

**KEBERLANJUTAN SUNGAI MARTAPURA:
PENINGKATAN LAHAN TERBANGUN SEKITAR
KAWASAN SUNGAI KOTA BANJARMASIN,
PROVINSI KALIMANTAN SELATAN**

***SUSTAINABILITY OF MARTAPURA RIVER:
IMPROVEMENT OF DEVELOPED LAND AROUND
THE RIVER AREA OF BANJARMASIN CITY,
SOUTH KALIMANTAN PROVINCE***

Edi Rusdiyanto¹, Abdillah Munawir¹, Siti Umamah Naili Muna²

¹Program Magister Studi Lingkungan, Sekolah Pascasarjana,
Universitas Terbuka

²Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Terbuka

edi@ecampus.ut.ac.id

ABSTRAK

Tujuan pelaksanaan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi luasan lahan terbangun dan melakukan perhitungan analisis keberlanjutan dengan metode Rap-River Built-Up. Metode penelitian yang digunakan adalah sistem informasi geografis menggunakan citra satellite landsat 7 ETM+/Landsat 8 OLI dan analisis Rap-River Built-Up uji analisis keberlanjutan sistem ekologi, sosial, dan ekonomi. Hasil analisis perubahan lahan terbangun kawasan sungai Martapura Kota Banjarmasin mengalami perubahan berkisar 2,31% dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2022 diikuti dengan peningkatan kepadatan penduduk \pm 1,5% dalam periode lima tahunan. Hasil analisis keberlanjutan kawasan lahan terbangun sungai Martapura secara multidimensi saat ini

kurang berkelanjutan dengan nilai indeks 49,08. Dimensi ekologi menunjukkan status kurang berkelanjutan dengan nilai indeks 31,95, dimensi ekonomi menunjukkan status cukup berkelanjutan dengan nilai indeks 52,95, dan dimensi sosial menunjukkan status cukup berkelanjutan dengan nilai indeks 62,33. Kesimpulan penelitian adalah revisi perda Rencana Tata Ruang Wilayah secara berkala terutama implementasi batasan lahan terbangun untuk mengurangi perkembangan lahan terbangun sekitar Sungai Martapura. Upaya peningkatan nilai indeks keberlanjutan Sungai Martapura sebanyak 28 atribut faktor pengungkit yang keberadaannya berpengaruh secara sensitif sebagai input kebijakan pengelolaan Sungai Martapura Kota Banjarmasin untuk menjamin status keberlanjutan.

Kata Kunci: lahan terbangun, sungai martapura, ekologi, sosial, ekonomi, kota banjarmasin

ABSTRACT

The purpose of conducting this research is to identify the area of built-up land and perform sustainability analysis calculations using the Rap-River Built-Up method. The research method used is a geographic information system using satellite Landsat 7 ETM+/Landsat 8 OLI imagery and Rap-River Built-Up analysis to test the sustainability of ecological, social, and economic systems. The results of the analysis of changes in built-up land in the Martapura river area of Banjarmasin City experienced a change of around 2,31% from 2010 to 2022 followed by an increase in population density of $\pm 1,5\%$ in a five-year period. The multidimensional analysis results of the sustainability of the Martapura river built-up area are currently less sustainable with an index value of 49,08. The ecological dimension shows a less sustainable status with an index value of 31,95, the economic dimension shows a fairly sustainable status with an index value of 52,95 and the social dimension shows a fairly sustainable status with an index value of 62,33. The conclusion of

the research is the periodic revision of regional spatial planning regulations, especially the implementation of built-up land boundaries to reduce the development of built-up land around the Martapura River. Efforts to increase the value of the sustainability index of the Martapura river as many as 28 attributes of the lever factor whose existence has a sensitive influence as input for the management policy of The Martapura River, Banjarmasin City to ensure sustainability status.

Keywords: *built-up land, martapura river, ecology, social, economy, city of banjarmasin*

PENDAHULUAN

Perubahan lahan telah menjadi permasalahan serius di seluruh dunia (Rozario, Oduor, Kotchman, & Kangas, 2017; Yang, Zheng, & Chen, 2014; Mondal, Sharma, Garg, & Kappas, 2016), berdampak pada ancaman serius keberlanjutan lingkungan hidup (Fearnside, 2016; Kamusako, Aniya, Adi, & Manjoro, 2009). Perubahan penggunaan lahan yang cepat telah terjadi di banyak wilayah Indonesia (Rafiudin, Widiatmaka, & Munibah, 2016; Edwin, Aprisal, Yulnafatmawita, & Carolita, 2015), kondisi ini mengakibatkan dampak negatif pada status keberlanjutan lingkungan, dimana ancaman serius degradasi lingkungan dipastikan akan terjadi beberapa tahun kedepan (Adrianto *et al.*, 2021). Peningkatan perubahan lahan disebabkan oleh aktivitas dan kegiatan manusia sehingga menjadi perhatian serius saat ini karena berdampak pada kerusakan lingkungan dan kesehatan manusia (Ernoul & Wardell-Johnson, 2013; Mallupatu & Reddy, 2013). Penelitian perubahan penggunaan/penutup lahan sangat penting dilakukan guna dapat melaksanakan perencanaan dan pemanfaatan sumber daya alam dengan mempertimbangkan keberlanjutan lingkungan hidup (Munawir, June, Kusmana, & Setiawan, 2019; Lambin & Meyfroidt, 2010).

Kota Banjarmasin merupakan kota sungai yang menunjukkan perkembangan kota melalui kegiatan perdagangan, wisata, jasa dan industri. Kondisi yang berbeda adalah perubahan tata guna lahan jaringan sungai yang meningkat sangat cepat. Pengaruh terhadap tata ruang permukiman berubah tergantung kondisi, sehingga menimbulkan keragaman wilayah (Jat, Garg, & Khare, 2008; Sevtsuk, Mekonnen, & Kalvo, 2013). Namun, hal ini memiliki konsekuensi lain yang tidak kalah pentingnya, seperti disorganisasi dan penurunan kualitas lingkungan permukiman di sepanjang bantaran sungai akibat pertumbuhan permukiman yang cepat dan tidak terkendali (Michiani & Asano, 2019; Rusdiyanto, Sitorus, Pramudya, & Sobandi, 2020a).

Pengertian “permukiman” dapat merujuk lebih dari sekadar rumah, tetapi penting bagi mereka yang tinggal dan mengunjungi komunitas ini untuk merasa nyaman (Hidajat, 2014; Rusdiyanto, Sitorus, Pramudya, & Sobandi, 2020b). Pertambahan jumlah penduduk dan kebutuhan akan ruang hidup mengakibatkan penduduk berpindah ke daerah yang sebelumnya belum berkembang, seperti bantaran sungai dan daerah sekitar sungai (Chair, Yusran, Husaini, & Nasruddin, 2020; Anaba *et al.*, 2017). Beberapa sungai, seperti Sungai Martapura di Kota Banjarmasin, terus kehilangan fungsinya karena pembangunan yang tidak dibatasi di sekitar sungai dan kurangnya regulasi terkait pembangunan tersebut (Luo, Yang, & Liu, 2014; Nisa, 2011). Faktanya, sungai sering digunakan sebagai tempat pembuangan sampah (Dahlani, 2018; Adrianto, 2021; Chair, Yusran, Husaini, & Nasruddin, 2020; Roy dan Lees, 2020) karena aksesibilitasnya dan hambatan masuk yang rendah. Pencemaran sungai dapat dipengaruhi oleh praktik budaya yang sudah berlangsung lama (Wulandari, Aina, & Razak, 2019; Nakamura, 2014), seperti prevalensi penggunaan sungai sebagai toilet. Jika penggunaan lahan permukiman meningkat diatas daya dukung lahan, hal itu dapat menyebabkan penurunan penggunaan lahan (Maestro, Pérez-Cayeyro, Chica-Ruiz, & Reyes, 2019; Munawir, Rusdiyanto, & Nurhasanah, 2022), yang pada gilirannya dapat menyebabkan kerusakan lingkungan (Balteanu & Anna, 2010; Abera, Ahmedin, & Muluneh, 2022). Degradasi lingkungan memiliki konsekuensi yang luas, tidak hanya mengancam kualitas dan produktivitas lahan tetapi juga kesejahteraan masyarakat ekonomi dan sosial yang lebih luas (Salmah, 2012; Rustiadi, 2001). Efek ini menyebabkan meningkatnya kekhawatiran tentang degradasi lingkungan di banyak kelompok (Anshari *et al.*, 2010; Gurney *et al.*, 2016; Kubangun, Oteng, & Komangsa, 2016; McAlpine, Etter, Fearnside, Seabrook, & Laurance, 2009).

Pertumbuhan pesat di lingkungan Kota Banjarmasin yang berbatasan dengan Sungai Martapura telah menimbulkan kekhawatiran tentang kelestarian lingkungan daerah tersebut,

karena dapat berdampak langsung dan tidak langsung pada faktor-faktor seperti polusi dan perubahan penggunaan lahan. Perubahan lanskap ini merupakan hasil dari perubahan sifat dan distribusi area produktif seperti pabrik, kota, dan jalan raya, serta perubahan sifat dan luas infrastruktur regional (Neinmark, Toulmin, & Batterbury, 2018; Sheikh, Zadeh, & Rajabi, 2013). Penerapan undang-undang dan saling ketergantungan penggunaan lahan di sepanjang sungai juga penting untuk pergeseran ini (Lambin dan Meyfroidt, 2010; Gu, Guo, Fan, Edwin, & Chan, 2016).

Penelitian terkait ancaman dan degradasi lingkungan telah banyak dilakukan di seluruh dunia termasuk di Indonesia. Penelitian di beberapa negara lain antara lain seperti degradasi Sungai Colorado dan San Juan (Curley, 2019), perubahan lahan sepanjang cekungan Tekeze-Atbara ethopia (Gebremicaelabc, Mohamedabd, P.van der Zaagab, & Hagose, 2018), degradasi lahan akibat perubahan lahan di DAS Heihe Cina (Shao *et al.*, 2020), perubahan lahan Sungai Brisbane Australia (Kemp, Olley, Ellison, & McMahon, 2014), sedangkan untuk beberapa penelitian di Indonesia antara lain faktor perubahan lahan estuaria Sungai Tallo Makassar (Yusuf, Kusmana, Fahrudin, & Kamal, 2016), dan upaya pengelolaan sumberdaya air sungai (Sari, Limantara, & Priyantoro 2012; Paimin, Irfan, Purwanto, & Dewi, 2012).

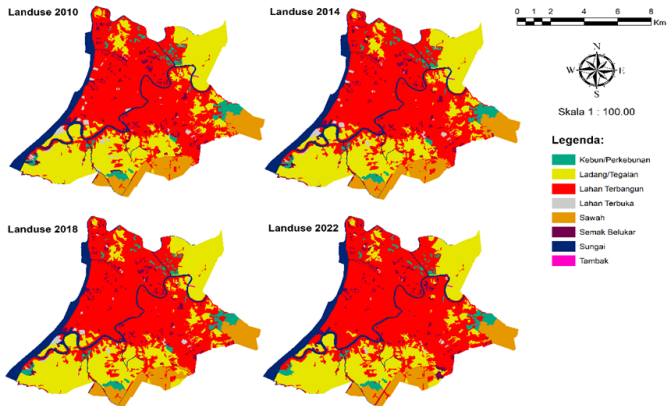
Penelitian ini sangat berbeda dari kebanyakan penelitian yang dilaksanakan di seluruh dunia dan Indonesia karena secara keseluruhan penelitian yang kami lakukan terdapat sedikit pengembangan pada metode analisis yang digunakan. Fokus penelitian di beberapa negara di dunia dan Indonesia hanya pada dampak perubahan lahan dan kajian degradasi akan tetapi belum banyak melakukan penelitian terkait dengan integrasi perhitungan perubahan lahan terbangun dan keberlanjutan pengelolaan lingkungan kawasan sungai. Untuk itu penelitian ini bertujuan melakukan perhitungan perubahan lahan terbangun diintegrasikan langsung melalui analisis kuantitatif keberlanjutan lingkungan kawasan Sungai Martapura Kota Banjarmasin. Kontribusi penelitian dapat memberikan informasi sebagai dasar perencanaan

pembangunan berkelanjutan dari hasil perhitungan perubahan lahan terbangun kawasan Sungai Martapura dan menjamin peningkatan keberlanjutan lingkungan sosial, ekologi, dan ekonomi. Dengan demikian, kontribusi penelitian ini relevan dengan sub tema *Collaborative Contribution to Sustainable Environment*, dengan tema "*Trends in Science and Technology for Sustainable Living*", dalam menjamin keberlanjutan sosial, ekonomi dan ekologi di Sungai Martapura Kota Banjarmasin Provinsi Kalimantan Selatan.

PEMBAHASAN

1. Ancaman Perubahan Lahan Terbangun di Sekitar Sungai Martapura

Analisis perubahan lahan seperti disajikan pada Gambar 1 menunjukkan bahwa peningkatan lahan terbangun sekitar sungai Martapura Kota Banjarmasin mengalami peningkatan selama 12 tahun terakhir, pada tahun 2010 luasan lahan terbangun berkisar 4.665 Ha dan pada tahun 2014 menjadi 4.805 Ha. Pertambahan luasan lahan terbangun berkaitan langsung dengan pertumbuhan kepadatan penduduk berdasarkan informasi Badan Pusat Statistik (BPS, 2010) Kota Banjarmasin pada tahun 2010 berkisar 6.380 Jiwa/Km² terjadi peningkatan signifikan pada tahun 2014 menjadi 6.766 Jiwa/Km² (BPS, 2014). Hasil berbeda ditunjukkan dengan peningkatan lahan terbangun baru pada tahun 2018 sebesar 4.940 Ha dan bertambah pada tahun 2022 sebesar 5.255 Ha, terjadi penambahan luasan lahan terbangun yang tidak terkendali utamanya di tepian Sungai Martapura sebagai akibat budaya masyarakat yang cenderung membangun permukiman sekitar sungai karena beranggapan bahwa keadaan sungai berhubungan dengan konsep religi dan bentuk pola hunian (Wulandari, Aina, & Razak, 2019). Berdasarkan analisis interpretasi spasial telah memberikan informasi yang lengkap di lapangan karena menggambarkan kondisi sebenarnya di lapangan. Hal ini terutama mengingat masih banyaknya tekanan di sekitar Sungai Martapura pada tingkat tertentu, sehingga terjadi penambahan lahan terbangun seperti, pembangunan gedung, perluasan tegalan/ladang, dan perubahan lahan lain untuk kebutuhan infrastruktur.



Gambar 1. Perubahan Lahan Terbangun (2010, 2014, 2018, dan 2022)

Analisis citra satelit tahun 2012 (Landsat 7 ETM+), 2014 (Landsat 8 OLI), 2018 (Landsat 8 OLI), dan 2022 (Landsat 8 OLI) menunjukkan bahwa DAS Martapura mengalami tekanan, dengan bukti yang menunjukkan bahwa beberapa daerah telah dikonversi menjadi lahan lain (Gambar 1), dan tekanan ini akan terus meningkat di tahun-tahun mendatang. Hasil keseluruhan menjelaskan bahwa peningkatan luasan lahan terbangun mengalami tekanan perubahan akibat faktor kepadatan penduduk diikuti dengan laju urbanisasi yang tinggi dan budaya masyarakat lokal bermukim di sekitar aliran sungai. Menurut Setiawan (2010), perkembangan kepadatan penduduk utamanya akibat peningkatan urbanisasi mengakibatkan kerentanan terhadap perubahan utamanya peningkatan permukiman yang tidak memperhatikan lingkungan. Diperkirakan tekanan tersebut akan berdampak langsung, dampak yang dapat dirasakan dan dilihat langsung adalah berubahnya kondisi lingkungan yang ramah, bersih, dan hijau menjadi permukiman kumuh dan mengalami ketidak keteraturan (Michiani & Asano, 2019). Pembangunan di luar tempat yang layak, seperti di lingkungan pemukiman dekat daerah aliran sungai, dapat menimbulkan konsekuensi serius bagi lingkungan dan kesehatan manusia (Curley, 2019; Kemp, Olley, Ellison, & McMahon, 2014).

Sebaran kawasan lahan terbangun di Sungai Martapura Kota Banjarmasin dari tahun 2010-2014 cenderung mengalami peningkatan, kondisi ini menyebabkan terjadi penambahan luasan lahan terbangun sebesar 140 Ha. Peningkatan yang sangat signifikan perubahan disekitar sungai Martapura pada periode tahun 2010-2022 sebesar 301 ha. Berdasar pada kecenderungan peningkatan lahan terbangun yang terus terjadi setiap tahun maka dibutuhkan suatu perhatian serius dari seluruh pemangku kepentingan (Munawir *et al.*, 2021), guna tetap menjaga kondisi daya dukung lingkungan serta keberlanjutan kawasan aliran Sungai Martapura. Banyak penelitian telah memberikan peringatan untuk menjaga keberlanjutan daerah aliran sungai (Shao *et al.*, 2020; Kadir, 2016; Fauzi, 2014). Sudah saatnya pemerintah, khususnya pemerintah Kota Banjarmasin, bergerak sebagai katalis proaktif dan produktif bagi pembangunan di bidang pengelolaan lahan terbangun dan daerah aliran sungai, serta mendukung dan menciptakan ruang partisipasi masyarakat dalam masyarakat berbasis manajemen (Luo, Yang, & Liu, 2014; Roig-Munar *et al.*, 2012).

Tabel 1. Estimasi Luas Perubahan Lahan di Lokasi Penelitian (Ha)

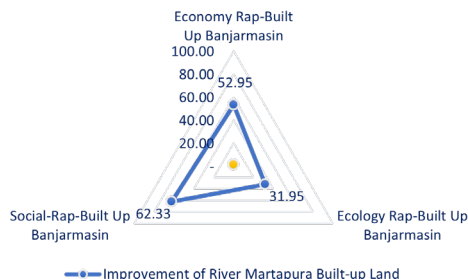
| Penggunaan Lahan | 2010 | | 2014 | | 2018 | | 2022 | |
|------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| | Ha | % | Ha | % | Ha | % | Ha | % |
| Kebun/Perkebunan | 301 | 3,05 | 290 | 2,95 | 274 | 2,78 | 262 | 2,66 |
| Ladang/Tegalan | 2.911 | 29,56 | 2.839 | 28,83 | 2.804 | 28,48 | 2.610 | 26,51 |
| Lahan Terbangun | 4.665 | 47,38 | 4.805 | 48,80 | 4.940 | 50,17 | 5.255 | 53,37 |
| Lahan Terbuka | 127 | 1,29 | 102 | 1,04 | 89 | 0,90 | 31 | 0,31 |
| Sawah | 864 | 8,77 | 847 | 8,60 | 782 | 7,94 | 732 | 7,43 |
| Semak Belukar | 246 | 2,50 | 226 | 2,29 | 220 | 2,24 | 220 | 2,23 |
| Sungai | 729 | 7,40 | 734 | 7,45 | 734 | 7,45 | 734 | 7,45 |
| Tambak | 4 | 0,04 | 4 | 0,04 | 4 | 0,04 | 4 | 0,04 |
| Jumlah | 9.847 | 100,00 | 9.847 | 100,00 | 9.847 | 100,00 | 9.847 | 100,00 |

Tabel 1 menunjukkan bahwa antara tahun 2010 dan 2022 lahan pertanian kemungkinan akan berkurang sebesar 1,25% dan lahan perkotaan akan meningkat sebesar 2,31% di wilayah sekitar sungai Martapura di Kota Banjarmasin. Temuan ini konsisten dengan pandangan yang diungkapkan oleh Kothke *et al.* (2013), yang berpendapat bahwa dinamika perubahan penggunaan lahan menggambarkan relatif mudahnya terjadinya konversi antar tipe penggunaan lahan yang berbeda. Namun, Veldkamp dan Lambin (2011) berpendapat bahwa kompleksitas interaksi antara sistem alam dan sosial ekonomi sangat ditentukan oleh perkembangan wilayah, dan mereka menunjuk pada dinamika konversi lahan sebagai alat untuk memantau perbedaan manfaat yang dihasilkan. dengan jumlah *input/output* suatu luas lahan selama periode waktu tertentu.

Hasil analisis spasial kawasan Sungai Martapura Kota Banjarmasin divalidasi menggunakan model validasi *overall accuracy* dan *kappa accuracy*. Perhitungan validasi berdasarkan pengukuran lapangan *Ground Check Point* (GCP) dan bobot perhitungan jumlah pixel yang dikelompokan dengan benar ke semua kelas penggunaan lahan kemudian dibagi total pixel yang digunakan. Secara umum diketahui bahwa model validasi *kappa accuracy* peningkatan presisi saat menilai hasil klasifikasi; hasil klasifikasi diberi bobot lebih keseluruhan penggunaan lahan kawasan Sungai Martapura saat penelitian sekitar 92%, sedangkan *Kappa Accuracy* yang diperoleh sebesar 90,7%. Nilai ini didapat dari hasil GCP pada beberapa penggunaan lahan seperti: sawah, tambak, dan sungai dengan analisis jumlah pixel keseluruhan berdasar jumlah penggunaan lahan yang diambil berdasarkan data GCP menggunakan alat *Global Positioning System* (GPS). Nilai tersebut lalu diexport dan kemudian dihitung *Nilai Overall Accuracy* dan *Kappa Accuracy*. Selanjutnya dengan menggunakan aplikasi ERDAS memasukan data hasil GCP Koordinat *Point*, maka secara otomatis akan menghasilkan nilai *Overall* dan *Kappa Accuracy*.

2. Analisis Keberlanjutan Sungai Martapura

Hasil uji keberlanjutan lahan terbangun sekitar Sungai Martapura dengan analisis variabel keberlanjutan mendapatkan hasil berbeda pada analisis sosial, ekonomi dan ekologi. Berdasarkan analisis *Rap-River Built-Up* dapat disimpulkan bahwa terdapat tekanan pada hasil uji analisis MDS yang digunakan dengan akurasi tinggi (*goodness of fit*) sesuai dengan hasil penilaian keberlanjutan untuk lahan terbangun sekitar Sungai Martapura di Kota Banjarmasin. Indeks keberlanjutan lahan terbangun sekitar Sungai Martapura Kota Banjarmasin ditunjukkan pada diagram layang-layang seperti dalam Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Kite-Diagram Sustainable Index *Rap-River Built-Up*

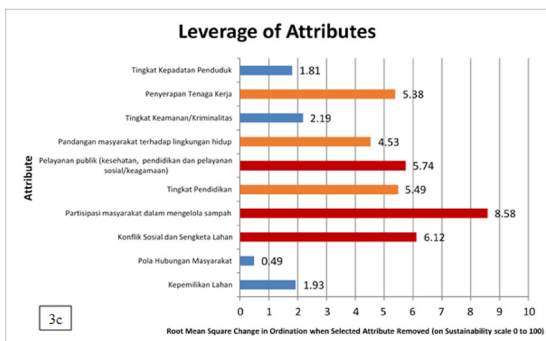
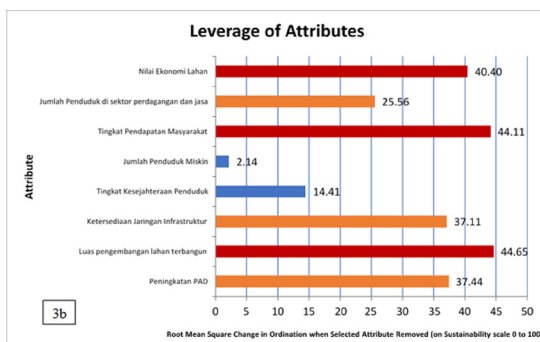
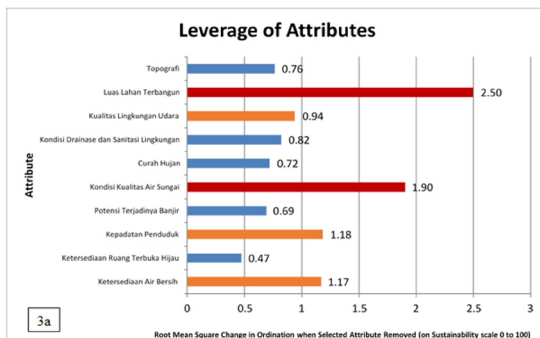
Kawasan permukiman pinggir Sungai Martapura berada di kawasan perkotaan wilayah Kota Banjarmasin. Kawasan perkotaan sangat rentan terhadap perubahan, mengingat bahwa di masa akan datang wilayah perkotaan akan mengalami perubahan dari permukiman sederhana menjadi permukiman dengan perspektif modern (Rustiadi *et al.*, 2015). Permukiman sederhana identik dengan lingkungan dengan kepadatan penduduk yang tinggi dan didominasi oleh penduduk berpenghasilan menengah ke bawah (Michiani & Asano, 2019). Mengatasi permukiman yang tidak teratur perlu belajar pada beberapa negara maju di dunia dengan pengalaman internasional sehingga kesuksesan pembangunan dicapai dengan pertimbangan ekologis. Hasil analisis *Rap-River Built-*

Up secara multidimensional scalling memiliki indeks keberlanjutan sebesar 49,08 (Tabel 2). Nilai ini menjelaskan status keberlanjutan lahan terbangun tergolong kurang berkelanjutan multi-dimensi; nilai stress rata-rata adalah 13% (Tabel 2); koefisien reliabilitas (R^2) rata-rata adalah 95% (Tabel 2). Nilai ini ditentukan dengan menimbang 28 karakteristik dalam tiga kategori: lingkungan (8 atribut), ekonomi (10 atribut), dan sosial (10 atribut). Tabel 2 menampilkan nilai indeks keberlanjutan untuk dimensi ekologi, sosial, dan ekonomi, serta nilai selisih dan R^2 .

Tabel 2. Hasil Analisis MDS, Montecarlo, dan *Statistics Analysis*

| Dimensi Keberlanjutan | Indeks Keberlanjutan | | | Statistik | |
|-----------------------|----------------------|------------|---------|-----------|-------|
| | MDS | Montecarlo | Selisih | Stress | R^2 |
| Ekologi | 31,95 | 30,47 | 1,48 | 0,12 | 0,96 |
| Ekonomi | 52,95 | 52,54 | 0,41 | 0,14 | 0,94 |
| Sosial | 62,33 | 62,22 | 0,11 | 0,13 | 0,94 |
| Multidimensi | 49,08 | 48,41 | 0,67 | | |

Hasil analisis keberlanjutan kawasan sungai Martapura menunjukkan bahwa lahan terbangun sekitar Sungai Martapura saat ini sudah mengalami tekanan utamanya pada pengaruh 3 (tiga) dimensi pembangunan berkelanjutan sosial, ekonomi dan ekologi. Analisis diagram layang-layang, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2, menggambarkan analisis *trade-off* dari dimensi tata letak lahan yang dikembangkan. Diagram layang-layang menggambarkan kompromi antara tiga dimensi lahan terbangun berkelanjutan di sekitar Sungai Martapura. Wilayah di sekitar Sungai Martapura memiliki dimensi pengelolaan lahan terbangun yang sangat mencolok, dengan nilai kurang berkelanjutan berkisar antara 31% hingga 62%. Menurut penelitian banyak penulis (Munawir, Rusdiyanto, & Nurhasanah 2022; Pitcher, 2009; Kavanagh & Pitcher, 2004), pertumbuhan di lahan maju dapat dipengaruhi secara hampir sama oleh setiap dimensi evaluasi.



Gambar 3. *Leverage of Ecological (3a), Economic (3b) and, Social (3c) Attributes on Sustainability Score*

Dari Gambar 3 terlihat jelas bahwa nilai *weighted Root Mean Square* (RMS) yang menunjukkan seberapa sensitif status keberlanjutan terhadap faktor yang paling berpengaruh pada setiap atribut digunakan untuk mengatasi pengaruh ketiga dimensi keberlanjutan tersebut (Munawir, Rusdiyanto, & Nurhasanah, 2022; Kavanagh & Pitcher, 2004). Tabel 2 menampilkan hasil analisis MDS yang menunjukkan bahwa margin kesalahan rendah untuk *Rap-River Built-Up*. Metode MDS dikombinasikan dengan analisis Monte Carlo pada tingkat kepercayaan 95% menunjukkan perbedaan yang signifikan secara marjinal dalam studi *Rap-River Built-Up*. Dua dari sepuluh karakteristik dimensi ekologis, luas lahan terbangun dan kualitas air sungai, memiliki nilai perubahan RMS yang sangat besar dalam analisis pengungkit dimensi ekologis (Gambar 3a).

Berdasarkan kondisi saat ini di daerah penelitian, kegiatan ekonomi cukup baik dan berkembang, terutama terkait dengan kegiatan pengembangan pariwisata di sekitar tanah Kota Banjarmasin terbangun. Ini pertanda baik untuk kemungkinan perbaikan dalam dimensi ekonomi analisis keberlanjutan itu. Tiga dari delapan variabel ekonomi, luas lahan terbangun, pendapatan masyarakat, dan nilai lahan, menunjukkan nilai perubahan RMS yang sangat besar pada temuan analisis *leverage* (Gambar 3b). Keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan sampah, konflik sosial dan sengketa tanah, serta pelayanan publik (kesehatan, pendidikan, dan pelayanan sosial/keagamaan) diidentifikasi sebagai tiga variabel yang paling sensitif dalam pengujian terhadap 10 atribut menggunakan analisis pengungkit dimensi sosial (Gambar 3c). Secara umum, kesinambungan komponen ekologi DAS Martapura cenderung berkurang seiring dengan meningkatnya intensitas pembangunan di ketiga dimensi (sosial, ekonomi, dan ekologi) daerah dan populasi manusia. Demikian pula, inisiatif untuk mengelola sampah di DAS (Luo, Yang, & Liu, 2014; Cao *et al.*, 2018; Li & Gu, 2012) perlu ditindaklanjuti untuk memastikan tidak mencemari ekosistem air sungai.

KESIMPULAN

1. Perhitungan perubahan lahan terbangun sekitar Sungai Martapura Kota Banjarmasin mengalami peningkatan 2,31% selama 12 tahun terakhir diikuti dengan pertumbuhan kepadatan penduduk \pm 1,5% setiap tahunnya. Implementasi keberlanjutan pengelolaan lingkungan perlu diutamakan dengan upaya revisi secara berkala perda Rencana Tata Ruang Wilayah utamanya batasan lahan terbangun untuk mengurangi perkembangan lahan terbangun sekitar Sungai Martapura.
2. Kawasan lahan terbangun Sungai Martapura kurang berkelanjutan secara *multidimensional scaling*. Dimensi ekologi kawasan lahan terbangun sekitar Sungai Martapura berada pada kondisi tidak berkelanjutan, meskipun indikator ekonomi dan sosial menunjukkan status sangat berkelanjutan. Bagian yang paling rendah indeks keberlanjutan dan memiliki atribut yang memiliki sensitifitas tertinggi pada dimensi ekologi adalah luas lahan terbangun dan kondisi kualitas air sungai; atribut yang memiliki sensitifitas tertinggi pada dimensi ekonomi adalah luas pengembangan lahan terbangun, tingkat pendapatan masyarakat dan nilai ekonomi lahan; dan atribut yang memiliki sensitifitas tertinggi pada dimensi sosial adalah partisipasi masyarakat dalam mengelola sampah, konflik sosial dan sengketa lahan, dan pelayanan publik (kesehatan, pendidikan dan pelayanan sosial/keagamaan).
3. Faktor pengungkit (*leverage factor*) yang dihasilkan sebanyak 28 atribut yang keberadaannya berpengaruh secara sensitif, dan salah satu faktor pengungkit adalah luas lahan terbangun dan partisipasi masyarakat dalam mengelola sampah. Peningkatan nilai indeks keberlanjutan Sungai Martapura dari masing-masing dimensi kedepannya adalah dengan menjaga luas lahan terbangun dan upaya partisipasi masyarakat dalam mengelola sampah sebagai faktor pengungkit, serta menjadikan faktor pengungkit sebagai input kebijakan pengelolaan Sungai Martapura Kota Banjarmasin.

DAFTAR PUSTAKA

- Abera, M., Ahmedin, N., & Muluneh, B. (2022). Urban sprawl or urban development? Peri-urbanism in metropolitan areas of amhara region, Ethiopia. *African Studies Quarterly* Volume 21, Issue 1 May 2022. <https://asq.africa.ufl.edu/files/V21i1a1.pdf>
- Adrianto, L., Kurniawan, F., Romadhon, A., Bengen, D. G., Sjafrie, N. D. M., Damar, A., & Kleinertz S. (2021). Assessing social-ecological system carrying capacity for urban small island tourism: The case of Tidung Islands, Jakarta Capital Province, Indonesia. *Ocean and Coastal Management*. 212.doi:10.1016/j.ocecoaman.2021.105844
- Anaba, L. A., Banadda, N., Kiggundu, N., Wanyama, J., Engel, B., & Moriasi, D. (2017) Aplication of SWAT to assess the effect of land use change in the Murchison Bay Catchment in Uganda, *Computational Water, Energy, and Environmental Engineering* 6, 24-40.
- Anshari G. Z, Affudin, M., Nuriman, M., Gusmayanti, E., Arianie, L., Susana, R., Nusantara, R. W., Sugardjito, J., & Rafiastanto, A. (2010). Drainage and land use impacts on changes in selected peat properties and peat degradation in West Kalimantan Province, Indonesia. *Biogeosciences*, 7, 3403-3419, 2010 www.biogeosciences.net/7/3403/2010/ doi:10.5194/bg-7-3403-2010
- Balteanu, D., & Ana, P. E. (2010). Land use changes and land degradation in post-socialist Romania. *Rev. Roum. Géogr./ Rom. Journ. Geogr.*, 54, (2), p. 95-105, 2010, Bucureşti. <https://www.researchgate.net/publication/328929327>.
- Bojocco, S., De Angelis, A., Perini, L., Ferrara, A., & Salvati, L. (2012). The impact of land use/land cover changes on land degradation dynamics: A Mediterranean case study. *Environmental Management* (2012) 49:980-989 DOI 10.1007/s00267-012-9831-8

- Cao, S., Xu, D., & Liu, S. (2018). A study of the relationships between the characteristics of the village population structure and rural residential solid waste collection services: Evidence from China. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 15(11): 1–17.
- Chair, M., Yusran, F. H., Husaini., & Nasruddin. (2020). Policy priorities for improving the quality of slum settlements In Banjarmasin City, South Kalimantan Province, Indonesia. *International Journal Of Biology And Biomedical Engineering*. Doi: 10.46300/91011.2021.15.9
- Congalton, R. G., & Green, K. (2009). *Assessing the accuracy of remotely sensed data: Principles and practices*. Boca Raton (US): CRC Press.
- Curley, A. (2019). Unsettling Indian water settlements: The little Colorado River, the San Juan River, and Colonial Enclosures. *A Radical Journal of Geography, ANTIPODE*. April 2019 Antipode 53(4). DOI:10.1111/anti.12535
- Dahliani, Y. (2018). *Pengaruh program penanganan permukiman kumuh terhadap ketahanan permukiman tepian sungai Kota Banjarmasin*, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Edwin, S. A., Aprisal, Yulnafatmawita, & Carolita, I. (2015). Spatial and temporal analysis of land use change for 11 years (2004–2014) in Sub-Watershed Sumpur Singkarak. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, Vol. 5 No. 5.
- Ernoul, L., & Wardell-Johnson, A. (2013). Governance in integrated coastal zone management: A social networks analysis of cross-scale collaboration. *Environmental Conservation*. 40(3):231– 240.doi:10.1017/S0376892913000106.

- Fauzi, H. (2014). Pemberdayaan masyarakat dalam pengelolaan sumberdaya hutan (Studi pada kawasan Daerah Aliran Sungai (DAS) Riam Kanan, Kalimantan Selatan). *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan DAS Terpadu untuk Kesejahteraan Masyarakat*.
- Fearnside, P.M. (2016). Environmental and social impacts of hydroelectric dams in Brazilian Amazonia: Implications for the aluminum industry. *World Development*, 77, 48–65. [Http://dx.doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.08.015](http://dx.doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.08.015).
- Gebremicaelabc, T. G., Mohamedabd, Y. A., P.van der Zaagab, & E.Y.Hagose. (2018). Quantifying longitudinal land use change from land degradation to rehabilitation in the headwaters of Tekeze–Atbara Basin, Ethiopia. *Science of The Total Environment* Volumes 622–623, 1 May 2018, Pages 1581–1589.
- Gurney, GG., Cinner, JE., Sartin, J., Pressey, RL., Ban, NC., Marshall, NA., & Prabuning, D. (2016). Participation in devolved commons management: Multiscale socio economic factors related to individuals' participation in community based management of marine protected areas in Indonesia. *Environmental Science & Policy*. 61(2016):212–20. [Diunduh 16 Feb 2020]. DOI:10.1016/j.envsci.2016.04.015
- Gu, W., Guo, J., Fan, K., Edwin, H.W., & Chan. (2016). Dynamic land use change and sustainable urban development in a Third-Tier City within Yangtze Delta. International Conference on Geographies of Health and Living in Cities: Making cities healthy for all, healthy cities. *Procedia Environmental Sciences*. 36(3):98-105.
- Hidajat, JT. (2014). *Model pengelolaan kawasan permukiman berkelanjutan di pinggiran kota metropolitan Jabodetabek*, Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- Jat, MK., Garg, PK., & Khare, D. (2008). Monitoring and modelling of urban sprawl using remote sensing and GIS techniques, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, vol. 10, no. 1, pp. 26–43.
- Jaya, I. (2015). *Analisis citra digital: Perspektif penginderaan jauh untuk pengelolaan sumber daya alam, Teori dan praktek menggunakan Erdas Imagine*, IPB Press.
- Kadir. (2016). The recovery of Tabunio watershed through enrichment planting using ecologically and economically valuable species in South Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas* 17 (1) 1-12.
- Kamusoko, C., Aniya, M., Adi, B., & Manjoro, M. (2009) Rural sustainability under threat in Zimbabwe-simulation of future land use/cover changes in the Bindura district based on the Markov-Cellular automata model. *Applied Geography*, 29, 435-447. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2008.10.002>
- Kemp J, Olley J M, Ellison T, & McMahon J. (2014). River response to European settlement in the subtropical Brisbane River, Australia. *Anthropocene*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ancene.2015.11.006>
- Kubangun, SH., Oteng H., & Komarsa, G. (2016). Model perubahan penutupan/penggunaan lahan untuk identifikasi lahan kritis di Kabupaten Bogor, Kabupaten Cianjur, dan Kabupaten Sukabumi. *Majalah Ilmiah Globe*, Vol. 18, No. 1, p.21-32
- Kothke, M., Leischner, B., & Elsasser, P. (2013) "Uniform global deforestation patterns - an empirical analysis," *Forest Policy and Economics* 28, 23-37 (2013)

- Lambin, E. F., & Meyfroidt, P. (2010). Land use transitions: Socio-ecological feedback versus socio-economic change. *Land Use Policy*, 27, 108e118. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2009.09.003>.
- Luo, Y., Yang, S., & Liu, X. (2014). Land use change in the reach from Hekouzhen to Tongguan of the Yellow River during 1998-2010. *China (CN): Acta Geographica Sinica*. 69(1):42-53
- Maestro, M., Pérez-Cayeiro, ML., Chica-Ruiz, JA., & Reyes, H. (2019). Marine protected areas in the 21st century: Current situation and trends. *ocean & coastal management*. 171(2019):28-36. [Diunduh 23 Feb 2020]. DOI 10.1016/j.ocecoaman.2019.01.008.
- Mallupattu PK., & Reddy J R S. (2013). Analysis of land use/land cover changes using remote sensing data and GIS at an urban area, Tirupati, India. *The Scientific World Journal*. Volume 2013 | Article ID 268623 | <https://doi.org/10.1155/2013/268623>
- McAlpine, C.A., Etter, A., Fearnside, P.M., Seabrook, L., & Laurance, W. F. (2009). Increasing world consumption of beef as a driver of regional and global change: A call for policy action based on evidence from Queensland (Australia), Colombia and Brazil. *Global Environmental Change*, 19, 21e33. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.10.008>.
- Michiani, MV., & Asano, J. (2019). Physical upgrading plan for slum riverside settlement in traditional area: A case study in Kuin Utara, Banjarmasin, Indonesia, *Frontiers of Architectural Research*, vol. 8, no. 3, pp. 378-395, 2019, doi: 10.1016/j.foar.2019.03.005
- Mondal, M.S., Sharma, N., Garg, P.K., & Kappas, M. (2016) Statistical independence test and validation of CA Markov land use land cover (LULC) prediction results. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 19, 259-272. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2016.08.001>

- Munawir, A., June, T., Kusmana, C., & Setiawan, Y. (2019). Dynamics factors that affect the land use change in the Lore Lindu National Park. Proceeding of SPIE 11372. Event: Sixth Internasional Symposium on LAPAN-IPB Satellite. Bogor (ID). <https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/11372/2542812/Dynamics-factors-that-affect-the-land-use-change-inthe/10.1117/12.2542812.short>
- Munawir, A., June, T., Kusmana, C., & Setiawan Y. (2021). Environmental institution improvement using Interpretative Structural Modeling (ISM) techniques in lore lindu national park (Llnp), *Central Of Sulawesi Province Indonesia. (Plant Archives Enviromental Science Journal)*. 21 (1): 251 – 260.
- Munawir, A., Rusdiyanto, E., & Nurhasanah. (2022). *Analisis statistik pengelolaan SDA dan lingkungan metode penelitian aplikasi software MDS-Rapsettlement*. Penerbit Universitas Terbuka, Tangerang Selatan Provinsi Banten Indonesia. ISBN: 978-623-480-737-0
- Nakamura, S. (2014). Impact of slum formalization on self-help housing construction: A case of slum notification in India, *Urban Studies*, vol. 51, no. 16, pp. 3420–3444, 2014, doi: 10.1177/0042098013519139
- Neimark, B., Toulmin, C., & Batterbury, S. (2018). Peri-urban land grabbing? Dilemmas of formalising tenure and land acquisitions around the cities of Bamako and Ségou, Mali, *Journal of Land Use Science*, DOI: 10.1080/1747423X.2018.1499831.
- Nisa, H. (2017). *“Studi vitality kota sebagai dasar revitalisasi Kota Banjarmasin Kalimantan Selatan berbasis waterfront city,”* Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- Paimin., Irfan B.P., Purwanto., & Dewi, R.I. (2012). *Sistem perencanaan pengelolaan daerah aliran sungai*. Bogor (ID): Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi (P3KR).
- Rafiudin., Widiatmaka., & Munibah, K. (2016). Land use change pattern and the balance of food production in Karawang district, *J. Il. Tan. Lingk.*, 18 (1).p. 15
- Roig-Munar, F., Martín-Prieto, JA., Rodríguez-Perea, A., Pons, GX., Gelabert, B., & Mir-Gual M. (2012). Risk assessment of beach-dune system erosion: Beach Management Impacts on The Balearic Islands. *Journal of Coastal Research*. 28 (6): 1488-1499.
- Roy, D., & Lees, M. (2020). Understanding resilience in slums using an agent-based model, *Computers, Environment and Urban Systems*, vol. 80, no. January, p. 101458, 2020, doi: 10.1016/j.compenvurbsys.2019.101458
- Rozario, P.F., Oduor, P., Kotchman, L., & Kangas, M. (2017). Transition modeling of land-use dynamics in the Pipestem Creek, North Dakota, USA. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 5, 182-201. <https://doi.org/10.4236/gep.2017.53013>
- Rusdiyanto, E., Sitorus, S.R.P., Pramudya, B., & Sobandi, R. (2020a). The Dynamic of built land development in the Cikapundung riverside area, Bandung City, Indonesia. *Journal of AES Bioflux* 12 (2): 146 – 159
- Rusdiyanto, E., Sitorus, SRP., Pramudya, B., Sobandi, R. (2020b). Sustainability analysis of settlement area on Cikapundung riverside, Bandung City, Indonesia. *International Journal of Scientific and Research Publications*, Volume 10, Issue 10, October 2020. ISSN 2250-3153

- Rustiadi, E. (2001). Alih fungsi lahan dalam perspektif lingkungan pedesaan. Makalah disampaikan pada Lokakarya Penyusunan Kebijakan dan Strategi Pengelolaan Lingkungan Kawasan Pedesaan di Cibogo tanggal 10-11 Mei 2001. Bogor.
- Rustiadi, E., D.O. Pribadi, A.E. Pravitasari, G.S., & Indraprahasta, L.O. (2015). Iman Jabodetabek megacity: From City development towards urban complex management system. In Singh RB (ed.) Urban development challenges, risks and resilience in Asia Mega cities. *Advances in geographical and environmental sciences*. Springer Japan. (2015), 10.1007/978-4-431-55043-3_22
- Tokyo: Springer Japan. (2015), 10.1007/978-4-431-55043-3_2
- Sari, IK., Limantara LM., & Priyantoro, D. (2012). Analisa ketersediaan dan kebutuhan air pada DAS Sampean. *Jurnal Pengairan UB*. 2 (1) : 5-19. <http://jurnalpengairan.ub.ac.id>.
- Setiawan, B. 2010. *Kampung kota dan kota kampung, Potret tujuh kampung di Kota Jogja [Urban village and slum city, Portrait of Seven Urban Villages in Yogyakarta]*. Yogyakarta: Pusat Studi Lingkungan Hidup, Universitas Gadjah Mada.
- Sevtsuk, A., Mekonnen, M., & Kalvo, R. (2013) 'Urban Network Analysis', p. 29. Available at: <http://cityform.mit.edu/projects/urban-network-analysis.html>. Accessed 20 May 2019.
- Shao, Y., Jiang, Q., Wang, C., Wang, M., Xiao, L., & Qi, Y. (2020). Analysis of critical land degradation and development processes and their driving mechanism in the Heihe River Basin. *Science of The Total Environment* Volume 716, 10 May 2020, 137082. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137082>.

- Sheikh, A., Zadeh, M., & Rajabi, MA. (2013) Analyzing the effect of the street network configuration on the efficiency of an urban transportation system. *Cities* 31:285–297. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2012.08.008>
- Wang, XL., & Bao, YH. (1999). Study on the methods of land use dynamic change research. *Progress in Geography*. 18(1): 81–87.
- Whiteside, TG., Bogg, GS., & Maier, SW. (2011). Comparing object based and pixel based classification for mapping savannas. *Int J Appl Earth Obs Geoinf*. 13(6): 884–893
- Wulandari, F., Aina, N., & Razak, H. (2019). Potensi budaya pada kawasan permukiman tepian sungai. Studi kasus kelurahan seberang masjid Kota Banjarmasin Kalimantan Selatan. Nalars, *Jurnal Arsitektur*. <https://doi.org/10.24853/nalars.18.1.57-64>
- Yang, X., Zheng, X.Q., & Chen, R. (2014) A Land use change model: Integrating landscape pattern indexes and Markov-CA. *Ecological Modelling*, 283, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2014.03.011>
- Yusuf, M., Kusmana, C., Fahrudin, A., & Kamal MM. (2016). Analisis faktor penentu dalam pengelolaan berkelanjutan Estuaris DAS Tallo. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 13(1), 41–51.
- Zhang, WB. (2010). The urbanizing process with moving boundary. *Geographical Analysis*, 20(4): 328–339.