil klasifikasi tersebut, area yang teridentifikasi sebagai tanaman tembakau ditampilkan dengan warna hijau zaitun (#50783C/RGB 80, 120, 60) yang merepresentasikan tingkat kehijauan vegetasi sedang hingga tinggi [18]. Hasil interpretasi citra satelit menunjukkan bahwa total luas

TABEL I
LUAS PENGGUNAAN LAHAN DI KECAMATAN PROPO

No	Jenis Tutupan Lahan	Luas (ha)	Percentase (%)
1	Permukiman	1.834,931	25,9%
2	Perkebunan	227,742	3,2%
3	Ladang	2.183,621	30,8%
4	Sawah	2.833,631	40,0%
Total		7.079,925	100,00%



Gambar 2 Peta penggunaan lahan di Kecamatan Proppo



Gambar 3 Peta sebaran tanaman tembakau di Kecamatan Proppo

area tanaman tembakau di Kecamatan Proppo mencapai 3.335,34 hektare. Distribusi lahan tembakau tersebar di hampir seluruh desa, namun dengan intensitas yang bervariasi. Luas terbesar lahan tembakau ditemukan di bagian barat dan tengah Kecamatan Proppo, terutama di Desa Pantonggal, Gro'om, Toket, Samiran, Candi Burung, Batu Kalangan, dan Jambringin, yang memiliki tingkat kesesuaian lahan tinggi terhadap budidaya tembakau. Sementara itu, bagian utara dan timur wilayah kecamatan menunjukkan luasan yang lebih kecil akibat keterbatasan sumber air serta variasi kondisi topografi. Pola sebaran ini menunjukkan kecenderungan spasial tertentu yang secara visual selaras dengan variasi ketersediaan air dan morfologi lahan di Kecamatan Proppo. Namun, keterkaitan tersebut pada penelitian ini masih bersifat

indikatif berdasarkan interpretasi spasial, dan belum diuji secara kuantitatif menggunakan analisis statistik korelasi. Oleh karena itu, penelitian lanjutan disarankan untuk menguji hubungan tersebut secara terukur melalui analisis korelasi atau regresi spasial agar dapat memperkuat temuan ini. Detail luas persebaran tanaman tembakau di Kecamatan Proppo disajikan pada Tabel II.

Data pada Tabel II merupakan hasil analisis spasial dalam penelitian ini yang diperoleh dari citra satelit Sentinel-2 Level-2A yang diakses melalui *platform* Google Earth Engine (GEE). Pengambilan data citra dilakukan pada periode 1–31 Agustus 2024 yang merepresentasikan fase pertumbuhan aktif tanaman tembakau di Kecamatan Proppo. Analisis dilakukan menggunakan metode NDVI dengan ambang batas $>0,35$. Area analisis dibatasi pada lahan pertanian yang meliputi ladang, sawah, dan perkebunan, serta mengecualikan area permukiman. Perhitungan luas sebaran tanaman tembakau per desa dilakukan melalui proses overlay dengan batas administrasi desa dan perhitungan luasan menggunakan perangkat lunak QGIS versi 3.40.

Distribusi luas lahan tanaman tembakau per desa di Kecamatan Proppo dengan total luas keseluruhan sebesar 3.335,34 hektare adalah sebagai berikut: desa dengan luas tanaman tembakau terbesar adalah Pan-

TABEL II
LUAS PERSEBARAN TANAMAN TEMBAKAU DI KECAMATAN PROPO

No	Nama Desa	Luas (ha)	Percentase (%)
1	Pantonggal	414,867	12,44%
2	Gro'om	256,496	7,69%
3	Toket	245,633	7,36%
4	Samiran	238,763	7,16%
5	Candi Burung	225,945	6,77%
6	Batu Kalangan	210,485	6,31%
7	Jambringin	188,026	5,64%
8	Campor	184,290	5,52%
9	Samatan	161,364	4,84%
10	Srambah	133,861	4,01%
11	Panaguan	126,006	3,78%
12	Pangbatok	97,984	2,94%
13	Tattangoh	94,937	2,85%
14	Klampar	90,699	2,72%
15	Rangperang Daja	85,267	2,56%
16	Proppo	75,438	2,26%
17	Badung	69,644	2,09%
18	Talangoh	65,916	1,98%
19	Banyubulu	58,610	1,76%
20	Panglemah	51,360	1,54%
21	Mapper	50,104	1,50%
22	Kodik	49,126	1,47%
23	Karang Anyar	37,907	1,14%
24	Billa'an	36,926	1,11%
25	Pangorayan	32,521	0,98%
26	Rangperang Laok	30,963	0,93%
27	Lenteng	22,206	0,67%
Total		3.335,344	100,00%

tonggal yang mencakup 414,87 hektare atau 12,44% dari total luas wilayah. Posisi berikutnya ditempati oleh Gro'om dengan luas 256,50 hektare (7,69%), Toket seluas 245,63 hektare (7,36%), dan Samiran dengan 238,76 hektare (7,16%). Desa Candi Burung dan Batu Kalangan juga memiliki kontribusi yang signifikan terhadap total luas tanaman tembakau, masing-masing sebesar 225,95 hektare (6,77%) dan 210,49 hektare (6,31%). Sementara itu, Jambringin, Campor, dan Samatan menempati urutan selanjutnya dengan luasan berkisar antara 160 hingga 190 hektare, dengan persentase antara 4,8% hingga 5,6%. Desa dengan luasan sedang meliputi Srambah (133,86 ha atau 4,01%), Panaguan (126,01 ha atau 3,78%), serta Pangbatok (97,98 ha atau 2,94%). Beberapa desa, seperti Tattangoh, Klampar, dan Rangperang Daja, memiliki cakupan antara 2,5% hingga 2,8% dari total luas tanaman tembakau di Kecamatan Proppo, yang menunjukkan kontribusi lahan tembakau yang relatif moderat dibandingkan desa-desa dengan luasan terbesar. Adapun desa dengan luas tanaman tembakau yang relatif kecil, yaitu di bawah 2%, antara lain Desa Proppo (2,26%), Badung (2,09%), Talangoh (1,98%), Banyubulu (1,76%), Panglemah (1,54%), Mapper (1,50%), dan Kodik (1,47%). Beberapa desa lainnya, seperti Karang Anyar, Billa'an, Pangorayan, Rangperang Laok, dan Lenteng, memiliki cakupan lahan di bawah 1,2% dari total luas keseluruhan.

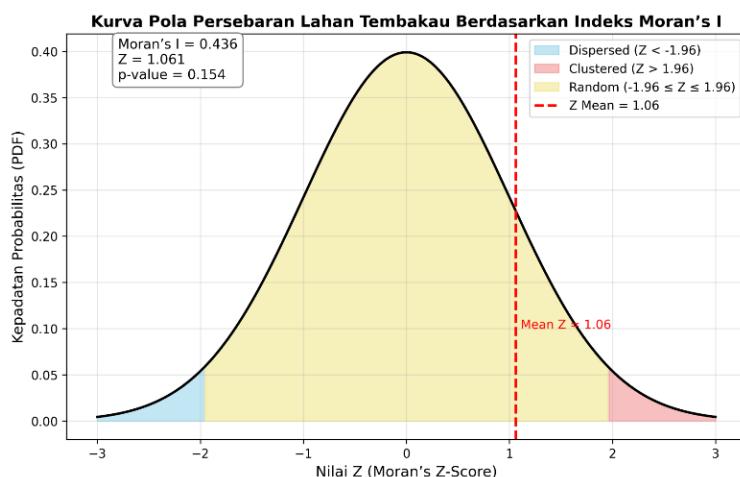
Dapat dilihat bahwa sebaran tanaman tembakau di Kecamatan Proppo menunjukkan pola yang tidak merata dengan variasi luasan yang cukup signifikan antar desa. Secara spasial, variasi pola persebaran tanaman tembakau diindikasikan berkaitan dengan perbedaan kondisi biofisik lahan, seperti tekstur tanah, ketersediaan air, dan elevasi. Parameter-parameter tersebut merujuk pada pendekatan penilaian kesesuaian lahan yang telah digunakan dalam studi sebelumnya yang menempatkan curah hujan, tekstur tanah, pH tanah, dan kemiringan lereng sebagai faktor utama dalam menentukan kesesuaian dan persebaran tanaman tembakau [12], [19].

C. Pola Persebaran Tanaman Tembakau Berdasarkan Indeks Moran

Analisis autokorelasi spasial menggunakan Indeks Moran (Moran's I) dilakukan berdasarkan luas area tanaman tembakau per desa sebagai variabel fitur, dengan setiap desa dijadikan sebagai unit spasial. Nilai Moran's I kemudian dihitung untuk mengetahui apakah persebaran tanaman tembakau di Kecamatan Proppo bersifat acak (*random*), mengelompok (*clustered*), atau menyebar (*dispersed*), dengan mempertimbangkan keterkaitan spasial antar desa berdasarkan tetangga terdekat (*contiguity*). Berdasarkan hasil perhitungan pada Gambar 4, diperoleh nilai Moran's I sebesar 0,436, $Z = 1,061$, dan $p\text{-value} = 0,154$.

Pada Gambar 4 tersebut nilai Moran's I positif (0,436) menunjukkan adanya kecenderungan pola mengelompok (*clustered*), meskipun belum signifikan secara statistik karena nilai $p > 0,05$. Dengan demikian, persebaran tanaman tembakau di Kecamatan Proppo dapat dikategorikan sebagai pola acak (*random*) dengan indikasi awal pengelompokan di wilayah barat dan tengah. Kecenderungan ini menunjukkan bahwa lokasi budidaya tembakau di Kecamatan Proppo tidak sepenuhnya mengikuti pola lingkungan alami, melainkan juga dipengaruhi oleh faktor sosial-ekonomi dan preferensi petani dalam memilih lahan yang dianggap paling produktif.

Dukungan terhadap argumen ini diperoleh melalui observasi lapangan dan wawancara dengan beberapa petani di Desa Samatan Kecamatan Proppo yang menunjukkan bahwa pemilihan lahan terutama



Gambar 4 Kurva pola persebaran lahan tembakau berdasarkan Indeks Moran's I

didasarkan pada kesuburan tanah, ketersediaan air yang memadai, dan aksesibilitas lahan. Fenomena ini sejalan dengan temuan Widiastuti dan Sudrajat (2024) yang menyatakan bahwa pola persebaran tanaman pertanian sering dipengaruhi oleh variasi topografi, kesuburan tanah, serta ketersediaan air antarwilayah [20]. Meskipun demikian, pengaruh sosial-ekonomi ini masih bersifat indikatif dan perlu pengujian kuantitatif lebih lanjut, misalnya melalui analisis korelasi atau regresi spasial, untuk memperkuat temuan penelitian.

D. Analisis Spasial dan Faktor yang Mempengaruhi

Distribusi tembakau di Kecamatan Proppo umumnya mengikuti karakteristik penggunaan lahan pertanian kering, di mana sistem tanam bergantung pada pola musim dan curah hujan. Wilayah dengan kondisi tanah berpasir dan drainase baik cenderung memiliki kepadatan tembakau yang lebih tinggi. Sementara itu, daerah dengan kelerengan curam atau tanah liat berat kurang sesuai untuk tanaman ini.

Selain faktor biofisik, pola sebaran yang cenderung acak juga mengindikasikan adanya pengaruh faktor manusia, seperti kepemilikan lahan dan praktik rotasi tanam. Berdasarkan hasil observasi lapangan dan wawancara dengan petani, penanaman tembakau umumnya dilakukan secara bergantian dengan tanaman pangan lain, seperti jagung, padi, dan kacang tanah, yang berpotensi memengaruhi distribusi lahan tembakau. Namun, variasi distribusi lahan tembakau antar tahun belum dapat dianalisis secara kuantitatif dalam penelitian ini karena keterbatasan ketersediaan data temporal. Hal ini menunjukkan bahwa selain faktor biofisik, karakteristik sosial-ekonomi masyarakat juga turut berkontribusi dalam membentuk pola spasial tanaman tembakau. Indikasi tersebut diperoleh dari observasi lapangan dan wawancara dengan petani, yang menunjukkan bahwa keputusan penggunaan lahan umumnya didasarkan pada pertimbangan keuntungan ekonomi, ketersediaan modal, serta dukungan kebijakan pertanian di tingkat daerah.

Berdasarkan hasil analisis autokorelasi spasial, nilai Indeks Moran yang digunakan untuk mengidentifikasi pola persebaran tanaman tembakau dapat dilihat pada Tabel III. Berdasarkan hasil perhitungan indeks autokorelasi spasial menggunakan Moran's I untuk berbagai jenis penggunaan lahan di Kecamatan Proppo pada Tabel III tersebut, penggunaan lahan sawah menunjukkan pola mengelompok (*clustered*) dengan nilai indeks tertinggi sebesar 0,324, sedangkan permukiman dan ladang cenderung memiliki pola acak (*random*). Tanaman tembakau memiliki nilai indeks Moran's I sebesar 0,237 yang mengindikasikan pola persebaran acak, namun dengan indikasi awal pengelompokan di bagian barat dan tengah wilayah penelitian. Contoh visual kondisi lahan tembakau di Kabupaten Pamekasan ditunjukkan pada Gambar 5. Gambar tersebut memperlihatkan karakteristik fisik lahan tembakau yang umumnya berada pada area terbuka dengan tutupan vegetasi homogen dan intensitas kehijauan sedang hingga tinggi, sesuai dengan hasil klasifikasi citra satelit yang diperoleh pada penelitian ini [21].

TABEL III
NILAI INDEKS HASIL AUTOKORELASI SPASIAL

No	Jenis Penggunaan Lahan	Nilai Indeks	Klasifikasi Peta
1	Permukiman	0,142	Acak (<i>Random</i>)
2	Perkebunan	0,271	Cenderung Mengelompok (<i>Clustered</i> Lemah)
3	Ladang	0,198	Acak (<i>Random</i>)
4	Sawah	0,324	Mengelompok (<i>Clustered</i>)
5	Tembakau	0,237	Acak, dengan indikasi awal pengelompokan di bagian barat dan tengah



Gambar 5 Salah satu lahan tembakau yang ada di Kabupaten Pamekasan

E. Implikasi Hasil Penelitian

Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan Sistem Informasi Geografis (SIG) efektif dalam mendeteksi dan memvisualisasikan pola persebaran tanaman tembakau yang ditunjukkan oleh kemampuan analisis spasial dalam mengidentifikasi kecenderungan pola sebaran serta area-area yang berpotensi membentuk pengelompokan. Informasi spasial ini memberikan dasar yang lebih terstruktur dalam penentuan zonasi pertanian tembakau di masa mendatang.

Bagi pemerintah daerah, hasil ini dapat dijadikan dasar dalam perencanaan tata guna lahan berbasis spasial yang lebih efisien dan berkelanjutan, terutama untuk mengoptimalkan produktivitas tanaman tembakau tanpa mengabaikan aspek konservasi lahan.

IV. SIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa total luas lahan tembakau di Kecamatan Proppo, Kabupaten Pamekasan, mencapai 3.335,344 hektare yang tersebar di seluruh wilayah kecamatan dengan variasi luasan yang berbeda antar desa. Konsentrasi lahan tembakau terbesar ditemukan di bagian barat dan tengah Kecamatan Proppo, khususnya pada Desa Pantonggal, Gro'om, Toket, Samiran, dan Candi Burung, sedangkan wilayah utara dan timur memiliki luasan yang relatif lebih kecil.

Analisis autokorelasi spasial menggunakan Indeks Moran (Moran's $I = 0,436$; $Z = 1,061$; $p = 0,154$) menunjukkan bahwa pola persebaran tembakau di wilayah penelitian bersifat acak (*random*), meskipun terdapat indikasi awal pengelompokan (*clustered*) pada beberapa lokasi. Hasil ini mengindikasikan bahwa distribusi spasial tanaman tembakau tidak sepenuhnya dapat dijelaskan oleh faktor biofisik lahan saja.

Penerapan Sistem Informasi Geografis (SIG) melalui Google Earth Engine dan QGIS terbukti mampu mengidentifikasi, memetakan, dan menganalisis pola persebaran spasial tanaman tembakau secara efektif, berdasarkan citra satelit dan analisis spasial. Temuan ini memberikan gambaran spasial yang objektif mengenai distribusi tanaman tembakau di Kecamatan Proppo dan dapat menjadi dasar bagi penelitian lanjutan yang mengkaji faktor-faktor penentu distribusi secara lebih kuantitatif.

UCAPAN TERIMA-KASIH

Terima kasih kepada Badan Pusat Statistik (BPS), Badan Informasi Geospasial (BIG), dan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) yang telah menyediakan data spasial dan informasi pendukung yang sangat berharga dalam penelitian ini.

DAFTAR REFERENSI

- [1] C. Chairunnita and B. A. Herlambang, "Pemetaan luas area berdasarkan jumlah produksi tanaman tembakau di Kabupaten Rembang dengan pendekatan sistem informasi geografis," *Jurnal Penelitian Sistem Informasi*, vol. 2, no. 1, pp. 47–54, Feb. 2024.
- [2] Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, *Outlook Komoditas Perkebunan Tembakau 2024*. Jakarta, Indonesia: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian, 2024.
- [3] Badan Pusat Statistik Kabupaten Pamekasan, *Kabupaten Pamekasan dalam Angka 2024*. Pamekasan, Indonesia: BPS Kabupaten Pamekasan, 2024.
- [4] Badan Pusat Statistik Kabupaten Pamekasan, *Kecamatan Proppo dalam Angka 2024*. Pamekasan, Indonesia: BPS Kabupaten Pamekasan, 2024.
- [5] A. Romsita, B. A. Herlambang, and A. K. Anam, "Sistem informasi geografis pemetaan distribusi tanaman jagung terhadap produktivitas pertanian di Kabupaten Rembang tahun 2020," *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Komunikasi*, vol. 4, no. 1, pp. 155–160, Mar. 2024, doi: 10.55606/juitik.v4i1.754.
- [6] I. M. Sari, "Evaluasi kesesuaian lahan padi sawah tada hujan di Kecamatan Batang Kuis Kabupaten Deli Serdang," Skripsi, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia, Mar. 2023.
- [7] K. Kristiandi, N. F. Yunita, and S. M. T., "Penerapan aplikasi sistem informasi geografis untuk produktivitas nenas di Kabupaten Sambas," *Journal of Agribusiness Sciences*, vol. 8, no. 2, pp. 168–177, 2024, doi: 10.30596/jasc.v8i2.20635.
- [8] P. P. Aji, K. J. Tute, and M. Radja, "Sistem informasi geografis pemetaan wilayah tanaman jagung dan singkong di Kabupaten Ende berbasis web," *Jurnal Sistem Informasi dan Teknik Komputer*, vol. 9, no. 2, pp. 312–316, 2024.
- [9] I. A. Drăgușea, A. Niță, M. Mazilu, and G. Curcan, "Spatio-temporal distribution and trends of major agricultural crops in Romania using interactive geographic information system mapping," *Sustainability*, vol. 15, no. 20, Art. no. 14793, Oct. 2023, doi: 10.3390/su152014793.
- [10] L. Sukardi, T. Tajidan, and Fahrudin, "Spatial mapping of land potential and productivity of the popular Kasturi type of tobacco," *International Journal of Management and Commerce Innovations*, vol. 11, no. 1, pp. 121–131, Sep. 2023, doi: 10.5281/zenodo.7969243.
- [11] B. Yang, D. Tian, and G. Shan, "Tobacco spatial data intelligent visual analysis," *Electronics*, vol. 11, no. 7, Art. no. 995, Apr. 2022, doi: 10.3390/electronics11070995.
- [12] M. Mujiyo, D. S. Irawaningsih, S. Minardi, and O. Cahyono, "Mapping of land suitability for growing tobacco (*Nicotiana tabacum L.*) under various slope using geographic information systems," *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, vol. 13, no. 2, pp. 572–580, Jun. 2024, doi: 10.23960/jtep-l.v13i2.572-580.
- [13] E. Pangestu, M. A. Irwansyah, and M. Muthahhari, "Sistem informasi geografis kegiatan pertanian kawasan Tebas Komplek (studi kasus Kecamatan Tebas Kabupaten Sambas)," *Nusantara Journal of Multidisciplinary Science*, vol. 1, no. 6, pp. 391–403, Jan. 2024.
- [14] S. F. Marbun *et al.*, "Pemetaan sebaran tanaman padi dan kelapa sawit berbasis sistem informasi geografis di Kecamatan Dolok Masihul," *Media Komunikasi Geografi*, vol. 26, no. 1, pp. 45–57, Jun. 2025, doi: 10.23887/mkg.v26i1.86274.

- [15] B. F. Gani, "Analisis luas panen, produktivitas, dan produksi tanaman jagung di Kabupaten Semarang dengan pendekatan sistem informasi geografis," *Jurnal Ilmiah Research Student*, vol. 1, no. 4, pp. 156–162, Mar. 2024.
- [16] N. Syukira *et al.*, "Pemetaan lahan pertanian berbasis data spasial menggunakan aplikasi QGIS di Desa Mojorembun Kecamatan Rejoso," *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat (PIM)*, vol. 6, no. 2, pp. 146–154, Dec. 2024, doi: 10.29244/jpim.6.2.146-154.
- [17] Y. W. Yulianto and M. Cholil, "Landslide susceptibility levels analysis based on geographic information system (GIS) in Simo District, Boyolali Regency," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 1357, no. 1, Art. no. 012044, 2024, doi: 10.1088/1755-1315/1357/1/012044.
- [18] J. Henry, P. Veazie, M. Furman, M. Vann, and B. Whipker, "Spectral discrimination of macronutrient deficiencies in greenhouse grown flue-cured tobacco," *Plants*, vol. 12, no. 2, Art. no. 280, Jan. 2023, doi: 10.3390/plants12020280.
- [19] N. S. Hidayanti, S. H. S. Mutmainah, B. N. Amaliah, D. Y. Pratama, and A. Swardana, "Evaluasi kesesuaian lahan pada tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) di Kecamatan Banyuresmi Kabupaten Garut menggunakan sistem informasi geografis," *JAGROS: Journal of Agrotechnology and Science*, vol. 8, no. 2, pp. 36–45, 2024.
- [20] E. N. Widiasutti and Sudrajat, "Pola spasial pemanfaatan lahan pertanian di Kapanewon Patuk Kabupaten Gunungkidul," *Media Komunikasi Geografi*, vol. 25, no. 1, pp. 1–20, Jun. 2024, doi: 10.23887/mkg.v25i1.68061.
- [21] G. Susanto, "Hujan di puncak musim kemarau: Petani tembakau tak terpengaruh, di Pamekasan lahan makin luas," [dutajatim.com](https://www.dutajatim.com/2024/07/hujan-di-puncak-musim-kemarau-petani.html), Jul. 2024. [Online]. Available: <https://www.dutajatim.com/2024/07/hujan-di-puncak-musim-kemarau-petani.html>

Defilia Fatikasari. Mahasiswa Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Islam Madura. Mengikuti kompetisi nasional dan internasional karya tulis ilmiah, serta sedang fokus mengerjakan Tugas Akhir. Bidang yang ditekuni yaitu di bidang teknik informatika dan kepenulisan, seperti membuat program aplikasi berbasis web, design UI/UX, dan karya tulis ilmiah.

Ary Iswahyudi. Memperoleh gelar Sarjana Sains dan gelar Magister Teknik di Institut Teknologi Surabaya. Saat ini sebagai pengajar atau dosen di Jurusan Teknik Informatika di Universitas Islam Madura. Bidang yang ditekuni yaitu di bidang sistem informasi geografis, dan geoscience.