

Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Budidaya Durian *Bawor* di Kabupaten Banyumas Menggunakan SIG Berbasis IoT

Suitability Land Evaluation for Durian *Bawor* in Banyumas Regency using GIS-Based IoT

Luthfi Wahab¹, Anri Kurniawan^{1*}, Hanis Adila Lestari¹

¹ Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto

Email*): anrykurniawan1991@gmail.com

Received:

29 September 2024

Revised:

5 March 2025

Accepted:

8 March 2025

Published:

29 March 2025

DOI:

10.29303/jrpb.v13i1.1138

ISSN 2301-8119, e-ISSN

2443-1354

Available at

<http://jrpb.unram.ac.id/>

Abstract: Durian, known as the "King of Fruits," is a prevalent fruit in Indonesia, thriving in the tropical climate of Southeast Asia. One of the most widely cultivated varieties is *Bawor*, commonly found in Banyumas Regency, Central Java, producing 95,426 quintals in 2024. The price of *Bawor* durians ranges between Rp. 85,000 to Rp. 120,000 per fruit, weighing between 2 to 4 kg. Durian grows optimally in lowland areas up to 180 meters above sea level, with a humid climate, air temperatures of 25-32°C, humidity levels of 50-80%, and sunlight intensity of 45-50%. The research aims to build an information system called "SiDurIoT" based on the Internet of Things (IoT) integrated with a Geographic Information System (GIS) to evaluate the suitability of *Bawor* durian land. Land evaluation is classified S1, S2, S3, and N. Durian Information System with Internet of Things "SiDurIoT" is a device designed to measure the suitability of durian orchards in real-time. The device consists of a DHT22 sensor, a wind speed sensor, and GPS connected to the ESP32, with data displayed on an LCD screen. The device is connected to the internet via the website siduriot.my.id and the "SiDurIoT" smartphone application, which allows users to input measurement data. The results of the land suitability assessment show that wind speed, rainfall, soil pH, soil temperature, and land elevation are highly suitable (S1). In contrast, air temperature is suitable (S2), and humidity and sunlight intensity are marginally suitable (S3). Based on the suitability evaluation, the Kemranjen, Sumpiuh and Tambak areas are the most suitable locations for durian plantations because they have productivity above 10,000 quintals and are very suitable (S1).

Keywords: banyumas; durian bawor; GIS; IoT; Land Suitability;

Abstrak: Durian dikenal sebagai "King of Fruit," merupakan buah yang sangat populer di Indonesia tumbuh subur di iklim tropis Asia Tenggara. Salah satu varietas paling banyak dibudidayakan adalah *Bawor*, yang banyak ditemukan di Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah dengan produksi 2024 mencapai 95.426 kuintal. Harga durian *Bawor* berkisar antara Rp. 85.000 hingga Rp. 120.000 per buah, dengan berat antara 2 hingga 4 kg. Durian tumbuh optimal di dataran rendah hingga ketinggian 180 mdpl dengan iklim lembap, suhu udara 25-32°C, kelembapan udara 50-80%, serta intensitas cahaya matahari 45-50%. Tujuan penelitian adalah membangun sistem informasi bernama "SiDurIoT" berbasis Internet of Things (IoT) terintegrasi dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk evaluasi kesesuaian lahan durian bawor. Evaluasi lahan diklasifikasikan ke dalam kategori S1, S2, S3 dan N.). Sistem Informasi Durian *Internet of Things* "SiDurIoT" adalah perangkat untuk mengukur kesesuaian lahan kebun durian secara *real-time*. Perangkat terdiri dari sensor DHT22, sensor kecepatan angin, dan GPS yang terhubung ke ESP32 ditampilkan LCD. Perangkat terhubung ke *internet* melalui situs web siduriot.my.id dan aplikasi SiDurIoT di *smartphone* yang dapat *input* data pengukuran. Hasil penilaian kesesuaian lahan menunjukkan bahwa kecepatan angin, curah hujan, pH tanah, suhu tanah dan ketinggian lahan sangat sesuai (S1). Sedangkan suhu udara sesuai (S2), kelembapan dan intensitas cahaya sesuai marjinal (S3). Berdasarkan evaluasi kesesuaian, wilayah Kemranjen, Sumpiuh dan

Tambak adalah lokasi paling sesuai dijadikan kebun durian karena memiliki produktivitas di atas 10.000 kuintal dengan sangat sesuai (S1).

Kata kunci: banyumas; durian bawor; IoT; kesesuaian lahan; SIG

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Durian (*Durio zibethinus* Murr.) adalah salah satu buah yang sangat populer di Indonesia, bahkan dijuluki “*King of Fruit*” di mancanegara. Buah ini hanya tumbuh di daerah tropis asli Asia Tenggara sehingga menjadi buah yang eksklusif dengan harga yang tinggi di pasaran (Ryandi et al., 2022). Tanaman durian memiliki 103 varietas lokal dan 71 varietas unggul dan masih terus dikembangkan lebih banyak lagi. Durian layak dikedunkan secara komersial mengingat permintaan harga tinggi dan daya serap pasar bagus. Durian yang paling banyak ditemui adalah jenis durian *montong*, *musang king*, *petruk*, *bawor*, *bokor*, *tembaga*, merah, matahari, pelangi dan masih banyak lagi (Taiyeb, 2023).

Durian di Kabupaten Banyumas memproduksi 27,779 kuintal pada tahun 2022 dan meningkat menjadi 95,426 kuintal pada tahun 2023. Durian bawor adalah salah satu jenis durian yang paling banyak dibudidayakan di Kabupaten Banyumas. Durian bawor adalah perpaduan keunggulan durian lokal dan *montong*, yaitu memiliki kualitas buah unggul karena memiliki masa panen cepat serta harga yang kompetitif, satu buahnya bisa mencapai 5-8 kg dengan harga Rp. 85.000 – Rp. 120.000 di kalangan petani. Usaha dalam budidaya durian di Kabupaten Banyumas tersebar di beberapa kecamatan yang memiliki produktivitas tinggi yaitu Kemranjen (28,757 kuintal), Sumpiuh (13, 794 kuintal), Kebasen (11, 068 kuintal), Tambak (10.239 kuintal) Somagede (8,312) dan kecamatan lain seperti Kedungbanteng dan Cilongok (BPS Banyumas, 2024). Daerah tersebut, para petani memiliki luas garapan satu sampai dua hektar dengan memanfaatkan lahan pekarangan.

Budidaya durian agar menghasilkan panen yang melimpah, bibit yang ditanam harus sesuai dengan karakteristik tanaman tersebut, oleh karena itu diperlukan evaluasi kesesuaian lahan dalam hal ini di Kabupaten Banyumas. Prinsip dasar evaluasi kesesuaian lahan adalah penilaian karakteristik lahan yang digunakan terhadap syarat tumbuh tanaman, dalam hal ini adalah durian. Kesesuaian lahan tersebut dapat dinilai untuk kondisi saat ini (*present*) atau setelah diadakan perbaikan (*improvement*) (Dewantara & Azis, 2021). Berdasarkan kesesuaian lahan durian cocok tumbuh di dataran rendah hingga ketinggian 800 mdpl, berada di iklim basah 25-32 °C, kelembapan 50-80%, dan intensitas cahaya matahari 45-50% (Mugiyono et al., 2021).

Tingkat kesesuaian lahan dikelompokkan menjadi 3 kelas dari Kelompok S, yaitu sangat sesuai (S1), sesuai (S2), sesuai marginal (S3) dan tidak sesuai (N) (Fauzi et al., 2018). Lahan yang dikategorikan ke dalam kelompok S, nantinya dapat menjadi rekomendasi bahwa lahan tersebut sesuai untuk ditanam pada tanaman tertentu (Sariani et al., 2023). Salah satu metode dalam evaluasi kesesuaian lahan adalah dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Kelebihan dari sistem ini karena data dapat diperbaharui setiap saat menggunakan basis spasial. Data diakses riil di lapangan mempunyai titik koordinat yang mudah *overlay* sehingga mudah dianalisis (Nungula et al., 2024) (Lanya & Manalu, 2021). Sistem Informasi Geografis juga dapat terintegrasi dengan aplikasi lainnya sehingga mudah untuk dikembangkan (Puttinaoarat et al., 2024), (Saputra et al., 2021), dan (Roslin et al., 2021) dengan berbasis mobil web terintegrasi *smartphone* pada tanaman durian. Penelitian (Ryandi et al., 2022) yang meneliti kesesuaian lahan pada durian, mangga dan pisang perlu dikembangkan dengan terintegrasi ke IoT seperti pada penelitian sebelumnya (Yusianto et al., 2020).

Internet of Things (IoT) merupakan teknologi jaringan perangkat yang terhubung dalam proses komunikasi antara satu perangkat dengan perangkat lainnya yang terhubung ke

internet. IoT dapat memaksimalkan pada sistem pertanian presisi (*Precision Agriculture*) dalam agroindustri secara luas (Abu et al., 2022). Platform IoT juga dapat diintegrasikan ke Sistem Informasi Geografis melalui *Global Positioning System* (GPS) (Silalahi & Rosyadi, 2024). Evaluasi kesesuaian lahan pada tanaman durian bawor yang berasal dari Kabupaten Banyumas sangat diperlukan sebagai informasi ke khalayak publik. Beberapa daerah seperti Desa Alasmalang di Kecamatan Kemranjen dan Desa Borangin di Kecamatan yang menjadi sentra durian Banyumas. Namun masih banyak daerah lainnya yang perlu dievaluasi kesesuaian lahan yang nantinya diwujudkan dalam peta evaluasi kesesuaian lahan.

Permasalahan penelitian ini adalah belum adanya data kesesuaian lahan durian *bawor* di Kabupaten Banyumas yang dapat diakses oleh publik. Peta kesesuaian lahan di Kabupaten Banyumas sebagai penghasil durian *bawor* belum memiliki data dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (Sinchana et al., 2023). Penggunaan pengambilan data dengan *Internet of Things* (IoT) diharapkan mampu mendapatkan data secara *realtime*. Beberapa penelitian tentang evaluasi lahan seperti penelitian padi (Adrian et al., 2022), Tembakau (Dewantara & Azis, 2021), tebu (Basuki et al., 2022), buah-buahan unggulan (Sariani et al., 2023), kopi (Silalahi & Rosyadi, 2024) kemudian dikembangkan untuk tanaman durian seperti (Saputra et al., 2021), (Taiyeb, 2023). Metode yang menggunakan pendekatan Sistem Informasi Geografi (Thereza et al., 2021), dan (Thirugnanam et al., 2022) terintegrasi dengan *Internet of Things* (Bazargani et al., 2021), dan (Abu et al., 2022) juga seperti penelitian (Badru et al., 2022) dengan berbasis *software* (Zhu et al., 2022) seperti aplikasi pada *smartphone*. Kebaruan penelitian ini mencakup teknologi baru yang telah dikembangkan sebelumnya pada (Tehrani et al., 2022) dan (Alazzai et al., 2024) dengan teknologi IoT yang diintegrasikan dengan SIG. Penelitian tentang kesesuaian lahan pada durian, mangga dan pisang perlu menggunakan metode sistem informasi geografis dengan sebuah aplikasi baru bernama Sistem Informasi Durian *Internet of Things* (SiDurIoT) yang dapat diakses melalui *Smartphone* sebagai bentuk kebaruan penelitian.

Tujuan

Tujuan penelitian adalah membangun sistem informasi bernama “SiDurIoT” berbasis *Internet of Things* (IoT) terintegrasi dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk evaluasi kesesuaian lahan durian bawor. Piranti pengukuran akan ditempatkan di lokasi kebun durian yang tersebar di Kabupaten Banyumas. Aplikasi ini nantinya dapat diakses melalui *website* dan aplikasi *smartphone* yang dapat menampilkan hasil pengukuran kesesuaian lahan secara *realtime*, *output* hasil adalah peta sebaran durian *bawor* di Kabupaten Banyumas.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Banyumas yang terletak antara 70 15' 05" - 70 37' 10" Lintang Selatan dan antara 1080 39' - 1090 27' 15" Bujur Timur yang memiliki ketinggian ± 180 mdpl. Kabupaten Banyumas memiliki luas sebesar 132.759 ha terdiri dari 27 kecamatan, 271 desa serta 30 kelurahan.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan terdiri dari perangkat keras (*Hardware*) yang terdiri dari bahan habis pakai seperti sensor suhu dan kelembapan DHT22, Sensor TinyGPS++, Sensor Kecepatan Angin, Mikrokontroler ESP32, LCD I2C, Adaptor, USB dan *Box Cover*. Perangkat lunak (*Software*) terdiri dari Arduino IDE, PHP MQTT, Domain my.id, Fritzing dan ArcGIS versi 10.2. Alat ukur yang digunakan adalah *Thermohygrometer*, *Luxmeter*, *Anemometer*, GPS *Garmin 79s* dan *Soil Tester*. Sedangkan peralatan pendukung adalah Laptop, *Smartphone* dan *Tripod*.

Bahan yang digunakan adalah data sekunder berbentuk peta digital berupa peta curah hujan, suhu dan kelembapan yang didapat dari *zoom.earth temperatue forecast map*.

Metode

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *matching* dan *scoring* kesesuaian lahan menggunakan Sistem Informasi Geografis. Metode ini kemudian digabungkan dengan “SiDurIoT” berbasis *Internet of Things* (IoT) dalam kesesuaian lahan tanaman durian. Pengambilan sampel dilakukan berdasarkan produktivitas durian di Kabupaten Banyumas dengan mengambil 30 desa dengan 4 – 8 titik per desanya. Produktivitas yang menjadi acuan adalah kecamatan yang memiliki produktivitas di atas 1.000 kuintal berdasarkan data (BPS Banyumas, 2024). Pengambilan sampel dilakukan langsung di lapangan menggunakan peralatan yang tersedia yang kemudian dimasukkan ke dalam catatan.

Perangkat pengukuran data lapangan nantinya mengacu pada Tabel Kesesuaian Lahan yang sudah diolah berdasarkan sumber *durian acres, durian info, springer* dan penelitian menggunakan metode *Spatial Multi-Criteria* (Wahyu W et al., 2023).

Tabel 1. Kesesuaian Tanaman Durian

| Karakteristik Lahan | Kelas Kesesuaian lahan | | | |
|----------------------------------|------------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| | S1 | S2 | S3 | N |
| Temperatur Udara (°C) | 27-30 | 31-33 | 34-36 | > 36 |
| | | 24-26 | 21-23 | < 21 |
| Kelembapan (%) | 75-80 | 70-74 | 65-69 | < 65 |
| | | 81-85 | 86-90 | > 90 |
| | | 4,5-5,4 | 4,0-4,4 | < 4,0 |
| pH tanah | 5,5-6,5 | 6,6-7,0 | 7,1-7,5 | > 7,5 |
| | | 2,78-4,17 | 4,17-5,56 | >5,56 |
| Kecepatan Angin (m/s) | 0-2,78 | 2,78-4,17 | 4,17-5,56 | >5,56 |
| Intensitas Cahaya (<i>lux</i>) | 10.000-12.000 | 8.000-9.999 | 5.000-7.999 | < 5.000 |
| | | 12.001-14.000 | 14.001-16.000 | > 16.000 |
| Curah Hujan (mm/tahun) | 1.500-2.500 | 1.200-1.499 | 800-1.199 | < 800 |
| | | 2.501-3.000 | > 3.000 | > 3.500 |
| Kelembaban Tanah (%) | 60-80 | 50-59 | 40-49 | < 40 |
| | | 81-85 | 86-90 | > 90 |
| | | 20-24 | 15-19 | < 15 |
| Temperatur Tanah (°C) | 25-30 | 31-33 | 34-36 | > 36 |
| | | 801-1.200 | 1.201-1.500 | >1.500 |
| Ketinggian Lahan (mdpl) | 0-800 | 801-1.200 | 1.201-1.500 | >1.500 |
| Kemiringan Lahan (%) | 0-8 (rendah) | 9-15 (sedang) | 16-25 (curam) | >25 (sangat curam) |

Data yang diperlukan pada saat penelitian antara lain Data Suhu tahun 2018 – 2023, Data Curah Hujan 10 tahun terakhir, Peta Jenis Tanah, Peta Penggunaan Lahan dan Peta Kontur yang didapatkan dari Badan Informasi Geospasial (BIG). *Overlay* peta baru nantinya akan ditampilkan lewat layar *smartphone* melalui aplikasi “SiDurIoT”. Data Syarat tumbuh durian yang dimodifikasi dari beberapa penelitian sebelumnya. Lokasi didasarkan pada data produksi durian pada tahun 2023 berdasarkan Badan Pusat Statistik Kabupaten Banyumas dalam Angka (Maroeto et al., 2022).

Rancang Bangun SiDurIoT

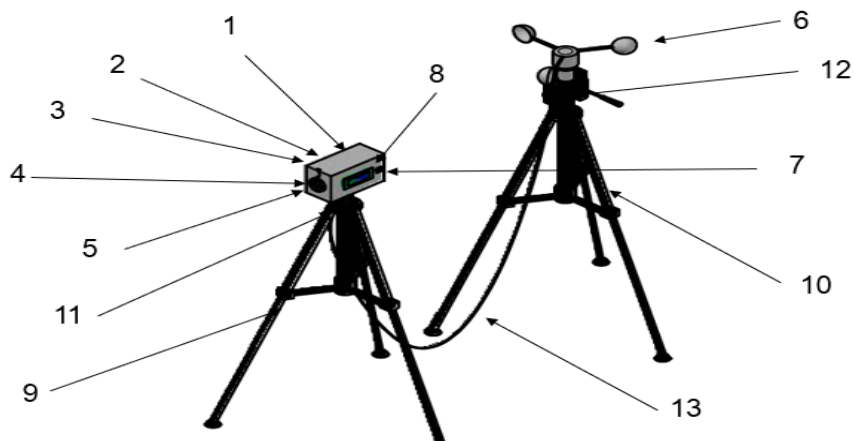
Desain Perangkat

Sistem deteksi SiDurIoT terdiri dari perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), alat ukur dan perangkat pendukung. Perangkat keras nantinya disimpan di 30 titik lokasi yang terletak di 30 desa yang tersebar di 7 kecamatan di Kabupaten Banyumas. Lokasi tersebut dipilih berdasarkan produksi buah durian yang kemudian dilakukan analisis

lapangan. Perangkat keras kemudian terhubung ke aplikasi SiDurIoT pada *Smartphone* melalui jaringan internet dalam menampilkan titik lokasi (*latitute, longitute*), suhu dan kelembapan dan kecepatan angin. Lalu data masukan dapat di-*input* melalui menu *input* data yaitu luas kebun, nama lokasi kebun, curah hujan, pH tanah, kelembapan tanah serta foto lokasi yang diamati. Data tersebut kemudian akan tersimpan pada website *siduriot.my.id*. Selain itu *website* dapat monitoring semua perangkat yang terhubung sehingga dapat melihat semua kondisi kebun durian secara *real-time*.

Perangkat Elektronik

Perangkat elektronik terdiri dari alat pengukur suhu dan kelembapan, kecepatan angin dan GPS yang terhubung ke jaringan internet dalam transfer data melalui aplikasi SiDurIoT.

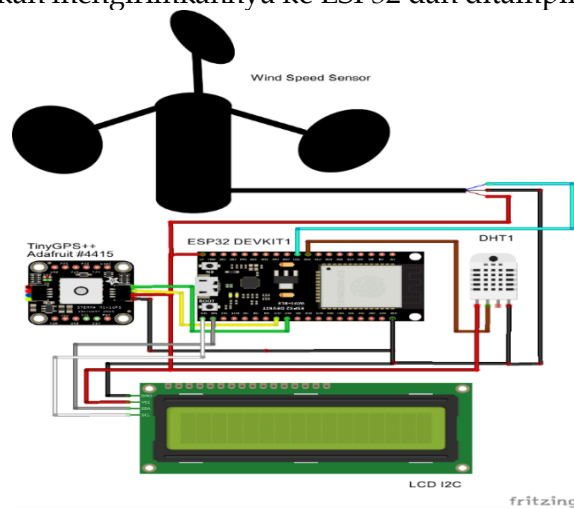


Gambar 1. Desain Perangkat. 1). *Box Cover* Elektronika, 2) *Power Supply*, 3). *Switch on/off*, 4). GPS, 5). Mikrokontroler. 6). Sensor Angin, 7) Sensor Suhu dan Kelembaban DH22, 8). LCD I2C, 9). Tripod Perangkat, 10). Tripod Sensor Angin, 11). *Holder* Tripod Perangkat, 12). *Holder* Tripod Sensor Angin, 13). Kabel Sensor Angin

Integrasi Sistem Informasi

Integrasi Sensor ke ESP32

Proses intergrasi sensor ke ESP32 dengan menghubungkan sensor suhu dan kelembapan udara DHT22, sensor kecepatan angin dan GPS ke *pin* yang ada pada mikrokontroler ESP32 menggunakan *library* dengan pengaturan *coding* pada Arduino IDE. Sensor akan membaca data pengukuran dan akan mengirimkannya ke ESP32 dan ditampilkan pada LCD I2C.



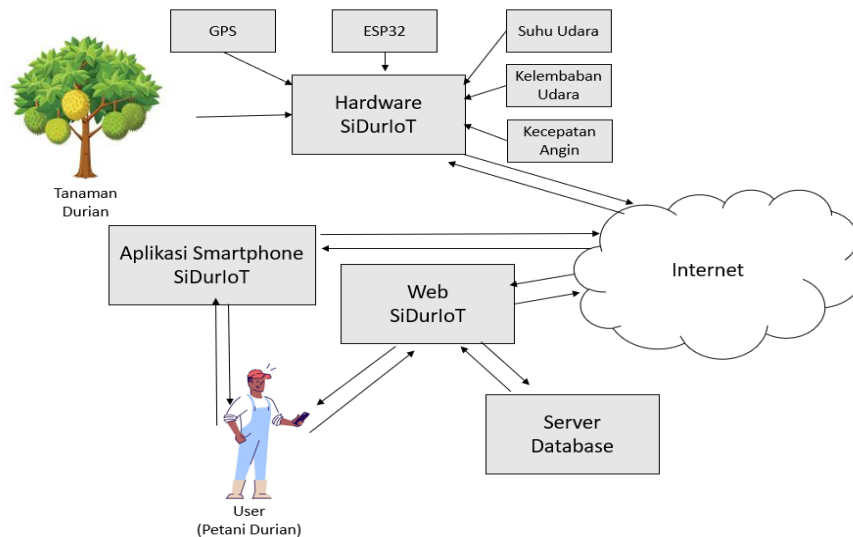
Gambar 2. Rangkaian Elektronik SiDurIoT

Proses integrasi ESP32 ke *website* menggunakan domain *my.id* menggunakan PHP MQTT sebagai pengaya yang sebelumnya menggunakan NEO Code yang terkoneksi dengan Arduino IDE. *Website* dinamai *siduriot.my.id* yang dapat diakses dengan *username* dan *password* yang ditentukan. Aplikasi *smartphone* yang digunakan dinamai "SiDurIoT" yang dapat *input* data di lapangan.

Pengumpulan Data

Berdasarkan pengamatan data sekunder yang dipakai adalah Peta Curah Hujan, Peta Jenis Tanah, Peta Penggunaan Lahan dan Peta Kontur. Sedangkan parameter yang diamati diambil dari lokasi kebun durian adalah sebagai berikut:

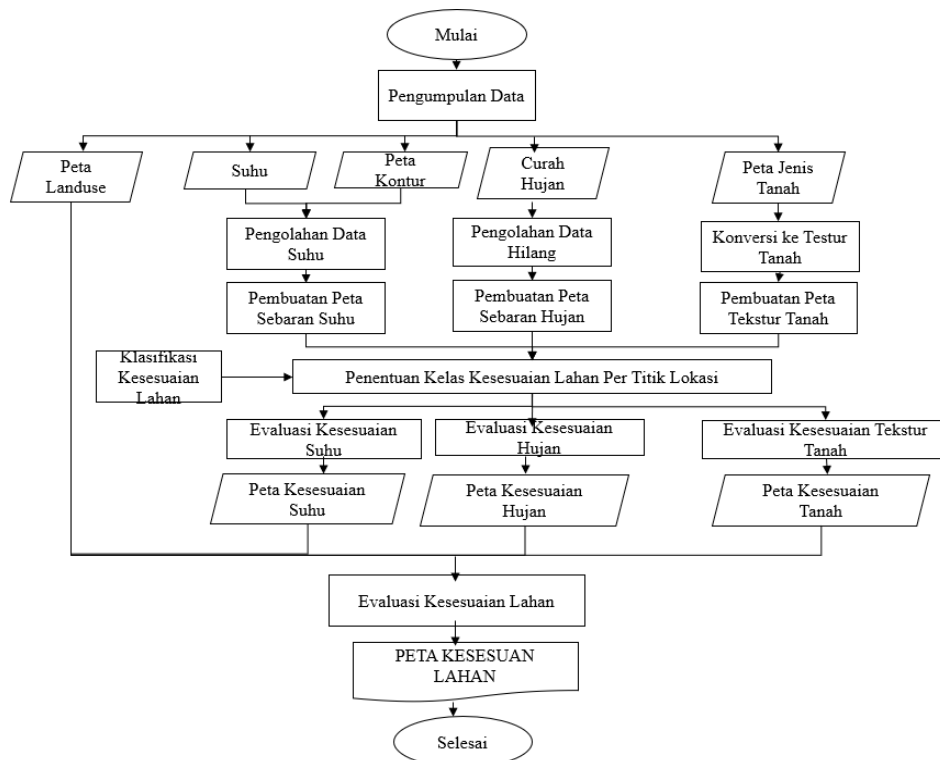
1. Lokasi Kebun Durian (*logitute, latitute*)
2. Suhu dan Kelembaban Udara ($^{\circ}\text{C}$, %)
3. Kecepatan Angin (m/s)
4. Intensitas Cahaya Matahari (lux)
5. pH Tanah
6. Kelembaban Tanah (%)
7. Suhu Tanah (%)



Gambar 3. Arsitektur Sistem SiDurIoT

Proses Penelitian

Data diambil dari beberapa titik koordinat yang terdiri dari perangkat evaluasi kesesuaian lahan memberikan informasi berupa peta, pilihan gambar untuk mengambil sampel. Peta terdiri dari peta *landuse*, peta kesesuaian suhu, peta kontur, peta hujan dan peta jenis tanah. Peta tersebut nantinya akan menjadi acuan lokasi kebun durian yang sedang panen, sehingga memudahkan dalam mencari durian *bawor*.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

Analisis Data

Analisis data kesesuaian lahan menggunakan *matching* dan *scoring* menggunakan Sistem Informasi Geografis. Penilaian kesesuaian lahan menggunakan metode *Spatial Multi Criteria Evaluation* (SMCE) merupakan proses mengintegrasikan data geografis menjadi keputusan kelayakan dihasilkan (Muliastari et al., 2023). Data diolah menggunakan ArcGIS 10.2 dengan perbandingan antara syarat tumbuh durian pada tabel 1 dengan data primer di lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Lahan

Kabupaten Banyumas memiliki luas wilayah 132.759 Ha yang merupakan produsen durian *bawor*. Banyumas terletak antara 7° 15' 05" – 7° 37' 10" Lintang Selatan dan antara 108° 39' – 109° 27' 15" Bujur Timur. Topografi dataran rendah dengan rata-rata 180 mdpl, yang terletak di bagian tengah, selatan serta membujur ke timur. Suhu udara rata-rata 26,3°C.

Kecamatan yang memiliki produktivitas tinggi antara lain Kemranjen, Sumpiuh, Kebasen, Tambak, Somagede, Banyumas, Kedungbanteng dan Cilongok. Kemranjen merupakan kecamatan dengan produksi mencapai 8074 kuintal pada tahun 2023, dimana Desa Alasmalang merupakan daerah penyumbang terbanyak. Selain itu Desa Kebarongan, Pageralang, Petarangan, Karanggintung, Karangsalam dan Kecila yang juga menyumbang produksi tidak kalah banyak. Desa Banjarpanepen, Ketanda, Selanegara dan Kradenan di Kecamatan Sumpiuh juga memiliki kebun durian yang banyak, terutama Desa Bogangin yang memiliki banyak varietas durian unggul.

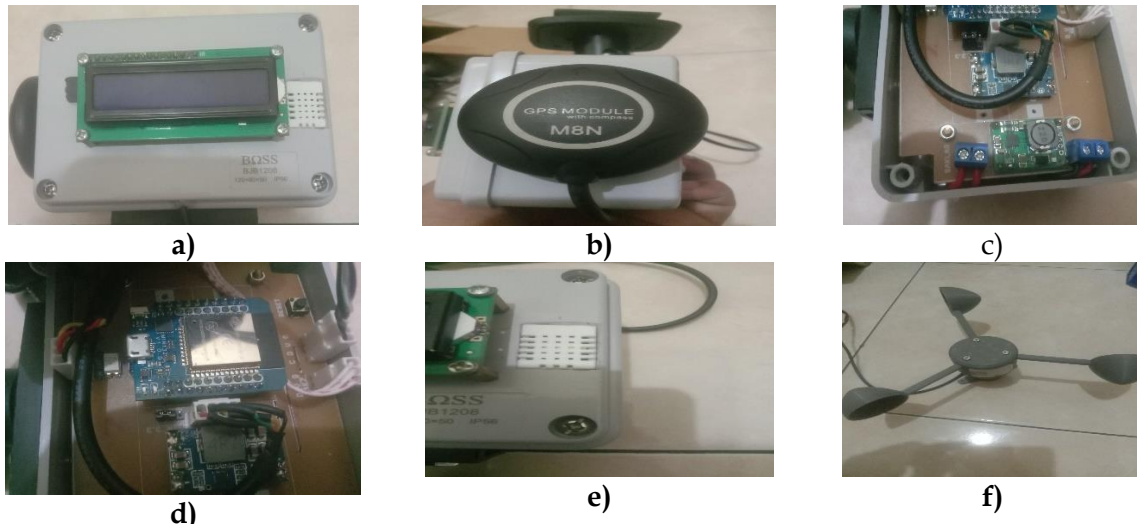
Beberapa lokasi lain yaitu Desa Kalisalak dan Adisana di Kecamatan Kebasen, Desa Tanggeran, Klinting, Kemawi, Kanding dan Piasa Kulon di Kecamatan Somagede. Desa Plana di Kecamatan Somagede yang merupakan pembudidaya durian kromo yang juga khas Banyumas. Kecamatan Tambak juga memproduksi durian yang tak kalah banyak terutama di Desa Watuagung, Kamulyan, Purwodadi, Karangpetir dan Gumelar Lor. Ada beberapa

daerah yang memiliki kebun durian cukup besar di antaranya Desa Langgongsari Cilongok, Desa Kutaliman, Kalikesur dan Dawuhan Wetan di Kecamatan Kedungbanteng. Lokasi tersebut representatif daerah keseluruhan wilayah Kabupaten Banyumas yang sepanjang mata memandang terdapat pohon durian.

Perangkat Sistem Informasi Durian IoT (SiDurIoT)

Rangkaian Perangkat Sensor Elektronika

Rangkaian elektronik merupakan komponen utama pada perangkat keras (*hardware*) yang disimpan di kebun durian, nanti mengirimkan melalui jaringan internet.



Gambar 5. Rangkaian Elektronik. A) Box Cover, b) Sensor TinyGPS++, c) Komponen Power Supply, d) ESP32, e) Sensor DHT22, f) Sensor Kecepatan Angin

Rangkaian Sistem Deteksi

Rangkaian sistem deteksi merupakan sebuah kesatuan, rangkaian *hardware* berfungsi sebagai alat ukur pengambil data di kebun durian. *Hardware* terhubung melalui sistem *Internet of Things* (IoT) yang nantinya dapat diakses melalui jaringan internet yang dapat mengirimkan data secara *real-time*. Data yang diambil perangkat adalah suhu dan kelembapan, kecepatan angin, *longitude* dan *latitude*.

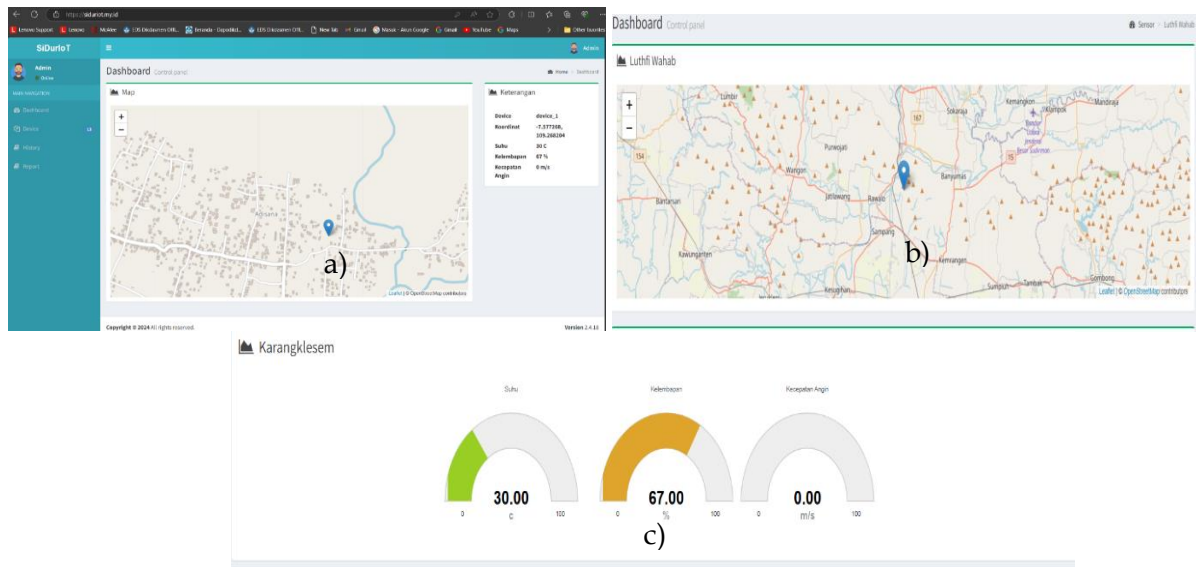


Gambar 6. Gambar Perangkat "SiDurIoT"

Perancangan Website

Tampilan *website* diakses melalui halaman www.siduriot.my.id yang didesain untuk menampilkan data berupa peta didapat dari *OpenstreetMap*. Suhu udara, kelembapan dan kecepatan angin dalam bentuk *pie* dan juga grafik. Informasi tentang *device* yang dipakai,

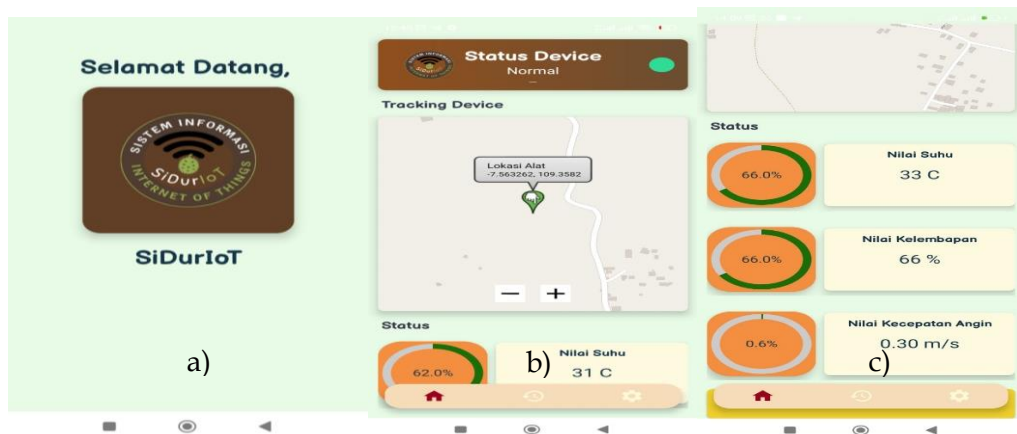
lokasi yang diinput melalui aplikasi SiDurIoT di *Smartphone* juga ditampilkan pada *website*. Hasil semua pembacaan data nantinya dapat ditampilkan dalam format Microsoft Excel.



Gambar 7. a). Tampilan *Dashboard*, b). Tampilan *Device*, c). Tampilan Suhu Udara, Kelembaban Udara, Kecepatan Angin

Perancangan Aplikasi Android

Aplikasi android pada *smartphone* menggunakan PHP MQTT yang terintegrasi langsung dengan *website* siduriot.my.id. Aplikasi tersebut nanti sebagai penampil dari perangkat yang ada di lapangan sekaligus *input* data pendukung. Penilaian pendukung yang dapat diambil adalah lokasi, jenis durian, luas areal kebun, kelembaban tanah, curah hujan dan foto lokasi terkini.

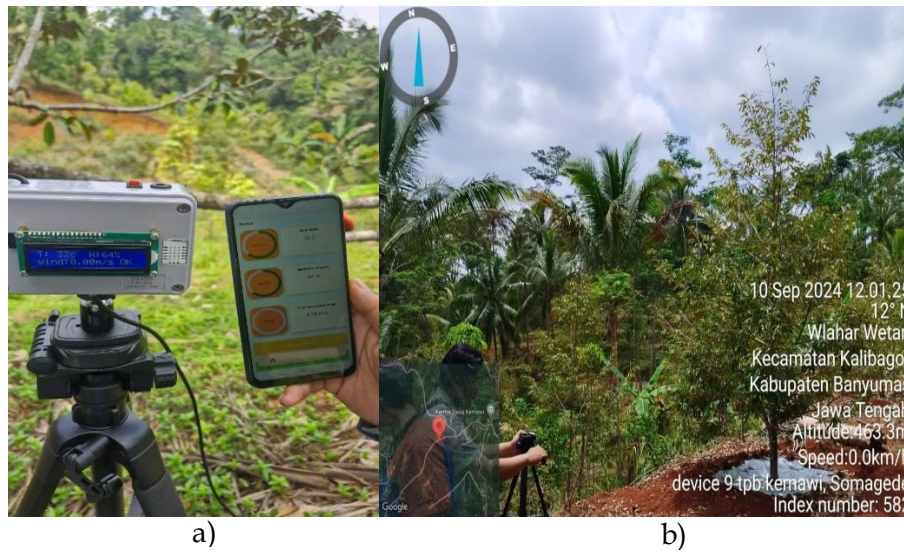


Gambar 8. Aplikasi “SiDurIoT” pada *Smartphone* a). Tampilan awal, b). Status Device, c). Status Pengukuran

Aplikasi di Lapangan

Perangkat “SiDurIoT” disimpan di Kebun Durian yang dianggap representatif untuk diamati dan diambil datanya. Proses pengambilan data dilakukan selama 7 hari pada setiap titik untuk memastikan data yang terkirim betul-betul stabil. Sedangkan pengambilan data lain dilakukan pada hari pertama dan hari ketujuh yang nantinya diambil rata-rata dari data yang diambil. Perangkat menggunakan tripod untuk memastikan perangkat dalam posisi

yang baik terutama pada daerah dengan topografi datar. Hasil pengambilan data menggunakan perangkat dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. A). Pengukuran dengan Smartphone, b). Lokasi Kebun Durian

Data hasil pengamatan perangkat disimpan di *website* SiDurIoT pada menu *result* dengan memilih periode yang diambil pada saat pengamatan. Data yang diperoleh tiap 1 menit sekali yang tersimpan terus menerus. Pemanfaatan *Agriculture Land Suitability Evaluator* (ALSE) untuk mendapatkan hasil dari pengamatan langsung di lapangan yang dibandingkan dengan pengamatan alat ukur (Jawaharlalnehru et al., 2022). Pemanfaatan SiDurIoT jauh lebih efektif dibandingkan dengan (Hartanto et al., 2019) sebelumnya mengingat tidak hanya dapat dilihat *real-time* dengan *web* tetapi dapat diakses dengan mobil *smartphone* yang dapat memasukkan data berupa foto dan keterangan. Berdasarkan beberapa testimoni sederhana dari petani durian, aplikasi ini bagus dan dapat dikembangkan lebih lanjut, meskipun untuk memilikinya menjadi perhatian mengingat harganya cukup mahal.

Nilai rata-rata pengamatan selama 10 hari nantinya akan menjadi acuan nilai yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengamatan Perangkat “SiDurIoT”

| LOKASI | | Latitute | Longitute | Temperat ur (°C) | Kelembapan (%) | Kecepatan Angin (m/s) |
|---------------|-----------|-----------|------------|------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Desa | Kecamatan | | | | | |
| Langgongsari | Cilongok | -7,400202 | 109,170430 | 29 | 61 | 1,8 |
| Alasmalang | Kemranjen | -7,344056 | 109,185870 | 36 | 68 | 2,1 |
| Pageralang | Kemranjen | -7,575584 | 109,298770 | 30 | 78 | 1,1 |
| Karangraou | Banyumas | -7,325576 | 109,172070 | 32 | 64 | 2,0 |
| Tanggeran | Somagede | -7,548833 | 109,312752 | 33 | 73 | 1,5 |
| Karangsalam | Kemranjen | -7,556202 | 109,311989 | 32 | 72 | 1,4 |
| Klinting | Somagede | -7,595798 | 109,386063 | 29 | 60 | 2,8 |
| Kemawi | Somagede | -7,359509 | 109,209618 | 29 | 72 | 1,5 |
| Banjarpanepen | Sumpiuh | -7,335676 | 109,213460 | 29 | 64 | 3,4 |
| Ketanda | Sumpiuh | -7,334766 | 109,212960 | 29 | 68 | 3,7 |
| Selanegara | Sumpiuh | -7,593441 | 109,368393 | 29 | 72 | 3,5 |

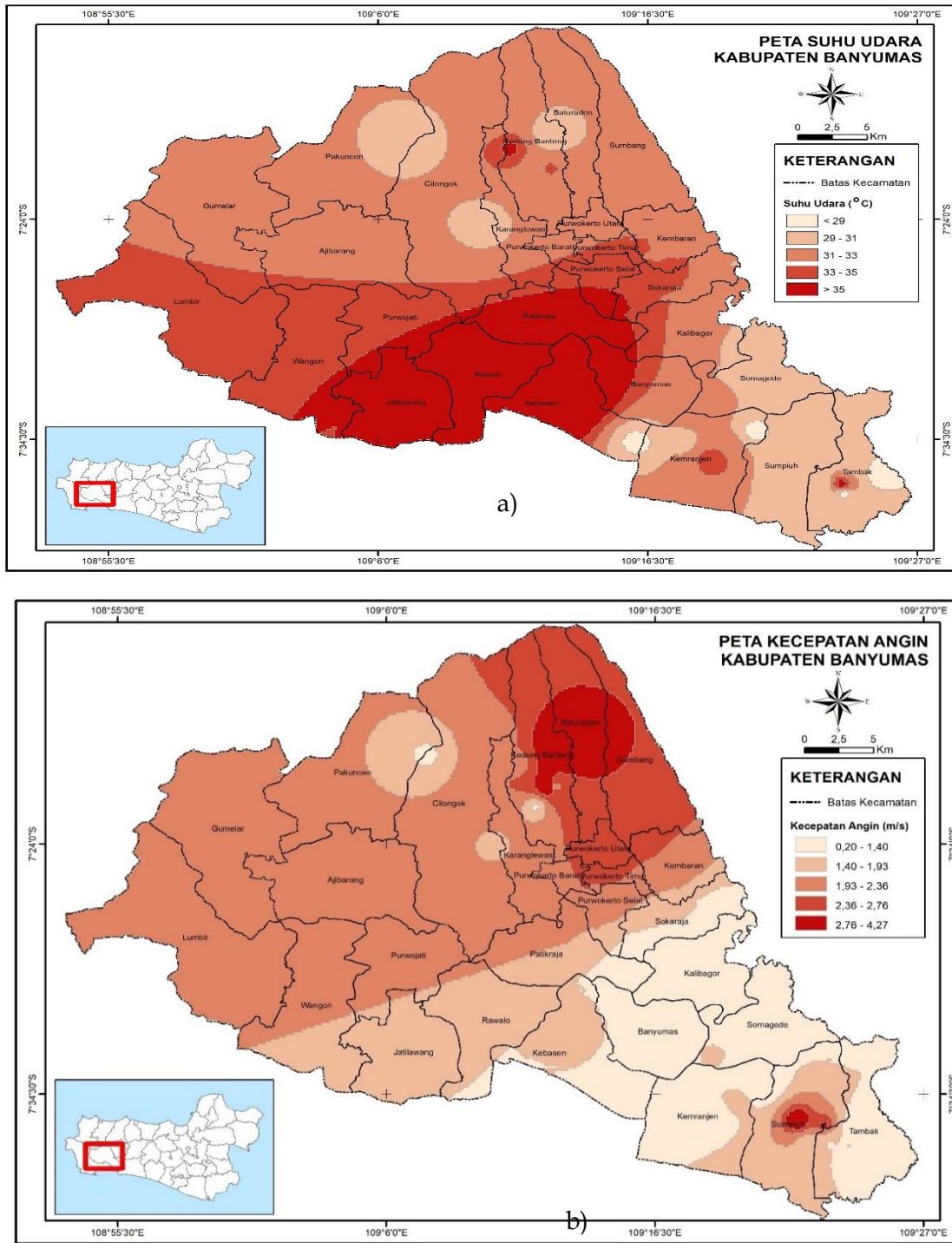
| | | | | | | |
|---------------|---------------|-----------|------------|----|----|-----|
| Bogangin | Sumpiuh | -7,359493 | 109,206960 | 30 | 73 | 4,9 |
| Kebarongan | Kemranjen | -7,359486 | 109,209590 | 31 | 61 | 3,5 |
| Kutaliman | Kedungbanteng | -7,337579 | 109,126321 | 29 | 68 | 1,3 |
| Dawuhan Wetan | Kedungbanteng | -7,373952 | 109,197655 | 33 | 75 | 1,3 |
| Kalisalak | Kebasen | -7,530988 | 109,219452 | 36 | 66 | 1,6 |
| Kalikesur | Kedungbanteng | -7,359494 | 109,209625 | 41 | 68 | 1,3 |
| Kanding | Somagede | -7,519170 | 109,341586 | 30 | 76 | 0,5 |
| Piasa Kulon | Somagede | -7,510459 | 109,361746 | 29 | 73 | 1,1 |
| Plana | Somagede | -7,493476 | 109,360099 | 31 | 68 | 0,4 |
| Kecila | Kemranjen | -7,591172 | 109,317914 | 35 | 68 | 1,1 |
| Petarangan | Kemranjen | -7,580254 | 109,328823 | 32 | 70 | 1,7 |
| Karanggintung | Kemranjen | -7,568674 | 109,344550 | 28 | 70 | 0,2 |
| Watuagung | Tambak | -7,597868 | 109,407495 | 30 | 73 | 0,2 |
| Kamulyan | Tambak | -7,610704 | 109,400884 | 37 | 63 | 1,4 |
| Purwodadi | Tambak | -7,602719 | 109,425693 | 27 | 65 | 1,0 |
| Karangpetir | Tambak | -7,617898 | 109,402215 | 28 | 65 | 1,0 |
| Gumelar Lor | Tambak | -7,610177 | 109,388787 | 29 | 64 | 1,4 |
| Kradenan | Sumpiuh | -7,609058 | 109,374439 | 31 | 78 | 1,7 |
| Adisana | Kebasen | -7,577307 | 109,268208 | 28 | 69 | 1,0 |

Temperatur dan Kelembaban Udara

Temperatur atau suhu udara dilakukan menggunakan sensor DHT22 didapatkan nilai rata-rata adalah 31,07 °C dimasukkan ke dalam kategori sesuai (S2). Sedangkan kelembapan rata-rata adalah 68,83% dan masuk ke dalam kategori sesuai marjinal (S3). Berdasarkan kategori suhu dan kelembapan, Kabupaten Banyumas cocok ditanami tanaman durian, terutama untuk daerah selatan sampai timur (Worku et al., 2024).

Kecepatan Angin

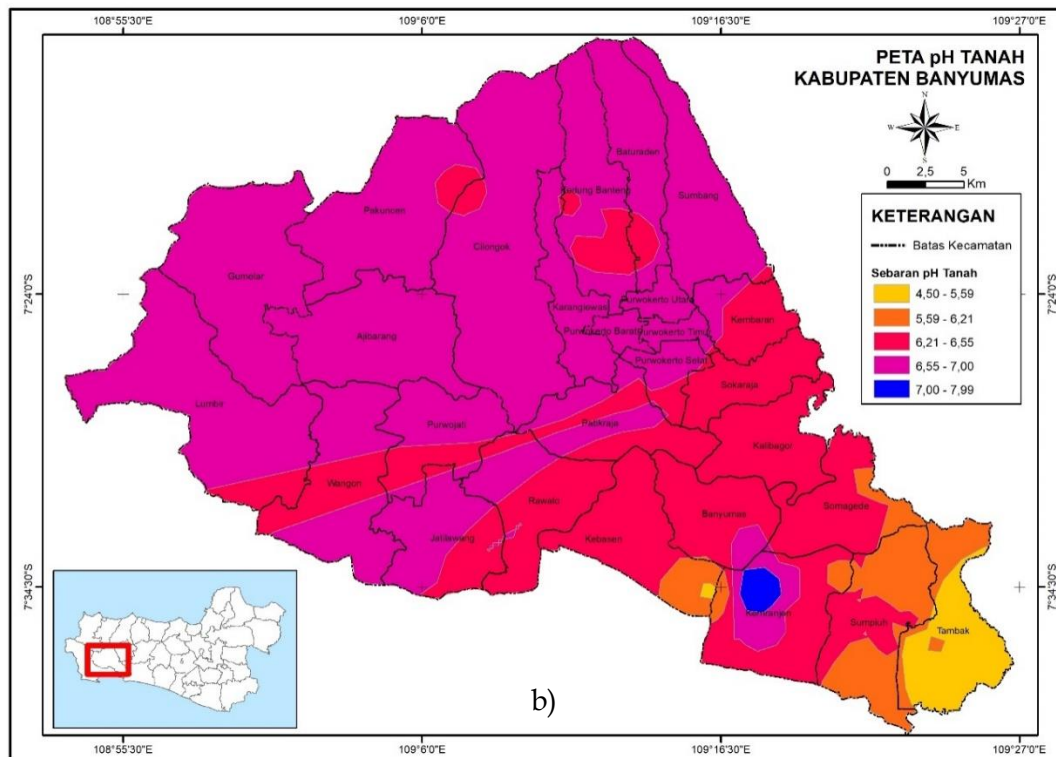
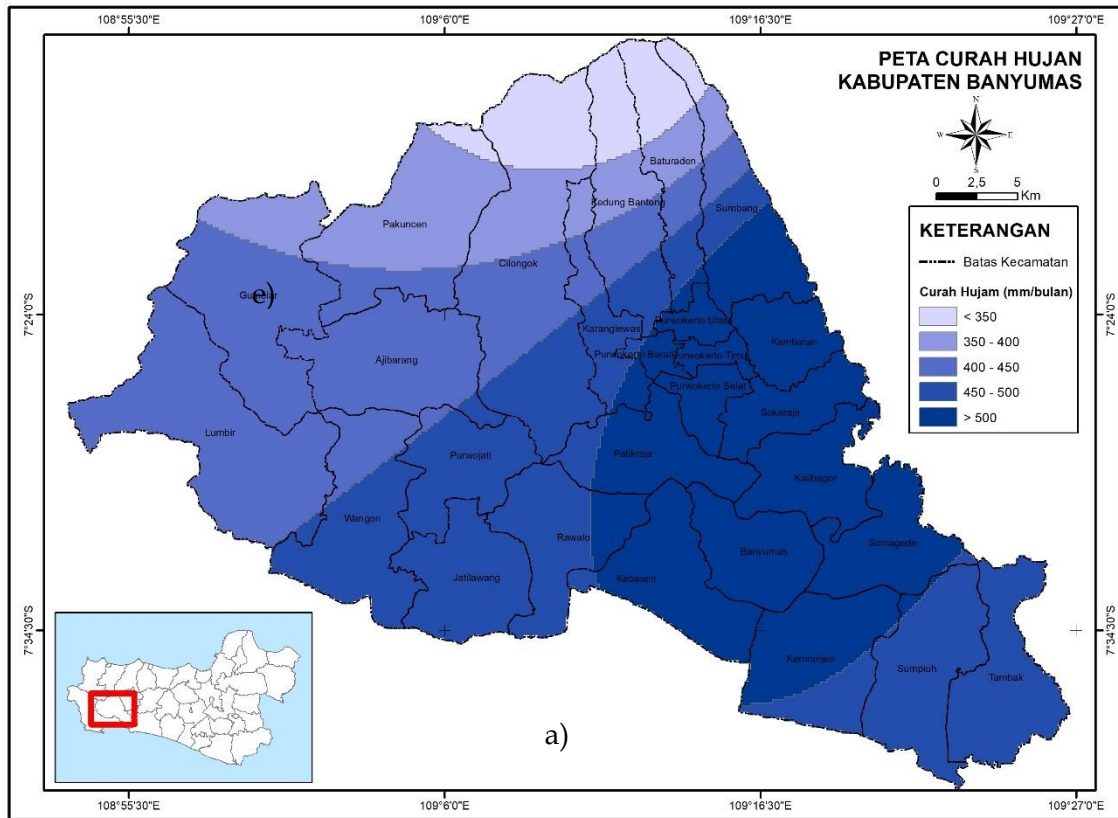
Kecepatan angin rata-rata adalah 1,71 m/s dan masuk ke kategori sangat sesuai (S1) sesuai dengan karakteristik durian seperti penelitian sebelumnya. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa tanaman durian cocok ditanam di daerah Banyumas terutama di Kecamatan Kemranjen, Sumpiuh, Kebasen, Tambak, Banyumas, Kedungbanteng dan Cilongok.

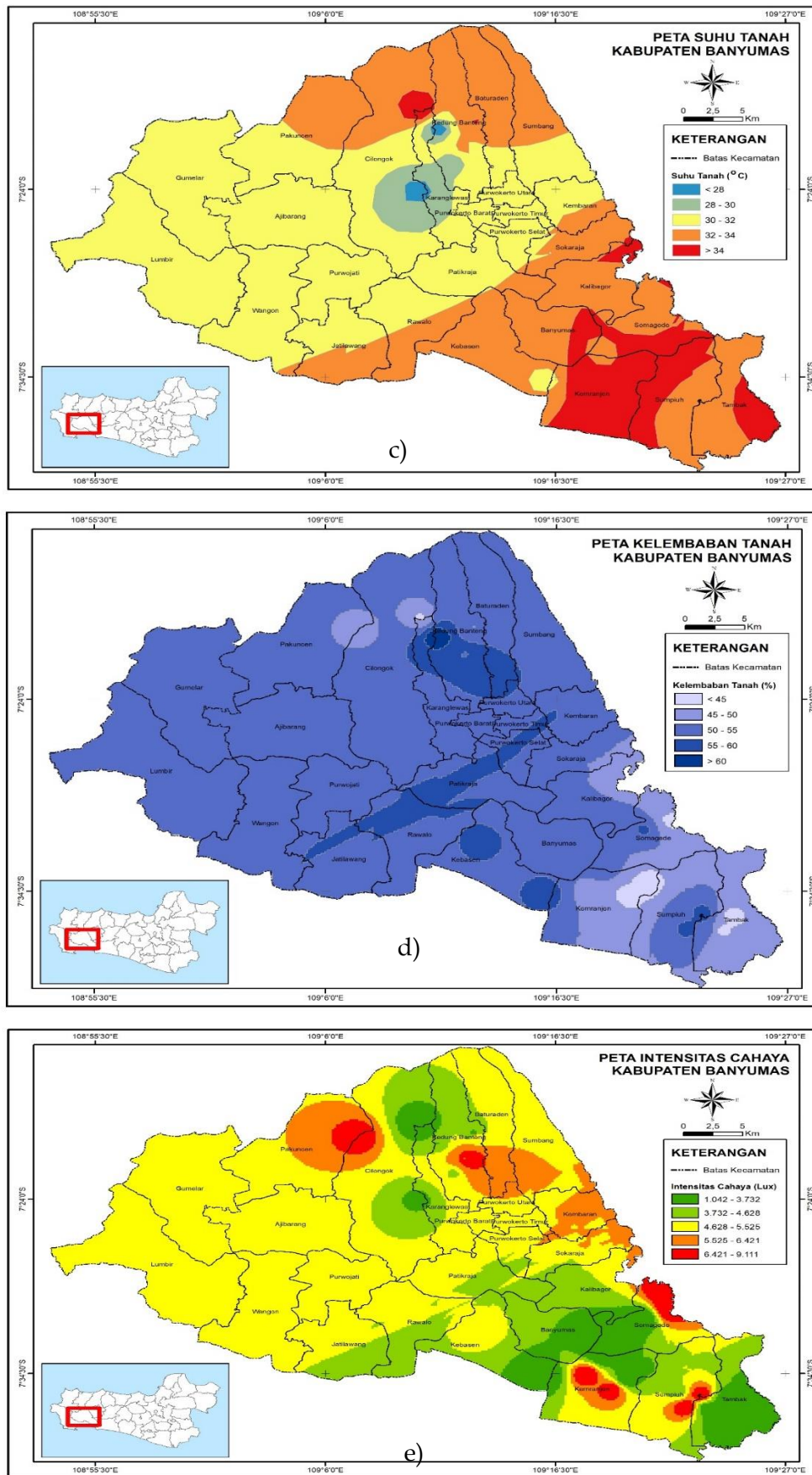


Gambar 10. a). Peta Suhu Udara, b). Kecepatan Angin

Parameter Evaluasi Lahan

Parameter evaluasi kesesuaian lahan yang diambil melalui pengukuran, kemudian di-input melalui aplikasi "SiDurIoT" yang ada pada *smartphone* yang meliputi curah hujan, pH tanah, suhu tanah, kelembaban tanah, intensitas cahaya dan lokasi kebun durian.





Gambar 11. a). Peta Curah Hujan, b). Peta pH Tanah, c). Suhu Tanah, d). Kelembaban Tanah dan e). Intensitas Cahaya

Curah Hujan

Tanaman durian tumbuh baik pada curah hujan antara 1.500 – 3.000 mm/tahun dan maksimal sekitar 3.500 mm/tahun. Curah hujan yang kurang dapat menyebabkan pertumbuhan terhambat, namun jika terlalu tinggi menyebabkan pembusukan pada perakaran. Curah hujan di Kabupaten Banyumas termasuk pada nilai 2.000 mm/tahun, dimasukkan ke dalam sangat sesuai (S1) sehingga sangat cocok ditanami tanaman durian. Tata tanam durian harus memperhatikan data curah hujan yang memungkinkan agar memperhatikan sistem monokultur dan sistem irigasi di kebun durian (Maroeto et al., 2022).

pH Tanah

Durian yang baik tumbuh pada pH tanah antara 5,5-7,5, dengan paling ideal mendekati nilai 5,5 (Saputra et al., 2021). pH tanah yang terlalu masam dan basa menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi terhambat dan memerlukan pemberian kapur pertanian. pH tanah di Kabupaten Banyumas memiliki nilai rata-rata 6,3 dan masuk ke dalam kategori sangat sesuai (S1).

Temperatur Tanah

Temperatur tanah yang cocok untuk tanaman durian adalah 15°C – 30°C dengan suhu ideal adalah 25°C – 30°C (Ryandi et al., 2022b). Temperatur tanah di Kabupaten Banyumas rata-rata adalah 29,93°C dan masuk ke dalam kategori sangat sesuai (S1).

Kelembaban Tanah

Kelembaban tanah di Kabupaten Banyumas memiliki rata-rata 50-60% yang termasuk ke sangat sesuai (S1) sehingga tanah di Kabupaten Banyumas sangat cocok ditanami durian.

Intensitas Cahaya

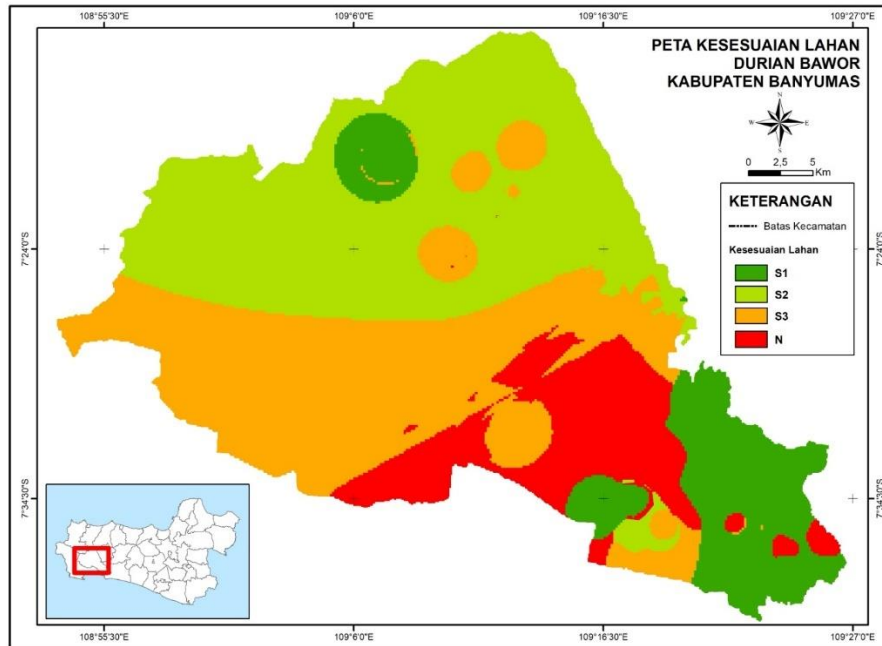
Intensitas cahaya yang ideal untuk tanaman durian berkisar antara 5000 – 16.000 lux, dengan intensitas optimal 10.000 – 12.000 lux. Intensitas cahaya matahari di Kabupaten Banyumas bernilai 5549 lux dan masuk kategori sesuai marjinal (S3), penanaman dengan sistem monokultur dapat memaksimalkan cahaya matahari yang ada pada kebun durian.

Lokasi Kebun

Lokasi kebun durian yang diamati berkisar pada 5 – 180 mdpl dan sangat ideal untuk pertumbuhan tanaman durian dan masuk ke dalam kategori sangat sesuai (S1). Sedangkan kemiringan lahan pada kebun durian berkisar antara 0 – 15 % yang termasuk ke dalam kemiringan rendah dan sedang dan termasuk ke dalam kategori S1 dan S2. Kategori tersebut sangat cocok dilakukan sebagai pusat budidaya tanaman yang sesuai dengan karakteristik lahan (Ryandi et al., 2022). Pada musim durian yaitu Oktober – Januari, durian akan sangat mudah dijumpai di jalan pusat di daerah Kabupaten Banyumas terutama Tambak, Sumpiuh dan Kemranjen.

Evaluasi Kesesuaian Lahan

Peta kesesuaian lahan pada tanaman durian *bawor* di Kabupaten Banyumas merupakan hasil dari *overlay* peta suhu udara, kecepatan angin, curah hujan, pH tanah, suhu tanah, kelembaban tanah dan intensitas cahaya matahari. Peta ini bertujuan mengetahui sebaran wilayah yang sesuai dan memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai kebun durian skala besar.



Gambar 12. Peta Kesesuaian Lahan Durian bawor di Kabupaten Banyumas

Lokasi yang merupakan sentra durian bawor di Kabupaten Banyumas memiliki nilai karakteristik kesesuaian lahan sangat sesuai (S1). Ada beberapa lokasi yang diklasifikasikan menjadi N ada lokasi pertanian padi dan pemukiman, sehingga sulit untuk dijadikan kebun durian skala besar. Garis merah (N) memanjang di sekitar sungai serayu yang merupakan tebing dan lahan pertanian lainnya yang merupakan lahan yang dimanfaatkan sebagai daerah konservasi. Adapun perbandingan daerah kesesuaian lahan dengan produksi durian pada tahun 2023 (BPS Banyumas, 2024) disajikan pada Tabel 3. Berdasarkan data, daerah yang merupakan sentra produksi durian sangat sesuai (S1), sedangkan yang tidak N ditandai dengan produktivitas yang rendah.

Tabel 3. Perbandingan Produksi dengan Kesesuaian Tanaman Durian

| Kecamatan | Produksi (kuintal) | Kesesuaian Lahan |
|---------------|--------------------|--------------------|
| Cilongok | 1.180 | Sesuai (S2) |
| Kemranjen | 28.757 | Sangat Sesuai (S1) |
| Banyumas | 1.703 | Cukup Sesuai (S3) |
| Somagede | 8.312 | Sangat Sesuai (S1) |
| Sumpiuh | 13.794 | Sangat Sesuai (S1) |
| Kedungbanteng | 7.820 | Sesuai (S2) |
| Kebasen | 11.068 | Cukup Sesuai (S3) |
| Tambak | 10.239 | Sangat Sesuai (S1) |

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Sistem Informasi Durian *Internet of Things* (SiDurIoT) adalah sistem untuk mengukur nilai kesesuaian lahan pada kebun durian yang nilainya didapat secara *real-time*. Sistem terdiri perangkat sensor elektronika berupa suhu dan kelembapan DHT22, kecepatan angin dan GPS terhubung ke ESP32 disajikan LCD. Perangkat terhubung melalui internet ke *website* siduriot.my.id dan aplikasi "SiDurIoT" pada *smartphone*. Kesesuaian lahan pada temperatur udara sesuai (S2), kelembapan udara sesuai marjinal (S3), kecepatan angin sangat sesuai (S1), curah hujan sangat sesuai (S1), pH tanah sangat sesuai (S1), temperatur tanah sangat sesuai

(S1), intensitas cahaya matahari sesuai marjinal (S3), ketinggian lahan sangat sesuai (S1) dan kemiringan lahan ada yang termasuk sangat sesuai (S1) dan sesuai (S2). Berdasarkan evaluasi kesesuaian, wilayah Kemranjen, Sumpiuh dan Tambak adalah lokasi paling sesuai dijadikan kebun durian karena memiliki produktivitas di atas 10.000 kuintal dengan kesesuaian S1.

Saran

Penelitian ini masih pada tahap *prototype* sehingga perlu penyempurnaan mulai dari *hardware*, *software* dan metode pengambilan data dalam bentuk *bigdata* yang dapat diakses semua orang. Pada penelitian berikutnya sensor dapat ditambah dengan perangkat disimpan di lokasi yang merupakan kebun percontohan sehingga data yang dihasilkan lebih aktual.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada DRTPM Kemendikbud yang telah memberikan dana pada Penelitian Dosen Pemula tahun 2024 dan pihak yang terlibat dalam penelitian ini.

PENDANAAN

Penelitian ini didanai oleh DRTPM Kemendikbud pada program Penelitian Dosen Pemula (PDP), nomor hibah 108/E5/PG.02.00.PL/2024

CONFLICT OF INTEREST

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dengan pihak mana pun, murni hasil dari penelitian yang dilakukan bersama dengan tim.

DAFTAR REFERENSI

- Abu, N. S., Bukhari, W. M., Ong, C. H., Kassim, A. M., Izzuddin, T. A., Sukhaimie, M. N., Norasikin, M. A., & Rasid, A. F. A. (2022). Internet of Things Applications in Precision Agriculture: A Review. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 3(3), 338-347. <https://doi.org/10.18196/jrc.v3i3.14159>
- Adrian, Widiatmaka, Munibah, K., & Firmansyah, I. (2022). Evaluate land suitability analysis for rice cultivation using a GIS-based AHP multi-criteria decision-making approach: Majalengka Regency, West Java Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1109(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1109/1/012062>
- Alazzai, W. K., Abood, B. S. Z., Al-Jawahry, H. M., & Obaid, M. K. (2024). Precision Farming: The Power of AI and IoT Technologies. *E3S Web of Conferences*, 491. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202449104006>
- Badru, L., Twaib, S., Oguti, V., Bongomin, O., & Ocen, G. G. (2022). Landslides Mapping and Design of IoT-based Susceptibility Prediction System: A Case Study of Bududa District in Uganda. *ResearchSquare*, 1-17. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1370941/v1>
- Basuki, B., Mandala, M., Bowo, C., & Fitriani, V. (2022). Evaluation of the suitability of a sugarcane plant in mount argopura's volcanic land using a geographic information system. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 10(1), 145-160. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v10i1.315>
- Bazargani, J. S., Sadeghi-Niaraki, A., & Choi, S. M. (2021). A survey of gis and iot integration: Applications and architecture. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(21). <https://doi.org/10.3390/app112110365>
- BPS Banyumas. (2024). Kabupaten Banyumas Dalam Angka 2024. In E. Budhia (Ed.), *BPS Kabupaten Banyumas* (2024th ed., Vol. 49, pp. 120-129). BPS Kabupaten Banyumas.
- Dewantara, R., & Azis, D. (2021). Evaluasi Kesesuaian Lahan Perkebunan Tembakau Di Kabupaten Aceh Tengah Menggunakan Analisis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Pendidikan Geosfer*, 6(1), 27-35. <https://doi.org/10.23701/jpg.v%vi%i.22099>

- Fauzi, F. R., Abdullah, S. H., & Priyati, A. (2018). Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Komoditas Padi dengan Memanfaatkan Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) di Kabupaten Lombok Tengah. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 6(2), 131–140. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v6i2.87>
- Hartanto, R., Arkeman, Y., Hermadi, I., Sjaf, S., & Kleinke, M. (2019). Intelligent Unmanned Aerial Vehicle for Agriculture and Agroindustry. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 335(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/335/1/012001>
- Jawaharlalnehru, A., Sambandham, T., Sekar, V., Ravikumar, D., Loganathan, V., Kannadasan, R., Khan, A. A., Wechtaisong, C., Haq, M. A., Alhussen, A., & Alzamil, Z. S. (2022). Target Object Detection from Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Images Based on Improved YOLO Algorithm. *Electronics (Switzerland)*, 11(15), 1–16. <https://doi.org/10.3390/electronics11152343>
- Lanya, I., & Manalu, T. J. (2021). Remote sensing and GIS application for mapping data base of sustainable agriculture land in Denpasar City. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 648(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/648/1/012003>
- Maroeto, Fauzi, A., Santoso, W., Siswanto, Idhom, M., & Priyadharsini, R. (2022). Assessment of Land Suitability Evaluation for Plantation Crops Using AHP-GIS Integration in the Wonosalam Forest Area, East Java. *Universal Journal of Agricultural Research*, 10(5), 569–586. <https://doi.org/10.13189/ujar.2022.100512>
- Mugiyo, H., Chimonyo, V. G. P., Sibanda, M., Kunz, R., Masemola, C. R., Modi, A. T., & Mabhaudhi, T. (2021). Evaluation of land suitability methods with reference to neglected and underutilised crop species: A scoping review. *Land*, 10(2), 1–24. <https://doi.org/10.3390/land10020125>
- Muliasari, A. A., Wassahua, Z., Meliala, M. G., Sartika, I., & Septian, R. (2023). Coffee Land Mapping Using Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) Multispectral Remote Sensing. *Universal Journal of Agricultural Research*, 11(6), 1077–1088. <https://doi.org/10.13189/ujar.2023.110615>
- Nungula, E. Z., Mugwe, J., Massawe, B. H. J., Seleiman, M. F., Ali, N., & Gitari, H. I. (2024). GIS-AHP based approach in land evaluation and suitability assessment for sunflower (*Helianthus annuus*) production. *Cogent Food and Agriculture*, 10(1), 1–22. <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2309831>
- Puttinaovarat, S., Saeliw, A., Kongcharoen, J., Pruitikanee, S., Pengthorn, P., Ketkaew, A., & Khaimook, K. (2024). Mobile Web Application for Durian Orchard Management and Geospatial Data Visualization Using Deep Learning. *TEM Journal*, 1837–1848. <https://doi.org/10.18421/tem133-12>
- Roslin, N. A., Che'ya, N. N., Rosle, R., & Ismail, M. R. (2021). Smartphone Application Development for Rice Field Management Through Aerial Imagery and Normalised Difference Vegetation Index (NDVI) Analysis. *Pertanika Journal of Science and Technology*, 29(2), 809–836. <https://doi.org/10.47836/pjst.29.2.07>
- Ryandi, A. D., Budiono, N., & Rif'an, M. (2022). Evaluation of Land Suitability for Durian (*Durio zibethinus*), Mango (*Mangifera indica*), and Banana (*Musa sp.*) Cultivation in Banyumas Regency ARTICLE INFO ABSTRACT. *Open Soil Science and Environment*, 01(01), 35–49. soilenvironment.com
- Saputra, M. F., Adyatma, S., & Arisanty, D. (2021). Evaluasi Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Durian Menggunakan Metode Matching. *Jambura Geoscience Review*, 3(1), 18–31. <https://doi.org/10.34312/jgeosrev.v3i1.5652>
- Sariani, S., Saida, S., Boceng, A., & Katili, H. A. (2023). Evaluasi Lahan Sebagai Dasar Pengembangan Tanaman Buah-Buahan Unggulan Di Kecamatan Tinangkung Selatan Kabupaten Banggai Kepulauan. *Savana Cendana*, 8(01), 18–24. <https://doi.org/10.32938/sc.v8i01.1979>

- Silalahi, A. V., & Rosyadi, R. I. (2024). Evaluasi Kesesuaian Lahan Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Desa Pucaksari Kecamatan Busungbiu Kabupaten Buleleng Menggunakan Analisis Sistem Informasi Geografi. *SPATIAL: Wahana Komunikasi Dan Informasi Geografi*, 24(1), 21–30. <https://doi.org/https://doi.org/10.21009/spatial.241.003>
- Sinchana, G. S., Choodarathnakara, A. L., & Arpitha, G. A. (2023). A Review on Land Suitability Mapping Using Geospatial Technology. *The Mysore Journal of Agricultural Sciences Mysore J. Agric. Sci*, 57(3), 55–79.
- Taiyeb, A. (2023). Kesesuaian Lahan Bagi Pertumbuhan Durian (*Durio zibethinus* Murr.) di Desa Parisan Agung Kecamatan Dampelas Kabupaten Donggala. *Agroland: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 30(2), 136–146. <https://doi.org/10.22487/agrolandnasional.v30i2.1711>
- Tehrani, F. S., Calvello, M., Liu, Z., Zhang, L., & Lacasse, S. (2022). Machine learning and landslide studies: recent advances and applications. *Natural Hazards*, 114(2), 1197–1245. <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05423-7>
- Thereza, N., Saputra, I. P. A., & Husin, Z. (2021). Rancang Bangun Geographic Information System (GIS) Sebagai Pengembangan Sistem Monitoring Area Perkebunan Berbasis IoT. *Jurnal Teknokompak*, 15(1), 40–54. <https://doi.org/https://doi.org/10.33365/jtk.v15i1.908>
- Thirugnanam, H., Uhlemann, S., Reghunadh, R., Ramesh, M. V., & Rangan, V. P. (2022). Review of Landslide Monitoring Techniques With IoT Integration Opportunities. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 15, 5317–5338. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2022.3183684>
- Wahyu W, A., Ngadisih, N., Setyawan, C., & Khoiru Zaki, M. (2023). Spatial Multi Criteria Evaluation Dan Weighted Linear Combination Untuk Evaluasi Kesesuaian Lahan Kakao: Kasus Desa Nglanggeran - Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 11(1), 102–112. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v11i1.438>
- Worku, D., Boja, A., & Fantu, A. (2024). Evaluation of land suitability areas for irrigation using GIS and AHP-based tools in the case of Zenti River Catchment, Gofa district, Ethiopia. *Cogent Engineering*, 11(1), 1–17. <https://doi.org/10.1080/23311916.2024.2345519>
- Yusianto, R., Marimin, Suprihatin, & Hardjomidjojo, H. (2020). IoT Based Smart Agro-Industrial Technology With Spatial Analysis. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(3), 319–328. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2020.30.3.319>
- Zhu, Y., Zhou, J., Yang, Y., Liu, L., Liu, F., & Kong, W. (2022). Rapid Target Detection of Fruit Trees Using UAV Imaging and Improved Light YOLOv4 Algorithm. *Remote Sensing*, 14(17), 1–18. <https://doi.org/10.3390/rs14174324>