

Analisis Penggunaan Lahan Budidaya Ikan di Kawasan Minapolitan Kabupaten Bogor, Jawa Barat

Land Use Analysis for Aquaculture in Minapolitan Area of Bogor Regency, West Java

Ugeng Wijanarko¹, Baba Barus², Fredinan Yulianda³

Received: 21 Oktober 2017

Disetujui: 17 Agustus 2018

Abstrak: Kawasan minapolitan Kabupaten Bogor di Kecamatan Ciseeng, Parung, Gunung Sindur, dan Kemang telah berkontribusi terhadap produksi ikan nasional dan perekonomian daerah. Meskipun demikian, kawasan ini juga mengalami tekanan karena letaknya yang berada di sekitar DKI Jakarta yang semakin berkembang dan semakin meningkatnya kebutuhan lahan untuk permukiman dan pendukungnya. Upaya menjaga produksi ikan di kawasan minapolitan dilakukan dengan menggunakan lahan budidaya yang lebih efisien pada lahan budidaya yang memenuhi syarat karakteristik lahan untuk budidaya ikan dan selaras terhadap RTRW Kabupaten Bogor tahun 2016-2036. Skenario penggunaan lahan tahun 2028 yang terbaik adalah dengan mengimplementasikan peraturan RTRW secara moderat, dimana penggunaan lahan di kawasan perkotaan diutamakan pada permukiman, namun masih diperbolehkan untuk lahan budidaya ikan. Skenario ini masih memberikan waktu penyesuaian pembudidaya untuk alih teknologi jika kegiatan budidaya ikan tetap dilakukan di kawasan permukiman. Kegiatan budidaya ikan di kawasan permukiman (*urban agriculture*) dapat mempendek rantai distribusi pemasaran, sehingga lebih efisien.

Kata kunci: SIG, Kesesuaian Lahan, Budidaya Ikan, Minapolitan

Abstract: The minapolitan areas of Bogor Regency in the Districts of Ciseeng, Parung, Gunung Sindur, and Kemang have contributed to national fish production and the regional economy. Nonetheless, this area is also under pressure because of its location around DKI Jakarta which is growing and the increasing demand for land for settlements and their supports. Efforts to maintain fish production in the Minapolitan area are carried out by using more efficient cultivation land on cultivated land that meets the characteristics of land for fish farming and is in line with the 2016-2036 Bogor Regency RTRW. The best scenario for land use in 2028 is to implement the RTRW regulations in a moderate manner, where land use in urban areas is prioritized for settlements, but is still permitted for fish farming land. This scenario still provides time for cultivators to adjust to technology transfer if fish farming activities are still carried out in residential areas. Fish farming activities in residential areas (*urban agriculture*) can shorten the marketing distribution chain, making it more efficient.

Keywords: GIS, Land Suitability, Fish Aquaculture, Minapolitan

¹ Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi

² Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian IPB

³ Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB

PENDAHULUAN

Kondisi ekologis dan geografis Kabupaten Bogor sangat potensial untuk pengembangan usaha budidaya perikanan air tawar (Kolopaking, et al. 2010). Dengan melihat kondisi dan potensi yang besar tersebut, pada 2010 telah ditetapkan kawasan pengembangan budidaya air tawar di empat kecamatan melalui keputusan Bupati Bogor Nomor 523.31/227/Kpts/Huk/2010. Kawasan ini dikenal dengan nama Kawasan Minapolitan Kabupaten Bogor. Empat kawasan ini meliputi Kecamatan Ciseeng, Kecamatan Parung, Kecamatan Gunung Sindur, dan Kecamatan Parung. Komoditas utama yang dibudidayakan di kawasan ini adalah ikan lele (*Clarias sp.*) (Disnakkan 2015).

Secara umum, dampak dari kebijakan ini sangat baik dan berkontribusi besar pada PDRB Kabupaten Bogor. BPS mencatat telah terjadi peningkatan produksi dari tahun 2014–2016, dan menjadi penyumbang PDRB sebesar 5,41% di tahun 2015. (BPS 2014; BPS 2015; BPS 2016). Menurut data Dinas Peternakan dan Perikanan Kabupaten Bogor, produksi lele Kabupaten Bogor merupakan menjadi penyumbang terbesar (11,79%) dari total produksi ikan lele nasional di tahun 2014 (Disnakkan 2016).

Meskipun mempunyai potensi yang sangat besar, Kabupaten Bogor yang berlokasi di dekat Ibu Kota Jakarta tidak lepas dari tekanan penggunaan lahan permukiman. Kabupaten Bogor yang sebagian besar (87.5%) wilayahnya sangat potensial untuk kegiatan pertanian, saat ini hanya memiliki lahan pertanian yang kurang dari seperempatnya, yaitu hanya 16.7% (Widiatmaka et al. 2016). Salah satu faktor tingginya perubahan lahan dari lahan pertanian menjadi lahan terbangun (permukiman dan infrastruktur) di Jabodetabek adalah tingginya urbanisasi dan peningkatan jumlah penduduk (Pravitasari 2015).

Teknologi informasi saat ini sangat berkembang pesat, salah satunya adalah dalam bidang geografi. Teknologi sistem informasi geografis, atau yang dikenal dengan SIG sangat baik untuk digunakan dalam mengevaluasi pola perubahan lahan dari waktu ke waktu. Penggunaan SIG dan penginderaan jauh, secara kombinasi telah lama digunakan sebagai alat yang kuat dan hemat biaya untuk menilai dinamika spasial-temporal antara lain perubahan penutupan dan penggunaan lahan. Dalam hal ini, teknologi penginderaan jauh digunakan sebagai penyedia data proses dan pola perubahan penggunaan lahan secara multi-temporal, sedangkan SIG digunakan untuk analisis pola perubahan yang ada (Dewan & Yamaguchi 2009). Menurut Barus & Wiradisastira (2009), SIG adalah suatu sistem informasi yang dirancang untuk bekerja dengan data yang bereferensi spasial atau berkoordinat geografi.

Para ahli telah lama menggunakan SIG dalam pengelolaan sumberdaya alam. Dahulu, penggunaan SIG di bidang budidaya perikanan di darat belum berkembang dan masih kurang. Hal ini disebabkan masih kurangnya pemahaman para pembudidaya ikan tentang teknologi SIG (Nath, et al. 1999). Namun, saat ini SIG telah banyak diaplikasikan dalam analisis bidang perikanan budidaya, antara lain analisis kesesuaian dan daya dukung tambak di Aceh Utara (Yulianda 2008), strategi pengembangan kawasan budidaya di Kabupaten Lampung Timur (Ambarsari et al. 2013), analisis potensi pengembangan kolam ikan di Cianjur (Cahyaningrum et al. 2014), dan analisis model pengembangan eko-minawisata di pesisir Sinjai (Umilia dan Asbar 2016). Menurut Radiarta (2008), kemajuan teknologi inderaja dan SIG telah memunculkan berbagai macam tantangan riset dalam implementasinya bagi perikanan budidaya. Pilihan data yang beragam dengan ketersediaan berbagai jenis data spasial mudah diperoleh secara bebas melalui internet, memungkinkan analisis sumber daya perikanan budidaya dapat dilakukan secara holistik dan global. Salah satu contoh data inderaja resolusi tinggi yang tersedia secara nirbayar adalah Google Earth. Dutta et al. (2016) meneliti tentang perkembangan lahan budidaya ikan dengan memanfaatkan data spasial-temporal dari Google Earth.

Meskipun kawasan minapolitan yang telah ditetapkan pemerintah Kabupaten Bogor telah berkontribusi besar terhadap produksi ikan nasional dan perekonomian Kabupaten Bogor, kawasan ini tidak lepas dari tekanan perubahan penggunaan lahan akibat urbanisasi dan suburbanisasi. Tekanan ini seiring perkembangan kawasan Jabodetabek yang berdampak pada peningkatan kebutuhan lahan untuk permukiman yang berasal dari alih fungsi lahan pertanian, termasuk lahan budidaya ikan di kawasan minapolitan. Untuk memenuhi tuntutan ini, Kabupaten Bogor berkewajiban untuk mencukupinya melalui peraturan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Bogor. Di dalam RTRW Tahun 2016-2036, alokasi ruang untuk permukiman dan lahan terbangun lainnya sangat tinggi, sedangkan lahan pertanian tidak ada penambahan, bahkan menjadi lebih sedikit. Dengan adanya aturan ini, potensi alih fungsi lahan pertanian yang produktif menjadi permukiman dan lahan terbangun semakin tinggi. Lahan budidaya ikan yang berada di dalamnya berpotensi akan beralih fungsi sehingga luas lahan produktif menjadi berkurang, dan dikhawatirkan dapat mengganggu keberlanjutan kawasan minapolitan.

Upaya menjaga produksi ikan di kawasan minapolitan dapat dilakukan dengan menggunakan lahan budidaya yang lebih efisien. Efisiensi penggunaan lahan budidaya hanya dapat dilakukan pada lahan yang memenuhi syarat. Persyaratan lahan yang dimaksud adalah syarat kesesuaian karakteristik lahan untuk budidaya ikan dan keselarasannya terhadap RTRW Kabupaten Bogor tahun 2016-2036. Dengan analisis kesesuaian lahan dan prediksi penggunaan lahan di masa yang akan datang berdasarkan pola alih fungsi lahan kawasan saat ini, didapatkan arahan pemanfaatan dan pengendalian kawasan minapolitan yang efisien. Arahan ini diharapkan dapat mewujudkan kawasan minapolitan yang berkelanjutan.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis sebaran lahan aktual, potensial, dan kesesuaian lahannya untuk budidaya ikan di kawasan minapolitan
2. Menganalisis proyeksi penggunaan lahan di kawasan minapolitan di masa yang akan datang berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bogor tahun 2016-2036
3. Merumuskan arahan pemanfaatan dan pengendalian lahan budidaya ikan di kawasan minapolitan Kabupaten Bogor.

METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah wilayah kecamatan yang telah ditetapkan menjadi kawasan minapolitan berdasarkan Surat Keputusan Bupati Bogor Nomor 523.31/227/Kpts/Huk/2010 tentang Penetapan Lokasi Pengembangan Kawasan Minapolitan di Kabupaten Bogor. Kawasan ini meliputi Kecamatan Kemang, Parung, Gunung Sindur, dan Ciseeng. Analisis yang dilakukan adalah pada lahan budidaya ikan yang berbasis kolam tanah. Penelitian dilaksanakan pada Juni – November 2017.

Jenis dan sumber data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data sekunder dan data primer, yang meliputi:

1. Peta administrasi, peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Bogor Tahun 2016-2036 dan peta tanah skala 1:50,000 diperoleh dari Badan Informasi Geografis (BIG), Bappeda Kabupaten Bogor dan Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian (BBSDLP);

2. Citra satelit resolusi tinggi tahun 2006, 2011 dan 2017 didapatkan dengan cara mengunduh melalui aplikasi Google Earth kemudian dilakukan verifikasi lapangan menggunakan GPS;
3. Data kualitas air diperoleh dengan cara pengujian kualitas air secara sampling di lapangan dan dari Laboratorium Pos Pelayanan Kesehatan Ikan Terpadu (Posikandu) Kabupaten Bogor. Data sampling kualitas air tahun 2016 dari Laboratorium Posikandu Kabupaten Bogor dijadikan acuan pengambilan titik sampling pada tahun 2017. Lokasi sampling tahun 2017 dipilih dengan tujuan untuk melengkapi dan *updating* data sampling tahun 2016 agar mewakili.

Analisis Data

Tujuan	Input	Analisis	Output
1. Menganalisis sebaran lahan aktual, dan potensial	a) Peta administrasi Kabupaten Bogor b) Citra satelit dari Google Earth c) Cek lapangan (titik koordinat)	Klasifikasi visual penggunaan lahan	Luas penggunaan lahan Tahun 2006, 2011 dan 2017
2. Mengetahui kesesuaian lahan untuk budidaya ikan di kawasan minapolitan	d) Kondisi tanah e) Kualitas air	Analisis <i>weighted overlay</i>	Kondisi kesesuaian lahan budidaya tahun 2017
3. Menganalisis prediksi penggunaan lahan di masa yang akan datang	Peta penggunaan lahan Tahun 2006, 2011 dan 2017	Analisis prediksi penggunaan lahan	Prediksi penggunaan lahan Tahun 2028
4. Menganalisis keselarasan penggunaan lahan di kawasan minapolitan terhadap Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bogor tahun 2016-2036	Peta prediksi penggunaan lahan dan potensi ancaman kawasan Tahun 2028	Analisis <i>overlay</i>	Keselarasan lahan budidaya ikan tahun 2028 dengan RTRW 2016-2036
5. Menyusun arahan pemanfaatan dan pengendalian lahan budidaya ikan yang efisien di kawasan minapolitan	a) Peta kesesuaian lahan b) Peta prediksi penggunaan lahan c) Peta keselarasan lahan	Analisis CA-Markov Analisis <i>Overlay</i> Analisis Deskriptif	Arahan penggunaan lahan budidaya ikan di kawasan minapolitan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Saat ini kawasan minapolitan memiliki lahan budidaya aktual (kolam ikan) dan potensial yang tersebar merata di seluruh wilayah. Kolam ikan secara keseluruhan memiliki luas 1,304.20 ha, sedangkan lahan potensial yang tersedia untuk pengembangan lahan budidaya ikan yang terdiri dari empang (8.66 ha), semak/belukar (283.95 ha), situ/danau (80.67 ha), dan lahan terbuka (55.97 ha). Data kualitas air tahun 2016 dari Laboratorium Posikandu Kabupaten Bogor dijadikan acuan pengambilan titik sampling kualitas air di tahun 2017. Terdapat 38 titik sampling kualitas air di tahun 2016 dan 33 titik di tahun 2017. (Gambar 1).

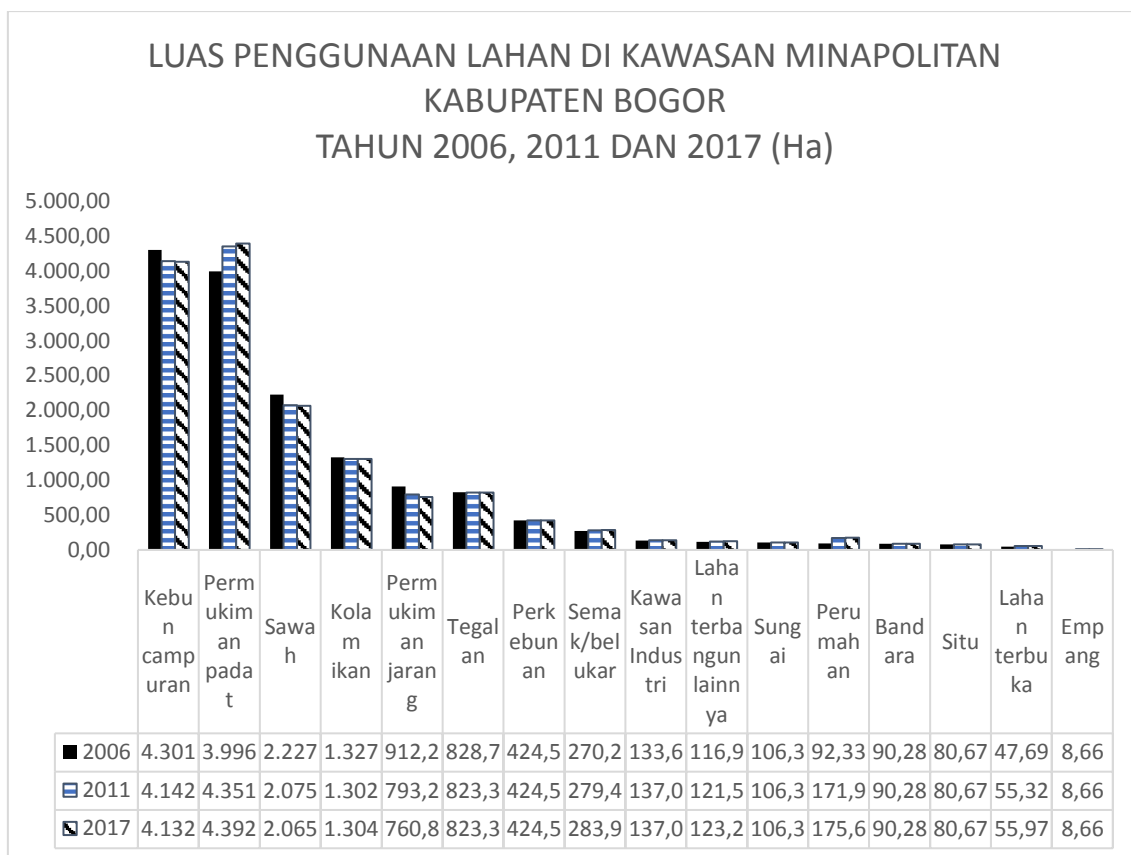
Kawasan minapolitan memiliki kondisi tanah yang beragam dengan sebaran kondisi drainase dan tekstur sebagaimana tersaji pada Lampiran 3. Sebagian besar wilayahnya berdrainase baik (72.22%), sedangkan 25,78% wilayahnya berdrainase agak baik. Sebagian kecil sisanya berdrainase agak buruk (1.17%), buruk (0.01%), dan sangat buruk (0.04%). Tekstur tanah di kawasan minapolitan terdiri dari halus dan agak halus dengan persentase luas masing-masing 98.12% dan 1.88%.

Kondisi kualitas air di kawasan minapolitan secara umum relatif baik. Nilai rata-rata NH₃ di kawasan minapolitan adalah 0.05 mg/l dengan nilai minimum 0.00 mg/l. Terdapat satu titik yang mempunyai nilai NH₃ 10.33 mg/l. Berdasarkan parameter NH₃, sebagian besar wilayah minapolitan (94.20%) sangat sesuai untuk budidaya ikan dan sisanya (5.80%) dikategorikan tidak sesuai. Amonia merupakan salah satu bentuk N-anorganik yang berbahaya bagi ikan. Di dalam air, amonia mempunyai dua bentuk yang keduanya disebut TAN (Total Ammonia Nitrogen). Bentuk kimia amonia ini adalah amonia yang terionisasi (NH₄⁺) dan amonia yang tidak terionisasi (NH₃). Amonia yang tidak terionisasi lebih bersifat toksik bagi ikan. Suhu dan pH mempengaruhi bentuk mana dari keduanya yang dominan di dalam air (Francis-Floyd, et al. 2012; Mustafa 2012). Menurut Mayunar (1990), kadar amonia di dalam air 0.5-0.8 mg/l sudah dapat mematikan ikan yang dipelihara dalam waktu 96 jam. Ikan tidak dapat bertoleransi terhadap kandungan NH₃ yang terlalu tinggi, karena dapat mengganggu proses pengikatan oksigen oleh darah dan pada akhirnya dapat mengakibatkan sufokasi (Mustafa 2012).

Nilai rata-rata DO di kawasan minapolitan adalah 6.49 mg/l dengan nilai minimum 0.03 mg/l. Terdapat satu titik yang mempunyai nilai DO 16.95 mg/l. Berdasarkan parameter oksigen terlarut (*dissolved oxygen/DO*), 77.13% wilayah minapolitan dikategorikan sangat sesuai, 9.11% sesuai, 3.66% sesuai bersyarat dan 10.09% tidak sesuai untuk budidaya ikan. DO yang seimbang untuk budidaya ikan adalah >5 mg/l. Jika oksigen terlarut tidak seimbang, akan menyebabkan stres pada ikan karena otak tidak mendapat oksigen yang memadai, serta dapat menyebabkan kematian jika kekurangan oksigen (*anoxia*) yang disebabkan jaringan tubuh ikan tidak dapat mengikat oksigen terlarut dalam darah (Tatangidantu, et al. 2013).

Dengan demikian, kawasan minapolitan Kabupaten Bogor secara aktual memiliki lahan budidaya (kolam) ikan yang relatif luas (1,304.20 ha) dan tersebar di seluruh wilayah. Pemilihan empat kecamatan untuk pengembangan budidaya ikan sangat tepat karena secara umum (82.82%) sangat sesuai untuk budidaya ikan.

Jika mengacu pada rencana pola ruang RTRW Kabupaten Bogor 2016-2036, sebagian besar (65.97%) lahan budidaya ikan tahun 2017 di kawasan minapolitan tidak selaras karena berada di kawasan permukiman perkotaan. Lahan potensial yang dapat dikembangkan luasannya relatif sedikit (5.77%).



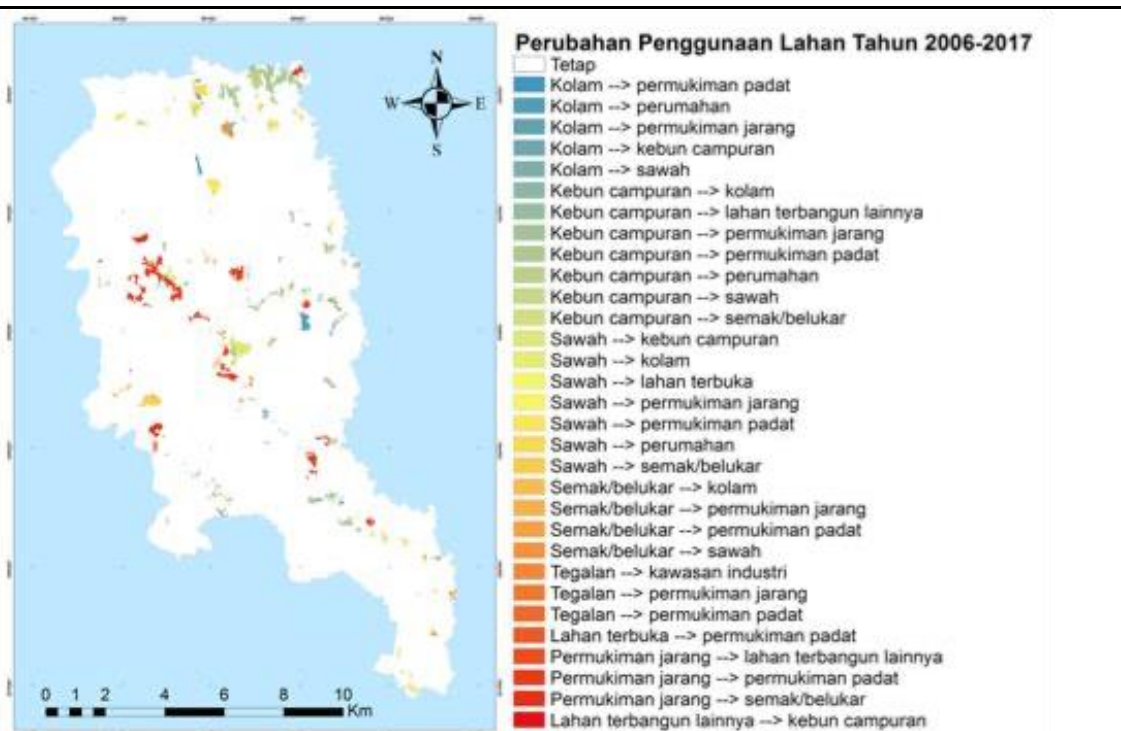
Gambar 1. Luas Penggunaan Lahan di Kawasan Minapolitan Kabupaten Bogor Tahun 2006, 2011, dan 2017

Kawasan minapolitan pada tahun 2006-2017 mengalami perubahan penggunaan lahan (Gambar 1). Pertambahan luas lahan yang terbesar adalah permukiman padat. Luas permukiman padat pada tahun 2006 sebesar 3,996.11 ha bertambah 9.92% menjadi 4,392.49 ha. Luas perumahan pada tahun 2006 sebesar 92.33 ha meningkat 90.22% menjadi 217.36 ha. Pertambahan luas lainnya adalah semak belukar, lahan terbuka, dan lahan terbangun lainnya. Semak belukar pada tahun 2006 seluas 270.25 ha, bertambah 5.07% menjadi 283.95 ha. Lahan terbuka pada tahun 2006 seluas 47.69 ha, bertambah 17.36% menjadi 55.97 ha. Lahan terbangun lainnya meningkat 5.39% pada tahun 2017, dari seluas 116.96 ha menjadi 123.26 ha.

Penurunan luas terjadi pada penggunaan lahan permukiman kepadatan jarang, sawah, kebun campuran, kolam ikan, dan tegalan. Permukiman kepadatan jarang pada tahun 2017 berubah menjadi permukiman padat dan lahan terbangun lainnya sebesar 16.59%. Luasnya berkurang dari 912.22 ha pada tahun 2006 menjadi 760.88 ha. Luas kebun campuran berkurang 168.63 ha (3.94%) dari 4,301.90 ha menjadi 4,132.27 ha. Sebagian besar kebun campuran berubah menjadi perumahan, permukiman padat dan kolam ikan. Namun demikian, di wilayah minapolitan lainnya, kolam ikan juga mengalami penurunan. Luas kolam ikan secara keseluruhan pada tahun 2006 adalah 1,327.01 ha, berkurang 1.72% menjadi 1,304.20 ha.

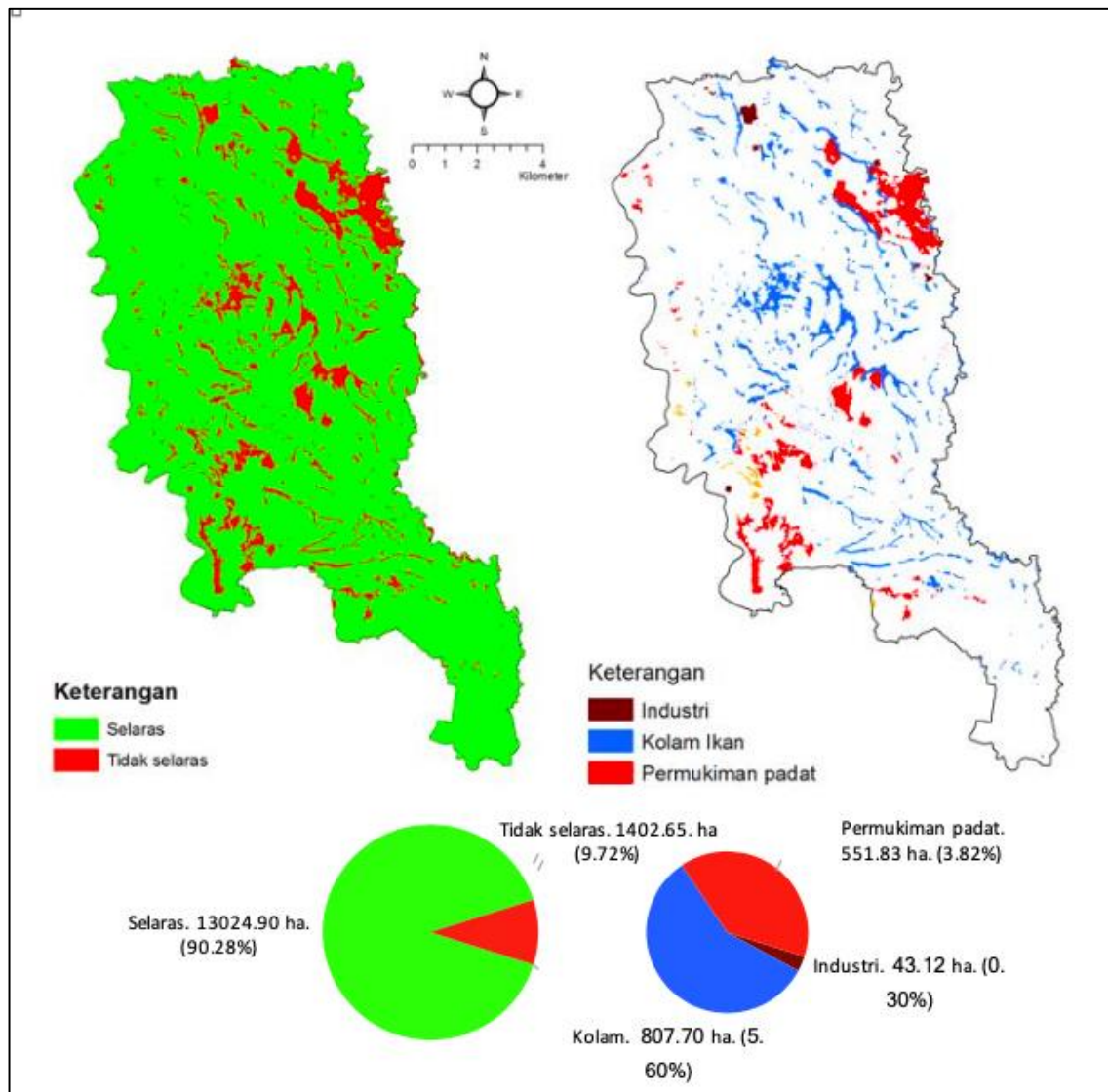
Sawah di kawasan minapolitan mengalami penurunan dari tahun 2006-2017. Dari luas sawah pada tahun 2006 seluas 2,227.21 ha, pada tahun 2017 menjadi 2,065.01 ha atau

berkurang 7.28%. Tegalan di kawasan minapolitan berkurang 0.65% dari tahun 2006 sampai 2017. Luas tegalan tahun 2006 sebesar 828.71 ha, berkurang di tahun 2017 menjadi 823.35 ha. Tegalan berubah menjadi kawasan industri dan perumahan. Wilayah yang tidak mengalami perubahan adalah bandara, sempang, situ, perkebunan sawit dan Sungai Cisadane.



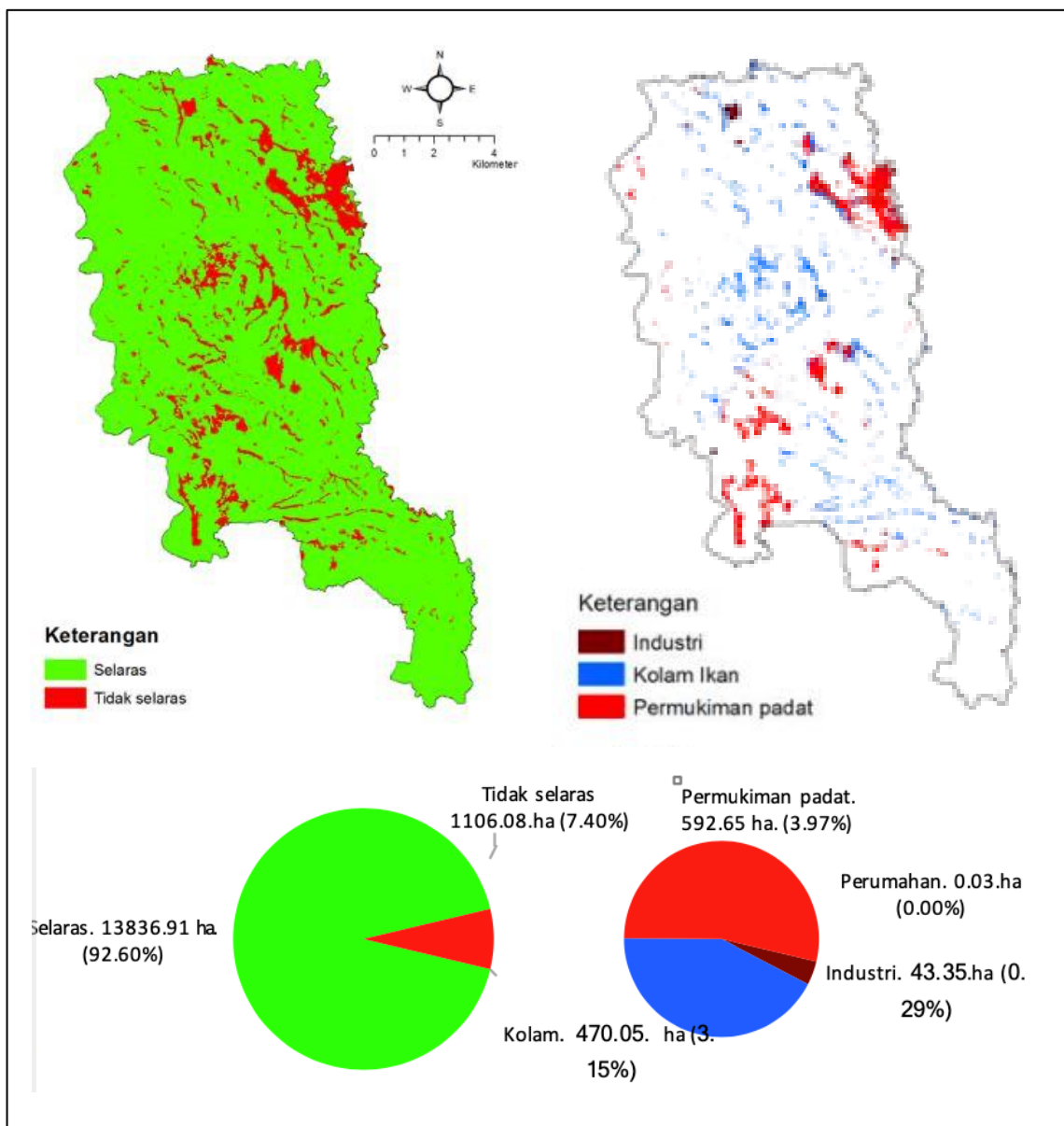
Gambar 2. Peta Perubahan Lahan di Kawasan Minapolitan dari 2006 - 2017

Pada tahun 2028 diprediksi terjadi penurunan luas penggunaan lahan budidaya ikan di kawasan minapolitan dan akan semakin tinggi seiring diimplementasikannya kebijakan RTRW. Skenario alami, dimana perubahan penggunaan lahan hanya berdasarkan mekanisme pasar (*bussiness as usual*) dan belum mengimplementasikan kebijakan RTRW, luas lahan budidaya ikan mengalami penurunan sebesar -1%. Jika kebijakan RTRW diimplementasikan secara moderat, diprediksi akan terjadi penurunan luas lahan budidaya ikan sebesar -27.53%, sedangkan jika kebijakan RTRW diimplementasikan secara tegas, diprediksi akan menurunkan luas lahan budidaya ikan sebesar -63.58% (Gambar 3).



Gambar 3. Peta Perubahan Lahan Tahun 2028 Dibandingkan Dengan Tingkat Keselarasan Dengan Peta RTRW Kabupaten Bogor 2016 – 2036

Jika penggunaan lahan budidaya ikan di kawasan minapolitan diarahkan untuk dapat mengimplementasikan kebijakan RTRW secara moderat. Kebijakan ini dinilai menguntungkan pembudidaya ikan dan sesuai dengan tujuan kebijakan RTRW. Skenario ini menerapkan kebijakan penggunaan lahan di kawasan perkotaan dititikberatkan/diutamakan sesuai dengan alokasi ruang RTRW namun masih diperbolehkan untuk lahan budidaya ikan. Skenario ini masih memberikan waktu penyesuaian pembudidaya untuk alih teknologi jika kegiatan budidaya ikan tetap dilakukan di kawasan permukiman. Dengan demikian, hal utama yang harus dilakukan pemerintah daerah Kabupaten Bogor adalah dengan mempertahankan luas lahan kolam ikan berbasis kolam tanah minimal seluas 945,10 ha (72.23%) di tahun 2028. Upaya ini dapat dilakukan dengan menuangkannya ke dalam peraturan turunan dari Perda RTRW Kabupaten Bogor yaitu ke dalam peraturan zonasi atau peraturan detil tata ruang.



Gambar 4. Penerapan Kebijakan Perda RTRW Secara Moderat Dapat Menurunkan Alih Fungsi Penggunaan Lahan Budidaya Ikan Ke Permukiman dan Industri

PERNYATAAN RESMI

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pusat Pembinaan dan Pendidikan Pelatihan Perencana Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Pusbindingkatren Bappenas) yang telah mendukung pendanaan penelitian ini, serta para pihak yang telah membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarsari L, Gandasasmita K, Sudadi U. 2013. Strategi Pengembangan Kawasan Perikanan Budidaya di Kabupaten Lampung Timur. *Globe* 15 (2): 137-145.
- Barus B, Wiradisastra US. 2009. Sistem Informasi Geografi, Sarana Manajemen Sumberdaya. Bogor(ID): Laboratorium Penginderaan Jauh dan Kartografi. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian, IPB.
- [BPS] Badan Pusat Statistik Kabupaten Bogor. 2014. Kabupaten Bogor Dalam Angka 2014. Bogor(ID): Badan Pusat Statistik Kabupaten Bogor.
- . 2015. Kabupaten Bogor dalam Angka 2015. Bogor(ID): Badan Pusat Statistik Kabupaten Bogor.
- . 2016. Kabupaten Bogor dalam Angka 2015. Bogor(ID): Badan Pusat Statistik Kabupaten Bogor.
- Cahyaningrum W, Widiatmaka, Soewandi K. 2014. Potensi Lahan Untuk Kolam Ikan Di Kabupaten Cianjur Berdasarkan Analisis Kesesuaian Lahan Multi Kriteria. *Jurnal Tanah dan Lingkungan* 16 (1): 24-30.
- Dewan A, Yamaguchi Y. 2009. Land use and land cover change in Greater Dhaka, Bangladesh: Using remote sensing to promote sustainable urbanization. *Applied Geography* 29 (3): 390-401.
- [Disnakkab] Dinas Perikanan dan Peternakan Kabupaten Bogor. 2015. Laporan Kinerja Dinas Peternakan dan Perikanan Kabupaten Bogor Tahun 2014. Bogor(ID): Dinas Peternakan dan Perikanan Kabupaten Bogor
- Dutta, D, Das CS, Kundu A. 2016. A geo-spatial study on spatio-temporal growth of brackish water aquaculture along the coastal areas of West Bengal (India)." *Model Earth Syst Environ* 2 (61): 1-10.
- Francis-Floyd, R, C Watson, D Petty, and DB Pouder. 2012. Ammonia in Aquatic Systems. *Food and Agricultural Sciences* 16: 1-4.
- Kolopaking LM, Soewardi K, Hardjito L, Rustiadi E, Kodiran T, Nursyiah S, Prastowo, Carman O, Indaryanti Y, Mardiyansih DI et al. 2010. Masterplan Minapolitan Kabupaten Bogor. Bogor(ID): Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Bogor.
- Mayunar. 1990. "Pengendalian senyawa nitrogen pada budidaya ikan dengan sistem resirkulasi." *Oseana* 15 (1): 43-55.
- Mustafa A. 2012. Kriteria Kesesuaian Lahan Untuk Beberapa Komoditas di Tambak. *Media Akuakultur* 7 (2): 108-188.
- Pravitasari AE. 2015. Study on Impact of Urbanization and Rapid Urban Expansion in Java and Jabodetabek Megacity, Indonesia [Disertasi]. Kyoto(JPN): Kyoto University.
- Qoriani HF. 2012. Sistem informasi geografis untuk mengetahui tingkat pencemaran limbah pabrik di Sidoarjo. *Jurnal Link* 17 (2): 1-8.
- Radiarta, IN. 2008. Pemanfaatan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Manajemen Sumberdaya Perikanan di Indonesia. *Media Akuakultur* 3 (1): 81-92.
- Radiarta IN, Subagja J, Saputra A, Erlania. 2012. Pengembangan Budidaya Ikan Lele di Kawasan Minapolitan di Kabupaten Bogor, Jawa Barat : Aspek Kesesuaian Lahan, Implementasi Produksi, dan Strategi Pengembangan. *J.Ris. Akuakultur* 7 (2): 307-320.
- Saaty TL. 1977. A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. *Journal of Mathematical Psychology* 15: 234-281.
- Saaty LT, Vargas LG, Dellman K. 2003. The allocation of intangible resources: the analytic hierarchy process and linear programming. *Socio-Economic Planning Sciences* 37: 169-184.
- Tatangidantu F, Kalesaran O, Rompas R. 2013. Studi Parameter Fisika Kimia Air pada Areal Budidaya Ikan di Danau Tondano, Desa Paleloan, Kabupaten Minahasa. *Budidaya Perairan* 1 (2): 8-19.
- Widiatmaka, Ambarwulan W, Setiawan Y, Purwanto MYJ, Taryono, Effendi H. 2015. Land Use Planning for Brackish Water Shrimp Ponds in e North Coast of Tuban Indonesia. *IJG* 47 (2): 194-211.
- Widiatmaka, Ambarwulan W, Sudarsono. 2016. Spatial multi-criteria decision making for delineating agricultural land in Jakarta metropolitan area's hinterland: Case study of Bogor Regency, West Java. *Agrivita* 38 (2): 105-115.
- Yulianda F. 2008. Kajian Kesesuaian dan Daya Dukung Lingkungan Tambak Berbasis Spasial di Wilayah Pesisir Kabupaten Aceh Utara, Pantai Timur Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia* 15 (2): 157-163.