

Identifikasi Pengaruh Kesesuaian Ruang terhadap Cadangan Karbon dan Oksigen di Kelurahan Tamansari

Aldy Mauludin, Teguh Tri Aryanto*, Jasmin Putri Ayudia, Indah Nur Azizah, Syifa Qanita Zahrah, Adam Badi Albar

Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik
Universitas Islam Bandung

[*teguhtria1801@gmail.com](mailto:tguhtria1801@gmail.com)

Abstract. According to Presidential Decree 32/1990, river borders are included in the protection area. However, land use changes along the river, such as those occurring in the Cikapundung River, can have a negative impact on the river ecosystem and water quality. The RPJMD of Bandung City states that the Cikapundung River has lost its ecological function and is prone to flooding. This is due to an increase in settlements and a decrease in green land, leading to increased surface flow, pollution, and various other environmental impacts. Therefore, it is important to analyze the impact of land use change along the river to identify the influence of land use in the Cikapundung Watershed that has an impact on carbon and oxygen stocks. Data collection was conducted by observation and literature study. The variables taken explain the suitability of spatial patterns and land use in Tamansari Village. The impact of urbanization that accelerates land cover change can damage the hydrological cycle by inhibiting infiltration rates, baseflow, and increasing peak discharge, volume, and frequency of flooding through surface runoff. Land mismatches in Kelurahan Tamansari, including dense housing that should be protected areas and riparian zones, have damaged the hydrological cycle. Potential protected areas, if converted to forest plantations, can become carbon sinks that affect oxygen and carbon dioxide uptake. Thus, the land mismatch in Kelurahan Tamansari could reduce oxygen release and carbon dioxide uptake, impacting greenhouse gas emissions and atmospheric temperature if it continues.

Keywords: *land use, watershed, ecosystem, oxygen.*

Abstrak. Menurut Kepres 32/1990 sempadan sungai termasuk ke dalam kawasan perlindungan. Namun, perubahan penggunaan lahan di sepanjang sungai, seperti yang terjadi di Kelurahan Tamansari, dapat berdampak negatif terhadap kualitas lingkungan. RPJMD Kota Bandung menyebutkan Sungai Cikapundung, sebagai salah satu sungai yang mengalir di Kelurahan Tamansari telah kehilangan fungsi ekologis dan termasuk ke dalam kawasan rawan banjir. Hal ini disebabkan oleh peningkatan permukiman dan penurunan lahan hijau, yang menyebabkan peningkatan aliran permukaan, pencemaran, dan berbagai dampak lingkungan lainnya. Oleh karena itu, penting untuk melakukan analisis dampak perubahan tata guna lahan di sepanjang sungai guna mengidentifikasi pengaruh penggunaan lahan di Daerah Aliran Sungai Cikapundung yang berdampak pada cadangan karbon dan oksigen. Pengumpulan data dilakukan dengan observasi dan studi literatur. Variabel yang diambil menjelaskan kesesuaian pola ruang dan guna lahan di Kelurahan Tamansari. Dampak urbanisasi yang mempercepat perubahan tutupan lahan dapat merusak siklus hidrologi dengan menghambat laju infiltrasi, baseflow, dan meningkatkan debit puncak, volume, serta frekuensi banjir melalui limpasan permukaan. Ketidaksesuaian lahan di Kelurahan Tamansari, mencakup perumahan padat yang seharusnya menjadi kawasan lindung dan sempadan sungai, telah merusak siklus hidrologi. Kawasan lindung potensial jika diubah menjadi hutan tanaman, dapat menjadi tempat cadangan karbon yang mempengaruhi oksigen dan serapan karbon dioksida. Dengan demikian, ketidaksesuaian lahan di Kelurahan Tamansari dapat mengurangi pelepasan oksigen dan serapan karbon dioksida, berdampak pada emisi gas rumah kaca dan suhu atmosfer jika berlangsung secara berkelanjutan.

Kata Kunci: *penggunaan lahan, daerah aliran sungai, ekosistem, oksigen.*

A. Pendahuluan

Berdasarkan Keputusan Presiden No. 32 tahun 1990 tentang pengelolaan kawasan lindung, sempadan sungai termasuk kepada kawasan perlindungan setempat yang perlu dilindungi untuk menjaga sungai dari kerusakan kualitas air akibat kegiatan manusia. Pada sungai di kawasan permukiman, sempadan sungai harus memiliki jarak 10-15 meter menuju kawasan permukiman. Namun, saat ini kawasan sempadan sungai telah mengalami perubahan pada penggunaan lahannya. Jumlah penduduk yang terus menerus bertambah menyebabkan tingkat kebutuhan masyarakat akan rumah semakin meningkat pula. Peningkatan kebutuhan tersebut diiringi dengan peningkatan akan nilai lahan.

Banyak dari masyarakat yang lebih memilih tinggal di kawasan sempadan karena memiliki nilai lahan lebih rendah, tanpa mereka sadari bahwa kawasan sempadan termasuk ke dalam kawasan lindung. Masyarakat yang tinggal di kawasan sempadan yang membuang sampah dan limbah rumah tangga secara langsung ke air sungai yang menyebabkan terjadinya kerusakan pada ekosistem sungai (Hasbi & Astuti, 2017). Ekosistem sungai merupakan suatu sistem kompleks yang melibatkan berbagai komponen biotik (organisme hidup) dan abiotik (faktor non-hidup) yang saling berinteraksi di dalam lingkungan sungai. Beberapa komponen utama dalam ekosistem sungai meliputi, air, tanah dan dasar sungai, tumbuhan, hewan, mikroorganisme, batu dan kerikil, serta rantai makanan.

Dalam Al-Qur'an Allah SWT. telah menjelaskan mengenai larangan membuat kerusakan di bumi dalam **surah Al-A'raf ayat 56**.

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

Artinya: “Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepadaNya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik.”

Ayat di atas menjelaskan bahwa kita tidak boleh melakukan kerusakan pada bumi, apabila sudah terjadi maka kita perlu memperbaiki bumi menjadi lebih baik. Perubahan penggunaan lahan merupakan salah satu kegiatan yang dapat menimbulkan kerusakan pada bumi. Dengan adanya perubahan secara terus menerus dapat terjadi kenaikan suhu yang tidak stabil dan mengurangi tutupan lahan hijau.

Perubahan penggunaan lahan dapat memberikan kontribusi yang sangat besar pada kenaikan suhu permukaan dimana panas yang dipantulkan pada lahan terbangun lebih tinggi dibandingkan pada lahan vegetasi. Pada sempadan sungai, terdapat masalah yang ditimbulkan akibat dari adanya perubahan penggunaan lahan dimana persebaran bangunan yang tidak terkendali di sepanjang tepi kiri dan kanan sungai dapat memberikan dampak pada daerah sempadan sungai (Hasbi & Astuti, 2017). Hal ini juga dapat disebabkan oleh kurangnya koordinasi dan pengawasan oleh pemerintah terkait alih fungsi lahan pada sempadan sungai yang tidak sesuai dengan ketentuan pemanfaatan ruangnya.

Sungai Cikapundung merupakan salah satu ekosistem sungai yang kini terduga dipengaruhi perubahan penggunaan lahan yang mengalami permasalahan pencemaran dan degradasi lingkungan. Sungai sepanjang 28 kilometer ini, melintasi 11 kecamatan di tiga kabupaten kota, yaitu Kota Bandung, Kabupaten Bandung dan Kabupaten Bandung Barat. Sungai Cikapundung memiliki luas daerah tangkapan di bagian hulu sebesar 111,3 km², di bagian tengah seluas 90,4 km² dan di bagian hilir seluas 76,5 Km². Jumlah penduduk yang berdomisili di DAS Cikapundung mencapai 750.559 jiwa. Sedangkan jumlah penduduk tertinggi berada di Kelurahan Tamansari 28.729 jiwa. (Data BPLH Kota Bandung).

Berdasarkan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kota Bandung tahun 2018-2023, Sungai Cikapundung merupakan salah satu sungai yang melewati Kota Bandung yang saat ini sudah banyak kehilangan fungsi ekologis. Sungai Cikapundung beserta anak sungainya mengalirkan air dari utara ke arah selatan yang bermuara di Sungai Citarum. Daerah kawasan Sungai Cikapundung ini dikategorikan ke dalam daerah rawan banjir dan termasuk pada program pengendalian, pencemaran, dan perusakan air akibat dari kondisi sungai sudah mengalami pencemaran yang disebabkan oleh kurang tegasnya regulasi pengolahan limbah pabrik dan pembuangan air kotor oleh warga (Perda Kota Bandung, 2023). Di bagian kanan dan kiri sungai “dikepung” oleh bangunan. Sebagian besar bangunan yang merupakan pemukiman berada langsung di bantaran sungai. Data BPLH Kota Bandung menyebutkan ada sekitar 1,058 rumah

yang berada dekat dengan bantaran Sungai Cikapundung. Hampir seluruhnya membuang limbah langsung ke sungai. Karenanya sungai Cikapundung ini menerima limbah lebih dari 2,5 juta liter setiap harinya, yang sebagian besar berasal dari limbah rumah tangga.

Perubahan dalam pemanfaatan lahan, khususnya transformasi daerah hijau menjadi lahan terbangun, merupakan permasalahan sentral dalam transformasi global lingkungan. Dengan pemahaman mengenai perubahan penggunaan lahan dan jumlah karbon dioksida (CO₂) yang tersimpan, dampaknya terhadap ekosistem suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat dirasakan. Perubahan tersebut bisa mencakup erosi, peningkatan aliran permukaan, sedimentasi yang meningkat, kehilangan keanekaragaman hayati, perubahan iklim mikro, emisi karbon ke atmosfer, peningkatan Gas Rumah Kaca (GRK), dan berbagai aspek lainnya.

Artikel ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh penggunaan lahan di Daerah Aliran Sungai Cikapundung yang berdampak pada cadangan karbon dan oksigen. Melalui penyajian studi literatur, metode yang digunakan, dan hasil analisis yang ditemukan, diharapkan dapat memberikan sumbangsih ilmu pengetahuan tentang pengaruh penggunaan lahan terhadap cadangan karbon dan oksigen.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data primer dan sekunder. Metode pengumpulan data primer dilakukan dengan observasi lapangan terhadap penggunaan lahan di Kelurahan Tamansari, Kota Bandung. Sementara itu, pengumpulan data sekunder dilakukan dengan studi literatur pada jurnal, buku, laporan, serta regulasi yang relevan. Metode analisis yang digunakan adalah metode analisis deskripsi dan analisis GIS. Proses awal analisis dilakukan dengan mengidentifikasi kesesuaian penggunaan lahan di Kelurahan Tamansari yang membandingkan peta penggunaan lahan dengan arahan rencana pola ruang. Selain melakukan analisis kesesuaian, lahan dilakukan juga analisis ketersediaan cadangan jumlah oksigen dan serapan karbon di Kelurahan Tamansari menggunakan perhitungan kuantitatif. Standar koefisien yang digunakan pada perhitungan cadangan oksigen adalah sebesar 184,781 ton/ha/tahun (Sahid, 2016) dan koefisien karbon sebesar 58,2576 ton/ha/tahun (Tinambunan, 2015). Hasil analisis akan dijelaskan secara deskriptif untuk mencapai tujuan dari penelitian.

C. Hasil dan Pembahasan

Dalam surah Al-Furqan ayat 48-49 tentang kawasan lindung, Allah menyebut nikmat-nikmat-Nya yang lain guna menunjukkan kekuasaan dan keesaan-Nya serta kewajaran-Nya untuk disembah. Ayat ini menyatakan bahwa: Dan di antara bukti kekuasaan dan keesaan-Nya yang lain, adalah bahwa Dia yakni Tuhanmu-lah wahai Nabi Muhammad bukan selain-Nya yang mengirim angin guna menggiring awan sebagaipembawa kabar gembira sebelum kedatangan rahmat-Nya yakni sebelum turunnya hujan; dan Kami turunkan dari langit yakru dari udara, air yang sangat suci yakni amat bersih dan dapat digunakan untuk menyucikan agar Kami menghidupkan dengannya yakni dengan air yang Kami turunkan itu negeriyakni tanah gersang yang mati karena tanpa ditumbuhi sesuatu, dan agar Kami memberi minum dengannya sebagian dari apayang Kami ciptakanyaitu binatang-binatang ternak dan manusiayang banyak (Tafsir Al-Mishbah).

وَهُوَ الَّذِي أَرْسَلَ الرِّيحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً طَهُورًا لِّنُحْيِيَ بِهِ بَلْدَةً مَّيْتًا وَنُسْقِيَهُ مِمَّا خَلَقْنَا أَنْعَامًا وَأَنَاسِيَّ كَثِيرًا

Artinya : “Dialah (Allah) yang meniupkan angin (sebagai) pembawa kabar gembira sebelum kedatangan rahmat-Nya (hujan); dan kami turunkan dari langit air yang amat bersih, agar kami menghidupkan dengan air itu negeri (tanah) yang mati, agar kami member minum dengan air itu sebagian besar dari makhluk kami, binatang-binatang ternak dan manusia yang banyak”. (Al-Furqan : 48-49)

Allah juga menyatakan bahwa bumi diciptakan sebagai tempat untuk manusia tinggal dan memanfaatkannya tercantum dalam surah Al-Baqarah ayat 22. Sesungguhnya hanya Dialah yang mempersiapkan bumi dengan kekuasaanNya, membentangkan permukaannya agar mudah untuk ditempati dan didayagunakan. Dia menjadikan langit, benda-benda dan planetnya seperti bangunan yang kokoh. Dia juga memberikan kepada kalian sumber kehidupan dan segala nikmat, yaitu air. Dia menurunkan air dari langit dan menjadikannya sebagai sebab tumbuhnya tanaman dan pepohonan yang berbuah yang dapat kalian ambil manfaatnya. Dengan demikian, tidaklah benar

kalian berpandangan bahwa Allah memiliki sekutu yang kalian sembah seperti menyembah Allah, sebab tiada sekutu bagi-Nya. Dengan fitrah dasar, kalian dapat mengetahui bahwa tidak ada sekutu bagi-Nya. Maka janganlah kalian menyeleweng dari fitrah tersebut.

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ فِرَاشًا وَالسَّمَاءَ بِنَاءً وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجَ بِهِ مِنَ الثَّمَرَاتِ رِزْقًا لَكُمْ فَلَا تَجْعَلُوا لِلَّهِ أَنْدَادًا وَأَنْتُمْ تَعْلَمُونَ

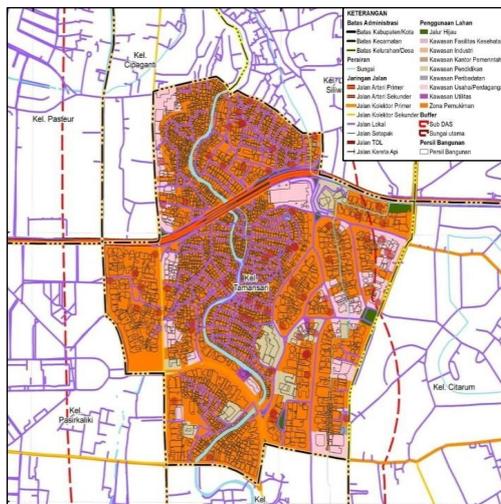
Artinya: “Dialah yang menjadikan bumi sebagai hamparan bagimu dan langit sebagai atap, dan Dia menurunkan air (hujan) dari langit, lalu Dia menghasilkan dengan hujan itu segala buah-buahan sebagai rezeki untukmu; karena itu janganlah kamu mengadakan sekutu-sekutu bagi Allah, padahal kamu mengetahui.”. (Al-Baqarah ayat 22)

Kelurahan Tamansari merupakan salah satu kelurahan di Kecamatan Bandung Wetan yang memiliki penduduk terbanyak di Kecamatan ini yakni sebesar 22.540 jiwa dengan presentase 78,02% dari total penduduk kecamatan ini (BPS, 2023). Dengan luas sebesar 91 ha dan persentase 30,07% dari luas total kecamatan, kelurahan ini menduduki tempat sebagai kelurahan dengan luasan terkecil dibandingkan dengan 2 (dua) kelurahan lainnya dengan ketinggian wilayah 728 meter di bawah permukaan laut (BPS, 2023). Kelurahan ini terdiri atas 20 RW dan 115 RT yang berbatasan dengan Kelurahan Lebak Siliwangi (utara), Kelurahan Babakan Ciamis (selatan), Kelurahan Citarum (timur), dan Kelurahan Cipaganti (barat). Kelurahan Tamansari dilewati oleh Sungai Cikapundung dengan lokasinya yang berada di kawasan tengah sungai. Pada kawasan sempadan Sungai Cikapundung di Kelurahan Tamansari, kondisi permukiman berada pada kategori kepadatan tinggi dengan nilai KDB mencapai 80-90%. Jenis penggunaan lahan di Kelurahan Tamansari sendiri didominasi oleh permukiman yang diikuti dengan perkembangan perdagangan dan jasa serta fasilitas pendukung perumahan dengan penjabaran sebagai berikut.

Tabel 1. Tutupan Lahan Kelurahan Tamansari

Penggunaan Lahan	Luas (ha)	Persentase (%)
Lindung alami	0.481	0.527
Lindung setempat	2.021	2.216
Perdagangan dan Jasa	40.052	43.909
Perkantoran	0.090	0.099
Pertahanan dan Keamanan	0.059	0.065
Perumahan Kepadatan Tinggi	41.659	45.671

Sumber: Skripsi Nurul Melani Ramadhan, 2023



Gambar 1. Peta Tutupan Lahan Kelurahan Tamansari
 Sumber : Skripsi Nurul Melani Ramadhan, 2023

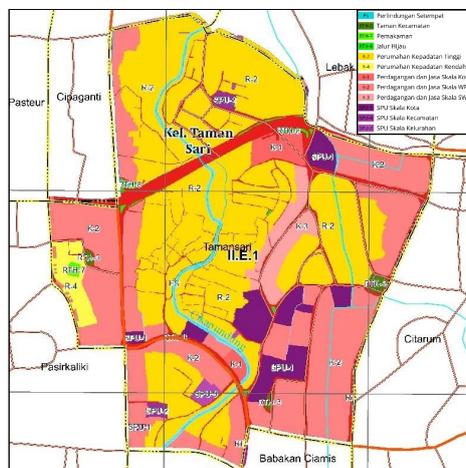
Pada dasarnya, pengaruh urbanisasi yang mempercepat perubahan tutupan lahan akan merusak siklus hidrologi dengan menghambat laju infiltrasi, baseflow, juga meningkatkan debit puncak, volume, dan frekuensi banjir melalui limpasan permukaan (Ogden, 2011; Suriya & Mugdal, 2012; Tellman *et al*, 2015 dalam Farid *et al*, 2021). Temuan (Boysen *et al*, 2014; Mitsova, 2014) mengindikasikan perubahan tutupan lahan dapat mempengaruhi karakteristik dan frekuensi hujan. Sejalan dengan penelitian bahwa perubahan tutupan lahan menimbulkan dampak terhadap siklus hidrologi. Begitu pula peningkatan efek rumah kaca yang secara tidak langsung merubah sifat iklim sekaligus mengubah siklus meteorologi dan hidrologi. Maka dapat diketahui betapa pentingnya melakukan konservasi area-area penting khususnya sekitar aliran sungai. Hal ini dikarenakan besarnya pengaruh perubahan lahan terhadap proses alami baik di air, tanah, dan udara. Sungai juga memiliki urgensi sebagai penentu ketersediaan air tanah dalam sebuah kawasan. Apabila aliran permukaan begitu besar, maka sedikit air yang bisa diserapkan, begitupun sebaliknya (Soplanit, R & Silahooy, C, 2012).

Menurut Junaedi (2008), laju pemanasan global disumbang oleh salah satu gas rumah kaca seperti karbondioksida. Dimana, gas rumah kaca disebabkan oleh meningkatnya aktivitas manusia di permukaan serta penggunaan bahan bakar fosil yang sejalan dengan menambah kebutuhan akan ruang (Azham *et al*, 2015). Hal ini mengerucut pada pendapat Hardjana (2012) bahwa perubahan penggunaan lahan akan berimplikasi pada rendahnya jumlah serapan karbon. Artinya, komposisi oksigen di lingkungan akan ikut ditekan berkurang seiring dengan karbon yang tidak bisa diserap diudara. Setiap tutupan lahan memiliki nilai cadangan karbon, serapan CO2 dan pelepasan O2 yang bervariasi. Cadangan karbon yang tinggi pada suatu tutupan lahan menunjukkan serapan CO2 dan pelepasan oksigen juga tinggi dan begitupula sebaliknya. Karbon dioksida digunakan dalam proses fotosintesis (Purwaningsih S. 2007) untuk mendapatkan energi dan merubahnya dalam bentuk gugus gula dan oksigen. Vegetasi memiliki peran vital sebagai penyerap emisi gas CO2 di udara. Suatu area vegetasi dapat menyerap emisi CO2 sebesar 58,2576 ton/tahun/Ha (Tinambunan, 2015).

Tabel 2. Pola Ruang di Kelurahan Tamansari

Penggunaan Lahan	Luas (ha)	Persentase (%)
Lindung alami	0.481	0.527
Lindung setempat	2.021	2.216
Perdagangan dan Jasa	40.052	43.909
Perkantoran	0.090	0.099
Pertahanan dan Keamanan	0.059	0.065
Perumahan Kepadatan Tinggi	41.659	45.671
Sarana Pelayanan Umum	6.853	7.513

Sumber: Perda Kota Bandung, 2022



Gambar 2. Peta Kesesuaian Ruang Kelurahan Tamansari

Sumber : Perda Kota Bandung, 2022

Tabel 4. Jumlah Cadangan Oksigen dan Serapan Karbondioksida Terhadap Kesesuaian Pola Ruang di Kelurahan Tamansari

Senyawa	Luas Wilayah (Ha)	Koefisien (Ton/Ha/Tahun)	Jumlah (Ton/Tahun)
Oksigen	1,897	184,781	350,53
Karbondioksida	1,897	58,2576	110,51

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Kawasan lindung menjadi kawasan yang potensial dalam upaya mitigasi pengurangan emisi gas rumah kaca. Apabila kondisi eksisting sesuai dengan peruntukannya yaitu sempadan sungai (lindung setempat) yang kemudian dijadikan hutan tanaman, maka dapat menjadi tempat cadangan karbon yang mana akan mempengaruhi jumlah oksigen dan serapan karbondioksida. Cadangan oksigen yang tersedia jika dijadikan hutan tanaman sebesar 0,96 ton/hari atau 350,53 ton/tahun dan serapan karbondioksida dari adanya hutan tanaman sebesar 0,302 ton/hari atau 110,51 ton/tahun. Artinya jika lahan tersebut berupa perumahan kepadatan tinggi, cadangan oksigen yang tersedia akan menurun drastis dan penyerapan karbondioksida juga semakin kecil akibat dari kurangnya pepohonan. Dampaknya cadangan karbon yang tersedia sebagai upaya penurunan emisi gas rumah kaca ikut berkurang karena komposisi oksigen yang ada di atmosfer akan ditekan seiring dengan karbon yang tidak dapat diserap di atmosfer. Jadi dapat disimpulkan bahwa ketidaksesuaian lahan di Kelurahan Tamansari ini akan mengurangi pelepasan oksigen dan serapan karbondioksida. Sehingga akan mempengaruhi emisi gas rumah kaca di atmosfer dan dapat menyebabkan peningkatan suhu jika terjadi secara terus menerus dalam kurun waktu yang panjang.

D. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan adanya ketidaksesuaian lahan antara rencana pola ruang dengan kondisi eksisting Kelurahan Tamansari. Salah satu penyimpangan yang ditemukan adalah perubahan lahan peruntukan sempadan sungai menjadi lahan perumahan kepadatan tinggi seluas 1,897 Ha. Fenomena ini dipengaruhi urbanisasi yang terus mentransformasi lahan ditambah tidak tertibnya pengendalian penataan ruang. Dampaknya, ekologi alami yang terganggu membuat pelepasan oksigen semakin berkurang dan penyerapan karbondioksida semakin mengecil. Karbondioksida sebagai salah satu unsur gas rumah kaca akan meningkatkan suhu permukaan yang membuat lingkungan menjadi terasa tidak nyaman. Dalam siklus yang lebih luas, perubahan penggunaan lahan alami menjadi lahan terbangun akan mengancam berbagai bencana seperti banjir, kekeringan, serta suhu panas permukaan.

Acknowledge

Kami menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang terlibat dalam penyusunan artikel ini. Baik yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung. Khususnya kepada Allah SWT, Dr. Yulia Asyiwati, S.T., M.SI. sebagai dosen pembimbing, Dosen Pengampu Mata Kuliah Kapita Selekt. Orang tua, Teman seperjuangan angkatan 2020. Berkat restu, doa, dan dukungannya serta saran dan kritik dalam penyusunan artikel ini kami dapat menyelesaikannya tepat waktu.

Daftar Pustaka

- [1] Azham, Z. 2015. Estimasi cadangan karbon pada tutupan lahan hutan sekunder, semak dan belukar dikota samarinda. Jurnal AGRIFOR. 14(2): 325-338.
- [2] Boysen, L. R., Brovkin, V., Arora, V. K., Cadule, P., de Noblet-Ducoudré, N., Kato, E., ... & Gayler, V. (2014). Global and regional effects of land-use change on climate in 21st century simulations with interactive carbon cycle. *Earth System Dynamics*, 5(2), 309-319.
- [3] Farid, M., Pratama, M. I., Kuntoro, A. A., Adityawan, M. B., Rohmat, F. I. W., & Moe, I. R. (2021). Pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap debit banjir di daerah aliran Sungai Ciliwung Hulu. *Jurnal Teknik Sipil*, 28(3), 309.

- [4] Hardjana, A.K., Noor'an, R.F., Tumakaka, I. S., dan Rojikin, A. Pendugaan stok karbon kelompokjenis tegakan berdasarkan tipe potensihutan di kawasan hutan lindung sungai wain. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa*.6(2): 85- 96.
- [5] Hasbi, M., & Astuti, P. (2017). *Kajian Penggunaan Lahan Sempadan Sungai Lunto di Kawasan Pusat Kota Sawahlunto*. Seminar Nasional Universitas Islam Riau.
- [6] Junaedi, A. 2008. Kontribusi hutan sebagai rosot karbondioksida. *InfoHutan*. 5(1): 1-7.
- [7] Mitsova, D. (2014). Coupling land use change modeling with climate projections to estimate seasonal variability in runoff from an urbanizing catchment near Cincinnati, Ohio. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 3(4), 12561277.
- [8] Ogden, F. L., Raj Pradhan, N., Downer, C. W., & Zahner, J. A. (2011). Relative importance of impervious area, drainage density, width function, and subsurface storm drainage on flood runoff from an urbanized catchment. *Water resources research*, 47(12).
- [9] Perda Kota Bandung. (2023). *Autentifikasi Perda 3 Tahun 2019 RPJMD 2018 - 2023* [Edit 6 Mei 2019].
- [11] PurwaningsihS. 2007. *Kemampuan Serapan Karbondioksida Pada Tanaman Hutan Kota di Kebun Raya Bogor*. [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [12] Sahid DR, Malik Y. 2016. *Kajian Ruang Terbuka Hijau dan Pemenuhan Kebutuhan Oksigen di Kampus Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) Bandung* [Skripsi]. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- [13] Soplanit, R., & Silahooy, C. (2012). Dampak perubahan penggunaan lahan terhadap aliran permukaan, aliran bawah permukaan dan aliran dasar di DAS BatuGajah Kota Ambon. *Agrologia*, 1(2), 288724.
- [14] Suriya, S., & Mudgal, B. V. (2012). Impact of urbanization on flooding: The Thirusoolam sub watershed–A case study. *Journal of hydrology*, 412, 210-219.
- [15] Syafrin, Y. (2022). *Identifikasi Penggunaan Lahan Sempadan Sungai Indragiri di Desa Pekan Heran di Kecamatan Rengat Barat*. Universitas Islam Riau.
- [16] Tellman, B., Saiers, J. E., & Cruz, O. A. R. (2016). Quantifying the impacts of land use change on flooding in data-poor watersheds in El Salvador with community-based model calibration. *Regional environmental change*, 16, 1183-1196.
- [17] Tinambunan RS. 2015. *Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau di Kota Pekan Baru* [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.