

Kesesuaian daya dukung lingkungan berbasis jasa ekosistem penyedia pangan dan air terhadap rencana pola ruang Kabupaten Karanganyar

Suitability of environmental carrying capacity based on ecosystem services of food and water provider towards Karanganyar spatial plan

Naufal Ramaghani^{1*}, Kusumastuti¹, dan Chrisna Trie Hadi Permana¹

¹Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

*Corresponding author's email: n.ramaghani12@student.uns.ac.id

Abstrak. Perubahan guna lahan akibat pertumbuhan penduduk berdampak pada penurunan kualitas serta kuantitas sumber daya alam, terutama ketersediaan pangan dan air. Pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan dapat terlihat dari rencana tata ruang yang memperhatikan daya dukung lingkungan. Namun, RTRW Kabupaten Karanganyar belum memiliki dokumen Kajian Lingkungan Hidup Strategis. Oleh karena itu, diperlukan kajian terkait daya dukung lingkungan yang berbasis pada potensi jasa ekosistem khususnya pangan dan air. Kajian daya dukung lingkungan berbasis jasa ekosistem meliputi pemetaan jasa ekosistem berdasarkan penggunaan lahan dan ekoregion, perhitungan dan pendistribusian ketersediaan dan kebutuhan, penentuan status daya dukung lingkungan, serta kesesuaiannya dengan rencana pola ruang. Penelitian ini menggunakan data utama dari studi dokumen dan didukung dengan observasi. Analisis dilakukan dengan pendekatan spasial menggunakan teknik *overlay* dan pendistribusian menggunakan sistem *grid* 150×150 meter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa walaupun secara keseluruhan status daya dukung pangan dan air belum terlampaui hingga 2032, namun ditemukan beberapa *grid* area yang telah terlampaui. Selain itu, terdapat 15,6% area pada pola ruang yang tidak sesuai dengan daya dukung penyedia pangan, dan 11,5% area tidak sesuai dengan daya dukung penyedia air yang tentunya berdampak pada ketersediaan dan produktivitas sumber daya di masa mendatang.

Kata Kunci: Daya dukung lingkungan; Jasa ekosistem; Kesesuaian rencana pola ruang; Sistem rrid

Abstract. Changes in land use due to population growth in turn reduce the quality and quantity of natural resources, especially the availability of food and water. Sustainable management of natural resources can be seen from spatial plans that take into account the environmental carrying capacity. However, RTRW Kabupaten Karanganyar did not carry the Strategic Environmental Assessment document. Therefore, studies are needed regarding environmental carrying capacity based on the potential for ecosystem services, especially food and water. Ecosystem service-based environmental carrying capacity studies include mapping ecosystem services based on land use and ecoregions, calculating and distributing availability and needs, determining the status of environmental carrying capacity, and its suitability to spatial pattern plans. This research used main data from document studies and was supported by observations. The analysis was carried out using a spatial approach using overlay techniques on a 150×150 meter grid system. The research revealed that although the overall food and water carrying capacity status has not been exceeded until 2032, several grid areas showed on the contrary. Apart from that, there are 15.6% of areas in the spatial pattern that are not in accordance with the carrying capacity of food providers, and 11.5% of areas are not in accordance with the carrying capacity of water providers. This condition may lead to the availability and productivity of resources in the future.

Keywords: Ecosystem services; Environmental carrying capacity; Grid system; Suitability with spatial planning

1. Pendahuluan

Perkembangan jumlah penduduk disertai peningkatan aktivitas akan berdampak pada peningkatan kebutuhan diikuti dengan perubahan guna lahan [1]. Bertambahnya populasi disertai peningkatan aktivitas yang berpengaruh pada perubahan guna lahan berdampak pada sumber daya yang ada seperti berkurangnya ketersediaan sumber daya ataupun penurunan kualitas maupun kuantitas lingkungan [2]. Perubahan guna lahan dikarenakan peningkatan jumlah penduduk berdampak pada kondisi sumber daya pangan dan air yang juga diikuti oleh peningkatan kebutuhan penduduk akan pangan dan air [3]. Alih fungsi lahan umumnya mengarah pada hal negatif bagi lingkungan, khususnya lahan pertanian yang terkonversi akan berdampak pada penyediaan pangan yang ada, sementara penduduk beserta kebutuhannya semakin bertambah [4]. Dalam sumber daya air, perubahan penggunaan lahan mengakibatkan kerusakan dan kekritisian yang berdampak pada sumber daya air yang mempengaruhi ketersediaan air yang dapat digunakan oleh masyarakat [3]. Kelestarian sumber daya dapat dilakukan dengan menjaga antara keseimbangan lingkungan dengan

pembangunan yang terjadi masa kini agar dapat mencukupi kebutuhan generasi mendatang melalui pembangunan berkelanjutan [5].

Pembangunan berkelanjutan adalah proses pembangunan dengan mengoptimalkan manfaat dari sumber daya alam yang diserasikan dengan manusia dalam pembangunan [6]. Sumber daya alam menjadi penting dalam keberlanjutan lingkungan untuk generasi mendatang di tengah perkembangan wilayah dan penduduk yang cukup pesat sehingga perencanaan tata ruang sangat penting bagi suatu daerah untuk menjadi acuan dalam pembangunan sekaligus pedoman dalam penataan ruang [7]. Pemanfaatan sumber daya alam secara bijaksana dilakukan dengan memperhatikan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup [8]. Untuk memanfaatkan sumber daya dengan optimal dapat dilakukan melalui identifikasi sumber daya secara keruangan yang menggambarkan kondisi alam berdasarkan karakteristik fisik lingkungan [9]. Untuk mengetahui kondisi kemampuan lingkungan tersebut dapat dilakukan dengan pendekatan jasa ekosistem yang merupakan manfaat yang didapatkan manusia dari berbagai sumber daya alam [10]. Dengan pemetaan sumber daya alam berdasarkan jasa ekosistem dapat bermanfaat untuk pengelolaan lingkungan, di mana aktivitas ekonomi dan pembangunan yang terjadi sekarang berdampak pada ketidakseimbangan ekosistem yang terlihat dari penurunan sumber daya lahan pangan dan penurunan sumber daya air [11].

Kabupaten Karanganyar mengalami peningkatan populasi penduduk yang cukup tinggi dibandingkan kabupaten di Subosukawonosraten lainnya dengan jumlah 6845 penduduk pada tahun 2021 yang diikuti penurunan luas lahan pertanian padi seluas 353 ha [12]. Perubahan guna lahan yang terjadi di Kabupaten Karanganyar dari tahun 2007 sampai tahun 2017 sekitar 1523 ha cenderung pada konversi lahan pertanian, di mana pada tahun 2007 luas lahan pertanian pangan sebesar 41437 ha menjadi 39914 ha di tahun 2017 yang diikuti peningkatan sektor perumahan dan industri [13]. Pada tahun rentang waktu 2015 sampai 2019 juga mengalami penurunan jumlah lahan pertanian pangan, yang di antaranya adalah padi yang terjadi di beberapa kecamatan di Karanganyar [14]. Perubahan guna lahan juga mempengaruhi keseimbangan sumber daya air, salah satunya terjadi pada area DAS Jlantah Hulu di Kecamatan Jatiyoso dan Kecamatan Tawangmangu, di mana selama tahun 2009-2013 mengalami pertumbuhan lahan permukiman sebesar 7% diikuti penurunan ketersediaan air sebesar 27% [15]. Dalam RTRW Kabupaten Karanganyar 2013-2032 juga tercantum bahwa perlu memperhatikan daya dukung lingkungan dan potensi jasa ekosistem dalam rangka pengembangan wilayah timur dan selatan dengan bagian barat, selain itu daya dukung perlu diperhatikan dalam pengembangan kawasan industri serta daya dukung perlu dipertahankan dalam menjaga kawasan lindung dan resapan air [16]. Namun informasi terkait daya dukung ataupun potensi jasa ekosistem di Kabupaten Karanganyar saat ini hanya berdasarkan Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS) RPJMD 2018-2023 yang tidak mendukung hingga akhir tahun perencanaan RTRW Kabupaten Karanganyar [17].

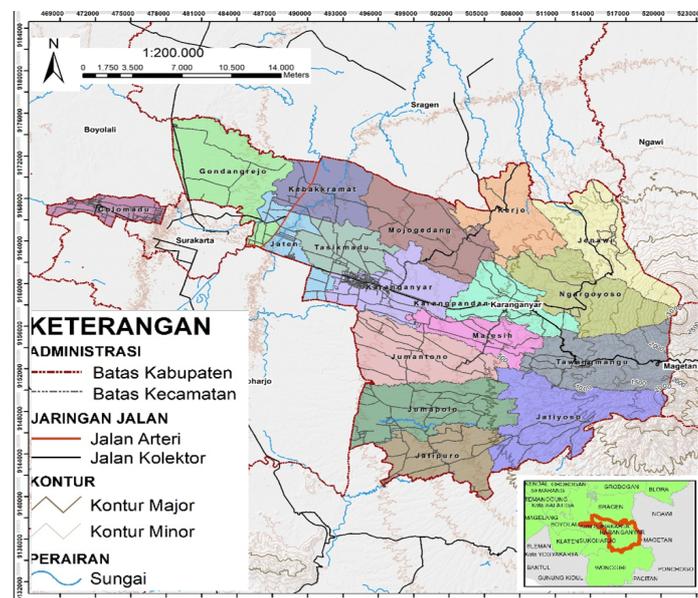
Pertumbuhan penduduk dan perubahan guna lahan yang seiring berjalannya waktu semakin mengurangi sumber daya alam melatarbelakangi penelitian ini untuk mengkaji daya dukung

lingkungan dikarenakan perkembangan yang terjadi di Kabupaten Karanganyar [12–15]. Daya dukung lingkungan digunakan untuk menilai kemampuan lingkungan dalam menampung segala aktivitas maupun beban yang ada pada kawasan melalui penyediaan dan kebutuhannya serta berdasarkan jasa ekosistemnya agar mampu menyediakan sumber daya yang optimal dengan minimnya kerusakan baik pada saat ini ataupun pada masa mendatang [18]. Pencermatan penelitian mengenai daya dukung lingkungan berbasis jasa ekosistem merupakan suatu alternatif kajian yang dapat dipergunakan untuk mendukung KLHS ataupun RTRW [19]. Dengan adanya penelitian ini, maka akan menjelaskan daya dukung lingkungan melalui ketersediaan sumber daya alam yang berupa pangan dan air serta kebutuhannya berdasarkan jasa ekosistem yang disesuaikan dengan pola ruang pada RTRW.

2. Metode

2.1. Ruang lingkup wilayah studi

Wilayah studi dalam penelitian ini adalah Kabupaten Karanganyar dengan letak geografis pada $110^{\circ}40' - 110^{\circ}70'$ BT dan $7^{\circ}28' - 7^{\circ}46'$ LS seperti pada Gambar 1. Kabupaten Karanganyar yang merupakan salah satu kabupaten yang berbatasan langsung dengan Kota Surakarta sehingga bentuk guna lahannya cukup terpengaruh dengan aktivitas perkotaan di Kota Surakarta. Kabupaten Karanganyar berbatasan dengan Kabupaten Sragen di bagian Utara, Kabupaten Magetan di bagian timur, Kabupaten Wonogiri dan Kabupaten Sukoharjo di bagian selatan, serta Kota Surakarta dan Kabupaten Boyolali di bagian barat.



Gambar 1. Peta administrasi Kabupaten Karanganyar.

2.2. Sumber data

Pengumpulan data pada penelitian ini umumnya dilakukan melalui survei data sekunder dengan memperoleh data dari Dinas Lingkungan Hidup terkait data bentang lahan dan Dinas

Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang terkait data penggunaan lahan. Data sekunder juga didapatkan melalui studi literatur yang bersumber dari Badan Pusat Statistik serta dokumen Perda Rencana Tata Ruang Kabupaten Karanganyar, sedangkan survei primer digunakan untuk memverifikasi data penggunaan lahan dan bentang lahan melalui observasi di lapangan (Tabel 1).

Tabel 1. Sumber data.

| Data | Jenis Data | Bentuk Data | Teknik Pengumpulan Data | Sumber Data | Tahun Data |
|------------------------|------------|-------------|-------------------------|-------------|------------|
| Data Ekoregion | Sekunder | Peta | Studi Literatur | DLH | 2022 |
| Data Penggunaan Lahan | Sekunder | Peta | Studi Literatur | DPUPR | 2022 |
| Data Pola Ruang | Sekunder | Peta | Studi Literatur | DPUPR | 2019 |
| Data Populasi Penduduk | Sekunder | Tabel | Studi Literatur | BPS | 2022 |
| Data Produksi Beras | Sekunder | Tabel | Studi Literatur | BPS | 2022 |
| Data Curah Hujan | Sekunder | Tabel | Studi Literatur | BPS, DPUPR | 2022 |
| Data Potensi CAT | Sekunder | Tabel | Studi Literatur | DPUPR | 2022 |

2.3. Metode analisis data

2.3.1. Pemetaan jasa ekosistem. Pemetaan jasa ekosistem dilakukan dengan mengolah data ekoregion berupa ekoregion bentang lahan dan tutupan lahan melalui ArcGIS dengan teknik *overlay* peta beserta skor untuk setiap datanya. Kemudian hasil pemetaan jasa ekosistem akan diklasifikasikan ke dalam lima kelas melalui persamaan berikut berdasarkan rumus dari KLHK [9].

$$JE: (Wek \times Sek) + (Wpl \times Spl)$$

Keterangan:

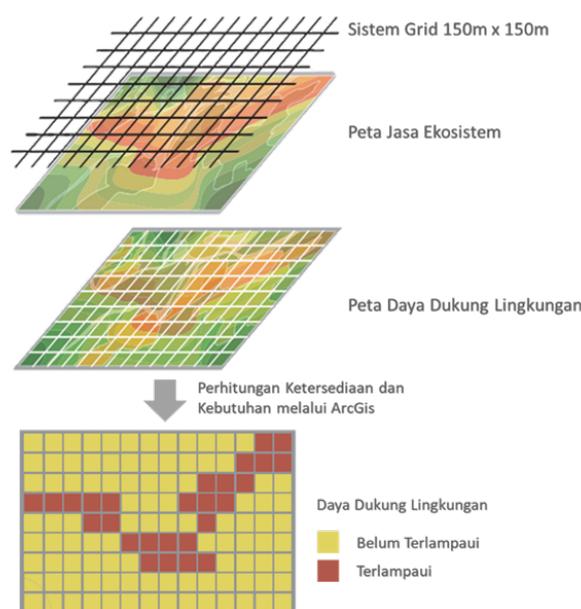
- JE : Jasa ekosistem
- Wek : Bobot ekoregion (0,28)
- Sek : Skor ekoregion
- Wpl : Bobot Penggunaan/Tutupan Lahan (0,60)
- Spl : Skor Penggunaan/Tutupan Lahan

Nilai dan *range* pembagian kelas ditentukan berdasarkan nilai tertinggi dan terendahnya seperti pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Kelas jasa ekosistem [9].

| Kelas Jasa Ekosistem | Nilai Jasa Ekosistem |
|----------------------|----------------------|
| Sangat Tinggi | > 3,71 |
| Tinggi | 3,00 – 3,71 |
| Sedang | 2,29 – 3,00 |
| Rendah | 1,58 – 2,29 |
| Sangat Rendah | < 1,58 |

2.3.2. *Analisis daya dukung lingkungan.* Analisis daya dukung pangan dilakukan dengan pendekatan keruangan menggunakan sistem *grid* [20]. Pendekatan sistem *grid* skala mini menggunakan ukuran 5" atau 150 × 150 meter sesuai ketentuan KLHK seperti ditunjukkan Gambar 2. Data yang diperlukan dalam perhitungan ketersediaan adalah data jasa ekosistem penyediaan pangan dan populasi penduduk yang akan diolah menjadi ketersediaan dan kebutuhan yang didistribusikan ke dalam *grid* yang semuanya dilakukan melalui *software* ArcGIS.



Gambar 2. Penggunaan sistem *grid* [9].

Dalam analisis daya dukung pangan dilakukan dengan membandingkan antara ketersediaan dengan kebutuhan. Ketersediaan pangan didapatkan melalui hasil jasa ekosistem dan jumlah produksi beras yang kemudian didistribusikan ke setiap *grid* agar dapat dilihat persebarannya melalui persamaan berikut berdasarkan rumus dari KLHK [9].

$$IJE_{PGrid} = \frac{L_{PL}}{L_{Grid}} \times JE_P$$

- Keterangan :
- IJE_PGrid : Jasa penyedia dalam *grid* (Pangan/Air)
 - L_PL : Luas penggunaan lahan
 - L_Grid : Luas *grid*
 - JE_P : Jasa ekosistem penyedia (Pangan/Air)

Setelah persebaran jasa penyediaan dalam bentuk *grid* diperoleh, maka dilakukan persamaan berikut untuk mengetahui ketersediaan pangan ataupun ketersediaan air [9].

$$K_Grid = \frac{IJE_PGrid}{IJE_PAdm} \times K$$

- Keterangan :
- K_Grid : Ketersediaan Pangan/Air
 - IJE_PGrid : Jasa Penyedia (pangan/air) setiap *grid*
 - IJE_PAdm : Jasa Penyedia (pangan/air) setiap wilayah/kecamatan
 - K : Produksi beras satu Kabupaten/debit air satu Kabupaten

Kemudian dilakukan perhitungan kebutuhan berdasarkan jumlah penduduk yang juga didistribusikan ke dalam sistem *grid* berdasarkan bobot setiap jenis penggunaan lahannya sebagaimana Tabel 3.

Tabel 3. Bobot penggunaan lahan [20].

| Jenis Penggunaan Lahan | Bobot |
|-----------------------------|-------|
| Danau | 0 |
| Hutan Lahan Kering Primer | 0 |
| Hutan Lahan Kering Sekunder | 0 |
| Hutan Tanaman | 0 |
| Kebun Campuran | 0 |
| Lahan Terbuka | 0 |
| Perkebunan | 0 |
| Permukiman | 0,270 |
| Persawahan | 0,272 |
| Rawa | 0 |
| Semak Belukar | 0 |
| Sungai | 0 |
| Tegalan | 0,142 |

Bobot penggunaan lahan tersebut digunakan untuk menghitung densitas penduduk dalam satu *grid* menggunakan persamaan berikut berdasarkan rumus dari KLHK [9].

$$WGrid = \frac{L_PL}{L_Grid} \times \text{Bobot PL}$$

- Keterangan :
- WGrid : Densitas penduduk setiap *grid*
 - L_PL : Luas penggunaan lahan
 - L_Grid : Luas *grid*
 - Bobot PL : Bobot setiap penggunaan lahan

$$\text{PopGrid} = \frac{W_Grid}{W_Adm} \times \text{Populasi Penduduk}$$

Keterangan:

- PopGrid : Populasi penduduk setiap *grid*
- WGrid : Densitas penduduk setiap *grid*
- WAdm : Penduduk dalam satu wilayah
- Populasi : Jumlah populasi

Setelah didapatkan jumlah populasi setiap *grid*, maka hasil tersebut akan digunakan dalam perhitungan kebutuhan pangan sebagai berikut berdasarkan rumus dari KLHK [9].

$$T_BerasGrid = PopGrid \times AKB \times 365$$

Keterangan :

- T_BerasGrid : Kebutuhan beras
- PopGrid : populasi penduduk setiap *grid*
- AKB : 0,198 kg/hari
- 365 : asumsi jumlah hari dalam satu tahun

Sedangkan untuk menghitung kebutuhan air terbagi menjadi kebutuhan air domestik dan kebutuhan air berbasis lahan yang mengacu pada Tabel 4.

Tabel 4. Kebutuhan air berbasis lahan [9].

| Penggunaan lahan | Kebutuhan (NAir) |
|--------------------------------|------------------------------------|
| Sawah Irigasi | 10368 m ³ /tahun/hektar |
| Sawah Tadah Hujan | 5184 m ³ /tahun/hektar |
| Perkebunan | 11664 m ³ /tahun/hektar |
| Tegalan/Pertanian Lahan Kering | 7776 m ³ /tahun/hektar |

Dengan perhitungan kebutuhan air berbasis lahan sebagai berikut berdasarkan rumus dari KLHK [9].

$$GGrid = L_PL \times NAir$$

Keterangan :

- QGrid : Total Kebutuhan air kegiatan ekonomi
- L_PL : Luas penggunaan lahan
- NAir : Kebutuhan air ekonomi berbasis lahan

Untuk perhitungan kebutuhan air domestik menggunakan persamaan berikut berdasarkan rumus dari KLHK [9].

$$DGrid = PopGrid \times KHL \times K$$

Keterangan:

- DGrid : Kebutuhan air domestik

PopGrid : populasi penduduk setiap *grid*
 KHL : 43,2 m³/tahun/kapita
 K : 2 (faktor koreksi)

Kebutuhan air domestik dan kebutuhan air berbasis lahan dijumlahkan untuk mendapatkan kebutuhan air total (T_AirGrid). Setelah didapatkan ketersediaan dan kebutuhannya, maka dilakukan perhitungan status daya dukung lingkungan. Apabila statusnya negatif atau dalam kata lain kebutuhan lebih besar daripada ketersediaan, maka dikatakan defisit atau terlampaui, sedangkan jika hasilnya ketersediaan lebih besar maka statusnya surplus atau belum terlampaui. Perhitungan status daya dukung menggunakan persamaan berikut berdasarkan rumus dari KLHK [9].

$$SP_Grid = K_Grid - T_Grid$$

Keterangan :
 SP_Grid : Status daya dukung
 K_Grid : Ketersediaan (Pangan/Air)
 T_Grid : Total kebutuhan (Pangan/Air)

2.3.3. Kesesuaian pola ruang terhadap daya dukung lingkungan. Analisis dilakukan untuk melihat tingkat kesesuaian antara peta daya dukung penyediaan pangan dan air dengan peta pola ruang pada RTRW Kabupaten Karanganyar. Hasil analisis daya dukung lingkungan dibandingkan dengan peta pola ruang menggunakan teknik *overlay intersect* pada *software* ArcGIS [21]. Suatu lahan dikatakan tidak sesuai apabila kawasan terbangun seperti permukiman dan industri berada pada daya dukung jasa ekosistem penyediaan yang tinggi dan sangat tinggi, serta kawasan pertanian berada pada daya dukung jasa penyediaan yang rendah dan sangat rendah [10,22]. Sedangkan kawasan lindung atau hutan dianggap memiliki asumsi positif sehingga tidak dinilai kesesuaiannya [22].

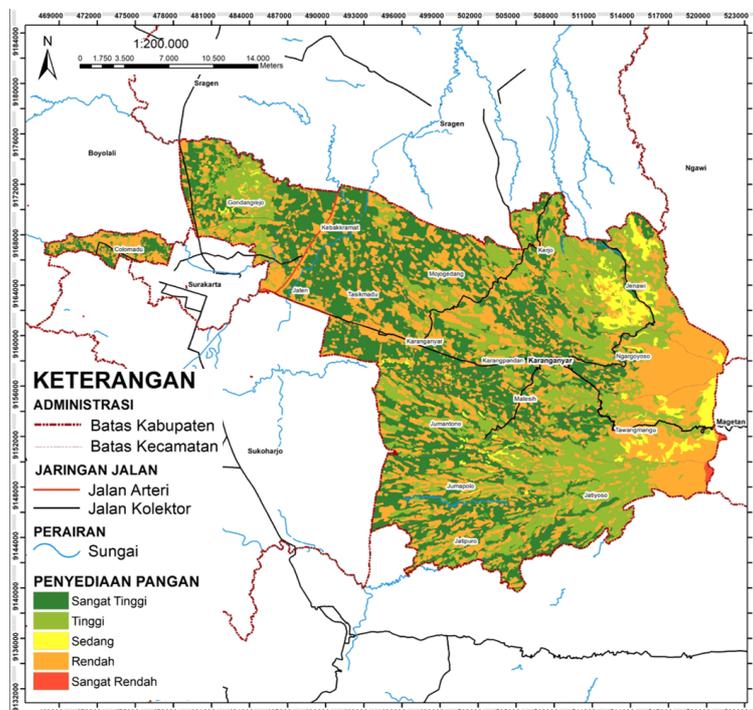
3. Hasil penelitian dan pembahasan

3.1. Jasa ekosistem Kabupaten Karanganyar

Kabupaten Karanganyar memiliki berbagai bentuk karakteristik lahan yang mengacu pada bentang lahan (ekoregion) dan penggunaan lahan yang menjadikan setiap lahan memiliki perbedaan termasuk dalam penyediaan pangan dan penyediaan air untuk kehidupan manusia di atasnya. Secara garis besar Kabupaten Karanganyar memiliki ekoregion berupa dataran, kaki gunung hingga lereng gunung api yang didominasi dengan material piroklastik, dan terdapat sebagian kecil wilayah kubah gunung api tua serta perbukitan napalan. Sedangkan dari sisi penggunaan lahan didominasi oleh sawah dan permukiman, diikuti juga dengan perkebunan dan hutan yang cukup luas. Bentuk ekoregion dan penggunaan lahan ini mempengaruhi karakteristik suatu lahan dalam menyediakan sumber daya yang dalam hal ini berupa pangan dan air.

3.1.1. Jasa ekosistem penyedia pangan. Jasa ekosistem penyedia pangan di Kabupaten Karanganyar terbagi menjadi lahan berpotensi menyediakan pangan sangat rendah, rendah,

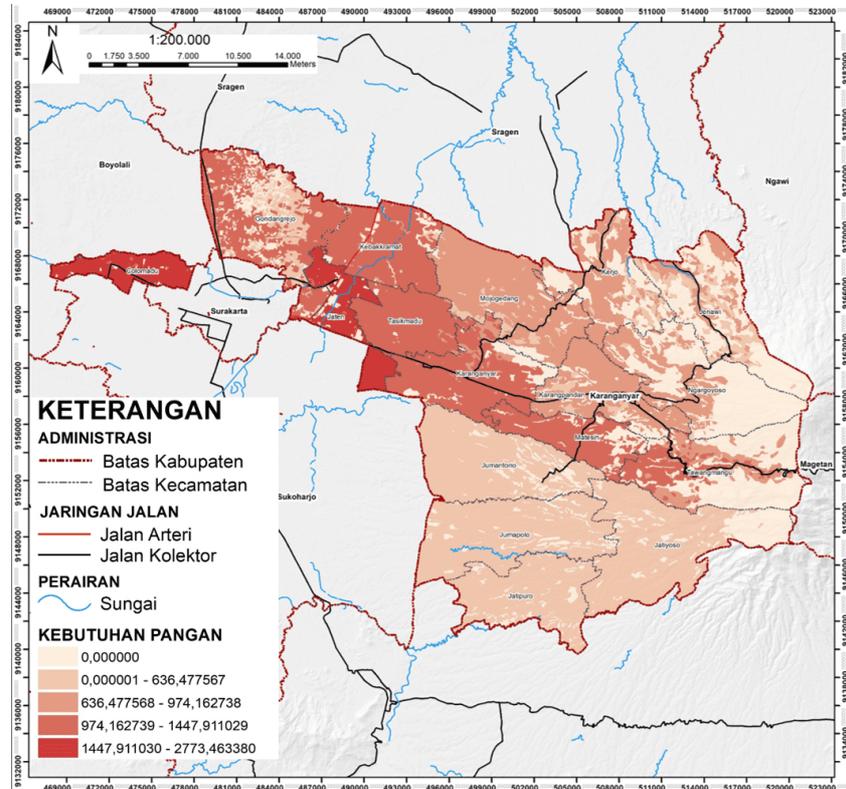
sedang, tinggi, dan sangat tinggi (Gambar 3). Berdasarkan perhitungan dan pemetaan jasa ekosistem, Kabupaten Karanganyar didominasi oleh jasa penyediaan pangan rendah dengan luasan 29081 ha (36,2%) dan sangat tinggi sebesar 27328 ha (34%). Besarnya potensi penyediaan pangan yang rendah dipengaruhi oleh luasan kawasan permukiman yang tersebar di setiap kecamatan dan kawasan hutan yang mendominasi wilayah timur Kabupaten Karanganyar. Potensi penyediaan pangan sangat tinggi juga tersebar di setiap kecamatan dengan konsentrasi paling terlihat berada di area tengah Kabupaten Karanganyar yang dipengaruhi oleh dominasi area sawah serta bentuk ekoregion yang memiliki kemampuan tinggi dalam penyediaan pangan. Area dengan potensi penyediaan tinggi juga cukup luas sebesar 25% tersebar ke setiap kecamatan yang dipengaruhi bentuk ekoregion bermaterial piroklastik serta guna lahan perkebunan dan tegalan. Sedangkan jasa penyediaan sedang dan sangat rendah memiliki luasan kecil yakni 3,8% dan 0,1% yang dominan berada di wilayah timur karena dipengaruhi ekoregion perbukitan napalan dan guna lahan hutan serta semak.



Gambar 3. Peta jasa ekosistem penyedia pangan.

3.2.2. Kebutuhan pangan. Kebutuhan pangan di Kabupaten Karanganyar ditunjukkan berdasarkan jumlah penduduknya (Tabel 5). Kebutuhan pangan tersebut juga didistribusikan ke dalam sistem *grid* mengikuti jumlah penduduk dalam sistem *grid*. Kebutuhan total Kabupaten Karanganyar sebesar 67.847.654 Kg, kebutuhan terbesarpada Kecamatan Gondangrejo, Karanganyar, dan Jaten dengan kebutuhan pangan mencapai 6.000 ton. Sedangkan kecamatan dengan kebutuhan pangan paling kecil adalah Kecamatan Jenawi yang tidak sampai 2.000 ton. Kecamatan lainnya juga memiliki kebutuhan pangan yang sesuai

dengan jumlah penduduknya. Gambar 6 menunjukkan distribusi spasial kebutuhan pangan Kabupaten Karanganyar.



Gambar 6. Peta kebutuhan pangan Kabupaten Karanganyar.

Sektor industri pengolahan menjadi sektor yang memiliki kontribusi PDRB terbesar di Kabupaten Cilacap dan hampir memiliki semua jenis bentuk industri pengolahan kecuali industri tembakau. Hal ini dapat dilihat dari data PDRB Kabupaten Cilacap. Dalam kegiatan ekonomi industri, pengolahan merupakan kegiatan mengubah barang dasar secara mekanis, kimia, atau dengan tangan menjadi barang setengah jadi atau barang jadi, dan atau barang lebih bernilai, dan bersifat lebih dekat dengan pemakai akhir.

3.2.3. Status daya dukung pangan. Berdasarkan ketersediaan dan kebutuhannya, status daya dukung pangan di Kabupaten Karanganyar masih surplus atau belum terlampaui. Dengan ketersediaan pangan sebesar 333.307.000 kg masih mampu mencukupi kebutuhan pangan penduduk saat ini yang sebesar 67.847.654 kg, bahkan dengan surplus yang begitu besar ambang batas penduduk yang mampu ditampung adalah sebesar 4.611.969 jiwa. Meskipun secara tabula status daya dukung di Kabupaten Karanganyar dan bahkan di setiap kecamatan masih belum terlampaui seperti pada Tabel 5, namun jika dilihat secara spasial terdapat beberapa area yang telah terlampaui daya dukungnya khususnya di Kecamatan Colomadu, Nargoyoso dan Tawangmangu. Hal tersebut dikarenakan jumlah ketersediaan pangan yang

sedikit dan area yang telah terlampaui daya dukungnya dipengaruhi juga oleh penggunaan lahan berupa permukiman seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.

Tabel 5. Daya dukung pangan Kabupaten Karanganyar.

| Kecamatan | Populasi (Jiwa) | Kebutuhan Pangan (Kg) | Ketersediaan Pangan (Kg) | Ambang Batas (jiwa) | Status Daya Dukung Pangan (Kg) |
|--------------|-----------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------------|
| Colomadu | 75.357 | 5.446.050 | 8.177.000 | 113.145 | 2.730.950 |
| Gondangrejo | 88.178 | 6.372.624 | 22.012.000 | 304.580 | 15.639.376 |
| Jaten | 84.414 | 6.100.600 | 20.034.000 | 277.210 | 13.933.400 |
| Jatipuro | 34.186 | 2.470.622 | 16.395.000 | 226.858 | 13.924.378 |
| Jatiyoso | 39.622 | 2.863.482 | 18.106.000 | 250.533 | 15.242.518 |
| Jenawi | 27.475 | 1.985.618 | 9.974.000 | 138.010 | 7.988.382 |
| Jumantono | 49.520 | 3.578.810 | 17.158.000 | 237.415 | 13.579.190 |
| Jumapolo | 42.456 | 3.068.295 | 19.202.000 | 265.698 | 16.133.705 |
| Karanganyar | 85.592 | 6.185.734 | 23.907.000 | 330.801 | 17.721.266 |
| Karangpandan | 43.802 | 3.165.571 | 25.446.000 | 352.096 | 22.280.429 |
| Kebakkramat | 64.683 | 4.674.640 | 36.530.000 | 505.466 | 31.855.360 |
| Kerjo | 37.909 | 2.739.683 | 19.046.000 | 263.540 | 16.306.317 |
| Matesih | 44.712 | 3.231.336 | 22.314.000 | 308.759 | 19.082.664 |
| Mojogedang | 70.233 | 5.075.739 | 32.168.000 | 445.109 | 27.092.261 |
| Ngargoyoso | 36.990 | 2.673.267 | 4.697.000 | 64.992 | 2.023.733 |
| Tasikmadu | 66.430 | 4.800.896 | 34.487.000 | 477.197 | 29.686.104 |
| Tawangmangu | 47.249 | 3.414.685 | 3.654.000 | 50.560 | 239.315 |
| Total | 938.808 | 67.847.654 | 333.307.000 | 4.611.969 | 265.459.346 |



Gambar 7. Peta status daya dukung pangan Kabupaten Karanganyar.

3.3. Daya dukung air

Daya dukung air Kabupaten Karanganyar dilihat berdasarkan ketersediaan (*supply*) yakni kondisi sumber daya alam dan kebutuhannya (*demand*) yang erat kaitannya dengan populasi manusia. Ketersediaan dalam daya dukung air ini didapatkan melalui peta jasa ekosistem penyediaan air serta data curah hujan tahunan dan potensi cekungan air tanah di Kabupaten Karanganyar. Sedangkan kebutuhan dalam daya dukung air merupakan kebutuhan air di Kabupaten Karanganyar baik itu kebutuhan domestik (rumah tangga), dan kebutuhan air berbasis lahan.

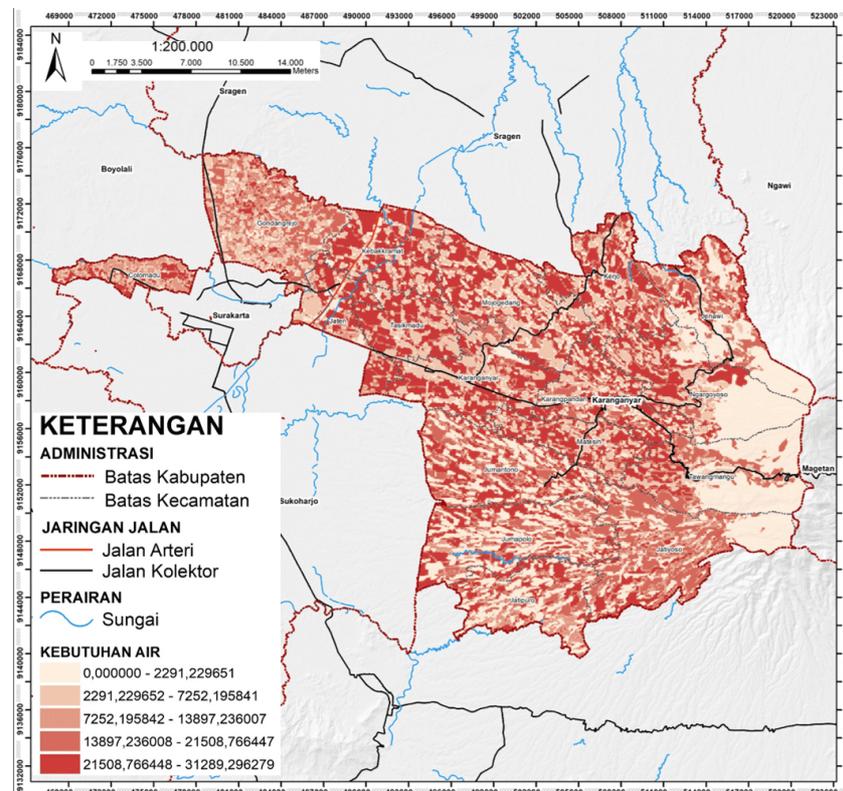
3.3.1. Ketersediaan air. Ketersediaan air didapatkan dari curah hujan dan cekungan air tanah di Kabupaten Karanganyar dengan total ketersediaan sebesar 1.141.114.954 m³, dengan ketersediaan air yang sangat besar tersebut didistribusikan ke dalam sistem *grid* yang menyesuaikan potensi penyediaan airnya serta ditampilkan ketersediaannya di setiap kecamatan (Tabel 6). Kecamatan Jatiyoso dan Gondangrejo memiliki area dengan ketersediaan air sangat tinggi, dipengaruhi oleh minimnya kawasan terbangun serta kecamatan yang luas. Sedangkan Kecamatan Colomadu dan Kecamatan Jaten yang ketersediaan airnya paling sedikit dipengaruhi oleh penggunaan lahan sebagai kawasan terbangun. Persebaran ketersediaan air cenderung mengikuti peta jasa ekosistemnya, di mana area dengan ketersediaan air tinggi tersebar di seluruh kecamatan dengan dominasi di wilayah

tengah dan timur Kabupaten Karanganyar, sedangkan yang rendah di wilayah barat dan selatan Kabupaten Karanganyar. Gambar 8 merupakan peta persebaran ketersediaan pangan Kabupaten Karanganyar.



Gambar 8. Peta ketersediaan air Kabupaten Karanganyar.

3.3.2. *Kebutuhan air.* Kebutuhan air di Kabupaten Karanganyar yang ditunjukkan berdasarkan jumlah penduduknya dan kebutuhan air berbasis lahan (Tabel 6). Kebutuhan air tersebut juga didistribusikan ke dalam sistem *grid* mengikuti jumlah penduduk dalam sistem *grid* serta penggunaan lahannya. Kebutuhan air total Kabupaten Karanganyar sebesar 542.427.388 m³, kebutuhan terbesar pada Kecamatan Jatiyoso sebesar 46 juta m³ karena luasan kecamatan yang besar. Kecamatan Jumantono dan Kecamatan Jumapolo sebesar 42 juta m³ karena luasan kecamatan yang besar serta lahan sawah dan perkebunan yang juga besar. Sedangkan area dengan kebutuhan air minim adalah area hutan yang berada pada timur Kabupaten Karanganyar. Kecamatan lainnya juga memiliki kebutuhan air yang sesuai dengan jumlah penduduknya. Gambar 9 menunjukkan distribusi spasial kebutuhan air Kabupaten Karanganyar.



Gambar 9. Peta kebutuhan air Kabupaten Karanganyar.

3.3.3. *Status daya dukung air.* Berdasarkan ketersediaan dan kebutuhannya, status daya dukung air di Kabupaten Karanganyar masih surplus atau belum terlampaui. Dengan ketersediaan air sebesar 1.141.114.954 m³ masih mampu mencukupi kebutuhan air saat ini yang sebesar 542.427.388 m³, bahkan dengan surplus yang begitu besar ambang batas penduduk yang mampu ditampung adalah sebesar 1.687.168 jiwa. Meskipun secara tabula status daya dukung di Kabupaten Karanganyar dan bahkan di setiap kecamatan masih belum terlampaui seperti pada Tabel 6, namun jika dilihat secara spasial terdapat sedikit area yang telah terlampaui daya dukungnya yang berada pada Kecamatan Tawangmangu dan Jatiyoso, Hal tersebut dikarenakan jumlah ketersediaan air yang sedikit dan area yang telah terlampaui daya dukungnya dipengaruhi oleh penggunaan lahan berupa perkebunan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10.

Tabel 6. Daya dukung air Kabupaten Karanganyar.

| Kecamatan | Populasi (Jiwa) | Ketersediaan Air (m ³) | Kebutuhan Air Total (m ³) | Ambang Batas (Jiwa) | Status Daya Dukung Air (m ³) |
|--------------|-----------------|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|--|
| Colomadu | 75.357 | 14.092.668 | 26.157.103 | 90.438 | 12.064.434 |
| Gondangrejo | 88.178 | 40.684.044 | 96.574.328 | 158.041 | 55.890.284 |
| Jaten | 84.414 | 20.772.801 | 33.330.244 | 100.111 | 12.557.443 |
| Jatipuro | 34.186 | 29.609.820 | 65.811.781 | 79.438 | 36.201.961 |
| Jatiyoso | 39.622 | 46.057.215 | 97.925.611 | 104.457 | 51.868.396 |
| Jenawi | 27.475 | 24.861.637 | 73.549.320 | 88.335 | 48.687.683 |
| Jumantono | 49.520 | 42.603.209 | 81.828.301 | 98.551 | 39.225.092 |
| Jumapolo | 42.456 | 42.110.146 | 88.910.384 | 100.956 | 46.800.238 |
| Karanganyar | 85.592 | 36.201.715 | 68.526.161 | 125.998 | 32.324.445 |
| Karangpandan | 43.802 | 29.321.307 | 53.480.763 | 74.001 | 24.159.456 |
| Kebakkramat | 64.683 | 33.536.873 | 61.083.488 | 99.116 | 27.546.615 |
| Kerjo | 37.909 | 36.957.088 | 64.212.226 | 71.978 | 27.255.139 |
| Matesih | 44.712 | 24.275.393 | 41.007.303 | 65.627 | 16.731.910 |
| Mojogedang | 70.233 | 40.699.909 | 81.423.186 | 121.137 | 40.723.277 |
| Ngargoyoso | 36.990 | 30.315.867 | 82.965.167 | 102.802 | 52.649.300 |
| Tasikmadu | 66.430 | 25.751.085 | 44.950.260 | 90.429 | 19.199.175 |
| Tawangmangu | 47.249 | 24.576.610 | 79.379.328 | 115.752 | 54.802.718 |
| Total | 938.808 | 1.141.114.954 | 542.427.388 | 1.687.168 | 598.687.566 |



Gambar 10. Peta status daya dukung air Kabupaten Karanganyar.

3.4. Kesesuaian pola ruang dengan daya dukung berbasis jasa ekosistem

Kesesuaian pola ruang dengan daya dukung berbasis jasa ekosistem digunakan untuk menilai kesesuaian antara fungsi lahan pada pola ruang RTRW dengan daya dukung lingkungannya baik pangan maupun air. Peta daya dukung lingkungan jasa ekosistem yang dibagi ke dalam lima kelas dari sangat rendah hingga sangat tinggi dalam penyediaannya dicocokkan melalui *overlay* dengan peta pola ruang RTRW Kabupaten Karanganyar.

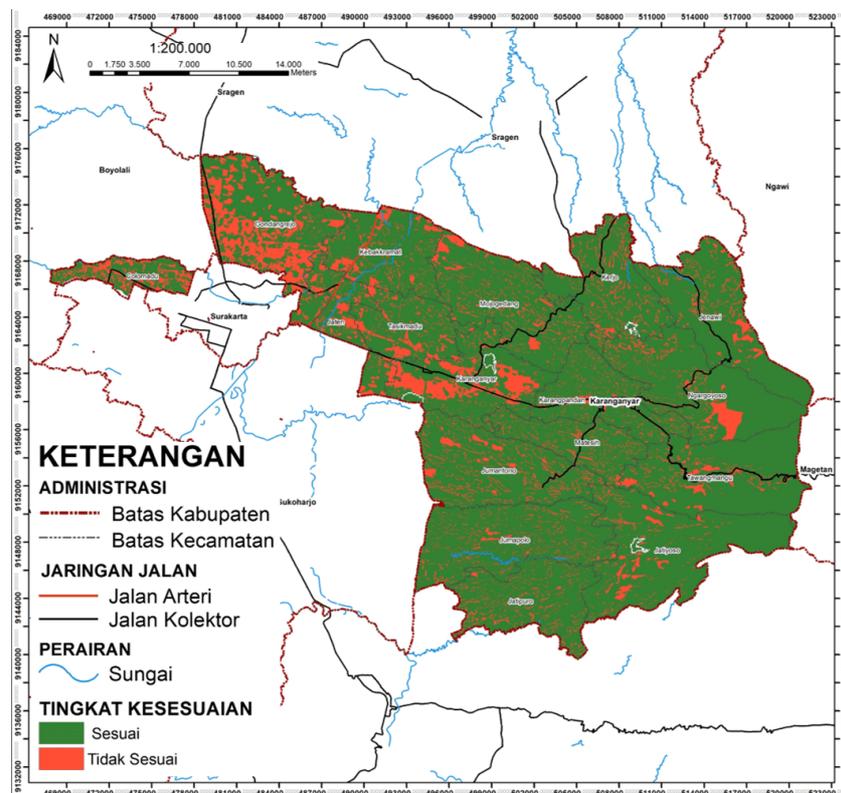
3.4.1. Kesesuaian pola ruang dengan daya dukung penyedia pangan. Peta pola ruang di-*overlay*-kan dengan peta jasa ekosistem penyedia pangan yang terbagi ke dalam lima kelas seperti ditunjukkan pada Gambar 11. Berdasarkan hasil *overlay* antara peta pola ruang dengan daya dukung penyedia pangan menunjukkan bahwa terdapat 15,6% area yang dominan pada wilayah barat Kabupaten Karanganyar tidak sesuai kualitas lahannya. Rencana kawasan industri dalam Pola Ruang RTRW Kabupaten Karanganyar akan mengambil 3% lahan yang memiliki potensi penyedia pangan tinggi dan sangat tinggi. Rencana kawasan permukiman dalam pola ruang RTRW Kabupaten Karanganyar akan berdampak pada 14% lahan yang memiliki potensi penyedia pangan yang tinggi dan sangat tinggi. Sedangkan terdapat kawasan hortikultura sebesar 18%, kawasan perkebunan sebesar 15%, dan kawasan pertanian pangan sebesar 7% tidak sesuai dengan daya dukung penyedia pangannya karena berada pada daya dukung penyedia pangan yang rendah, karena kawasan pertanian khususnya pertanian

pangan diprioritaskan pada daya dukung jasa penyedia pangan sedang hingga sangat tinggi. Berikut Tabel 7 yang menunjukkan kesesuaian pola ruang dengan daya dukung penyedia pangan.

Tabel 7. Kesesuaian pola ruang dengan daya dukung penyedia pangan.

| Muatan Pola Ruang | Kelas Daya Dukung Jasa Ekosistem Pangan (ha) | | | | |
|-------------------------|--|----------|--------|----------|---------------|
| | Sangat Tinggi | Tinggi | Sedang | Rendah | Sangat Rendah |
| Hutan Lindung | 2,16 | 386,83 | 897,44 | 5377,78 | 91,51 |
| Hutan Fungsi Khusus | 0,05 | 8,59 | 0 | 111,75 | 0 |
| Hutan Rakyat | 177,04 | 3853,57 | 829,62 | 367,07 | 0 |
| Hutan Produksi Terbatas | 0,6 | 9,75 | 0 | 17,11 | 0 |
| Kawasa Hortikultura | 1293,03 | 4396,26 | 443,42 | 1390,39* | 0 |
| Kawasan Perkebunan | 374,7 | 5767,06 | 358,05 | 1106,38* | 0 |
| Kawasan Pertanian | 17215,1 | 2136,39 | 197,68 | 1573,48* | 0 |
| Kawasan Industri | 1191,07* | 350,13* | 31,03 | 575,75 | 0 |
| Kawasan Permukiman | 4348,39* | 2501,35* | 150,03 | 17759,1 | 0 |
| Waduk | 141,41 | 21,69 | 0 | 2,71 | 0 |

*=Tidak Sesuai

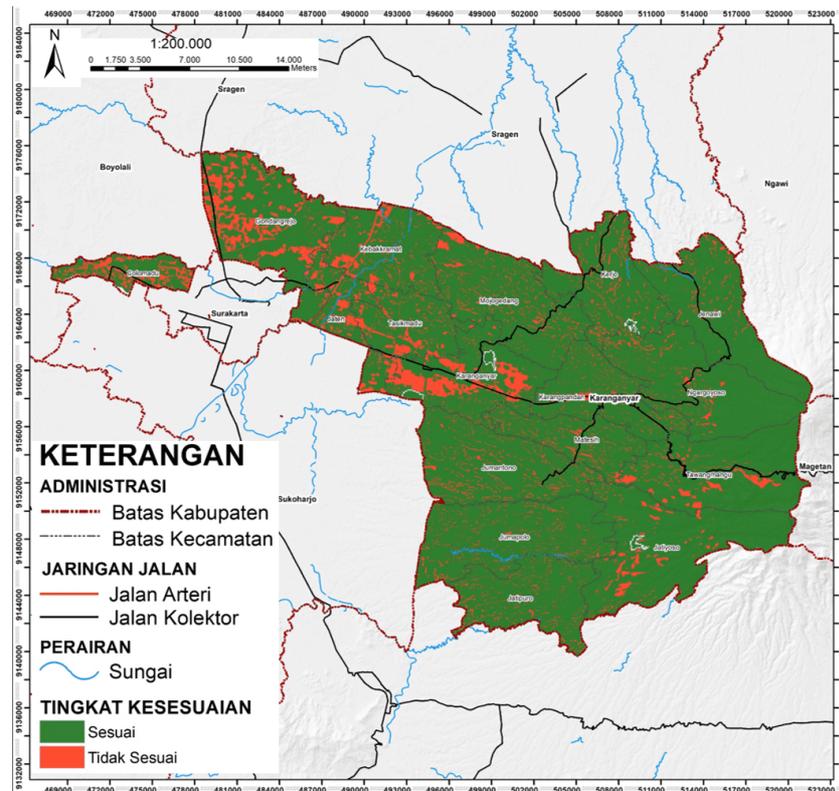


Gambar 11. Peta kesesuaian pola ruang dengan daya dukung penyedia pangan.

3.4.2. *Kesesuaian pola ruang dengan daya dukung penyedia air.* Peta pola ruang di-overlay-kan dengan peta jasa ekosistem penyediaan pangan yang terbagi ke dalam lima kelas Gambar 12. Berdasarkan hasil *overlay* antara peta pola ruang dengan daya dukung penyediaan air menunjukkan bahwa terdapat 11,5% area yang dominan pada wilayah tengah hingga barat Kabupaten Karanganyar tidak sesuai kualitas lahannya. Rencana kawasan industri dalam Pola Ruang RTRW Kabupaten Karanganyar akan mengambil 4,4% lahan yang memiliki potensi penyediaan air tinggi dan sangat tinggi seperti pada Tabel 8. Rencana kawasan permukiman dalam pola ruang RTRW Kabupaten Karanganyar akan berdampak pada 16% lahan yang memiliki potensi penyediaan air yang tinggi dan sangat tinggi. Sedangkan kawasan hortikultura sebesar 15%, kawasan perkebunan sebesar 13%, dan kawasan pertanian pangan sebesar 7% tidak sesuai dengan daya dukung penyedia airnya.

Tabel 8. Kesesuaian pola ruang dengan daya dukung penyedia air.

| Muatan Pola Ruang | Kelas Daya Dukung Jasa Ekosistem Air (ha) | | | | |
|-------------------------|---|-----------|----------|-----------|---------------|
| | Sangat Tinggi | Tinggi | Sedang | Rendah | Sangat Rendah |
| Hutan Lindung | 0 | 2,161 | 4086,408 | 2666,887 | 0,264 |
| Hutan Fungsi Khusus | 0 | 0,05 | 120,016 | 0,317 | 0 |
| Hutan Rakyat | 0 | 177 | 4169,767 | 840,646 | 39,85 |
| Hutan Produksi Terbatas | 0 | 0,596 | 22,322 | 4,534 | 0 |
| Kawasan Hortikultura | 16,172 | 1276,858 | 5091,422 | 1132,288* | 6,365* |
| Kawasan Perkebunan | 1,088 | 373,608 | 6273,812 | 943,806* | 13,871* |
| Kawasan Pertanian | 16,152 | 17198,929 | 2351,404 | 1556,145* | 0 |
| Kawasan Industri | 2,933* | 1188,14* | 381,161 | 575,752 | 0 |
| Kawasan Permukiman | 24,396* | 4323,992* | 2638,032 | 17686,237 | 86,187 |
| Waduk | 58,665 | 85,333 | 21,814 | 0 | 0 |



Gambar 12. Peta kesesuaian pola ruang dengan daya dukung penyedia air.

4. Kesimpulan

Di Kabupaten Karanganyar status daya dukung pangannya masih belum terlampaui, tetapi jika dilihat secara spasial melalui potensi penyediaan berdasarkan jasa ekosistem dan persebaran penduduknya terdapat 4,4% area di Kabupaten Karanganyar terlampaui daya dukung pangannya. Namun jika kembali kepada keseluruhan Kabupaten Karanganyar, surplus ketersediaan pangan dapat menampung hingga 4.611.969 jiwa, jumlah tersebut sangat mampu mendukung populasi yang ada di Kabupaten Karanganyar bahkan hingga 20 tahun ke depan yang diproyeksikan jumlah penduduknya sebesar 1.134.533 jiwa. Dari sisi status daya dukung airnya juga masih belum terlampaui dan secara spasial juga hanya 0,1% area yang daya dukung airnya terlampaui. Kembali kepada keseluruhan ketersediaan air di Kabupaten Karanganyar, surplus ketersediaan air yang ada mampu untuk menampung penduduk hingga 1.687.168 jiwa, jumlah tersebut tentunya masih dapat menampung proyeksi penduduk hingga 20 tahun ke depan. Ditinjau dari kesesuaian antara pola ruang dengan daya dukung berbasis jasa ekosistemnya, terdapat 15,6% area pada pola ruang yang tidak sesuai dengan daya dukung penyedia pangan, area daya dukung pangan yang mampu menyediakan pangan tinggi dialihfungsikan sehingga berdampak pada penurunan produktivitas ketersediaan pangan ke depannya. Sedangkan 11,5% area pada pola ruang tidak sesuai dengan daya dukung penyedia airnya, area daya dukung air yang mampu menyediakan air tinggi dialihfungsikan sehingga turut mempengaruhi ketersediaan air ke depannya. Peruntukan kawasan terbangun dan

pertanian dalam pola ruang yang tidak sesuai dengan daya dukung lingkungan berbasis jasa ekosistem di Kabupaten Karanganyar, khususnya kecamatan yang dikembangkan sebagai kawasan perkotaan, industri dan pariwisata yang ketersediaan serta ambang batas dari sumber daya alamnya jauh lebih rendah dibandingkan wilayah pedesaan. Sejalan dengan hal tersebut, diperlukan penelitian lanjutan yang lebih detail terkait daya dukung kawasan perkotaan serta menggali lebih lanjut interaksi *supply-demand* kawasan perkotaan dengan wilayah pedesaan di sekitarnya.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada Dosen Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Sebelas Maret, seluruh jajaran pemerintah Kabupaten Karanganyar, khususnya Dinas Lingkungan Hidup, dan Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang yang telah berkontribusi baik berupa bimbingan, arahan, perizinan, serta data sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

Referensi

- [1] Sudarto A. Analisis Kesesuaian Lokasi untuk Permukiman di Kecamatan Ngargoyoso Kabupaten Karanganyar. Doctoral dissertation. Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional, 2021.
- [2] Febriarta E. Analisis Daya Dukung Lingkungan Berbasis Jasa Ekosistem Penyediaan Pangan dan Air Bersih di Kabupaten Semarang. Geomedia: Majalah Ilmiah Dan Informasi Kegeografian 2020;18. <https://doi.org/10.21831/gm.v18i1.30612>.
- [3] Mawardi I. Kerusakan Daerah Aliran Sungai dan Penurunan Daya Dukung Lingkungan Sumberdaya Air di Pulau Jawa serta Upaya Penanganannya. Jurnal Hidrosfir Indonesia 2010;5:1–11.
- [4] Apriyanto M, Fikri KMSNS, Azhar A. Sosialisasi Konsep Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan Di Kecamatan Batang Tuaka, Kabupaten Indragiri Hilir. PaKMas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat 2021;1:08–14. <https://doi.org/10.54259/pakmas.v1i1.24>.
- [5] Tay DSR, Rusmiwari S. Implementasi Kebijakan Pembangunan Berkelanjutan. Jurnal Ilmu Sosial Dan Ilmu Politik (JISIP) 2019;8:217–22.
- [6] Jazuli A. Pengelolaan Lingkungan Hidup Dalam Tinjauan Aspek Koordinasi Kelembagaan. Jurnal Rechtsvinding: Media Pembinaan Hukum Nasional 2015;4:181–97.
- [7] Junef M. Penegakkan Hukum Dalam Rangka Penataan Ruang Guna Mewujudkan Pembangunan Berkelanjutan. Jurnal Penelitian Hukum P-ISSN 2021;1410:5632.
- [8] Cahyani FA. Upaya Peningkatan Daya Dukung Lingkungan melalui Penerapan Prinsip Sustainable Development Berdasarkan Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Indonesian State Law Review (ISLRev) 2020;2:168–79. <https://doi.org/10.15294/islrev.v2i2.38472>.
- [9] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Buku Pedoman Penentuan DDDTLH Daerah. Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan 2019:138.
- [10] KLHK P3E Jawa. Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup Berbasis Jasa Ekosistem Terkait Sektor Industri di Ekoregion Jawa 2017.

- [11] Febriarta E, Fitria LM, Hati KB, Ghazali A, Setyono DA, Nagara RP. Pemetaan Daya Dukung Lingkungan Penyedia Air Bersih Berbasis Jasa Ekosistem di Tarempa Kabupaten Anambas. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan* 2022;10:107–25. <https://doi.org/10.14710/jwl.10.2.107-125>.
- [12] Badan Pusat Statistik Kabupaten Karanganyar. Kabupaten Karanganyar dalam Angka 2022 2022.
- [13] Dyan Syafitri RAW, Susetyo C. Pemodelan Pertumbuhan Lahan Terbangun sebagai Upaya Prediksi Perubahan Lahan Pertanian di Kabupaten Karanganyar. *Jurnal Teknik ITS* 2019;7. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v7i2.36453>.
- [14] Salamah K, Satiti EM, Yulianto D, Mayrosidah LF, Abdussalam MF, Ayuko C. Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Pertumbuhan Produksi Pertanian Di Kabupaten Karanganyar Tahun 2015-2019. *JURNAL GEOGRAFI Geografi Dan Pengajarannya* 2020;18:91–164. <https://doi.org/10.26740/jggp.v18n2.p99-104>.
- [15] Erlangga G. Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan terhadap Ketersediaan Air di DAS Jlantah Hulu Kabupaten Karanganyar Tahun 2009-2013 (Implementasi Sebagai Suplemen Pembelajaran Geografi Kelas X pada materi pokok Hubungan Manusia dan Lingkungan Akibat Dinamika Hidrosfer) 2015.
- [16] Pemerintah Kabupaten Karanganyar. Peraturan Daerah Kabupaten Karanganyar Nomor 19 Tahun 2019 2019.
- [17] Pemerintah Kabupaten Karanganyar. RPJMD Kabupaten Karanganyar 2018-2023 2019.
- [18] Mulawarman A, Paddiyatu N, B S, Haupea RA. Daya Dukung Ketersediaan Air dan Pangan di Kecamatan Sukamaju. *Jurnal Linears* 2020;2:92–9. <https://doi.org/10.26618/j-linears.v2i2.3126>.
- [19] Muta’ali L. Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup Berbasis Jasa Ekosistem untuk Perencanaan Lingkungan Hidup. 1st ed. Yogyakarta: Badan Penerbit Fakultas Geografi; 2019.
- [20] Norvyani DA, Taradini J. Pemetaan Ambang Batas Daya Dukung Pangan Kabupaten Bandung Barat Menggunakan Sistem Grid Skala Ragam. *Geo-Environment Student Challenge* 2016;1.
- [21] Nugroho RH. Pemodelan Spasial Perubahan Penutup Lahan terhadap Kesesuaian Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Banyumas 2021.
- [22] WAJDI R. Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup Berbasis Jasa Ekosistem di Kawasan Cekungan Bandung. *Prosiding FTSP Series* 2021:904–15.