

Tingkat Kerentanan Kota Pekanbaru terhadap Perubahan Iklim

Lidya Rahayu*, Yulia Fitri*, Sri Fitria Retnawaty

Program Studi Fisika, Fakultas MIPA dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Riau
Jl. Tuanku Tambusai Pekanbaru 28294, Riau, Indonesia

*Correspondence e-mail: yuliafitri@umri.ac.id; iddyarahayu@gmail.com

Abstract

Around 60% of natural disasters are natural disasters resulting from extreme climatic events such as floods, droughts, forest fires, strong winds/storms, landslides, high tidal waves and outbreaks of disease. Climate change causes increasing threats to food security, human health, water availability, and also threats to biodiversity. As many as 23 of the 323 regencies/cities in Indonesia are vulnerable to climate change which are characterized by high inundation ratio values, population density values, residential area values and non-settlement area values. The city of Pekanbaru is experiencing climate change which has a significant impact on the people of Pekanbaru. The purpose of this study is to determine the level of vulnerability of Pekanbaru City to climate change. The method used to determine the level of vulnerability is the Center for Climate Risk and Opportunity management (CCROM) method. Arc Gis 9.3 software to obtain a map of the vulnerability level of Pekanbaru City. Data analysis was carried out descriptively. The result of calculating the level of vulnerability is that there are 49 sub-districts in Pekanbaru City that are not in the vulnerable category, 6 sub-districts in the rather vulnerable category, namely Kampung Tengah, Rejosari and Sukajadi Sub-Districts, Tenayan Industry, Li

Keywords: Climate Change, Vulnerability, Centre for Climate Risk and Opportunity management (CCROM)

Abstrak

Sekitar 60% bencana alam ialah bencana alam akibat dari kejadian iklim ekstrem seperti banjir, kekeringan, kebakaran hutan, angin kencang/badai, tanah longsor, gelombang pasang tinggi dan meledaknya penyakit. Perubahan iklim menyebabkan meningkatnya ancaman terhadap ketahanan pangan, kesehatan manusia, ketersediaan air, dan juga ancaman keragaman hayati. Sebanyak 23 dari 323 kabupaten/kota di Indonesia rentan terhadap perubahan iklim yang dikarakterisasi sebagai tingginya nilai rasio rendaman, nilai kepadatan penduduk, nilai kawasan permukiman dan nilai kawasan non permukiman. Kota Pekanbaru mengalami perubahan iklim yang berdampak cukup nyata terhadap masyarakat Pekanbaru. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui tingkat kerentanan Kota Pekanbaru terhadap perubahan iklim. Metode yang digunakan untuk mengetahui tingkat kerentanan yaitu metode Centre for Climate Risk and Opportunity management (CCROM). Software Arc Gis 9.3 untuk memperoleh peta tingkat kerentanan Kota Pekanbaru. Analisis data dilakukan secara deskriptif. Hasil dari perhitungan tingkat kerentanan bahwa terdapat 49 kelurahan di Kota Pekanbaru tidak kategori rentan, 6 kelurahan dalam kategori agak rentan yaitu Kelurahan Kampung Tengah, Rejosari, dan Sukajadi, Industri Tenayan, Limapuluh dan Tanjung Rhu. Daerah yang dalam kategori rentan hanya satu yaitu Kelurahan Meranti Pandak.

Kata kunci: Perubahan Iklim, Kerentanan, Centre for Climate Risk and Opportunity management (CCROM)

1. Pendahuluan

Perubahan iklim disebabkan oleh meningkatnya emisi gas rumah kaca. Gas rumah kaca merupakan gas-gas yang berpengaruh secara langsung maupun tidak langsung yang memberikan dampak pemanasan global terhadap perubahan iklim. Dampak perubahan iklim akan menyebabkan meningkatnya ancaman terhadap ketahanan pangan, kesehatan manusia, ketersediaan air, dan juga ancaman keragaman hayati (Suwondo, 2016). Menurut Suroso (2011) sebanyak 23 dari 323 kabupaten/kota di Indonesia rentan terhadap perubahan iklim yang dikarakterisasi sebagai tingginya nilai rasio rendaman, nilai kepadatan penduduk, nilai kawasan permukiman dan nilai kawasan non permukiman.

Kota Pekanbaru merupakan ibu kota dan kota terbesar di Provinsi Riau. Kota Pekanbaru adalah salah satu sentra ekonomi terbesar di Pulau Sumatra dan termasuk sebagai kota dengan tingkat pertumbuhan, migrasi dan urbanisasi yang tinggi. Kota Pekanbaru tumbuh pesat seiring dengan bertambahnya infrastruktur

Received: 18 April 2023, Accepted: 15 Mei 2023 - Jurnal Photon Vol.13 No.2

DOI: <https://doi.org/10.37859/jp.v13i2.4823>

PHOTON is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

baru, pembangunan permukiman baru untuk memenuhi tingginya kebutuhan rumah, berkembangnya industri terutama yang berkaitan dengan minyak bumi, serta pelaksanaan otonomi daerah. Meningkatnya kegiatan pembangunan menyebabkan meningkatnya kegiatan penduduk disegala bidang yang pada akhirnya meningkatkan pula tuntutan dan kebutuhan masyarakat terhadap penyediaan fasilitas dan utilitas perkotaan serta kebutuhan lainnya (BPS, 2018).

Bersamaan dengan itu Kota Pekanbaru tentunya mengalami perubahan iklim yang berdampak cukup nyata terhadap masyarakat Pekanbaru. Hujan lebat yang tidak bisa diprediksi sering menyebabkan banjir yang merusak rumah dan properti, mengganggu dunia usaha, serta lalu lintas. Tahun 2019 Kota Pekanbaru mengalami hujan yang sangat deras sehingga mengakibatkan banjir. Banjir terjadi hampir merata diberbagai wilayah seperti di Kecamatan Pekanbaru Kota, Kecamatan Tampan, Kecamatan Sukajadi, Sidomulyo, Rumbai dan kecamatan lainnya. Namun banjir terparah terjadi di Kecamatan Tampan. Banjir tersebut menenggelamkan 60% wilayah kota dan merusak perumahan, mengganggu roda ekonomi lokal, serta merusak sarana umum seperti jalan, jembatan, dan layanan umum lainnya. (Okezone.com, 2019).

Salah satu penelitian tentang tingkat kerentanan masyarakat terhadap perubahan iklim telah dilakukan oleh Enny Insusanty pada tahun 2020 di XIII Koto Kampar, Provinsi Riau. Hasil penelitian menunjukkan tingkat keterpaparan dan sensitivitas Desa Pulau Gadang, Koto Masjid dan Tanjung Alai termasuk pada kriteria sedang. Tingkat kemampuan adaptasi Desa Pulau Gadang dan Koto Masjid termasuk kriteria agak tinggi sehingga diperlukan fasilitas kesehatan, pendidikan listrik dan infrastruktur jalan.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian tentang analisis kajian kerentanan secara umum yaitu indikator keterpaparan, sensitivitas, dan kemampuan adaptasi terhadap perubahan iklim di Kota Pekanbaru yang diharapkan dapat menghasilkan peningkatan rencana tanggap bencana dan peningkatan efisiensi pada respon institusi untuk kepentingan masyarakat yang rentan di Kota Pekanbaru.

2. Metodologi

2.1 Menentukan Jumlah Sampel

Penentuan jumlah kelurahan dalam penelitian ini menggunakan metode sampling Krejcie-Morgan. Untuk menghitung total kelurahan yang akan diambil menggunakan persamaan 1.

$$n = \frac{x^2 NP(1-P)}{(N-1)d^2 + x^2 P(1-P)} \dots\dots\dots(1)$$

Kemudian untuk mendapatkan berapa kelurahan disetiap Kecamatan di Kota Pekanbaru menggunakan Persamaan 2.

$$n_i = n \left(\frac{N_i}{N} \right) \dots\dots\dots(2)$$

(Krejcie, R. V., & Morgan, D. W., 1970).

Sehingga total jumlah kelurahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 56 kelurahan dalam 12 kecamatan di Kota Pekanbaru. Jumlah sampel yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1 dan data yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.

2.2 Menentukan parameter indikator kerentanan

Menentukan parameter indikator kerentanan bertujuan untuk mengetahui parameter apa saja yang akan digunakan dalam setiap indikator.

2.3 Pengolahan data

Pengolahan data untuk indikator keterpaparan dan sensitivitas dan kemampuan adaptasi dilakukan dengan menggunakan 2 metode, yaitu menghitung rasio dan memberikan skor.

2.4 Normalisasi

Normalisasi setiap parameter dari indikator kerentanan dapat dilakukan menggunakan Persamaan 3.

$$n = \frac{r_{x-min \ parameter}}{maks \ parameter - min \ parameter} \dots\dots\dots(3)$$

Tabel 1. Jumlah Sampel Penelitian

No	Kecamatan	Kelurahan
1	Tampan	6
2	Payung Sekaki	5
3	Bukit Raya	3
4	Marpoyan Damai	4
5	Tenayan Raya	9
6	Limapuluh	3
7	Sail	2
8	Pekanbaru Kota	4
9	Sukajadi	5
10	Senapelan	4
11	Rumbai	6
12	Rumbai Pesisir	5
Total Kelurahan		56

Sumber : pengolahan data

Tabel 2. Pengumpulan Data Sekunder

No.	Data Sekunder
1	Jumlah penduduk
2	Jumlah keluarga di bantaran sungai
3	Jumlah surat miskin
4	Jumlah KK PLN dan KK non PLN
5	Jumlah bangunan di bantaran sungai
6	Jumlah fasilitas pendidikan
7	Jumlah fasilitas kesehatan
8	Luas wilayah
9	Luas sawah
10	Luas pertanian bukan sawah
11	Infrastruktur jalan yang terluas di kelurahan
12	Sumber mata pencarian utama
13	Sumber air minum utama

2.5 Menghitung indeks kerentanan

Indikator yang mewakili tingkat keterpaparan dan sensitivitas dapat digabungkan kemudian disebut indeks keterpaparan dan sensitivitas (IKS) sedangkan indikator yang menggambarkan kemampuan adaptasi digabungkan ke indeks kemampuan adaptasi (IKA). Nilai indeks keterpaparan dan sensitivitas (IKS) berdasarkan CCROM dihitung menggunakan Persamaan 4 dan Nilai indeks kemampuan adaptasi (IKA) berdasarkan CCROM dihitung menggunakan Persamaan 5.

$$IKS = \sum n \text{ indikator keterpaparan dan sensitivitas} \times \text{nilai bobot} \dots\dots\dots(4)$$

$$IKA = \sum n \text{ indikator kemampuan adaptasi} \times \text{nilai bobot} \dots\dots\dots(5)$$

2.6 Kategorisasi tingkat kerentanan

Kategorisasi tingkat kerentanan yaitu mengelompokkan tingkat kerentanan berdasarkan dari nilai Indeks Keterpaparan dan Sensitivitas (IKS) dan Indeks Kemampuan Adaptasi (IKA). Kategorisasi tingkat kerentanan terbagi dalam 5 kategori yaitu tidak rentan, kurang rentan, agak rentan, rentan, sangat rentan. Untuk menentukan kategori kelurahan berdasarkan tingkat kerentanannya dengan menghitung anomali dari masing-masing indikator kerentanan.

2.7 Pemetaan kerentanan

Pemetaan kerentanan menggunakan perangkat software Arcgis. Hasil perhitungan tingkat kerentanan kota Pekanbaru terhadap perubahan iklim akan dipetakan menggunakan software ArcGis 10.8. Pemetaan kerentanan ini nantinya akan menampilkan tingkat kerentanan pada setiap kelurahan yang ada di Kota

Pekanbaru.

2.8 Analisa data

Analisis hasil pada penelitian mengetahui tingkat kerentanan di daerah Kota Pekanbaru terhadap perubahan iklim berdasarkan indeks kerentanan yang dihasilkan dari pemetaan

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Indikator keterpaparan dan sensitivitas

Indikator keterpaparan dan sensitivitas terdiri dari 8 parameter yaitu parameter keluarga di bantaran sungai, bangunan di bantaran sungai, kemiskinan, kepadatan penduduk, lahan sawah dan lahan pertanian bukan sawah. Data indikator keterpaparan dan sensitivitas Kota Pekanbaru perkecamatan menunjukkan parameter keluarga di bantaran sungai dan parameter bangunan di bantaran sungai hanya berada di Kecamatan Payung Sekaki, Kecamatan Tenayan Raya, Kecamatan Limapuluh, Kecamatan Senapelan, Kecamatan Rumbai, dan Kecamatan Rumbai Pesisir. Parameter kemiskinan ada diseluruh kecamatan Kota Pekanbaru. Nilai kemiskinan di atas 10% ada di Kecamatan Limapuluh, Kecamatan Sail, dan Kecamatan Pekanbaru Kota. Parameter kepadatan penduduk hampir merata diseluruh kecamatan yang dilakukan didalam penelitian jumlah KK terbesar berada di Kecamatan Tampan. yaitu sebesar 19%. Kecamatan Tampan, Payung Sekaki, Marpoyan Damai, Tenayan Raya, Rumbai, dan Rumbai Pesisir wilayah yang mempunyai lahan bukan sawah. Kecamatan Tampan juga memiliki lahan bukan sawah paling tinggi dari 12 kecamatan lainnya sebesar 39%.

Kecamatan Bukit Raya, Sail, Pekanbaru Kota, dan Sukajadi memiliki nilai parameter yang sama diantaranya daerah yang tidak dilewati oleh Sungai Siak dan penduduk yang hanya menggunakan sumber air minum berasal dari pompa listrik (sumur bor). Nilai kemiskinan diatas 10% ada di Kecamatan Limapuluh, Sail, Pekanbaru Kota, dan Sukajadi.

Kecamatan Payung Sekaki, Tenayan Raya, Limapuluh, Senapelan, Rumbai, dan Rumbai Pesisir merupakan daerah yang dilewati oleh Sungai Siak. Nilai persentase yang tinggi untuk parameter keluarga dan bangunan di bantaran sungai yaitu di Kecamatan Tenayan Raya sebesar 36%.

Sumber mata pencaharian pertanian hanya ada di Kecamatan Rumbai. Kecamatan Sail sumber mata pencaharian penduduknya hanya berasal pada jasa. Kecamatan Tampan, Payung Sekaki, Bukit Raya, Marpoyan Damai, Tenayan Raya, Limapuluh, Pekanbaru Kota, Sukajadi, Senapelan, Rumbai, dan Rumbai Pesisir memiliki sumber mata pencaharian beragam yaitu jasa, perdagangan, dan industri. Sumber mata pencaharian pada industri di Kecamatan Tampan, Marpoyan Damai, Tenayan Raya, Senapelan, dan Rumbai memiliki nilai persentase yang sama sebesar 20%.

Penduduk yang menggunakan sumber air minum berasal dari air kemas/ PDAM yaitu di Kecamatan Payung Sekaki, Limapuluh, dan Senapelan. Persentase tertinggi sumber air minum air kemas/ PDAM yaitu Kecamatan Senapelan sebesar 60%. Sumber air minum berasal dari sumur persentase tertinggi di Kecamatan Rumbai sebesar 50%. Pengolahan data indikator keterpaparan dan sensitivitas dibagi menjadi 2 metode yaitu menghitung nilai rasio dan memberikan skor.

3.1.1. Rasio indikator keterpaparan dan sensitivitas

Perhitungan dan tabel hasil dari nilai rasio indikator keterpaparan dan sensitivitas menunjukkan bahwa kecamatan di Kota Pekanbaru sebagian besar memiliki keluarga dan bangunan di bantaran sungai. Kecamatan yang tidak memiliki keluarga dan bangunan di bantaran sungai hanya terdapat di Kecamatan Tampan, Bukit Raya, Pekanbaru Kota, Sukajadi dan Sail.

Lahan sawah tidak terdapat di Kota Pekanbaru, sedangkan lahan pertanian bukan sawah tidak terdapat di kecamatan Bukit Raya, Sail, Pekanbaru Kota, Sukajadi dan Senapelan. Lahan pertanian bukan sawah paling besar terdapat di kecamatan Tampan.

3.1.2. Skor indikator keterpaparan dan sensitivitas.

Hasil nilai skor menunjukkan bahwa sebagian besar sumber mata pencaharian penduduk Kota Pekanbaru ada pada bidang jasa dan perdagangan. Sumber mata pencaharian pada bidang industri hanya terdapat di 5 kecamatan yaitu Kecamatan Tampan, Marpoyan Damai, Tenayan Raya, Senapelan dan Rumbai, namun

mayoritas mata pencaharian penduduk dari 5 kecamatan tersebut yaitu jasa dan perdagangan. Penduduk Kecamatan Sail mayoritas bersumber mata pencaharian di bidang jasa. Sumber mata pencaharian pada bidang pertanian hanya terdapat pada Kecamatan Rumbai.

Sumber air minum yang mayoritas digunakan penduduk Kota Pekanbaru yaitu sumur bor atau pompa listrik. Sumber air minum berupa air kemasan/PDAM hanya terdapat di kecamatan Payung Sekaki dan Senapelan, namun pada Kecamatan Senapelan air kemasan/PDAM merupakan sumber air minum utama.

3.2. Normalisasi indikator keterpaparan dan sensitivitas

Normalisasi dilakukan untuk mengubah nilai rasio setiap parameter dari indikator keterpaparan dan sensitivitas dalam range 0 sampai 1, sedangkan untuk nilai skor tidak dilakukan normalisasi karena sudah dalam range 0 sampai 1.

3.3. Indikator kemampuan adaptasi

Data indikator kemampuan adaptasi Kota Pekanbaru perkecamatan menunjukkan kecamatan yang ada di Kota Pekanbaru seluruhnya sudah menggunakan listrik dan memiliki infrastruktur jalan berupa aspal. Parameter fasilitas listrik dan infrastruktur jalan memiliki nilai tingkat kemampuan adaptasi yang tinggi di Kota Pekanbaru. Pendidikan merupakan salah satu sarana dalam meningkatkan kemampuan penduduk dalam menghadapi bencana iklim. Fasilitas pendidikan terdiri dari 5 yaitu TK, SD, SMP, SMA, dan perguruan tinggi. Parameter fasilitas pendidikan di Kecamatan Tampan memiliki persentase yang tinggi yaitu diatas 10% dari 12 kecamatan.

Kecamatan Limapuluh, Sail, Senapelan, Pekanbaru Kota dan Rumbai Pesisir memiliki nilai persentase parameter fasilitas pendidikan dan parameter fasilitas kesehatan yang sama yaitu dibawah 10%. Fasilitas kesehatan terdiri dari poliklinik, posyandu, puskesmas, praktek bidan dan praktek dokter. Kecamatan Marpoyan Damai memiliki persentase yang tinggi dari 12 kecamatan untuk praktek dokter dan praktek bidan yaitu 19% dan 42%. Fasilitas kesehatan poliklinik di Kecamatan Tampan mempunyai nilai persentase yang tinggi sebesar 33% dari 12 kecamatan.

3.4. Indeks kerentanan

Nilai indeks keterpaparan dan sensitivitas (IKS) untuk setiap kelurahan dihitung dengan memperhitungkan nilai hasil normalisasi dan nilai skor dari masing-masing parameter keterpaparan dan sensitivitas yang kemudian dikalikan dengan nilai bobot masing-masing parameter keterpaparan dan sensitivitas. Hasil perhitungan nilai IKS dapat menunjukkan bahwa nilai IKS tertinggi ada di Kelurahan Melebung dan nilai IKS terendah di Kelurahan Kampung Baru.

Nilai indeks kemampuan adaptasi (IKA) untuk setiap kelurahan dihitung dengan memperhitungkan nilai hasil normalisasi dan nilai skor dari masing-masing parameter yang kemudian dikalikan dengan nilai bobot masing-masing parameter kemampuan adaptasi. Hasil perhitungan nilai IKA dapat menunjukkan bahwa nilai IKA tertinggi terdapat di Kelurahan Kampung Baru dan terendah di Kelurahan Meranti Pandak.

3.5. Kategorisasi tingkat kerentanan

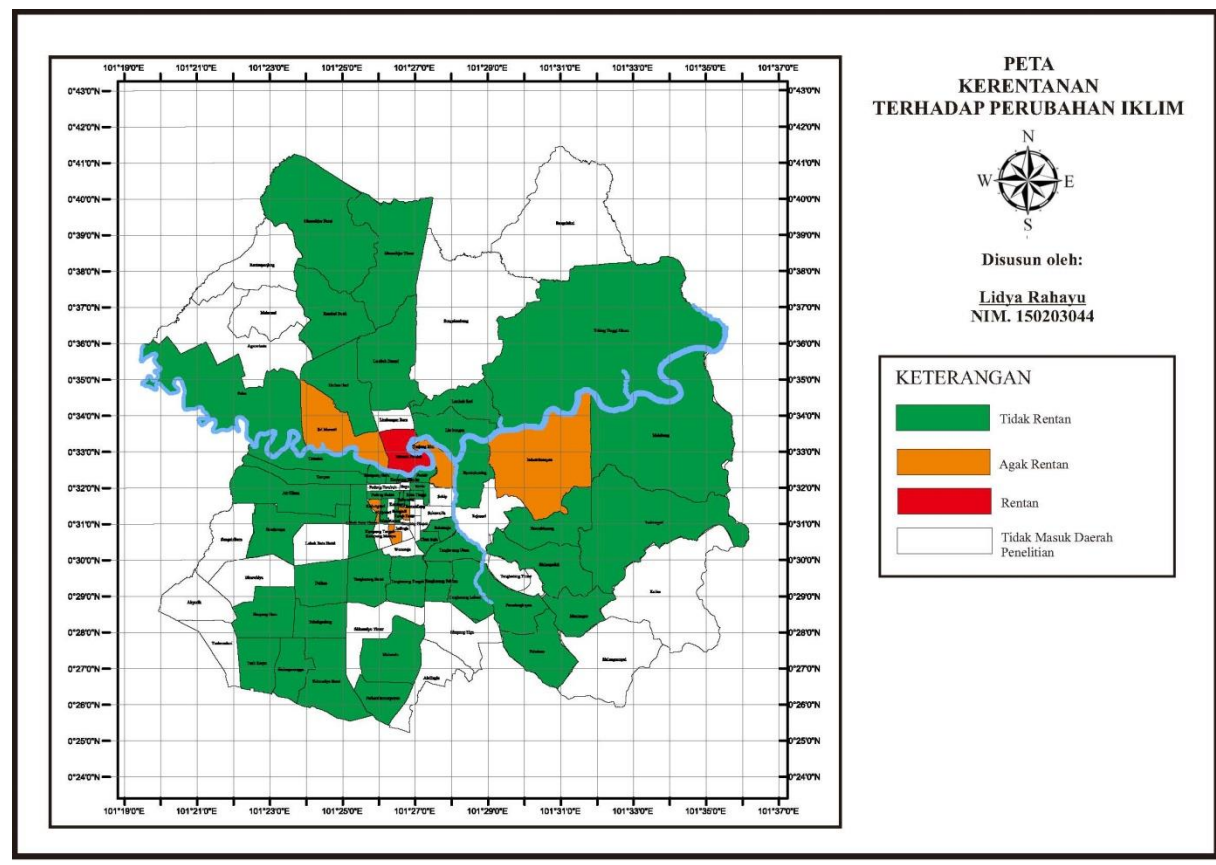
Hasil perhitungan tingkat kategorisasi tingkat kerentanan menunjukkan Kategorisasi tingkat kerentanan Kota Pekanbaru terhadap perubahan iklim, didapatkan bahwa dari 56 sampel kelurahan di Kota Pekanbaru terdapat 49 kelurahan dengan kategori tidak rentan, 6 kelurahan dengan kategori agak rentan dan 1 kelurahan dengan kategori rentan. Kelurahan yang dikategorikan tidak rentan, menunjukkan bahwa kelurahan tersebut memiliki kondisi biofisik dan tingkat kemampuan adaptasi terhadap perubahan iklim yang baik.

Nilai persentase kecamatan Sukajadi dengan kategori agak rentan. Tiga kelurahan dengan kategori agak rentan di Kecamatan Sukajadi, diakibatkan oleh faktor keterpaparan dan sensitivitas yaitu angka kemiskinan dan kepadatan penduduk yang cukup tinggi, sedangkan faktor kemampuan adaptasi yang terdapat di tiga kelurahan ini terbilang cukup rendah, karena tidak terdapat fasilitas kesehatan berupa poliklinik dan puskesmas, serta fasilitas pendidikan yang dimiliki oleh kelurahan ini hanya dari tingkat TK-SMP.

Kelurahan Sri Meranti pada wilayah Kecamatan Rumbai juga dalam wilayah dengan kategorisasi agak rentan. Kelurahan ini memiliki tingkat keterpaparan dan sensitivitas yang tinggi, dimana terdapat banyak keluarga yang tinggal di bantaran sungai dan mayoritas sumber mata pencaharian penduduk sebagai petani.

Kemampuan adaptasi yang dimiliki kelurahan ini cukup baik, dimana terdapat 50% praktek dokter di Kecamatan Rumbai berada di kelurahan ini, hal tersebut menunjukkan fasilitas kesehatan yang cukup baik, meskipun fasilitas pendidikan hanya pada tingkat TK-SMP.

Kelurahan dengan kategori rentan yaitu Kelurahan Meranti Pandak di Kecamatan Rumbai Pesisir. Hasil mengenai faktor penyebab wilayah tersebut rentan dapat menunjukkan bahwa Kelurahan Meranti Pandak memiliki penduduk yang hampir seluruhnya tinggal di bantaran sungai dan menyebabkan tingginya angka bangunan di bantaran sungai. Kepadatan penduduk yang dimiliki kelurahan ini juga tinggi, sehingga menyebabkan tingkat ketepapanan dan sensitivitas yang tinggi. Kelurahan Meranti Pandak dalam kemampuan adaptasi, juga menunjukkan kemampuan adaptasi yang rendah, walaupun memiliki fasilitas kesehatan yang cukup baik, namun fasilitas pendidikan yang dimiliki kelurahan ini sangat rendah, dimana hanya terdapat TK dan SD. Peta hasil kategorisasi tingkat kerentanan terdapat pada Gambar 1



Gambar 1. Peta Kerentanan Terhadap Perubahan Iklim di Kota Pekanbaru

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu Kota Pekanbaru pada 49 kelurahan dengan wilayah kategori tidak rentan, yang disebabkan oleh nilai IKS yang rendah dan nilai IKA yang tinggi. Wilayah dengan kategori agak rentan ada 6 kelurahan yang tersebar di empat kecamatan yaitu Kecamatan Tenayan Raya, Limapuluh, Sukajadi dan Rumbai. Kecamatan Tenayan Raya terdapat di Kelurahan Industri Tenayan, Kecamatan Limapuluh di Kelurahan Tanjung Rhu dan Kecamatan Rumbai di Kelurahan Sri Meranti. Kecamatan Sukajadi di Kelurahan Kampung Tengah, Kedung Sari, dan Sukajadi. Wilayah dengan kategori rentan hanya satu kelurahan yaitu di Kelurahan Meranti Pandak pada Kecamatan Rumbai Pesisir yang disebabkan oleh nilai IKS yang tinggi dan nilai IKA yang rendah.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik (BPS). (2018). Kota Pekanbaru dalam Angka Tahun 2018. Pekanbaru. Badan Pusat Statistik Kota Pekanbaru.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2020). Kota Pekanbaru dalam Angka Tahun 2020. Pekanbaru. Badan Pusat Statistik Kota Pekanbaru.
- Effendi, Muchtar. (2012). Kajian Tingkat Kerentanan Masyarakat Terhadap Perubahan Iklim dan Strategi Adaptasi Berbasis Daerah Aliran Sungai (Studi Kasus : Sub DAS Garang Hulu). Tesis. Universitas Diponegoro.
- Insusanty, Enny., Muhammad Ikhwan., Ervayenri., dan Emy Sadjati. (2020). Tingkat Kerentanan Masyarakat Terhadap Perubahan Iklim di Kecamatan XIII Koto Kampar, Provinsi Riau. Wahana Forestra. Jurnal Kehutanan, 15(1), 13-34.
- Novitasari, Nyoman Winda., Arief Laila Nugraha., Andri Suprayogi. (2015). Pemetaan Multi Hazards Berbasis Sistem Informasi Geografis di Kabupaten Demak Jawa Tengah. Jurnal Geodesi Undip, 4(4), 181-190.
- Rusbiantoro, D. (2008). Global Warming For Beginner. ISBN: 979-17343-0-1. 02. Yogyakarta.
- Santoso, Wahyu Yun. (2015). Kebikakan Nasional Indonesi dalam Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim. Hasanuddin Law Review, 1(3), 371-390.
- Suwondo. (2016). Kerentanan Perubahan Iklim di Wilayah pesisir Riau: Studi Kasus kabupaten bengkalis. Prosiding SEMIRATA bidang MIPA; BKN-PTN Barat.
- Syifa, Subhan Maulana. (2014). Kerentanan Perkebunan Teh Terhadap Perubahan Iklim di Wilayah Puncak Gunung Gede Pangrango. Skripsi. Universitas Indonesia