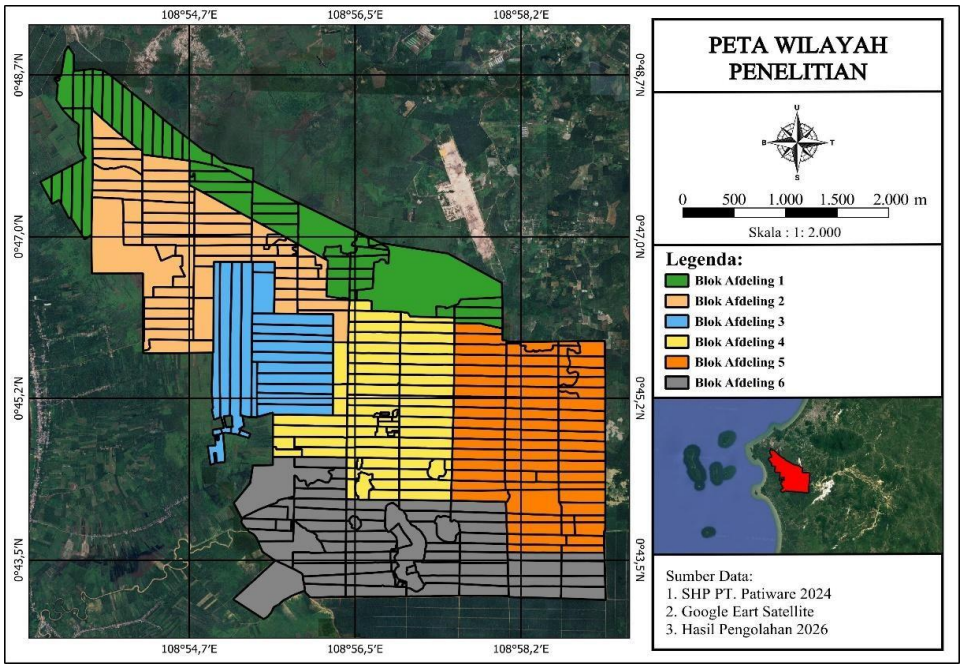
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian

Lokasi penelitian berada di PT. Patiware yang secara administratif terletak di Desa Karimunting, Kecamatan Sungai Raya Kepulauan, Kabupaten Bengkayang, Provinsi Kalimantan Barat. Kawasan penelitian merupakan areal perkebunan kelapa sawit yang digunakan untuk kegiatan budidaya, pemeliharaan tanaman, serta produksi Tandan Buah Segar (TBS). Secara umum, wilayah penelitian memiliki topografi datar hingga landai sehingga mendukung aktivitas operasional perkebunan, terutama pada kegiatan pemeliharaan tanaman, pemanenan, dan pengangkutan hasil panen.

Pada beberapa bagian wilayah dijumpai area rawa dan genangan yang dipengaruhi oleh kondisi hidrologi serta sistem drainase perusahaan. Selain areal tanaman kelapa sawit, kawasan penelitian juga didukung oleh berbagai fasilitas operasional, seperti jalan produksi, jaringan drainase, emplasemen, pabrik kelapa sawit, dan area pembibitan. Keberadaan fasilitas tersebut mendukung kelancaran kegiatan operasional dan distribusi hasil produksi. Wilayah penelitian dibagi kedalam beberapa afdeling sebagai petak bidang pengelolaan kebun.

Wilayah penelitian dibagi ke dalam enam afdeling sebagai unit pengelolaan kebun. Setiap afdeling terdiri atas beberapa blok yang digunakan sebagai satuan operasional dalam kegiatan budidaya, pemeliharaan tanaman, dan pemanenan. Pembagian tersebut mempermudah pelaksanaan kegiatan budidaya, pemeliharaan, pemanenan, dan pemanenan. Pembagian tersebut mempermudah pengelolaan kebun serta evaluasi produktivitas pada masing-masing afdeling. Peta lokasi penelitian beserta pembagian afdeling disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Lokasi Penelitian PT. Patiware.

4.2 Hasil Identifikasi Penggunaan Lahan

Identifikasi penggunaan lahan merupakan suatu tahapan penting dalam analisis spasial karena dapat menggambarkan bentuk pemanfaatan ruang yang dilakukan pada suatu wilayah. Identifikasi penggunaan lahan di perkebunan kelapa sawit sangatlah berperan sebagai dasar untuk memahami distribusi area produksi, kawasan konservasi, dan area pendukung operasional perusahaan sehingga dapat digunakan dalam proses perencanaan dan pengelolaan lahan secara berkelanjutan (Ginting dan Wiratmoko, 2021). Menurut Thereza *et al.* (2021), analisis penggunaan lahan berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) mampu memberikan informasi spasial yang akurat mengenai distribusi dan perubahan penggunaan lahan pada kawasan perkebunan. Penerapan teknologi ini memungkinkan integrasi data citra satelit untuk memetakan perubahan fungsi lahan secara *real-time*, yang krusial dalam mitigasi tekanan terhadap kawasan konservasi (Riska *et al*. 2025).

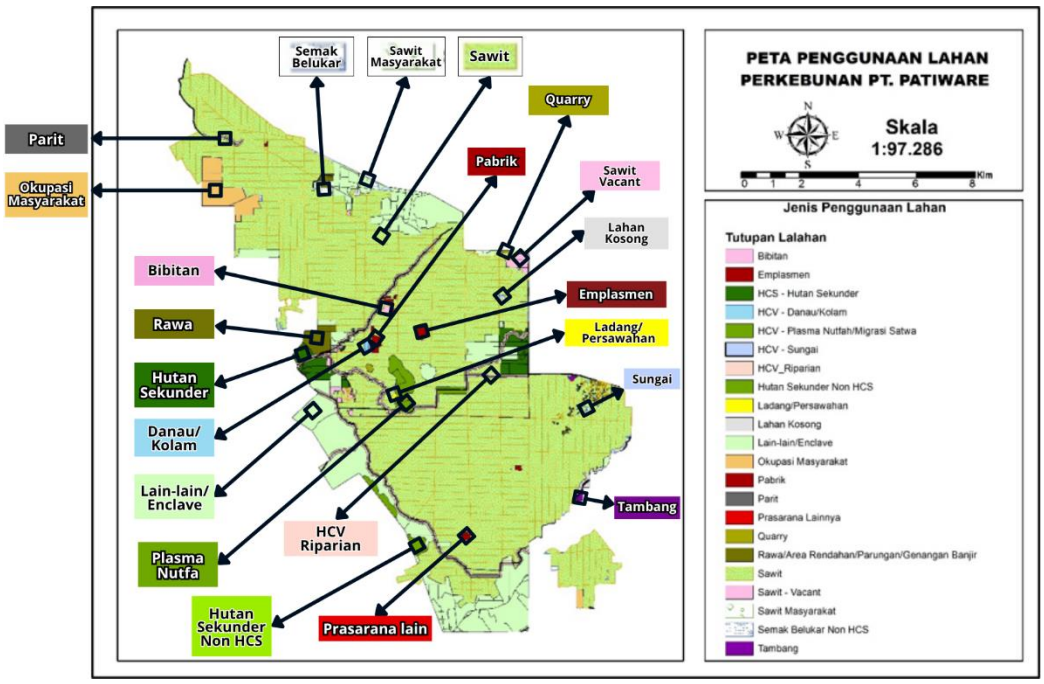
4.2.1 Hasil Interpretasi Penggunaan Lahan

Berdasarkan hasil interpretasi citra drone dan proses digitasi menggunkan perangkat lunak QGIS, wilayah penelitian di PT. Patiware terdiri atas beberapa kelas penggnaan lahan yang menggambarkan kondisi aktual kawasan perkebunan. Interpretasi dilakukan berdasarkan karakteristik visual objek pada citra, meliputi rona, warna, bentuk, ukuran, pola, dan konteks objek, kemudian diverifikasi dengan data pendukung perusahaan sehingga diperoleh peta penggunaan lahan yang menggambarkan kondisi eksisting wilayah penelitian.

Hasil interpretasi menunjukkan bahwa penggunaan lahan di wilayah penelitian terdiri atas sepuluh kelas, yaitu 1) perkebunan kelapa sawit, yang merupakan kelas dominan sebagai area budidaya utama perusahaan; 2) lahan lain atau enclave, yaitu ara di dalam kawasan konsensi bukan merupakan bagian dari areal pengelolaan perusahaan; 3) okupasi masyarakat, yaitu lahan yang digarap atau di kuasai oleh masyarakat di dalam maupun perbatasan dengan areal perkebunan; 4) kawasan *High Conservation Value* (HCV) dan *High Carbon Stock* (HCS), yaitu kawasan yang memiliki nilai konservasi tinggi dan cadangan karbon tinggi sehingga harus di pertahankan fungsi ekologisnya; 5) kawasan riparian, yaitu zona penyangga di sepanjang badan sungai yang berfungsi menjaga kestabilan ekosistem dalam skema kemitraan dengan masyarakat sekitar; 6) kawasan plasma, yaitu area perkbunan yang dikelola oleh perusahaan dan kemitraan bersama dengan masyarakat sekitar; 7) rawa atau area genangan, yaitu lahan basah yang secara alami tergenang air baik secara musiman maupun permanan; 8) semak belukar, yaitu vegetasi non-produktif hasil suksesi alami pada lahan yang belum atau tidak dikelola; dan 9) area yang belum ditanami (*vacant*), yaitu lahan terbuka yang berada dalam kawasan konsesi namun belum di manfaatkan untuk penanaman.

Keberadaan penggunaan lahan tersebut mencerminkan kompleksitas kondisi eksisting kawasan perkebunan yang tidak hanya terdiri atas area budi daya, tetapi juga mencakup area konservasi, area bernilai sosial (okupasi dan plasma), serta area dengan karakteristik fisik khusus (riparian, rawa, dan lahan terbuka). Ini menjadi dasar penting dalam analisis produktivitas lahan serta penyusunan zona pengelolaan pada tahap selanjutnya, karena setiap kelas penggunaan lahan memiliki karakteristik dan potensi pengelolaan yang berbeda. Persebaran spasial

masingmasing kelas penggunaan lahan pada wilayah penelitian di PT. Patiware disajikan pada Gambar 4. Sumber Peta: PT. Patiware 2024



Gambar 4. Peta Penggunaan Lahan PT. Patiware.

4.2.2 Luas dan Persentase Penggunaan Lahan

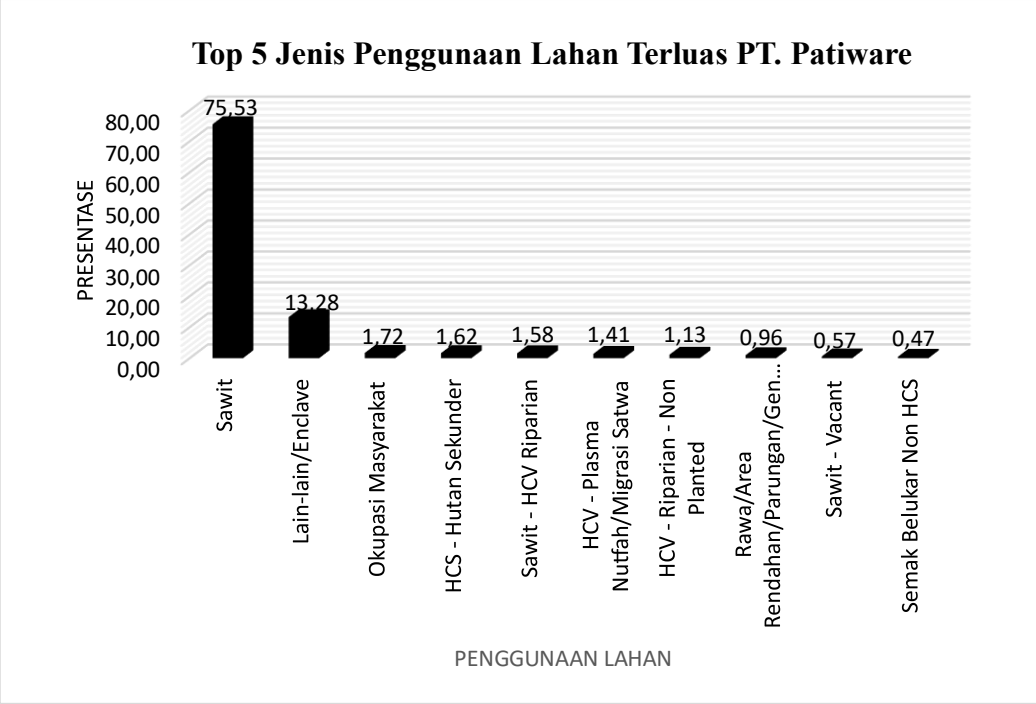
Berdasarkan hasil perhitungan luas penggunaan lahan, diperoleh total luas keseluruhan petak bidang lahan pada wilayah penelitian PT. Patiware sebesar 10.413,69 ha. Rincian luas dan persentase masing-masing kelas penggunaan lahan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Luas dan Presentase Penggunaan Lahan di PT. Patiware

Penggunaan Lahan	Luas/Ha	Persentase (%)
Sawit	7.865,43	75,53
Lain-lain/Enclave	1.382,89	13,28
Okupasi Masyarakat	179,06	1,72
HCS - Hutan Sekunder	168,88	1,62
Sawit - HCV Riparian	164,87	1,58
HCV-Plasma Nutfah/Migrasi Satwa	146,56	1,41
HCV - Riparian - Non Planted	117,30	1,13
Rawa/Area Rendahan/Parungan/ Genangan Banjir	100,16	0,96
Sawit - Vacant	59,10	0,57
Semak Belukar Non HCS	49,01	0,47
Emplasmen	41,10	0,39
HCV - Sungai	28,29	0,27
Parit	18,91	0,18
Lahan Kosong	16,70	0,16
Pabrik	14,16	0,14

HCV - Riparian - Planted	13,09	0,13
Sawit Masyarakat	11,27	0,11
Quarry	9,57	0,09
Tambang	9,54	0,09
HCV - Danau/Kolam	7,93	0,08
Bibitan	5,89	0,06
Ladang/Persawahan	2,55	0,02
Hutan Sekunder Non HCS	1,41	0,01
Prasarana Lainnya	0,03	0,00
Total	**10,413,70**	**100,00**

Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa areal penggunaan lahan di PT. Patiware menghasilkan total area seluas 10.413,69 ha, yang tersebar ke dalam dua puluh empat kelas penggunaan lahan dengan proporsi yang bervariasi, sebagaimana disajikan pada Tabel 2 dan divisualisasikan pada Gambar 5. Berikut diuraikan sepuluh kelas penggunaan lahan dengan lima jenis penggunaan lahan terluas yang mendominasi karakteristik wilayah PT. Patiware.



Gambar 5. Grafik Presentase Penggunaan Lahan di PT. Patiware

Kelas penggunaan lahan dengan luasan tertinggi adalah perkebunan kelapa sawit, yaitu mencapai 7.865,43 ha atau setara 75,53% dari keseluruhan luas wilayah PT. Patiware. Tingginya persentase ini mengindikasikan bahwa sebagian besar kawasan telah dialih fungsikan dan dikelola secara intensif sebagai areal TM, yaitu tanaman kelapa sawit yang sudah dapat diambil hasilnya secara rutin, umumnya berusia 3 hingga 25 tahun hingga saat diremajakan kembali (Riza *et al*., 2021), yang merupakan aktivitas inti sekaligus pendapatan utama perusahaan. Ini menjadikan

PT. Patiware sebagai entitas usaha yang bergerak di sektor perkebunan kelapa sawit, sehingga alokasi lahan terbesar diarahkan untuk mendukung kegiatan produksi.

Penggunaan lahan terbesar kedua adalah kelas lahan lain-lain/*enclave* dengan luas 1.381,89 ha dengan persentase sebesar 13,28% dari total luas wilayah. Area ini merupakan kawasan yang berada di dalam atau berbatas langsung dengan area perusahaan tetapi dimanfaatkan untuk kepentingan lain sehingga tidak termasuk ke dalam area budidaya kelapa sawit. Cukup besarnya proporsi *enclave* ini perlu menjadi perhatian khusus dalam perencanaan pengelolaan kawasan ke depan, mengingat keberadaannya dapat memengaruhi efisiensi operasional maupun tata kelola batas areal perusahaan.

Selain dua kelas dominan tersebut, teridentifikasi juga sejumlah kelas penggunaan lahan lain dengan proporsi yang lebih kecil namun tetap memiliki peran penting dalam pengelolaan kawasan secara menyeluruh. Okupasi masyarakat tercatat seluas 179,06 ha (1,72%), yang menggambarkan adanya penguasaan atau penggarapan lahan oleh masyarakat di dalam areal konsesi perusahaan. Kondisi ini menunjukkan masih adanya tumpang tindih klaim lahan yang umumnya timbul ketika kepentingan berbagai pihak berbenturan dalam pemanfaatan lahan (Vanisha, 2022). Sehingga perlu ditangani melalui pendekatan sosial dan legal secara berkelanjutan.

Kelas penggunaan lahan peringkat ke empat hingga ke tujuh didominasi oleh kawasan bernilai konservasi tinggi, yaitu HCS–Hutan Sekunder seluas 168,88 ha (1,62%), kelas gabungan Sawit–HCV *Riparian* seluas 164,87 ha (1,58%), HCV–Plasma Nutfah/Migrasi Satwa seluas 146,56 ha (1,41%), serta HCV–*Riparian–Non Planted* seluas 117,30 ha (1,13%). Keberadaan berbagai kategori HCV dan HCS ini menunjukkan bahwa pengelolaan kawasan oleh perusahaan tidak semata berorientasi pada aspek produktivitas ekonomi, melainkan juga memperhitungkan prinsip keberlanjutan lingkungan, meliputi upaya perlindungan keanekaragaman hayati, konservasi cadangan karbon, serta pemeliharaan fungsi ekologis kawasan riparian dan koridor satwa (Rahma *et al*., 2026)

Peringkat kedelapan diisi oleh kelas penggunaan lahan area rawa rendahan/parungan yang tergenang banjir dengan luas 100,16 ha (0,96%), yang menggambarkan keberadaan lahan basah alami baik yang tergenang secara musiman maupun permanen di dalam wilayah penelitian. Kelas ini umumnya tidak dapat dimanfaatkan untuk kegiatan budidaya sehingga tetap dipertahankan sebagai bagian dari kondisi eksisting lahan. Sawit–*Vacant* menempati peringkat kesembilan dengan luas 59,10 ha (0,57%), yang menunjukkan adanya areal tanam kelapa sawit yang belum sepenuhnya produktif atau dalam kondisi kosong pada bagian tertentu. Adapun peringkat kesepuluh ditempati oleh semak belukar non-HCS seluas 49,01 ha (0,47%), yaitu vegetasi non-produktif hasil suksesi alami pada lahan yang belum atau tidak dikelola secara intensif dan tidak termasuk dalam kategori kawasan HCS.

Secara keseluruhan, sepuluh kelas penggunaan lahan tersebut menyumbang lebih dari 98% dari total luas wilayah penelitian, dengan dominasi mutlak pada kelas perkebunan kelapa sawit sebagai aktivitas utama, diikuti oleh kelas *enclave* dan berbagai kawasan bernilai konservasi tinggi yang mencerminkan komitmen pengelolaan berkelanjutan pada wilayah penelitian.

4.2.3 Persebaran Penggunaan Lahan

Dari hasil interpretasi citra drone yang disajikan pada Gambar 5, penggunaan lahan di PT. Patiware menunjukkan pola persebaran yang dipengaruhi oleh karakteristik fisik lahan, jaringan hidrologi, serta sistem pengelolaan perkebunan. Pola tersebut memperlihatkan bahwa setiap kelas penggunaan lahan memiliki fungsi yang berbeda, baik sebagai kawasan produksi, kawasan konservasi, maupun kawasan penunjang operasional perusahaan. Menurut Setiawan dan Rudiarto (2016), klasifikasi penggunaan lahan mencakup beragam kategori fungsional yang merefleksikan intervretasi manusia dalam mengelola ruang, seperti kawasan budidaya, kawasan konservasi, permukiman, badan air, dan penggunaan lahan lainnya. Pengelompokan tersebut didasarkan pada karakteristik fungsional yang spesifik, seperti hutan konservasi, pertanian lahan basah, maupun lahan pertambangan, yang masing-masing memerlukan pendekatan pengelolaan yang berbeda (Taufan dan Pratomo, 2022). Pengembangan klasifikasi penggunaan lahan juga dipengaruhi oleh dinamika aktivitas manusia dan interaksi spasial yang secara berkelanjutan membentuk perubahan pola penggunaan lahan pada suatu wilayah (Oktinova dan Rudiarto, 2019). Oleh karena itu, identifikasi penggunaan lahan menjadi langkah penting untuk memastikan kesesuaian pemanfaatan ruang, meminimalkan degradasi lingkungan, serta mendukung pengelolaan kawasan secara berkelanjutan (Ndofah dan Santosa, 2023).

Areal perkebunan kelapa sawit merupakan penggunaan lahan yang paling dominan dan tersebar hampir di seluruh PT. Patiware. Pola persebaran tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar lahan memiliki kondisi yang sesuai untuk kegiatan budidaya kelapa sawit, didukung dengan topografi yang relatif datar hingga landai serta tersedianya jaringan jalan produksi yang menghubungkan setiap blok dan afdeling. Kawasan konservasi *High Conservation Value* (HCV) memiliki pola persebaran yang mengikuti kondisi alami wilayah. Berdasarkan Gambar 5, kawasan HCV Riparian dan HCV Sungai umumnya berada di sepanjang alur sungai yang melintasi kawasan perkebunan. Sebaran tersebut menunjukkan bahwa kawasan riparian dipertahankan sebagai sempadan sungai untuk menjaga fungsi hidrologi, mengurangi potensi erosi, serta melindungi kualitas badan air. Selain itu, kawasan HCV Plasma Nutfah/Migrasi Satwa tersebar pada beberapa lokasi yang berfungsi sebagai habitat satwa liar dan koridor pergerakan fauna di dalam kawasan perkebunan. Kawasan *High Carbon Stock* (HCS) berupa hutan sekunder yang tersebar pada beberapa wilayah yang masih memiliki tutupan vegetasi alami. Kawasan ini dipertahankan sebagai area konservasi untuk menjaga cadangan karbon serta mempertahankan keanekaragaman hayati. Persebaran HCS yang terpisah dari areal budidaya menunjukkan adanya upaya perusahaan dalam mempertahankan kawasan yang memiliki nilai ekologis tinggi.

Penggunaan lahan berupa lahan lain/*enclave* tersebar pada bagian tepi kawasan perkebunan, terutama pada sisi barat, utara, dan sebagian selatan PT. Patiware. Persebaran tersebut menunjukkan adanya area yang berada di dalam atau berbatasan langsung dengan areal perusahaan tetapi memiliki fungsi atau status pengelolaan yang berbeda dari areal budidaya kelapa sawit. Area rawa, genangan banjir, dan area rendahan tampak tersebar mengikuti bagian wilayah yang memiliki elevasi relatif rendah serta berdekatan dengan jaringan sungai dan saluran drainase.

Kondisi ini menunjukkan bahwa karakteristik hidrologi menjadi salah satu faktor yang memengaruhi pola penggunaan lahan di PT. Patiware. Selain itu, beberapa penggunaan lahan seperti semak belukar, lahan kosong, area sawit *vacant*, tambang, quarry, bibitan, serta fasilitas perusahaan memiliki luas yang relatif kecil dan tersebar pada lokasi tertentu sesuai dengan fungsi operasional maupun kondisi eksisting di lapangan.

Secara keseluruhan, persebaran penggunaan lahan di wilayah penelitian menunjukkan adanya pembagian ruang yang jelas antara kawasan produksi, kawasan konservasi, dan kawasan pendukung operasional. Dominasi areal perkebunan kelapa sawit menggambarkan fungsi utama wilayah sebagai kawasan budidaya, sedangkan keberadaan kawasan HCV, HCS, sungai, dan rawa menunjukkan bahwa aspek konservasi lingkungan tetap menjadi bagian dari pengelolaan perkebunan.

4.3 Hasil Identifikasi Produktivitas Tiap Afdeling

Hasil identifikasi produktivitas tiap afdeling diidentifikasi berdasarkan produktivitas tandan buah segar (TBS) pada setiap afdeling di PT. Patiware berdasarkan data historis produksi selama periode 2019 hingga 2024. Produksi dihitung menggunakan data produksi TBS dan luas tanaman menghasilkan (TM) pada masing-masing afdeling sehingga dipoleh nilai produktivitas dalam satuan ton/ha/tahun. Penggunaan data historis selama enam tahun bertujuan untuk memberikan gambrn produktivitas yang lebih representatif karena dapat mengurangi pengaruh ketidakstabilan produksi yang terjadi pada tahun tertentu. Hasil perhitungan produktivitas selanjutnya diintegrasikan dengan data spasial menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai dasar dalam analisis zonasi menggunakan metode *Rustiadi Quantitative Zoning Method II* (RQZM II).

Produktivitas merupakan salah satu indikator utama dalam mengevaluasi keberhasilan pengelolaan perkebunan kelapa sawit karena mencerminkan kemampuan tanaman menghasilkan tandan buah segar pada luasan tertentu. Menurut Corley dan Tinker (2016), produksi kelapa sawit dipengaruhi oleh interaksi berbagi faktor, antara lain karakteristik genetik tanaman, umur tanaman, kondisi tanah, iklim, serta penerapan teknik budidaya dan pemeliharaan di lapangan. Selain itu, Woittiez *et al*. (2017) menjelaskan bahwa perbedaan produktivitas antar blok maupun antar afdeling merupakan kondisi yang umum dijumpai pada perkebunan kelapa sawit karena adanya variasi kondisi biofisik lahan dan kualitas pengelolaan tanaman.

Oleh karena itu, analisis produktivitas pada setiap afdeling menjadi penting untuk mengidentifikasi variasi kemampuan produksi sebagai dasar penyusunan strategi pengelolaan yang lebih efektif. Hasil identifikasi produktivitas pada setiap afdeling disajikan melalui perhitungan rata-rata produktivitas tahunan berdasarkan data historis produksi selama enam tahun. Nilai produktivitas tersebut kemudian digunakan untuk menggambarkan tingkat kemampuan produktivitas pada masing-masing afdeling.

4.3.1 Hasil Perhitungan Produktivitas Tiap Afdeling

Produktivitas tandan buah segar (TBS) dihitung berdasarkan data produksi dan luas tanaman menghasilkan (TM) selama periode 2019 hingga 2024. Luas tanaman menghasilkan merupakan luas areal kelapa sawit yang telah memasuki fase produksi dan menjadi dasar dalam perhitungan produktivitas. Data luas TM pada setiap afdeling disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Luas Tanaman Menghasilkan (TM)/Ha/Tahun

Afdeling	2019	2020	2021	2022	2023	2024
AFD-1	566	585	623	623	623	623
AFD-2	791	826	826	832	832	832
AFD-3	639	639	639	639	639	639
AFD-4	872	872	872	872	872	872
AFD-5	772	806	892	892	892	892
AFD-6	830	830	830	830	830	830
Total	**4.470**	**4.558**	**4.682**	**4.688**	**4.688**	**4.688**

Sumber: Hasil pengolahan data penelitian (2026).

Berdasarkan Tabel 3, luas TM di PT. Patiware mengalami peningkatan dari 4.470 ha pada tahun 2019 menjadi 4.688 ha pada tahun 2024. Peningkatan tersebut terjadi pada Afdeling 1, Afdeling 2, dan Afdeling 5, sedangkan Afdeling 3, Afdeling 4, dan Afdeling 6 relatif tidak mengalami perubahan luas tanaman menghasilkan selama periode lima tahun terakhir. Bertambahnya luas TM menunjukkan adanya tanaman yang telah memasuki fase menghasilkan sehingga berpotensi dapat meningkatkan kapasitas produksi pada tahun-tahun berikutnya.

Selain luas TM, variabel utama dalam perhitungan produktivitas adalah produksi tandan buah segar (TBS). Data produksi menunjukkan jumlah hasil panen yang diperoleh setiap afdeling dalam satu tahun dan menjadi indikator utama dalam mengevaluasi kinerja produksi perkebunan.

Tabel 4. Produksi TBS (Ton)/Tahun

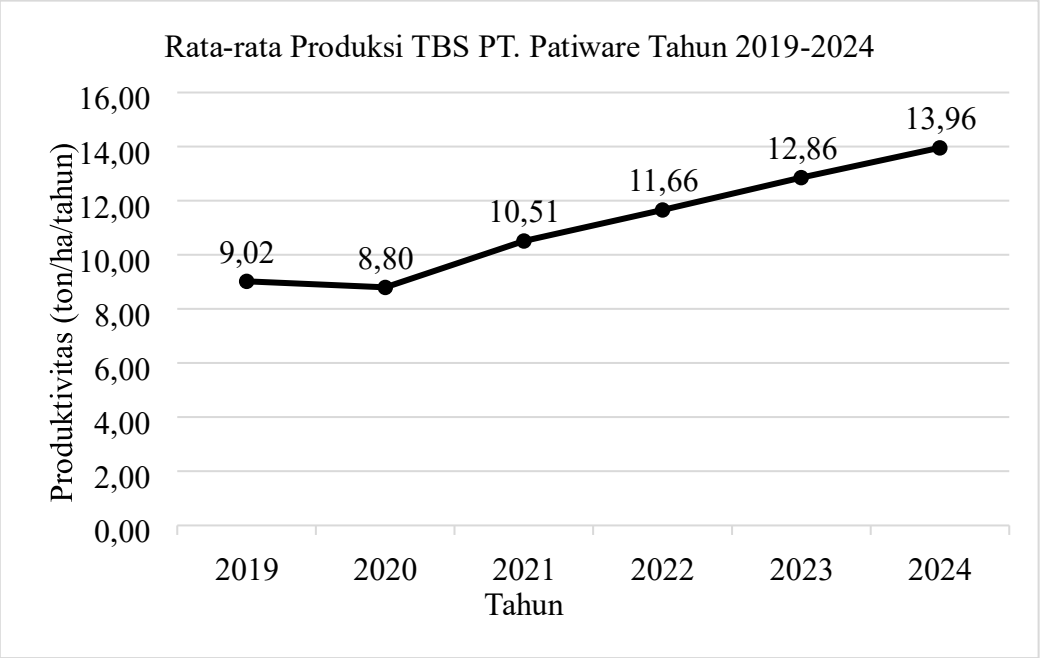
Afdeling	2019	2020	2021	2022	2023	2024
AFD-1	3.774	3.103	2.776	2.300	3.068	4.124
AFD-2	5.466	5.264	6.898	7.713	8.817	9.880
AFD-3	6.479	6.720	6.933	5.663	6.618	7.729
AFD-4	11.523	10.904	12.766	13.221	14.071	15.702
AFD-5	8.003	7.515	9.763	13.421	14.639	15.667
AFD-6	5.674	7.271	11.453	14.861	15.534	14.599
Total	**40.919**	**40.778**	**50.589**	**57.180**	**62.748**	**67.699**

Sumber: Hasil pengolahan data penelitian (2026).

Dari Tabel 4, produktsi TBS di PT. Patiware cenderung meningkat selama periode 2019 hingga 2024. Total produksi meningkat dari 40.919 ton pada tahun 2019 menjadi 67.699 ton pada tahun 2024 atau bertambah sekitar 65,5%.

Peningkatan tersebut terlihat hampir di seluruh afdeling, Peningkatan tersebut terlihat hampir pada seluruh afdeling, meskipun terdapat ketidakstabilan pada beberapa tahun. Afdeling 4 secara konsisten menghasilkan produksi tertinggi selama beberapa tahun terakhir, sedangkan Afdeling 1 memiliki produksi paling rendah dibandingkan afdeling lainnya. Menurut Woittiez *et al.* (2017), variasi produksi kelapa sawit dapat dipengaruhi oleh umur tanaman, kondisi biofisik lahan, praktik budidaya, serta efektivitas pengelolaan kebun.

Berdasarkan data luas TM dan produksi TBS, berikutnya dilakukan perhitungan produktivitas pada masing-masing afdeling. Hasil perhitungan produktivitas selama periode 2019 hingga 2024 disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Rata-rata Produktivitas (TBS) PT. Patiware Tahun 2019-2024.

Berdasarkan grafik, produktivitas TBS pada setiap afdeling menunjukkan variasi yang berbeda-beda selama lima tahun terakhir. Rata-rata produktivitas berkisar antara 5,28 ton/ha/tahun hingga 14,94 ton/ha/tahun. Afdeling 4 memiliki produktivitas rata-rata tertinggi sebesar 14,94 ton/ha/tahun, diikuti oleh Afdeling 6 sebesar 13,93 ton/ha/tahun dan Afdeling 5 sebesar 13,28 ton/ha/tahun. Sebaliknya, Afdeling 1 memiliki produktivitas rata-rata terendah sebesar 5,28 ton/ha/tahun.

Berdasarkan perkembangan tahunan, rata-rata produktivitas seluruh afdeling menunjukkan kecenderungan meningkat dari 9,02 ton/ha/tahun pada tahun 2019 menjadi 13,96 ton/ha/tahun pada tahun 2024. Meskipun terjadi sedikit penurunan pada tahun 2020, produktivitas kembali meningkat pada tahun-tahun berikutnya hingga mencapai nilai tertinggi pada tahun 2024. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa kemampuan produksi perkebunan secara umum mengalami perkembangan positif selama beberapa tahun terakhir. Menurut Pahan (2021), produktivitas kelapa sawit dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain umur tanaman, kesesuaian lahan, ketersediaan unsur hara, kondisi iklim, serta penerapan teknik budidaya yang baik. Sementara itu, Parwati *et al*. (2024) menyatakan bahwa

variasi produktivitas antar unit pengelolaan kelapa sawit dapat dipengaruhi oleh perbedaan kondisi tanah, topografi, varietas tanaman, serta praktik manajemen pengelolaan kebun yang diterapkan pada masing-masing lokasi. Oleh karena itu, perbedaan produktivitas antar afdeling pada PT. Patiware menunjukkan bahwa setiap afdeling memiliki karakteristik produksi yang berbeda sehingga memerlukan strategi pengelolaan yang disesuaikan dengan kondisi masing-masing afdeling.

4.3.2 Persebaran Produktivitas Tiap Afdeling

Berdasarkan peta persebaran produksi pada Gambar 7, produksi TBS di setiap afdeling PT. Patiware menunjukkan variasi spasial yang cukup jelas. Perbedaan tingkat produktivitas tersebut menunjukkan bahwa kemampuan produksi pada setiap afdeling tidak bersifat seragam, tetapi dipengaruhi oleh karakteristik lahan, kondisi tanaman, dan pengelolaan kebun yang berbeda pada masing-masing afdelingnya.

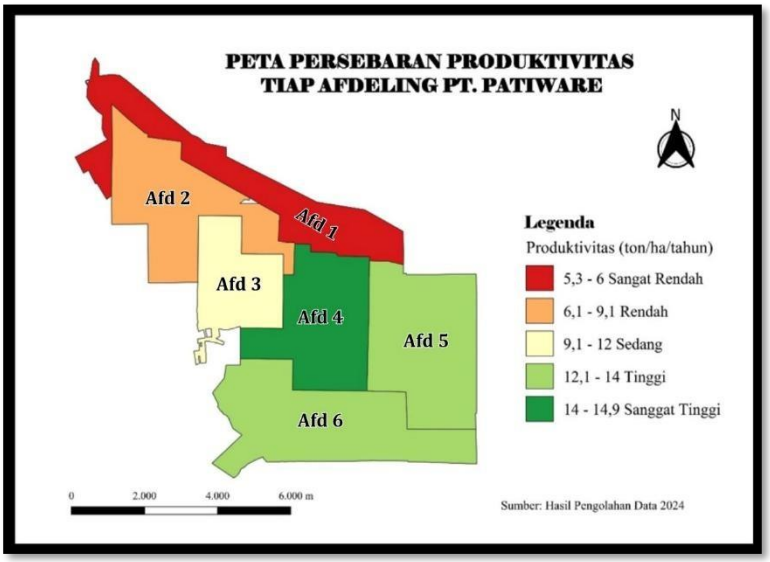
Berdasarkan hasil klasifikasi, Afdeling 1 termasuk dalam kategori sangat rendah dengan rata-rata produktivitas sebesar 5,28 ton/ha/tahun. Nilai tersebut merupakan produktivitas terendah dibandingkan afdeling lainnya. Kondisi ini menunjukkan bahwa produksi TBS yang dihasilkan belum optimal jika dibandingan dengan luas TM yang tersedia. Rendahnya produktivitas tersebut dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti umur tanaman yang belum optimal, kondisi lahan, maupun efektivitas pemeliharaan tanaman.

Afdeling 2 berada pada kategori rendah dengan rata-rata produktivitas sebesar 8,90 ton/ha/tahun, sedangkan Afdeling 3 termasuk kategori sedang dengan produktivitas rata-rata sebesar 10,47 ton/ha/tahun. Kedua afdeling tersebut menunjukkan produktivitas yang lebih baik dibandingkan Afdeling 1, namun masih berada di bawah afdeling dengan produktivitas tinggi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa peningkatan produktivitas masih dapat dicapai melalui optimalisasi pengelolaan tanaman, pemupukan, dan pemeliharaan kebun.

Afdeling 5 termasuk kategori tinggi dengan rata-rata produktivitas sebesar 13,28 ton/ha/tahun, sedangkan Afdeling 6 berada pada kategori tinggi dengan ratarata produktivitas sebesar 13,93 ton/ha/tahun. Produktivitas yang tinggi pada kedua afdeling tersebut menunjukkan bahwa luas tanaman menghasilkan mampu menghasilkan produksi TBS yang relatif tinggi. Selain dipengaruhi oleh kondisi tanaman yang produktif, capaian tersebut juga mencerminkan pengelolaan kebun yang berjalan dengan baik.

Produktivitas tertinggi terdapat pada Afdeling 4 dengan rata-rata 14,94 ton/ha/tahun sehingga termasuk dalam kategori sangat tinggi. Hasil tersebut sejalan dengan perhitungan produktivitas pada Gambar 7 yang menunjukkan bahwa Afdeling 4 secara konsisten memiliki produktivitas lebih tinggi dibandingkan afdeling lainnya selama periode 2019 hingga 2024, itu sejalan dengan pernyataan Parwati *et al*. (2024). Secara keseluruhan, persebaran produktivitas pada PT. Patiware menunjukkan bahwa sebagian besar afdeling telah berada pada kategori tinggi hingga sangat tinggi, sementara hanya sebagian kecil afdeling yang masih berada pada kategori rendah. Informasi spasial ini menjadi dasar yang penting dalam penyusunan strategi peningkatan produktivitas, terutama melalui prioritas

perbaikan pada afdeling dengan produktivitas rendah agar kesenjangan produktivitas antar afdeling dapat dikurangi.



Gambar 7. Peta Persebaran Produktivitas (TBS) Tiap Afdeling PT. Patiware.

Secara spasial, peta menunjukkan bahwa afdeling dengan produktivitas tinggi hingga sangat tinggi cenderung terkonsentrasi pada bagian tengah hingga selatan area perkebunan, sedangkan afdeling dengan produktivitas rendah lebih banyak berada pada bagian utara. Pola tersebut mengindikasikan adanya variasi kondisi biofisik maupun pengelolaan kebun antar afdeling yang berpengaruh terhadap kemampuan produksi TBS. Berdasarkan persebaran produktivitas tersebut selanjutnya akan digunakan pada salah satu parameter untuk analisis RQZM II guna untuk mengidentifikasi pola pengelompokkan wilayah berdasarkan tingkat produktivitas pada setiap afdeling PT. Patiware.

4.4 Hasil Analisis Tipologi Lahan (RQZM II)

Analisis tipologi lahan dilakukan menggunakan metode *Rustiadi Quantitative Zoning Method II* (RQZM II) untuk mengelompokkan blok-blok kebun di PT. Patiware ke dalam beberapa zona berdasarkan kemiripan karakteristik atribut sekaligus mempertimbangkan hubungan spasial antar blok. Analisis ini menjawab tujuan penelitian ketiga, yaitu mengidentifikasi tipologi lahan perkebunan berdasarkan karakteristik lahannya, dengan memanfaatkan variabelvariabel yang telah dinormalisasi dan diproses menggunakan bahasa pemrograman Python.

Parameter yang digunakan dalam analisis tipologi meliputi tahun tanam, luas lahan, jumlah blok, laju pertumbuhan *yield*, laju pertumbuhan berat janjang rata-rata (LP BJR), laju pertumbuhan janjang per pokok (LP Janjang/pkk), laju pertumbuhan tonase (LP Tonase), dan penggunaan pupuk. Parameter tersebut dipilih untuk menggambarkan karakteristik umur tanaman, kondisi fisik areal, struktur blok, perkembangan produktivitas, serta intensitas pengelolaan agronomis pada masing-masing blok. Kombinasi parameter tersebut menjadi dasar dalam

menentukan kemiripan karakteristik antar blok sehingga terbentuk kelompok tipologi yang memiliki karakteristik relatif serupa.

4.4.1 Variabel Pembentukan Zona

Variabel yang digunakan sebagai dasar pembentukan zona terdiri atas delapan variabel yang mencerminkan karakteristik agronomis tiap blok, sebagaimana disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Variabel Penciri dalam Analisis RQZM II

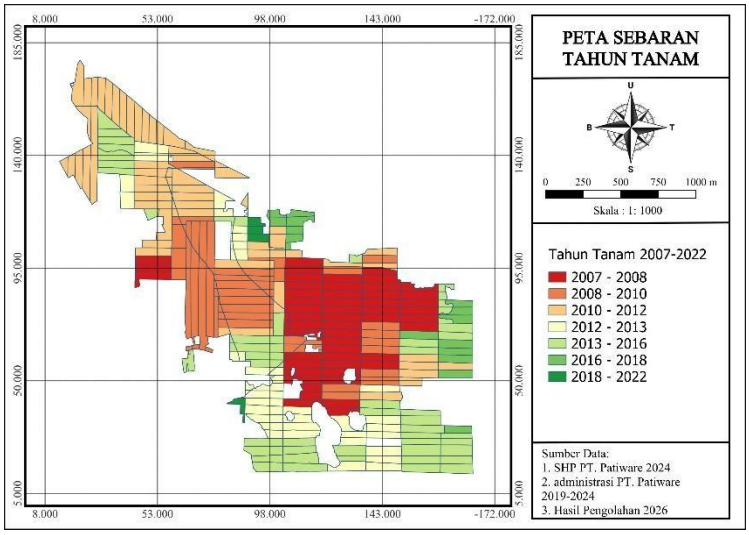
No	Variabel	Keterangan
1	Tahun Tanam	Tahun penanaman blok, mencerminkan umur tanaman
2	Luas Lahan	Luas areal tiap blok (ha)
3	Jumlah Pokok	Populasi tanaman per blok
4	Laju Pertumbuhan Yield	Laju pertumbuhan produksi yield tiap blok
5	Laju Pertumbuhan BJR	Laju pertumbuhan Berat Janjang Rata-rata (kg/tandan)
6	Laju Pertumbuhan Janjang/Pokok	Laju pertumbuhan jumlah janjang per pokok
7	Laju Pertumbuhan Produktivitas	Laju pertumbuhan produktivitas (tonase)
8	Pupuk	Intensitas/dosis pemupukan per blok

Sumber: Hasil pengolahan data penelitian (2026)

Seluruh variabel tersebut dinormalisasi ke dalam bentuk *z-score* agar memiliki skala yang setara sebelum diproses dalam algoritma RQZM II, sehingga tidak ada satu variabel pun yang mendominasi proses pengelompokan akibat perbedaan satuan pengukuran.

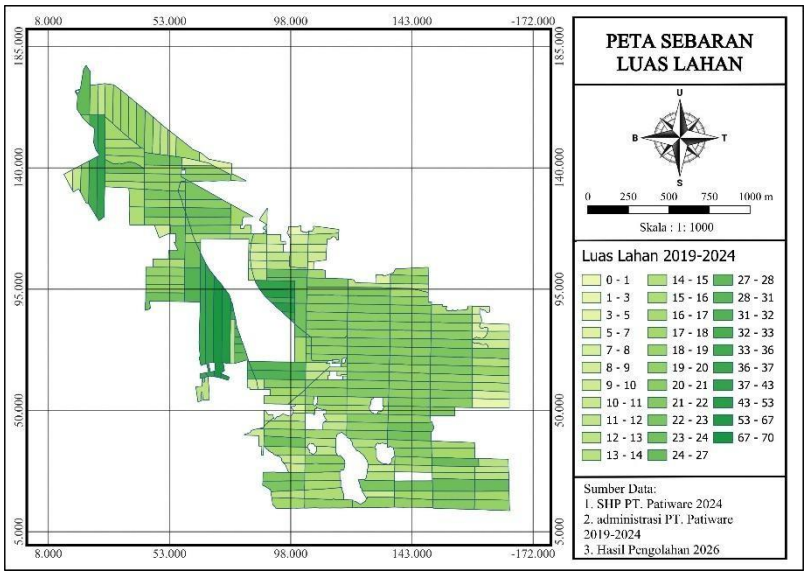
4.4.2 Pola Sebaran Spasial Variabel Penciri Zona

melengkapi pola keruangan yang berfokus pada hasil akhir zonasi ini menyajikan peta sebaran spasial dari masing-masing variabel penciri sebelum diagregasikan melalui proses klasterisasi RQZM II. Peta-peta ini bertujuan untuk memperlihatkan pola variasi keruangan pada level variabel individual, sehingga dapat ditelusuri sejauh mana karakteristik atribut tiap zona tercermin secara konsisten dalam sebaran keruangannya. Enam variabel penciri yang disajikan meliputi tahun tanam, luas lahan, jumlah pokok, serta laju pertumbuhan *yield*, BJR, dan janjang/pokok, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 9 hingga Gambar 14.



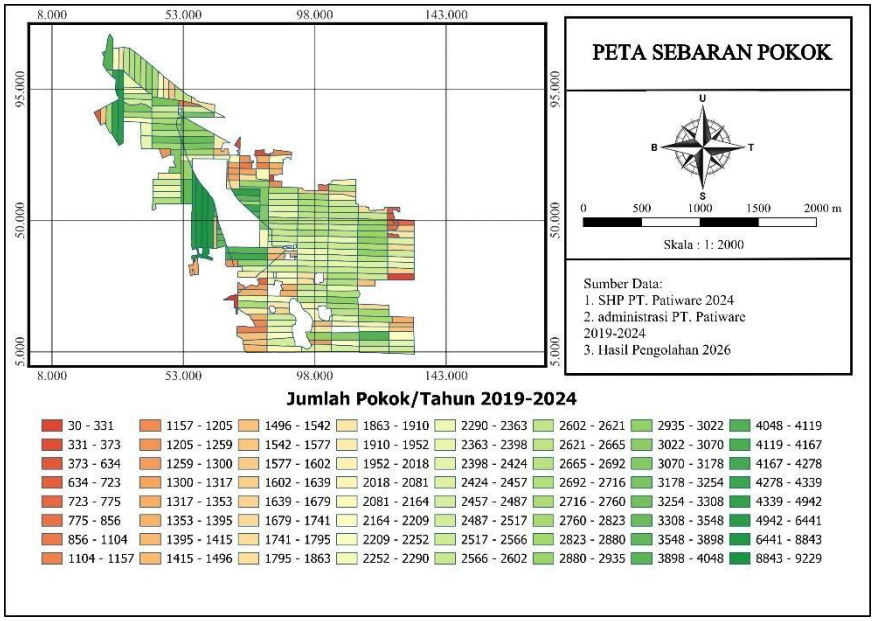
Gambar 8. Peta Sebaran Tahun Tanam PT. Patiware

Gambar 8 memperlihatkan sebaran spasial tahun tanam pada seluruh blok kebun. Secara visual, sebagian besar areal pada bagian tengah hingga timur peta didominasi oleh warna merah yang merepresentasikan blok dengan tahun tanam paling awal (2007-2008), diikuti oleh jalur memanjang berwarna oranye (2008-2010) pada bagian tenga barat areal. Warna kuning hingga hijau muda (2010-2016) tersebar pada bagian barat dan selatan, sementara blok bertahun tanam paling muda (2016-2022) warna hijau tua hanya dijumpai pada dua kantong kecil yang terisolasi, yaitu di ujung utara semenanjung areal dan pada satu blok di bagian tenga selatan. Pola ini menegaskan bahwa mayoritas luasan kebun PT. Patiware ditanam pada periode awal pengembangan (2007-2010), sedangkan blok-blok bertahun tanam muda hanya berjumlah sedikit dan terkonsentrasi pada lokasi tertentu, yang sejalan dengan temuan pada Zona 2 (kelompok blok termuda) hanya terdiri atas 13 blok atau 4,61% dari total blok kebun.



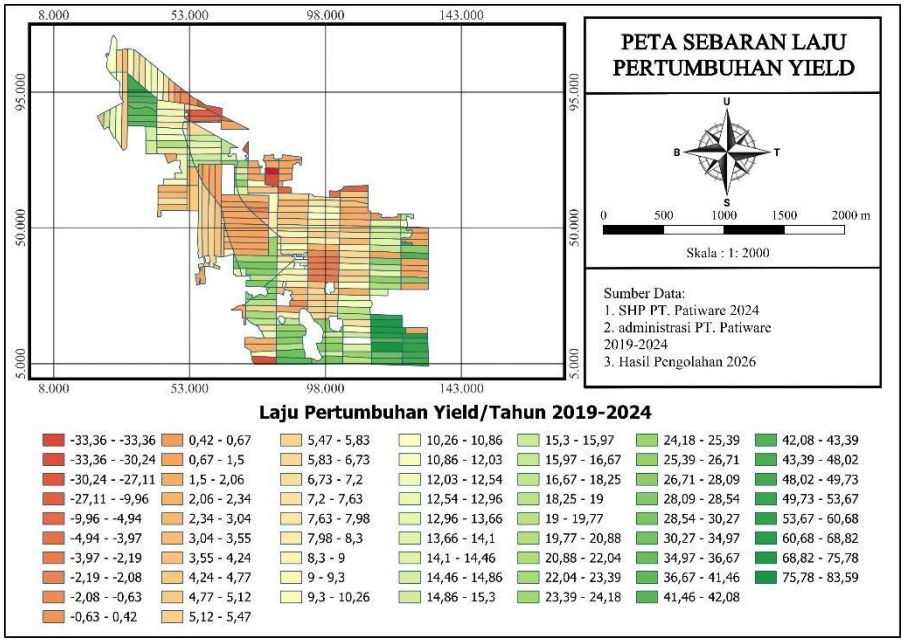
Gambar 9. Peta Sebaran Luas Lahan PT. Patiware

Gambar 9 menyajikan sebaran luas lahan tiap blok. Secara umum, sebagian besar blok pada areal timur dan selatan memiliki luasan pada kisaran sedang (kelas hijau muda hingga hijau), sedangkan satu jalur memanjang berwarna hijau tua pada bagian tengah–barat peta menunjukkan konsentrasi blok berluasan jauh lebih besar dibandingkan blok di sekitarnya. Pola jalur berluasan besar yang terkonsentrasi secara linear pada bagian barat ini mengindikasikan adanya kelompok blok dengan karakteristik pengelolaan lahan yang berbeda dari mayoritas areal, yang secara atribut sejalan dengan karakteristik Zona 3 pada Subbab 4.2 yang dicirikan oleh luas lahan dan jumlah pokok tertinggi dibandingkan zona lain.



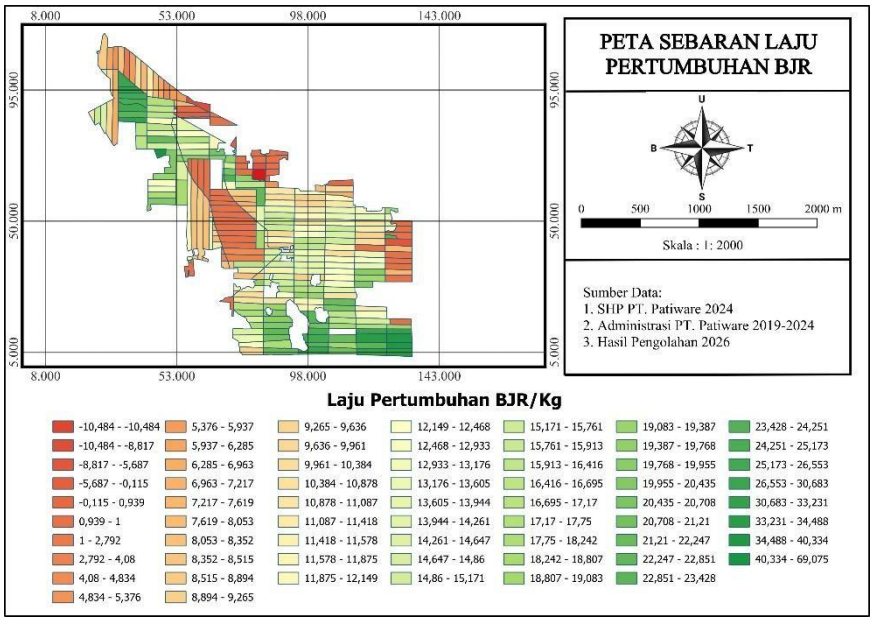
Gambar 10. Peta Sebaran Pokok PT. Patiware

Gambar 10 memperlihatkan sebaran jumlah pokok per blok, yang pada dasarnya menunjukkan pola spasial yang serupa dengan sebaran luas lahan pada Gambar 12, mengingat jumlah pokok secara alami berbanding lurus dengan luasan blok. Jalur memanjang berwarna hijau tua di bagian tengah–barat peta kembali menunjukkan konsentrasi blok dengan jumlah pokok tertinggi, sementara sebagian besar blok pada areal timur berada pada kisaran jumlah pokok menengah (kelas hijau muda). Beberapa blok berwarna merah dan oranye yang jumlah pokoknya jauh lebih rendah dari sekitarnya tersebar secara sporadis, terutama di bagian utara serta beberapa titik di bagian timur dan selatan.



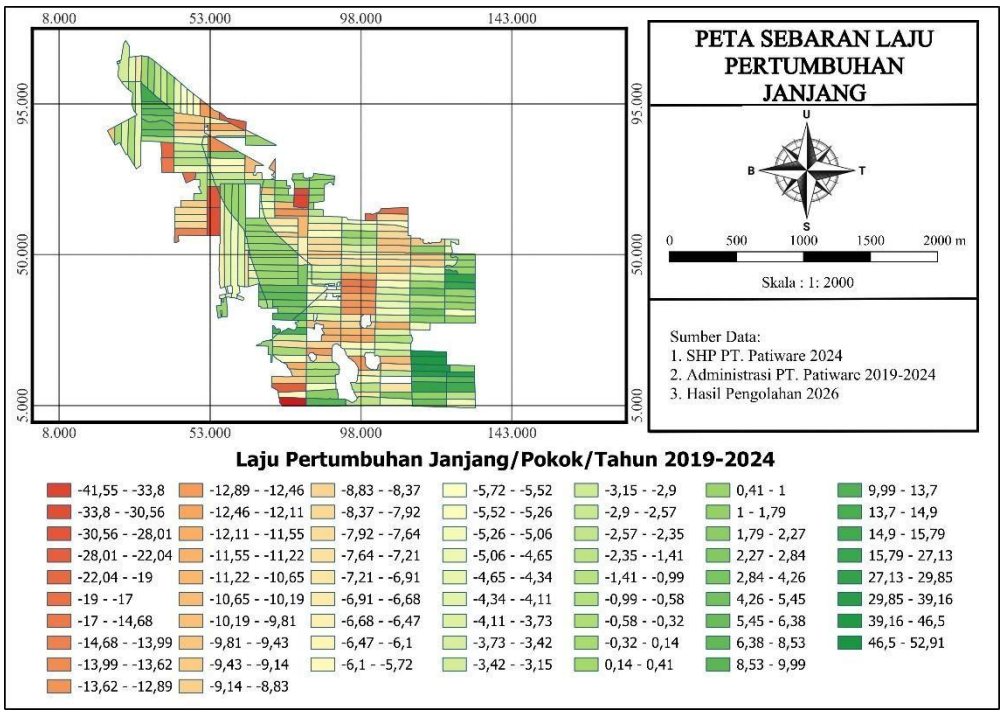
Gambar 11. Peta Sebaran Laju Pertumbuhan Yield PT. Patiware

Gambar 11 menyajikan sebaran laju pertumbuhan *yield* (tonase) per blok. Blok-blok dengan laju pertumbuhan *yield* tertinggi (kelas hijau tua) terkonsentrasi pada bagian tenggara areal, sedangkan sebagian besar blok pada bagian tengah dan barat berada pada kisaran pertumbuhan rendah hingga sedang (kelas oranye dan kuning). Sejumlah kecil blok yang tersebar di bagian utara, tengah, dan ujung selatan peta bahkan menunjukkan laju pertumbuhan negatif (kelas merah), yang mengindikasikan penurunan produksi tonase selama periode 2019-2024. Konsentrasi blok berkinerja tinggi di bagian tenggara ini konsisten dengan karakteristik Zona 1 yang secara konsisten menunjukkan nilai Z-score tinggi pada seluruh variabel laju pertumbuhan.



Gambar 12. Peta Persebaran Laju Pertumbuhan BJR PT. Patiware

Gambar 12 memperlihatkan pola spasial laju pertumbuhan Berat Janjang Rata-rata (BJR) yang secara umum sejalan dengan pola pada peta laju pertumbuhan *yield* (Gambar 11). Blok-blok dengan pertumbuhan BJR tertinggi kembali terkonsentrasi pada bagian tenggara areal, sementara satu klaster blok berwarna merah dan oranye pekat pada bagian tengah peta menunjukkan penurunan atau stagnasi BJR yang cukup signifikan, termasuk satu blok dengan nilai laju pertumbuhan paling rendah (-10,484) yang letaknya berdekatan dengan klaster tersebut. Kesamaan pola spasial antara Gambar 14 dan Gambar 15 menegaskan bahwa *yield* dan BJR sebagai dua indikator produktivitas saling berkaitan erat, sehingga blok yang mengalami penurunan pada satu variabel cenderung juga mengalami penurunan pada variabel lainnya



Gambar 13. Peta Sebaran Laju Pertumbuhan Janjang PT. Patiware

Gambar 13 menyajikan sebaran laju pertumbuhan janjang per pokok. Pola spasialnya secara umum konsisten dengan dua peta laju pertumbuhan sebelumnya, dengan blok berkinerja terbaik kembali terkonsentrasi di bagian tenggara areal (kelas hijau tua). Namun demikian, jalur diagonal pada bagian tengah peta yang didominasi warna merah dan oranye tampak lebih tegas dan lebih luas dibandingkan pada peta yield maupun BJR, yang mengindikasikan bahwa penurunan jumlah janjang per pokok merupakan komponen yang paling banyak berkontribusi terhadap rendahnya performa pertumbuhan pada blok-blok tersebut. Satu blok di ujung barat daya areal bahkan menunjukkan laju pertumbuhan janjang/pokok paling negatif di antara seluruh blok kebun (-41,55 sampai -33,8), yang menjadikannya prioritas evaluasi lapangan lebih lanjut. Secara keseluruhan, keenam peta pada Gambar 8 hingga Gambar 13 memperlihatkan bahwa pola

keruangan pada variabel-variabel laju pertumbuhan (*yield,* BJR, dan janjang/pokok) relatif konsisten satu sama lain, dengan kinerja pada jalur tengah serta beberapa titik terisolasi di bagian utara dan barat daya.

4.4.3 Jumlah dan Komposisi Zona

Aplikasi RQZM-Sawit yang digunakan dalam penelitian ini menyediakan dua pendekatan yang saling eksklusif untuk mengintegrasikan aspek spasial ke dalam proses zonasi, yaitu 1) bobot *kontiguitas* β (*spatial weight*), yang mempengaruhi pembentukan zona secara langsung dengan memberikan bobot pada koordinat blok yang kemudian di-*cluster* bersama variabel atribut, dan 2) struktur ketetanggaan (*neighbor structure*), yang digunakan sebagai alat diagnostik kompaksitas zona serta pembersihan *sliver* (unit spasial kecil yang terisolasi) pascaklasterisasi. Karena kedua pendekatan tersebut saling eksklusif, pemilihan salah satu metode secara otomatis menonaktifkan metode lainnya.

Pada penelitian ini digunakan pendekatan struktur ketetanggaan dengan tipe *Queen (edge+corner*), yaitu dua blok dianggap bertetangga apabila keduanya saling bersinggungan baik pada sisi (*edge*) maupun sudut (*corner*)-nya. Pendekatan ini ini digunakan untuk merepresentasikan hubungan spasial antar satuan blok dalam proses evaluasi kekompakkan dan penanganan unit spasial yang terisolasi. Dengan konfigurasi tersebtu, bobot kontiguitas β ditetapkan sebesar 0, sehingga proses pengelompokan awal (*clustering*) dilakukan berdasarkan kemiripan kedelapan variabel atribut yang telah dinormalisasi. Selanjutnya, struktur ketetanggaan *Queen* digunakan pada tahap pascaproses untuk mengevaluasi kekompakan (*compactness*) setiap zona serta mengidentifikasi dan menangani *sliver* spasial berukuran kecil.

Pemilihan struktur ketetanggaan sebagai basis operasionalisasi aspek spasial ini sejalan dengan prinsip dasar RQZM sebagai metode zonasi kuantitatif yang secara eksplisit mengintegrasikan kemiripan atribut dengan kedekatan lokasi antar unit (Rustiadi, 2000), sekaligus merepresentasikan pendekatan umum dalam kerangka regionalisasi berbasis kendala spasial, yang menempatkan kontiguitas sebagai kriteria penting agar setiap zona dapat diperlakukan sebagai satu kesatuan wilayah yang utuh *(*Miranda *et al.,* 2022*)*. Pembersihan sliver ini diterapkan menggunakan ambang batas ukuran *patch* minimum sebesar 10 blok dan proporsi minimum *patch t*erhadap total zona sebesar 0,02 atau 2%. Penerapan ambang batas tersebut bertujuan untuk menangani unit spasial berukuran kecil dan terisolasi yang terbentuk pada hasil klasterisasi, sehingga unit tersebut dapat digabungkan dengan zona tetanggga yang memiliki karakteristik atribut paling sesuai. Pendekatan ini bertujuan menghasilkan zona yang lebih kompak dan lebih sesuai untuk digunakan sebagai unit pengelolaan di lapangan.

Proses klasterisasi awal diatur untuk membentuk lima zona (k = 5). Setelah dilakukan tahap pembersihan *sliver*, diperoleh empat zona aktif yang mengelompokkan seluruh blok kebun berdasarkan kemiripan karakteristiknya. Jumlah blok pada masing-masing zona disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Jumlah Blok per Zona Hasil Analisis RQZM II

Zona	Jumlah Blok (n)	Presentase (%)
Zona 4	233	82,62
Zona 1	24	8,51
Zona 2	13	4,61
Zona 3	12	4,26
Total	**282**	**100,00**

Sumber: Hasil Pengolahan Data Penelitian (2026)

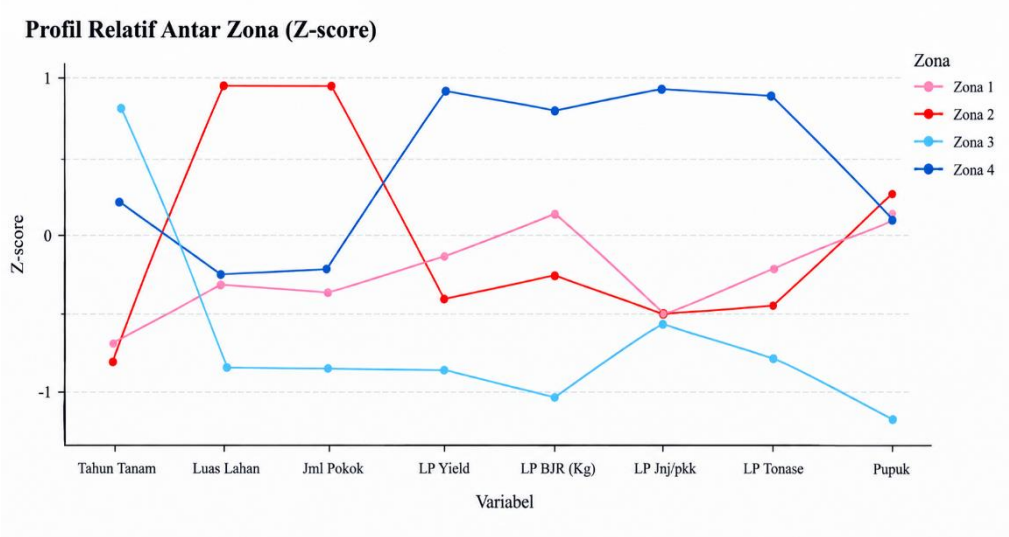
Berdasarkan Tabel 6, distribusi blok antar zona menunjukkan pola yang tidak merata. Zona 4 merupakan zona dengan jumlah blok terbanyak, yaitu 233 blok atau sebesar 82,62% dari total blok kebun. Dominasi jumlah blok pada Zona 4 menunjukkan bahwa sebagian besar blok kebun memiliki karakteristik yang relatif serupa dengan karakteristik umum populasi blok berdasarkan variabel yang digunakan dalam analisis. Sementara itu, Zona 1, Zona 2, dan Zona 3 masing-masing terdiri atas 24, 13, dan 12 blok. Jumlah blok yang lebih kecil pada ketiga zona tersebut menunjukkan bahwa ketiganya merupakan kelompok blok dengan karakteristik yang relatif berbeda dari kondisi umum yang direpresentasikan oleh Zona 4.

Pola dominasi satu zona berukuran besar yang disertai beberapa zona berukuran lebih kecil menunjukkan adanya perbedaan antar blok dalam areal kebun. Blok-blok dengan karakteristik yang relatif serupa cenderung tergabung dalam zona yang lebih besar, sedangkan blok dengan karakteristik yang lebih spesifik membentuk kelompok yang lebih kecil. Dengan demikian, hasil pembagian zona tidak hanya menunjukkan perbedaan jumlah blok, tetapi juga menggambarkan adanya variasi karakteristik antar wilayah dalam areal kebun yang dapat menjadi dasar untuk pengelolaan secara lebih spesifik.

karakteristik dengan karakteristik spesifik banyak dijumpai pada hasil regionalisasi berbasis kendala spasial, karena proses agregasi cenderung menggabungkan unit-unit dengan atribut relatif homogen ke dalam satu region besar, sementara unit-unit dengan karakteristik berbeda dari mayoritas populasi akan tetap terpisah menjadi region-region kecil yang justru memiliki nilai penting dalam analisis lanjutan (Miranda *et al*., 2022).

4.4.4 Profil Karakteristik Tiap Zona

Karakteristik masing-masing zona dianalisis berdasarkan profil nilai *Z-score* pada kedelapan variabel tersebut, yaitu tahun tanam, luas lahan, jumlah pokok, laju produktivitas *yield*, laju produktivitas BJR, laju produktivitas janjang/pokok, laju produktivitas/ton, dan pupuk, memiliki satuan dan skala pengukuran yang berbeda. Dengan transformasi *Z-score*, setiap variabel dapat dibandingkan berdasarkan posisi relatifnya terhadap rata-rata populasi blok dalam satu sistem skala. Profil *Z-score* keempat zona pada kedelapan variabel tersebut disajikan pada Gambar 15.



Gambar 14. Grafik Profil Relatif Antar Zona *(Z-score)*

Berdasarkan Gambar 14, setiap zona menunjukkan pola karakteristik yang berbeda. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa proses regionalisasi berhasil mengelompokkan blok-blok yang memiliki kombinasi karakteristik relatif serupa ke dalam zona yang sama. Karakteristik masing-masing zona dijelaskan sebagai berikut.

Zona 1 menunjukkan nilai *Z-score* yang cenderung berada di bawah rata-rata pada sebagian besar variabel. Tahun tanam berada pada nilai negatif, sedangkan luas lahan dan jumlah pokok juga berada sedikit dibawah rata-rata. Pada variabel produktivitas, laju *yield* berada sedikit di bawah rata-rata, laju produktivitas BJR berada mendekati rata-rata, sedangkan laju produktivitas janjang/pokok dan tonase berada di bawah rata-rata. Pola tersebut menunjukkan bahwa Zoba 1 merupakan kelompok blok dengan karakteristik lahandan jumlah tanaman yang relatif lebih rendah serta tingkat produktivitas yang belum menunjukkan keunggulan dibandingkan zona lainya.

Zona 2 memiliki karakteristik yang paling menonjol pada luas lahan dan jumlah pokok, yang keduanya menunjukkan nilai *Z-score* tinggi. Sebaliknya, tahun tanam dan sebagian besar indikator produktivitas berada pada nilai negatif. Laju produktivitas *yield*, BJR, janjang/pokok, dan tonase berada di bawah rata-rata, sedangkan penggunaan pupuk berada relatif dekat dengan rata-rata. Pola ini menunjukkan bahwa zona 2 memiliki luas lahan dan jumlah pokok yang relatif besar, tetapi kondisi tersebut belum diikuti oleh tingkat produktivitas yang tinggi. Dengan demikian, besarnya luas dan populasi tanaman secara langsung menunjukkan tingginya produktivitas suatu zona.

Zona 3 menunjukkan pola karakteristik yang relatif rendah pada sebagian besar variabel. Berbeda dengan Zona 1 dan Zona 2, tahun tanam pada Zona 3 memiliki nilai *Z-score* positif dan merupakan yang tertinggi di antara keempat zona, sedangkan luas lahan dan jumlah pokok berada jauh di bawah rata-rata. Seluruh indikator produktivitas, yaitu *yield*, BJR, janjang/pokok, dan tonase, juga berada di bawah rata-rata. Nilai penggunaan pupuk merupakan yang paling rendah dibandingkan zona lainnya. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa Zona 3 memiliki

karakteristik blok dengan tahun tanam relatif lebih tinggi, tetapi memiliki luasan, jumlah pokok, produktivitas, dan penggunaan pupuk yang relatif rendah. Nilai tahun tanam yang lebih tinggi menunjukkan tahun penanaman yang lebih baru, sehingga tidak dapat langsung diartikan sebagai tanaman yang lebih tua. Sebaliknya, tahun tanam yang lebih rendah menunjukkan penanaman yang dilakukan lebih awal. Dengan demikian, apabila tahun tanam Zona 3 berada sekitar tahun 2017, maka kelompok ini relatif lebih muda dibandingkan zona dengan tahun tanam yang lebih rendah.

Zona 4, merupakan zona dengan karakteristik produktivitas paling meninjol. Nilai *Z-score* pada laju produktivitas *yield,* BJR, janjang/pokok, dan tonase seluruhnya berada jauh di atas rata-rata. Sementara itu luas lahan dan jumlah pokok berada relatif dekat dengan rata-rata, demikian juga tahun tanaman dan penggunaan pupuk. Pola ini menunjukkan bahwa zona 4 memiliki kinerja produktivitas relatif tinggi dibandingkan zona lainnya, meskipun luas lahan dan jumlah pokok yang tidak tiertinggi. Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa besarnya luas lahan dan jumlah pokok bukan satu-satunya faktor yang menentukan tingkat produktivitas. Secara keseluruhan, profil *Z-score* menunjukkan adanya perbedaan karakteristik yang cukup jelas antarzona. Zona 2 lebih menonjol dari sisi luas lahan dan jumlah pokok, Zona 3 memiliki kecenderungan nilai rendah pada sebagian besar atribut, sedangkan Zona 4 memiliki keunggulan pada seluruh indikator produktivitas. Perbedaan karakteristik tersebut menunjukkan bahwa setiap zona memiliki kondisi yang berbeda sehingga pengelolaannya dapat dipertimbangkan secara lebih spesifik sesuai dengan karakteristik masing-masing zona. Pendekatan seperti ini sejalan dengan prinsip pengelolaan berbasis karakteristik lokasi, di mana perbedaan kondisi antarwilayah perlu menjadi pertimbangan dalam menentukan bentuk pengelolaan yang sesuai (Corwin, 2013)

4.4.5 Kategorisasi Karakteristik Tiap Zona (*High–Middle–Low*)

Untuk mempermudah interpretasi pola *Z-score*, nilai *Z-score* pada masing-masing variabel selanjutnya dikategorikan menjadi tiga tingkatan, yaitu *High, Middle, dan Low*. Kategorisasi ini digunakan untuk menunjukkan posisi relatif suatu zona terhadap zona lainnya pada setiap variabel. Pendekatan tersebut sejalan dengan prinsip RQZM sebagai metode zonasi kuantitatif (*quantitative zoning*) yang mengelompokkan unit pengamatan berdasarkan karakteristik atribut yang dimilikinya *(Rustiadi, 2000)*. Hasil kategorisasi kedelapan variabel untuk keempat zona disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Kategorisasi Kedelapan Variabel

Variabel	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Tahun Tanam	*Low*	*Low*	*High*	*Middle*
Luas Lahan	*Middle*	*High*	*Low*	*Middle*
Jumlah Pokok	*Middle*	*High*	*Low*	*Middle*
Laju Produktivitas Yield	*Middle*	*Middle*	*Low*	*High*
Laju Produktivitas BJR/kg	*Middle*	*Middle*	*Low*	*High*
Laju Produktivitas Janjang/Pkk	*Low*	*Low*	*Low*	*High*
Laju Produktivitas/Ton	*Middle*	*Middle*	*Low*	*High*
Pupuk	*Middle*	*Middle*	*Low*	*Middle*

Berdasarkan Tabel 7, Zona 1 sebagian besar berada pada kategori *Middle*, terutama pada luas lahan, jumlah pokok, laju produktivitas *yield*, BJR, tonase, dan penggunaan pupuk. Sementara itu, tahun tanam dan laju produktivitas janjang/pokok berada pada kategori *Low*. Pola tersebut menunjukkan bahwa Zona 1 secara umum memiliki karakteristik yang berada di sekitar kondisi rata-rata, tetapi belum menunjukkan keunggulan pada aspek produktivitas.

Zona 2 memiliki kategori *High* pada luas lahan dan jumlah pokok. Namun, variabel tahun tanam serta laju produktivitas janjang/pokok berda di kategori *Low,* sedangkan *yield*, BJR, tonase, dan pupuk berada pada kategori *middle.* Kondosi ini menunjukkan bahwa di zona 2 memiliki sumbaer daya fisik berupa luas lahan dan jumlah pokok yang relatif tinggi, tetapi belum diikuti oleh produktivitas yang tinggi. Dengan demikian, besarnya jumlah pokok maupun luas lahan tidak dapat digunakan sebagai satu-satunya indikator untuk menggambarkan kinerja produktivitas suatu zona.

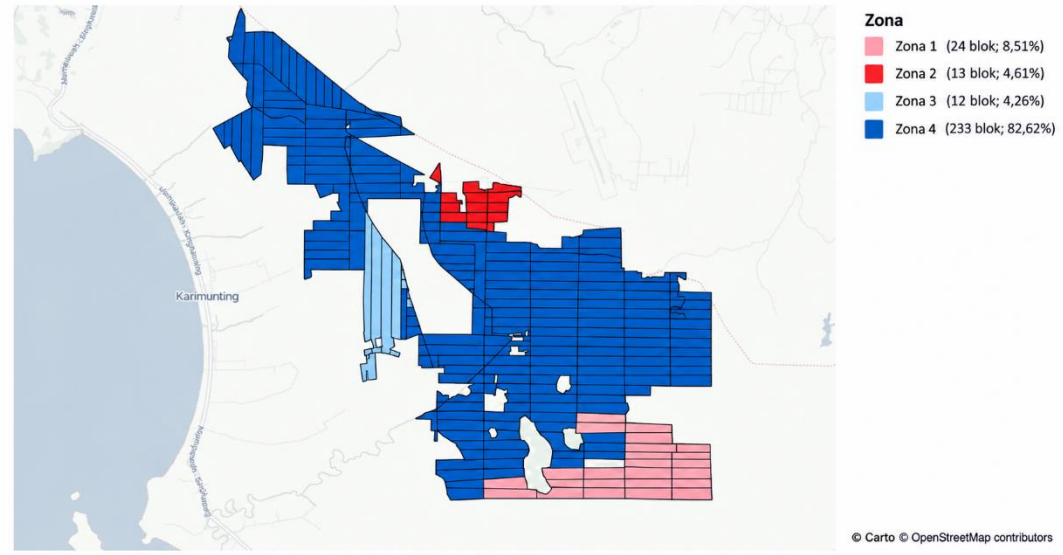
Zona 3 menunjukkan kategori *High* pada tahun tanam, tetapi *Low* pada luas lahan, jumlah pokok, seluruh indikator produktivitas, dan penggunaan pupuk. Tahun tanam yang berada pada kategori *High* menunjukkan bahwa tahun penanaman relatif lebih baru dibandingkan zona lainnya. Dengan demikian, kategori *High* pada tahun tanam tidak menunjukkan bahwa tanaman lebih tua, melainkan menunjukkan tahun penanaman yang relatif lebih baru. Rendahnya kategori produktivitas pada zona ini menunjukkan bahwa umur tanaman atau tahun tanam saja belum cukup untuk menjelaskan perbedaan produktivitas antar blok.

Zona 4 menunjukkan pola yang palingmenonjol pada aspek produktivitas. Zona ini berada pada kaetori *High* untuk laju produktivitas *yield,* BJR, janjang/pokok, dan tonase. Sementara itu, tahun tanam, luas lahan, jumlah pokok, dan pupuk berada pada kategori *Middle*. Pola tersebut memperlihatkan bahwa Zona 4 memiliki produktivitas relatif tinggi meskipun karakteristik luas lahan, jumlah pokok, tahun tanam, dan penggunaan pupuk berada di sekitar kondisi rata-rata.

Hasil kategorisasi tersebut menunjukkan bahwa umur atau tahun tanam tidak dapat dijadikan satu-satunya indikator untuk menjelaskan tingkat produktivitas kebun. Perbedaan antarzona terlihat dari adanya zona yang memiliki luas lahan dan jumlah pokok tinggi tetapi produktivitasnya tidak tinggi, seperti Zona 2, serta zona yang memiliki karakteristik fisik relatif sedang tetapi menunjukkan produktivitas tinggi, seperti Zona 4. Hal ini menunjukkan bahwa produktivitas merupakan hasil dari kombinasi berbagai karakteristik dan faktor pengelolaan, bukan hanya ditentukan oleh satu variabel. Selain itu, perbedaan antara penggunaan pupuk dan tingkat produktivitas juga perlu diperhatikan. Peningkatan input pupuk tidak selalu menghasilkan peningkatan produktivitas apabila terdapat faktor pembatas lain yang belum teratasi. Kondisi tersebut sejalan dengan prinsip pengelolaan hara spesifik lokasi yang menyatakan bahwa respons tanaman terhadap input dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor lain, sehingga penggunaan pupuk perlu dipertimbangkan bersama karakteristik lahan dan kondisi tanaman (Behera *et al*., 2018). Dengan demikian, kategorisasi *High-Middle-Low* pada Tabel 7 tidak hanya memberikan gambaran mengenai posisi relatif setiap zona, tetapi juga membantu mengidentifikasi karakteristik utama yang membedakan satu zona dengan zona lainnya. Hasil tersebut dapat menjadi dasar dalam penyusunan pengelolaan yang lebih spesifik berdasarkan karakteristik masing-masing zona.

4.4.6 Pola Sebaran Spasial Zona Hasil RQZM II

Selain karakteristik atribut aspek penting dalam hasil RQZM II adalah pola sebaran keruangan (*spatial pattern*) dari masing-masing zona. Analisis pola spasial digunakan untuk melihat bagaimana unit-unit blok yang memiliki karakteristik atribut relatif serupa tersebar di dalam areal perkebunan. Pada penelitian ini, proses regionalisasi dilakukan dengan konfigurasi $\beta = 0$, sehingga pembentukan zona pada tahap awal didasarkan pada kemiripan karakteristik atribut dari masing-masing unit blok. Struktur ketetanggaan *Queen* selanjutnya digunakan dalam tahap evaluasi dan penyempurnaan hasil regionalisasi, terutama untuk mengidentifikasi serta menangani unit atau blok kelompok blok yang berukuran kecil dan terisolasi. Peta hasil regionalisasi disajikan pada Gambar 16.



Gambar 15. Peta hasil regionalisasi RQZM II PT. Patiware

Secara spasial, gambar 15 menunjukkan adanya perbedaan pola sebaran antar zona. Zona 4 yang di tunjukkan dengan warna biru tua merupakan zona yang paling banyak, dengan sebaran yang luas dari bagian utara hingga bagian tengah areal kebun. Zona 4 mencakup lebih dari 80% total blok kebun. Besarnya proporsi zona 4 menunjukkan bahwa sebagian besar unit blok memiliki karakteristik atribut yang relatif serupa sehingga tergabung dalam zona yang sama.

Zona 2 yang ditunjukkan dengan warna merah memiliki sebaran yang lebih terbatas dan cenderung membentuk kelompok pada bagian tengah areal kebun. Sementara itu zona 1 berwarna pink membentuk kelompok yang relatif terkonsentrasi di bagian selatan. Zona 3 berwarna biru muda memiliki sebaran paling spesifik, yaitu membentuk jalur yang relatif sempit di bagian barat dekat wilayah pesisir. Pola tersebut menunjukkan bahwa ketiga zona tersebut memiliki karakteristik atribut yang berbeda dari kondisi mayoritas blok yang tergabung dalam zona 4.

Zona 4 tidak hanya dominan secara luasan wilayah, tetapi juga memiliki karakteristik produktivitas yang relatif tinggi. Berdasarkan profil *Z-score*, Zona 4

memiliki nilai relatif tinggi pada laju produktivitas *yield*, BJR, janjang/pokok, dan tonase. Sebaliknya, Zona 3 menunjukkan karakteristik yang lebih rendah pada sebagian besar variabel produktivitas. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan spasial antar zona tidak hanya menggambarkan lokasi geografis, tetapi juga berkaitan dengan perbedaan karakteristik atribut yang digunakan dalam proses regionalisasi. Pola sebaran menunjukkan bahwa zona dengan karakteristik yang berbeda dari mayoritas unit blok cenderung memiliki ukuran wilayah yang lebih kecil dan lokasi yang lebih spesifik. Sebaliknya, karakteristik yang banyak ditemukan pada unit blok akan membentuk zona yang lebih luas. Dengan demikian, hasil regionalisasi RQZM II memberikan gambaran mengenai pengelompokkan blok berdasarkan kesamaan karakteristik atribut sekaligus memperlihatkan lokasi geografis masing-masing kelompok, sehingga dapat digunakan sebagai dasar untuk membedakan pendekatan pengelolaan antar blok.

4.4.7 Sintesis Tipologi Lahan

Secara keseluruhan, hasil analisis RQZM II menghasilkan empat tipologi lahan di PT. Patiware yang menunjukkan perbedaan karakteristik umur tanaman, luas lahan, jumlah pokok, produktivitas, dan penggunaan pupuk antar blok. Keempat zona tersebut memiliki karakteristik yang berbeda sehingga dapat menjadi dasar dalam membedakan kondisi dan kebutuhan pengelolaan pada masing-masing blok.

Zona 1 merupakan kelompok blok dengan karakteristik yang secra umum berada pada kategori rendah hingga sedang. Nilai produktivitas *yield,* BJR, dan tonase berada di sekitar nilai rata-rata, sedangkan produktivitas janjang/pokok berada pada kategori rendah. Dengan demikian, Zona 1 lebih menggambarkan kelompok blok dengan kondisi produktivitas yang belum menunjukkan keunggulan dibandingkan zona lainnya dan dapat menjadi perhatian dalam evaluasi efisiensi produksi.

Zona 2 dicirikan oleh luas lahan dan jumlah pokok yang relatif tinggi, sedangkan sebagian besar indikator produktivitas berada pada kategori rendah hingga sedang. Tahun tananm berada dikategori rendah, yang menunjukkan bahwa secara relatif zona ini memiliki tahun tanam yang lebih awal dibandingkan zona dengan nilai tahun tanam tinggi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa besarnya luas lahan dan jumlah pokok belum secara langsung diikuti oleh produktivitas yang tinggi. Oleh karena itu, pengelolaan Zona 2 perlu memperhatikan efisiensi populasi tanaman dan faktor-faktor agronomis yang dapat memengaruhi produktivitas.

Zona 3 merupakan kelompok dengan karakteristik yang paling berbeda dari zona lainnnya. Zona ini memiliki nilai luas lahan dan jumlah pokok yang rendah serta seluruh indikator produktivitas juga berada pada kategori rendah. Sementara, itu nilai tahun tanam berada pada kategori tinggi, yang menunjukkan bahwa blok-blok pada zona ini memiliki tahun tanam relatif lebih baru. Penggunaan pupuk juga berada pada ketegori rendah. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa rendahnya produktivitas pada zona 3 tidak semata-mata dapat dikaitkan dengan umur tanaman, sehingga diperlukan evaluasi terhadap faktor lain seperti kondisi lahan, populasi tanaman, pemeliharaan, dan pengelolaan kebun.

Zona 4 merupakan zona yany paling dominan secra spasial dan mencakup sebagian besar blok kebun. Zona ini memiliki karakteristik yang relatif sedang pada luas lahan, jumlah pokok, tahun tanam, dan penggunaan pupuk, tetapi menunjukkan nilai tinggi pada seluruh indikator produktivitas, yaitu *yield*, BJR, janjang/pokok, dan tonase. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa zona 4 mempresentasikan kelompok blok dengan performa produktivitas relatif paling baik sekaligus menjadi karakteristik yang paling umum pada areal penelitian.

Berdasarkan keempat tipologi tersebut, hasil RQZM II menunjukkan bahwa perbedaan produktivitas antar zona tidak hanya ditentukan oleh satu variabel, tetapi merupakan hasil kombinasi beberapa karakteristik lahan dan pengolahan. Hal ini terlihat dari adanya zona yang memiliki luas lahan dan jumlah pokok tinggi tetapi tidak diikuti produktivitas tinggi, serta zona yang memiliki tahun tanam relatif baru tetapi produktivitasnya masih rendah. Oleh karena itu, hasil dari tipologi dapat digunakan sebagai dasar untuk mengidentifikasi wilayah yang memerlukan perhatian pengelolaan lebih lanjut dengan mempertimbangkan karakteristik spesifik masing-masing zona. Pendekatan berdasarkan tipologi zona tersebut mendukung penerapan pengelolaan spesifik lokasi, yaitu pengelolaan yang mempertimbangkan perbedaan kondisi antar unit blok dari pada menerapkan perlakuan yang sama pada seluruh areal kebun. Dengan demikian, hasil RQZM II dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam menentukan prioritas evaluasi, pemeliharaan, pemupukan, maupun strategi peningkatan produktivitas pada masing-masing zona (Corwin, 2013; Purwantiningrum *et al*., 2025).