

ARAHAN SPASIAL PENGEMBANGAN MINA PADI BERBASIS KESESUAIAN LAHAN DAN ANALISIS A'WOT DI KABUPATEN CIANJUR, JAWA BARAT

(Spatial Directing of "Mina Padi" Development Based on Land Suitability and A'WOT Analysis in Cianjur Regency, West Java Province)

Wuri Cahyaningrum¹, Widiatmaka², dan Kadarwan Soewardi³

¹Program Studi Ilmu Perencanaan Wilayah, Sekolah Pascasarjana IPB

²Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian IPB

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

Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

E-mail: wuri_nabhan@yahoo.com

Diterima (received): 10 Februari 2014; Direvisi (revised): 18 Februari 2014; Disetujui untuk dipublikasikan (accepted): 3 Maret 2014

ABSTRAK

Mina padi merupakan metode pemeliharaan ikan dan padi dalam satu hamparan sawah. Penerapan sistem mina padi dapat meningkatkan produktivitas lahan sawah karena selain padi, petani juga akan mendapatkan ikan. Budidaya ikan sistem mina padi di Kabupaten Cianjur umumnya dilakukan pada periode penyelang antar-pertanaman padi dan tumpang sari bersama padi. Dengan demikian, dalam sekali siklus budidaya sistem mina padi dapat dilakukan 2 kali pemanenan ikan dan 1 kali pemanenan padi. Informasi mengenai wilayah yang berpotensi untuk lokasi budidaya merupakan faktor penting dalam pengembangan perikanan. Informasi dan data potensi lahan akan memberikan panduan dalam memilih lokasi yang sesuai. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kesesuaian lahan untuk mina padi serta merumuskan arahan pengembangan budidaya ikan air tawar di Kabupaten Cianjur. Kesesuaian lahan untuk mina padi pada penelitian ini dibangun berdasarkan kesesuaian lahan untuk padi sawah dan ketersediaan daerah irigasi. Data dan informasi wilayah yang potensial dihasilkan melalui analisis kesesuaian lahan dan Sistem Informasi Geografis (SIG). Rumusan arahan pengembangan dilakukan dengan analisis (A'WOT), yaitu kombinasi analisis AHP (Analytical Hierarchy Process) dan analisis SWOT (Strength – Weakness – Opportunity – Threat). Hasil analisis kesesuaian lahan menunjukkan bahwa lahan yang sesuai untuk mina padi sebesar 13.004 hektar atau 3,59% dari total luas wilayah Kabupaten Cianjur. Diantara lahan yang sesuai tersebut, lahan yang sesuai dan tersedia sebesar 9.553 ha (2,64%) dan lahan yang sesuai tetapi tidak tersedia sebesar 3.451 ha (0,95%). Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi perencanaan lebih lanjut untuk pengembangan perikanan di Kabupaten Cianjur.

Kata kunci: mina padi, SIG, kesesuaian lahan, ketersediaan lahan

ABSTRACT

Mina padi is a method of fish and paddy farming in one site of paddy field. The use of mina padi system might increase land productivity of paddy field because farmers can harvest paddy as well as fish. Fish farming through mina padi system in Cianjur Regency is generally done in two periods, which is during the period of transition and intercropping with paddy. Thus, in one farming-cycle, mina padi system can give two times of fish harvests and one times of paddy harvest. Information about farming location is an important factor in fishing development. Information and data about land potency will provide guidance to a suitable location. This study aimed to identify suitable sites for mina padi and to formulate a direction for aquaculture development in Cianjur Regency, West Java Province. Land suitability for mina padi system in this research is built based on land suitability for paddy field and availability of irrigation. Data and information on potential region was resulted by land suitability analysis and Geographic Information System (GIS). The direction for aquaculture development was resulted by A'WOT analysis, a combination between AHP (Analytical Hierarchy Process) analysis and SWOT (Strength – Weakness – Opportunity – Threat) analysis. The analysis result shows that the suitable land for mina padi was 13,004 hectares or just around 3.59% of the total region. Of such suitable land, the suitable and available land was 9,553 ha (2.64%) and the suitable but not available land was 3,451 ha (0.95%). The results are expected to become a consideration for more detailed planning of fishery development in Cianjur Regency.

Keywords: mina padi, SIG, land suitability, land availability

PENDAHULUAN

Budidaya perikanan dicirikan oleh jenis wadah budidaya dan komoditas yang bervariasi. Beragamnya jenis wadah dan komoditas budidaya perikanan merupakan potensi yang besar dan diharapkan mampu menjadi pendukung ketersediaan pangan bagi masyarakat. Jenis wadah yang akan digunakan dalam pengembangan budidaya hendaknya disesuaikan dengan potensi suatu wilayah (Effendi, 2009). Salah satu wadah budidaya yang telah dikenal di Kabupaten Cianjur adalah sawah yang digunakan untuk budidaya ikan dalam sistem mina padi. Mina padi merupakan perusahaan atau pembudidayaan padi dan ikan dalam satu hamparan sawah. Penerapan sistem mina padi menguntungkan, karena selain padi, petani juga akan mendapatkan ikan. Selain itu, mina padi juga dapat mengurangi konflik penggunaan lahan dan air dengan sekaligus penggunaan lahan dan air untuk 2 jenis budidaya.

Kondisi sumber daya alam berupa iklim, lahan dan air di Kabupaten Cianjur sangat mendukung kegiatan budidaya pertanian secara umum, termasuk padi dan ikan. Teknik budidaya ikan sistem mina padi sudah lama dikenal oleh pembudidaya di wilayah ini sehingga budidaya ikan di sawah ini diharapkan dapat mendorong perkembangan sektor perikanan air tawar.

Budidaya ikan sistem mina padi di Kabupaten Cianjur umumnya dilakukan 2 kali dalam setahun yaitu pada periode penyelang dan tumpang sari bersama padi. Budidaya pada periode penyelang dilakukan setelah proses pengolahan tanah sampai waktu penanaman padi, sedangkan budidaya pada periode tumpang sari dilakukan setelah beberapa hari penanaman padi sampai penyiangan pertama atau kedua. Dengan demikian dalam sekali siklus budidaya dalam sistem mina padi, dapat dilakukan 2 kali pemanenan ikan dan 1 kali pemanenan padi.

Komoditas ikan yang banyak dipelihara dengan sistem mina padi di Kabupaten Cianjur adalah ikan mas dan nila. Produksi ikan sistem mina padi di Kabupaten Cianjur pada tahun 2011 mencapai 7.703,00 ton atau 9,5% dari total produksi budidaya sebesar 81.010,84 ton. Jumlah produksi ikan sistem mina padi tersebut merupakan yang paling besar dibandingkan dengan kabupaten lain di Provinsi Jawa Barat pada tahun yang sama. Produksi ikan paling tinggi di Kabupaten Cianjur berasal dari keramba jaring apung (KJA) Waduk Cirata sebesar 42.815,95 ton serta kolam air tenang (KAT) sebesar 29.847,00 ton (BPS Kabupaten Cianjur, 2012).

Usaha budidaya ikan melalui sistem mina padi merupakan salah satu upaya untuk mengoptimalkan potensi lahan sawah irigasi dan meningkatkan pendapatan petani. Pada prinsipnya, kondisi sawah yang selalu tergenang air memungkinkan untuk budidaya ikan. Namun pada kenyataannya, sawah yang didesain hanya untuk budidaya padi kondisinya kurang optimum untuk budidaya ikan. Aplikasi pestisida untuk membunuh hama dalam pertanaman padi juga dapat membunuh ikan. Oleh

karena itu, agar sawah sesuai untuk budidaya ikan dalam sistem mina padi, desain dan pengelolaan sawah harus dibuat agar mendukung pertumbuhan ikan maupun padi (Yamin & Haryadi, 2010).

Informasi mengenai wilayah yang berpotensi untuk budidaya merupakan faktor penting dalam pengembangan perikanan. Informasi dan data potensi lahan akan membantu pengambil keputusan dalam rangka memanfaatkan dan meminimalkan konflik kepentingan serta menghindari penurunan kualitas lingkungan demi keberlanjutan usaha (GESAMP, 2010 dalam Radiarta dkk., 2010) serta mengurangi konflik penggunaan lahan dan air (Hossain *et al.*, 2009). Hossain & Das (2010) menyatakan bahwa pemilihan lokasi merupakan kegiatan untuk memutuskan penggunaan yang rasional dari sebuah lahan. Rasional dalam penggunaan lahan berarti menempatkan sebidang lahan sesuai dengan potensinya. Selain itu, pemilihan lokasi merupakan bentuk kontrol dan pengelolaan dalam pengembangan perikanan (Radiarta *et al.*, 2008).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui lahan yang sesuai untuk mina padi serta merumuskan arahan pengembangan perikanan budidaya ikan air tawar di Kabupaten Cianjur. Kesesuaian lahan untuk mina padi pada penelitian ini dibangun berdasarkan kesesuaian lahan untuk padi sawah dan ketersediaan daerah irigasi. Penentuan tingkat kesesuaian lahan untuk mina padi dihasilkan melalui analisis kesesuaian lahan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Nath *et al.* (2000) menyatakan bahwa SIG merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam pemilihan lokasi budidaya. Arahan pengembangan budidaya ikan air tawar dihasilkan melalui Analisis A'WOT, yaitu kombinasi analisis AHP (*Analytical Hierarchy Process*) dan analisis SWOT (*Strength – Weakness – Opportunity – Threat*). Hasil penelitian diharapkan menjadi dasar bagi perencanaan lebih lanjut untuk pengembangan perikanan di Kabupaten Cianjur.

METODE

Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa Barat pada bulan Juli sampai Oktober 2013. Kabupaten Cianjur memiliki luas 361.944 ha dengan 32 kecamatan. Secara geografis dan morfologis wilayah, Kabupaten Cianjur dibedakan dalam 3 bagian yaitu wilayah Cianjur bagian utara, tengah, dan selatan. Wilayah Cianjur bagian utara merupakan daerah pegunungan dan dataran yang dipergunakan untuk areal perkebunan dan persawahan. Wilayah Cianjur bagian tengah merupakan daerah yang berbukit-bukit dengan struktur tanah yang labil sehingga sering terjadi longsor. Wilayah Cianjur bagian selatan merupakan daerah dataran rendah dengan banyak bukit yang diselingi oleh pegunungan yang melebar sampai ke daerah pantai Samudera Indonesia. Seperti halnya daerah Cianjur bagian tengah, bagian selatan pun tanahnya labil. Cianjur bagian selatan merupakan wilayah paling luas (40,80% dari total luas wilayah)

dibandingkan dengan bagian utara dan bagian tengah.

Jenis data terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan adalah data hasil pengecekan lapangan untuk analisis kesesuaian lahan mina padi dan hasil wawancara responden untuk analisis A'WOT. Data sekunder yang digunakan meliputi Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI), peta-peta tematik, laporan, literature, dan publikasi. Peta-peta tematik yang digunakan antara lain Satuan Peta Lahan (SPL) dari Peta Sumberdaya Tanah Pulau Jawa dan Madura (Puslittanak, 2011), Peta Daerah Irigasi (Bappeda Kabupaten Cianjur, 2011a), Peta Penggunaan Lahan tahun 2011 (Bappeda Kabupaten Cianjur, 2011b), Peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Cianjur (Bappeda Kabupaten Cianjur, 2011c), Peta Curah Hujan (Bappeda Kabupaten Cianjur, 2011d), dan Peta Tanah (Bappeda Kabupaten Cianjur, 2011e).

Analisis Kesesuaian Lahan untuk Mina Padi

Analisis ini bertujuan untuk menghasilkan peta kesesuaian lahan untuk mina padi. Potensi pengembangan mina padi dapat diketahui dari kesesuaian lahan untuk padi sawah ditambah ketersediaan jaringan irigasi. Jaringan irigasi digunakan untuk mengakomodir keperluan air yang tersedia untuk mina padi.

Evaluasi kesesuaian lahan untuk padi sawah dilakukan menggunakan kriteria kesesuaian lahan untuk padi sawah dari Hardjowigeno & Widiatmaka (2011). Evaluasi diterapkan pada SPL Kabupaten Cianjur. SPL yang digunakan adalah SPL dari Peta Sumberdaya Tanah Pulau Jawa dan Madura (Puslittanak, 2011). Terhadap parameter pada SPL tersebut dilakukan pencocokan kriteria kesesuaian lahan melalui proses *matching* untuk mendapatkan peta kesesuaian lahan untuk padi sawah. Setiap SPL dinilai karakteristik lahannya sesuai data yang tersedia yaitu suhu, curah hujan, drainase, tekstur tanah, kedalaman efektif, dan lereng. Kelas kesesuaian lahan dibedakan dalam sub-kelas kesesuaian lahan berdasarkan faktor pembatas yang paling dominan/berat. Jenis pembatas ditulis dengan huruf kecil setelah simbol kelas. Hasil *matching* kemudian ditumpang susun (*overlay*) dengan peta irigasi sehingga dihasilkan peta kesesuaian lahan untuk mina padi. Dari peta kesesuaian lahan hasil analisis, selanjutnya dilakukan analisis untuk mendapatkan ketersediaan lahannya. Untuk itu, dilakukan tumpang susun (*overlay*) peta kesesuaian lahan dengan peta penggunaan lahan hasil interpretasi citra dan peta RTRW sehingga dihasilkan lahan yang sesuai dan tersedia untuk mina padi. Lahan yang berfungsi sebagai pembatas (*constraint*) tidak dimasukkan dalam *overlay*. *Constraint* berasal dari faktor penggunaan lahan saat ini yang tidak

memungkinkan untuk pengusahaan mina padi, yaitu perkebunan, hutan, permukiman, bangunan, sawah tadah hujan, dan tubuh air. Keseluruhan proses ini disajikan pada **Gambar 1**.

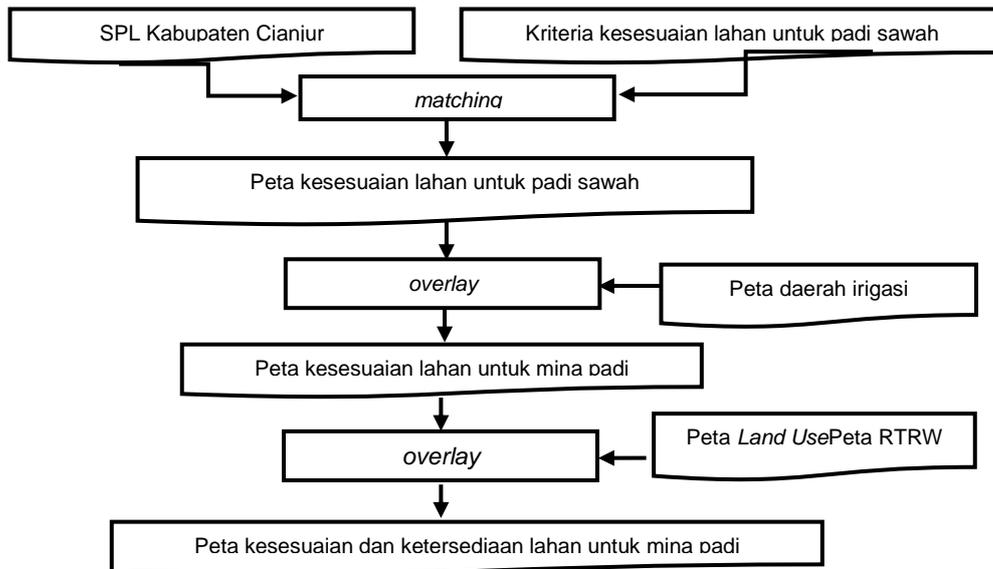
Hasil analisis kesesuaian lahan menghasilkan kesesuaian lahan yang dapat dikelompokkan ke dalam empat kategori kelas, yaitu:

1. S1: sangat sesuai (*very suitable*), lahan tidak mempunyai pembatas yang besar dan tidak menurunkan produktivitas secara nyata;
2. S2: cukup sesuai (*suitable*), lahan mempunyai faktor pembatas yang agak besar dan berpengaruh terhadap produktivitas serta meningkatkan input (masukan) yang diperlukan;
3. S3: sesuai marginal (*marginally suitable*), lahan mempunyai faktor pembatas yang berat dan berpengaruh terhadap produktivitas serta meningkatkan *input* (masukan) yang diperlukan;
4. N: tidak sesuai (*not suitable*), lahan mempunyai kesulitan yang dapat mencegah penggunaan lahan untuk budidaya. Lahan tidak sesuai karena faktor fisik (lereng sangat curam, dan lain sebagainya) dan secara ekonomi (keuntungan yang didapat lebih kecil dari biaya yang dikeluarkan).

Analisis A'WOT

A'WOT merupakan metode analisis yang menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan analisis *Strength – Weakness – Opportunity – Threat* (SWOT) dalam proses penentuan strategi (Leskinen *et al.*, 2006). Dalam penelitian ini, analisis A'WOT digunakan untuk menyusun arahan pengembangan budidaya ikan air tawar. Data dikumpulkan melalui 2 (dua) tahap. Tahap pertama adalah kegiatan identifikasi faktor SWOT yang meliputi faktor internal (kekuatan dan kelemahan) dan faktor eksternal (peluang dan ancaman). Tahap kedua bertujuan untuk memperoleh bobot dan rating dari tiap-tiap faktor internal dan eksternal. Data diperoleh dari studi literatur dan wawancara terhadap 7 (tujuh) orang responden pakar, terdiri atas petani ikan (2 orang), Bappeda (1 orang), Dinas Peternakan, Perikanan dan Kelautan (2 orang), anggota legislatif (1 orang) dan akademisi (1 orang).

Analisis A'WOT dilakukan melalui identifikasi faktor-faktor internal dan eksternal, pembobotan dan pemberian rating, penyusunan matriks Internal Strategic Factors Analysis Summary (IFAS) dan External Strategic Factors Analysis Summary (EFAS), analisis matriks *space*, serta penyusunan matriks SWOT. Matriks *space* digunakan untuk mengetahui posisi perikanan di Kabupaten Cianjur, apakah berada pada kuadran I, II, III atau IV. Posisi ini akan mempengaruhi strategi yang menjadi prioritas. Matriks SWOT menggambarkan secara jelas peluang dan ancaman dapat disesuaikan dengan kekuatan dan kelemahan yang dimiliki (Marimin, 2004).



Gambar 1. Bagan alir analisis kesesuaian dan ketersediaan lahan untuk mina padi.

Terdapat 4 (empat) set kemungkinan alternatif suatu strategi, yaitu:

1. Strategi S-O: strategi dalam menggunakan kekuatan yang dimiliki untuk memanfaatkan peluang sebesar-besarnya;
2. Strategi S-T: strategi dalam menggunakan kekuatan yang dimiliki untuk mengatasi ancaman yang mungkin timbul;
3. Strategi W-O: strategi dalam memanfaatkan peluang dan meminimalkan kelemahan;
4. Strategi W-T: strategi yang didasarkan pada kegiatan yang bersifat defensif dengan meminimalkan kelemahan dan menghindari ancaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Kesesuaian Lahan untuk Padi Sawah

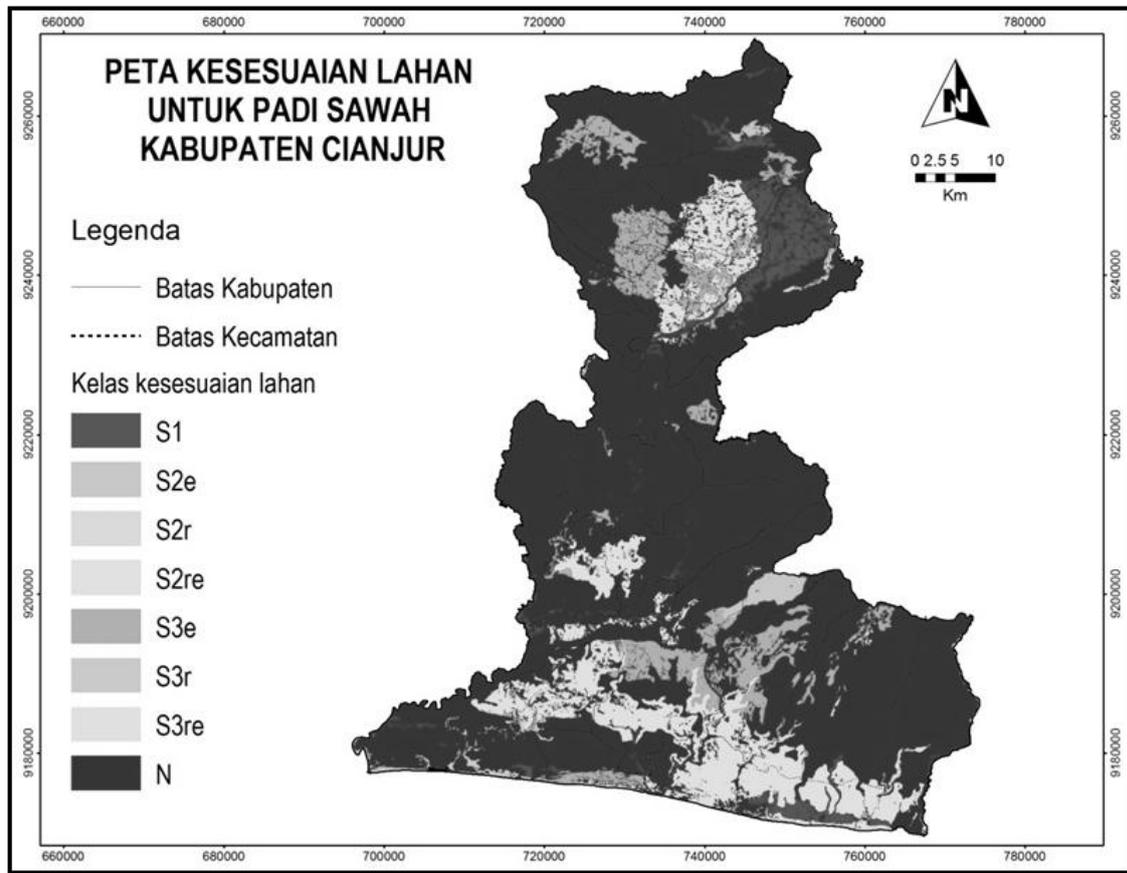
Hasil analisis kesesuaian lahan untuk padi sawah menunjukkan bagian-bagian wilayah di Kabupaten Cianjur yang sesuai dan yang tidak sesuai untuk padi sawah (**Gambar 2**). Lahan yang menunjukkan kelas kesesuaian lahan yang paling sesuai (S1) sebagian besar terdapat di wilayah Cianjur bagian utara, dibandingkan dengan wilayah bagian selatan dan tengah. Lahan tersebut mempunyai kualitas lahan yang optimum bagi pertumbuhan tanaman padi sawah. Lokasi dengan kualitas lahan di bawah optimum merupakan batas kelas kesesuaian lahan antara kelas cukup sesuai (S2) dan sesuai marginal (S3) (Djaenudin dkk., 2011). Lahan dengan kelas kesesuaian lahan S2 dan S3 banyak ditemukan di wilayah Cianjur bagian selatan dan utara dan hanya sebagian kecil di wilayah Cianjur bagian tengah. Lokasi yang berada di luar persyaratan tumbuh atau persyaratan penggunaan lahan untuk padi sawah tergolong kategori tidak sesuai (N). Lahan dengan kelas N

tersebar di semua wilayah bagian, baik wilayah Cianjur bagian utara, tengah, maupun selatan.

Hasil penilaian menunjukkan bahwa pembatas yang menjadi kendala dalam budidaya padi sawah di Kabupaten Cianjur adalah media perakaran dan bahaya erosi (**Tabel 1**). Kualitas lahan media perakaran yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas karakteristik lahan tekstur tanah, drainase tanah, dan kedalaman efektif. Luasan lahan yang tergolong kelas N (tidak sesuai) untuk padi sawah sebesar 266.851 ha (73,72%) dengan faktor pembatas berupa bahaya erosi. Luasan ini lebih besar daripada luas area yang termasuk kelas sesuai. Wilayah tidak sesuai umumnya memiliki kelerengan >15%. Hardjowigeno & Widiatmaka (2011) menggolongkan lahan yang terletak pada lereng curam (lebih dari 15%) sebagai lahan yang tidak cocok untuk digarap (*non-arable land*). Lahan kelas S2 (cukup sesuai) mempunyai faktor pembatas berupa bahaya erosi, media perakaran dan gabungan keduanya dengan komposisi yang relatif berimbang. Pada lahan dengan kelas kesesuaian S3 (sesuai marginal), faktor pembatas berupa bahaya erosi lebih besar dibandingkan dengan pembatas media perakaran. Faktor pembatas pada lahan perlu diketahui sebagai pertimbangan dalam pengelolaannya.

Gambar 3 menyajikan potensi pengembangan padi sawah di Kabupaten Cianjur yang diperoleh dari hasil perbandingan luas lahan *existing* sawah irigasi dan luas lahan hasil analisis kesesuaian lahan untuk padi sawah. Luas lahan *existing* padi sawah di Kabupaten Cianjur berdasarkan peta penggunaan lahan tahun 2011 sebesar 30.540 ha. Apabila dibandingkan dengan hasil analisis kesesuaian lahan untuk padi sawah seluas 95.093 ha, maka terdapat potensi pengembangan padi sawah sebesar 64.553 ha (**Tabel 2**).

Potensi lahan untuk padi sawah merupakan peluang untuk pengusahaan mina padi apabila



Gambar 2. Peta kesesuaian lahan untuk padi sawah di Kabupaten Cianjur.

Tabel 1. Hasil penilaian kesesuaian lahan untuk padi sawah di Kabupaten Cianjur.

Kesesuaian Lahan untuk padi sawah			Luas	
Kelas	Sub Kelas	Faktor Pembatas	ha	(%)
S1	-	-	14.936	4,13
Jumlah S1			14.936	4,13
S2	S2e	Bahaya erosi	3.168	0,88
	S2r	Media perakaran	1.242	0,34
	S2re	Media perakaran dan bahaya erosi	36.710	10,14
Jumlah S2			41.120	11,36
S3	S3e	Bahaya erosi	26.950	7,45
	S3r	Media perakaran	1.983	0,55
	S3re	Media perakaran dan bahaya erosi	10.104	2,79
Jumlah S3			39.037	10,79
N	Ne	Bahaya erosi	266.851	73,72
Jumlah N			266.851	73,72
Jumlah S1+S2+S3+N			361.944	100,00

tersedia sumber air yang kontinyu. Beberapa lokasi yang tidak sesuai (N) yang dihasilkan melalui analisis kesesuaian lahan untuk padi sawah merupakan lahan yang sudah digunakan untuk sawah irigasi. Sawah irigasi yang terdapat pada lahan dengan kelas tidak sesuai (N) sebesar 3.868 ha. Pada umumnya, lokasi tersebut berada di kelas lereng >15%. Kondisi ini terjadi di semua wilayah, baik wilayah Cianjur bagian utara, tengah, maupun selatan. Penggunaan lahan untuk sawah irigasi dapat dimungkinkan karena pada lokasi tersebut sudah dilakukan pengelolaan untuk mengatasi

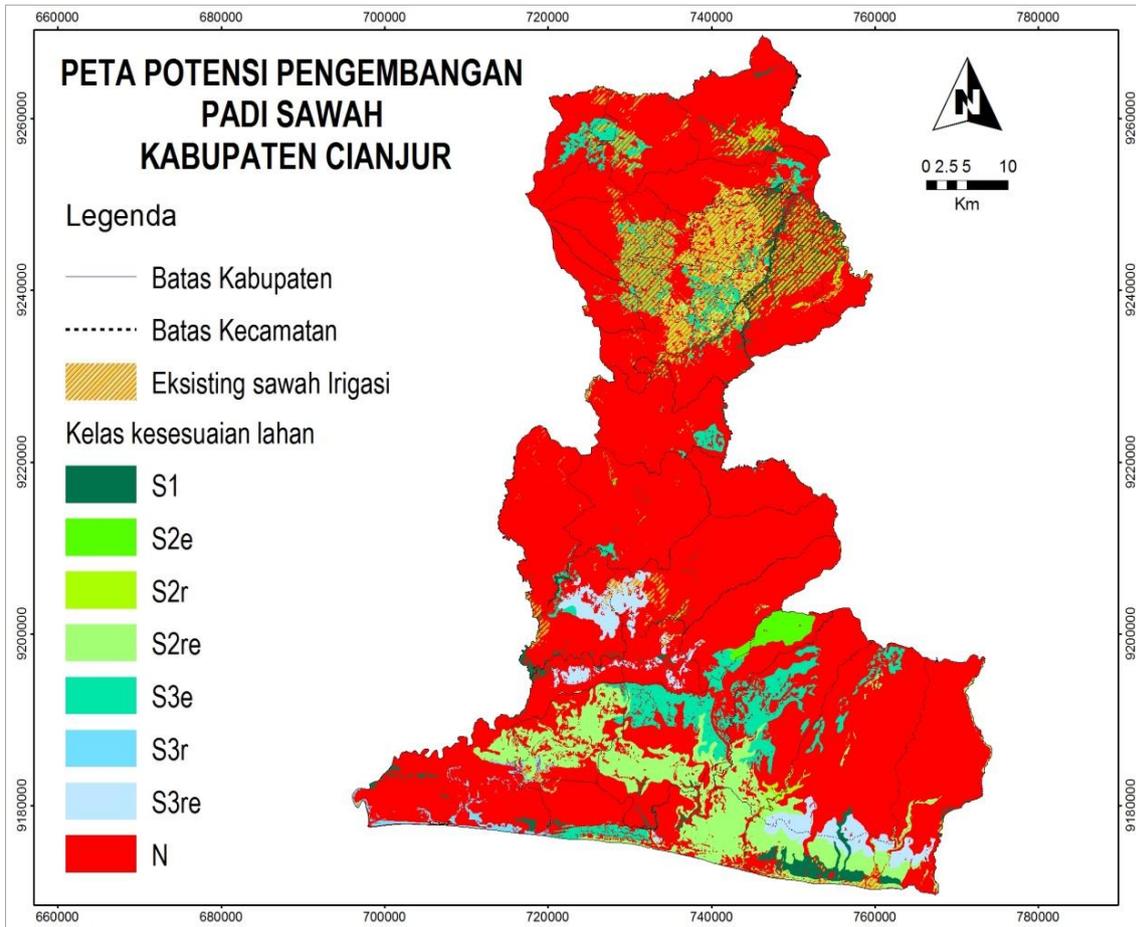
pembatas yang ada, berupa pembuatan terasiring. Ketersediaan irigasi yang mendukung sawah irigasi tersebut dapat berupa jaringan irigasi desa, irigasi sederhana, dan irigasi semi-teknis karena belum adanya irigasi teknis. Lokasi yang potensial untuk dikembangkan padi sawah banyak terdapat di wilayah Cianjur bagian selatan. Hal ini karena lokasi tersebut memenuhi persyaratan yang diperlukan untuk padi sawah.

Kelas kesesuaian lahan yang diperoleh merupakan kesesuaian lahan aktual atau kelas kesesuaian lahan dalam keadaan alami. Kelas

kesesuaian lahan aktual dapat diperbaiki dengan cara mengatasi permasalahan atau faktor pembatas pada tiap satuan peta lahan. Lahan kelas S2 memerlukan tambahan masukan (*input*) untuk memperbaiki faktor pembatas yang lebih kecil dibandingkan dengan lahan kelas S3 dan biasanya dapat diatasi oleh petani sendiri. Masukan untuk memperbaiki faktor pembatas pada lahan kelas S3 memerlukan bantuan (intervensi) pemerintah atau pihak swasta (Djaenudin dkk., 2011).

Tabel 2. Luas lahan untuk pengembangan padi sawah di Kabupaten Cianjur.

Jenis lahan	Luas (ha)
Lahan sesuai untuk padi sawah hasil analisis kesesuaian lahan untuk padi sawah	95.093
<i>existing</i> sawah irigasi	30.540
Potensi lahan untuk padi sawah	64.553



Gambar 3. Peta potensi pengembangan padi sawah di Kabupaten Cianjur.

Hasil Analisis Kesesuaian Lahan untuk Mina Padi

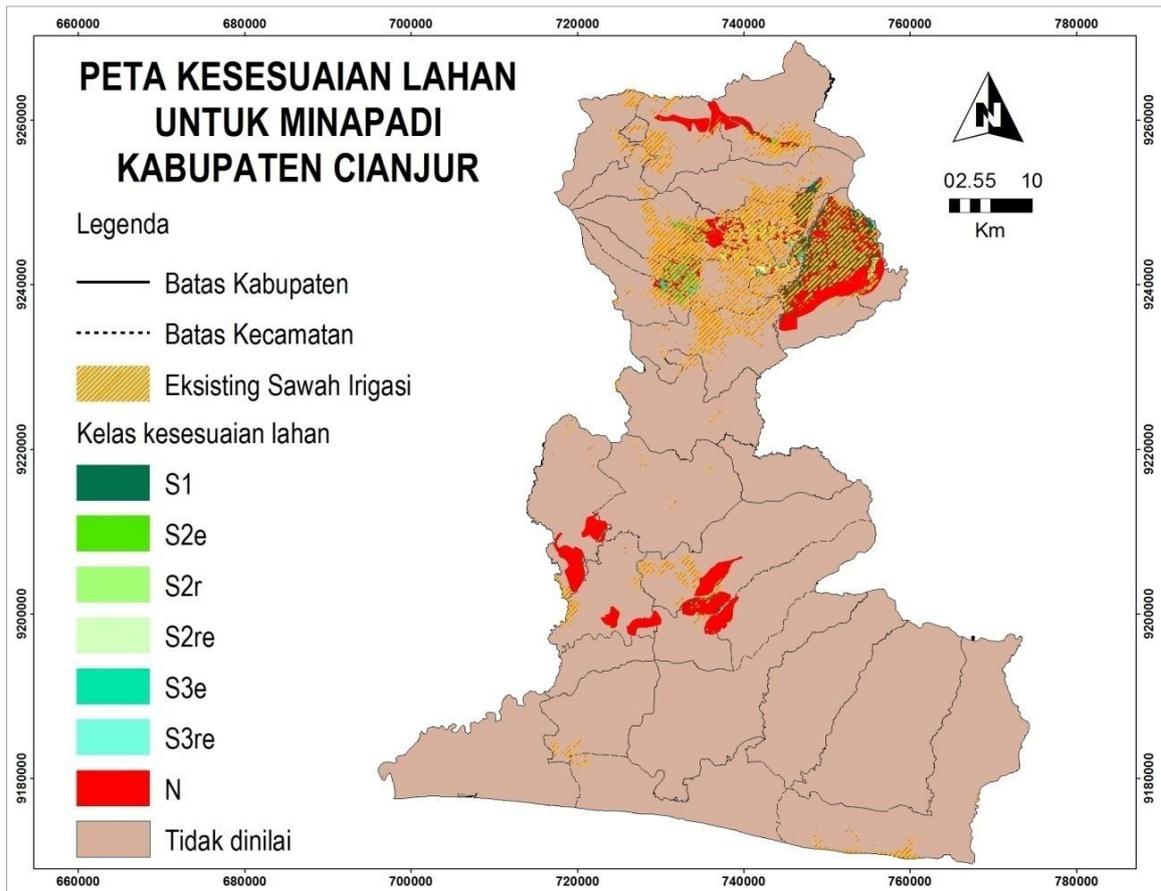
Kesesuaian lahan untuk mina padi merupakan kombinasi lahan yang sesuai untuk padi sawah dengan ketersediaan air irigasi (**Gambar 4**). Kabupaten Cianjur mempunyai 19 Daerah Irigasi (DI) yang tersebar di 21 kecamatan. Luas DI sebesar 26.785 ha. Penggunaan irigasi untuk kegiatan perikanan memerlukan koordinasi dengan dinas yang berwenang karena pembangunan sarana irigasi memang ditujukan untuk pengembangan pertanian sawah. Penggunaan sawah untuk budidaya padi dan ikan melalui sistem mina padi merupakan salah satu usaha terpadu untuk mengoptimalkan potensi lahan sawah irigasi. Aplikasi mina padi dapat menciptakan diversifikasi usaha pertanian, sehingga akan meningkatkan keragaman hasil pertanian.

Lahan yang sesuai untuk mina padi sebesar 13.004 ha dengan rincian setiap kelas disajikan pada **Tabel 3**. Pengembangan mina padi dapat dilakukan di 18 kecamatan dengan fokus pada kecamatan yang mempunyai kelas kesesuaian lahan S1 untuk menekan biaya masukan yang diperlukan. Dengan demikian, dilihat dari luas daerah irigasi maka luas wilayah yang tidak sesuai untuk mina padi lebih besar yaitu 13.781 ha. Hasil analisis kesesuaian lahan untuk mina padi menunjukkan tidak ditemukannya lahan dengan kelas S3r yaitu lahan yang memiliki pembatas tekstur tanah.

Daerah irigasi yang dibangun di Kabupaten Cianjur lebih banyak berada di wilayah Cianjur bagian utara sehingga kecamatan yang potensial untuk usaha budidaya ikan sistem mina padi adalah kecamatan-kecamatan di wilayah tersebut. Total luas lahan yang sesuai untuk mina padi di wilayah

Cianjur bagian utara adalah 12.806 ha. Luas lahan tersebut sangat tinggi bila dibandingkan dengan luas lahan sesuai di wilayah Cianjur bagian tengah dan selatan. Cianjur bagian tengah hanya memiliki luas lahan yang sesuai untuk mina padi sebesar 197 ha, sedangkan Cianjur bagian selatan tidak ditemukan adanya lahan yang sesuai. Kondisi ini disebabkan belum adanya daerah irigasi teknis di wilayah Cianjur bagian selatan. Padahal, hasil analisis kesesuaian lahan untuk padi sawah menunjukkan bahwa wilayah Cianjur bagian selatan memiliki luas lahan sesuai yang lebih besar bila dibandingkan dengan wilayah bagian tengah.

Potensi pengembangan mina padi di Kabupaten Cianjur dapat diarahkan pada lahan *existing* untuk sawah irigasi dan lahan yang sesuai hasil analisis. Hal ini dikarenakan sawah irigasi yang sudah ada belum mencerminkan penggunaan lahan untuk mina padi, tetapi hanya menunjukkan potensi lahan untuk mina padi. Selain berasal dari lahan *existing* dan hasil analisis, potensi lahan untuk mina padi dapat berasal dari lahan yang sesuai untuk padi sawah. Padi sawah dapat berpotensi untuk mina padi apabila terdapat ketersediaan jaringan irigasi. Luas lahan untuk padi sawah tersebut sangat tinggi terutama di wilayah Cianjur bagian selatan.



Gambar 4. Peta kesesuaian lahan untuk mina padi di Kabupaten Cianjur.

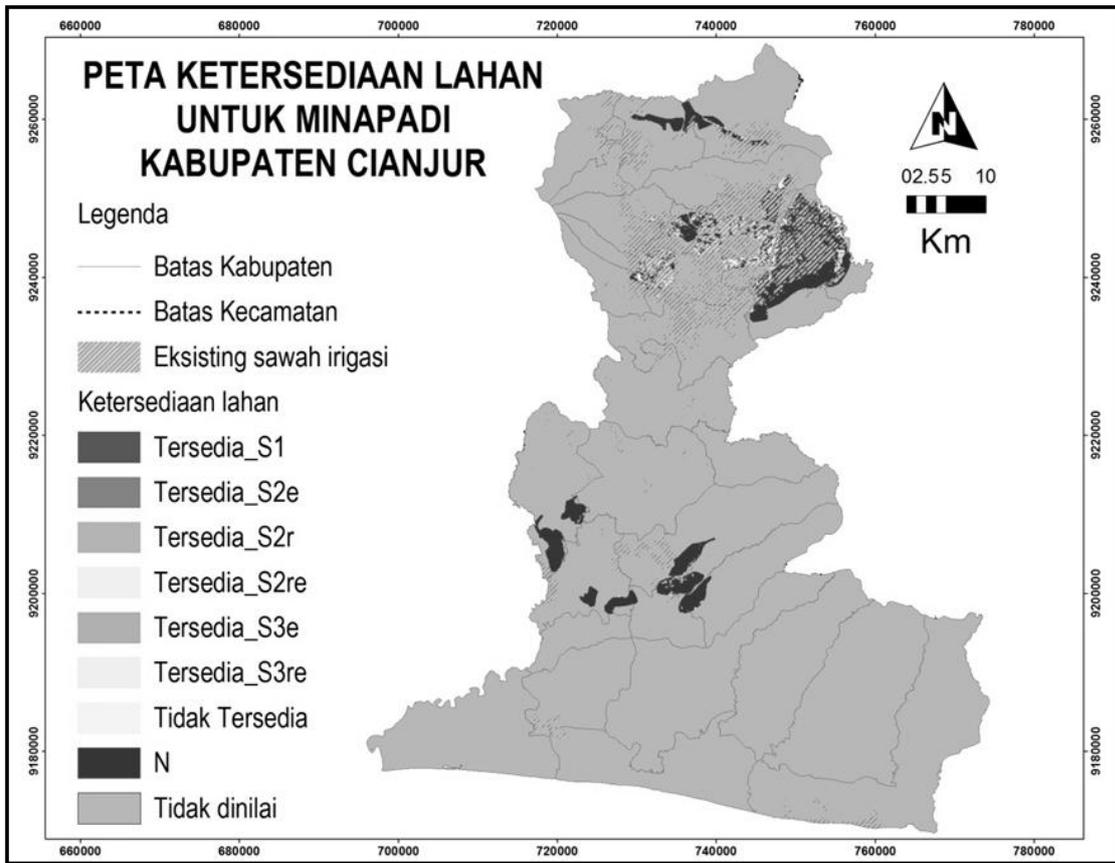
Tabel 3. Luas kesesuaian lahan untuk mina padi di Kabupaten Cianjur.

Kesesuaian lahan untuk mina padi	Luas	
	ha	%
S1	7.150	1,98
S2e	75	0,02
S2r	304	0,08
S2re	2.770	0,77
S3e	2.650	0,73
S3re	55	0,01
N	13.781	3,81
Jumlah	26.785	7,40
Tidak dinilai	335.159	92,60
Luas Kabupaten Cianjur	361.944	100,00

Lahan dengan kelas S2 dan S3 dapat diperbaiki dengan mengatasi pembatas. Dengan asumsi tingkat pengelolaan sedang, lahan kelas S2e dapat dinaikkan 1 tingkat menjadi S1 dan kelas S3e dapat dinaikkan kelasnya menjadi kelas S2 apabila dilakukan upaya konservasi seperti pembuatan teras. Lahan dengan kelas kesesuaian S3re tidak dapat dilakukan perbaikan karena memiliki pembatas permanen berupa tekstur tanah yang tidak dapat diperbaiki. Perbaikan hanya dilakukan terhadap drainase berupa pembuatan saluran drainase akan tetapi masukan ini tidak meningkatkan kelas kesesuaiannya. Perbaikan yang dilakukan akan mempengaruhi luas lahan yang sesuai untuk padi sawah maupun mina padi

Hasil Analisis Ketersediaan Lahan untuk Mina Padi

Ketersediaan lahan merupakan lahan yang berkesesuaian dengan alokasi ruang yang telah ditetapkan dalam RTRW Kabupaten Cianjur (**Gambar 5**). Lahan yang tersedia adalah lahan yang berada pada kawasan budidaya sesuai Peraturan Daerah Kabupaten Cianjur Nomor 17 tahun 2012 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Cianjur Tahun 2011-2031. RTRW tersebut mengatur penataan ruang, salah satunya mengatur fungsi kawasan budidaya. Kawasan budidaya adalah wilayah yang ditetapkan dengan fungsi utama untuk dibudidayakan atas dasar kondisi dan potensi sumber daya alam, sumber daya manusia, dan sumber daya buatan.



Gambar 5. Peta ketersediaan lahan untuk mina padi di Kabupaten Cianjur.

Tabel 4. Luas kesesuaian dan ketersediaan lahan untuk mina padi di Kabupaten Cianjur.

Kesesuaian lahan untuk mina padi	Tersedia		Tidak Tersedia	
	ha	%	ha	%
S1	6.801	1,88	349	0,10
S2e	75	0,02	-	-
S2r	143	0,04	161	0,04
S2re	1.590	0,44	1.180	0,33
S3e	900	0,25	1.750	0,48
S3re	44	0,01	11	0,00
Jumlah tersedia/tidak tersedia (a)	9.553	2,64	3.451	0,95
Jumlah tidak sesuai (b)			13.781	3,81
Jumlah (a+b)			26.785	7,40
Tidak dinilai (c)			335.159	92,60
Luas Kabupaten Cianjur (a+b+c)			361.944	100,00

Diantara lahan yang sesuai, lahan yang sesuai dan tersedia untuk mina padi memiliki luasan lebih besar (9.553 ha) dibandingkan dengan lahan yang sesuai tetapi tidak tersedia (3.451 ha) (**Tabel 4**). Lahan yang tersedia terbagi menjadi beberapa kelas, dengan luas paling besar adalah lahan kelas S1 yaitu sebesar 6.801 ha. Lahan yang tersedia pada kelas tersebut dapat memberikan hasil yang paling besar untuk budidaya ikan dibandingkan dengan lahan pada kelas lainnya.

Lahan yang tidak tersedia untuk mina padi disebabkan karena lahan tersebut telah digunakan untuk kegiatan lain maupun tidak sesuai/cocok dengan alokasi lahan yang telah ditetapkan dalam RTRW. Di Kabupaten Cianjur terdapat 5 pola ruang yaitu budidaya kehutanan, budidaya non-pertanian, kawasan budidaya, kawasan lindung hutan, dan kawasan lindung non-hutan.

Seperti halnya hasil analisis kesesuaian lahan, wilayah Cianjur bagian utara menunjukkan luas lahan sesuai dan tersedia untuk mina padi yang lebih besar dibandingkan dengan wilayah lainnya. Luasan yang cukup besar pada kelas sangat sesuai (S1) berada di Kecamatan Bojongpicung, Cikalongkulon, Ciranjang, Haurwangi, Karangtengah, Mande, dan Sukaluyu. Pengembangan mina padi sangat potensial dilakukan di 7 kecamatan tersebut. Selain dipengaruhi oleh lahan yang sesuai, wilayah Cianjur bagian utara merupakan pusat kegiatan pemerintahan dan perekonomian. Aksesibilitas sarana produksi maupun hasil produksi pada wilayah ini sangat tinggi. Prospek pengembangan mina padi dapat pula dilihat dari minat masyarakat terhadap pengusahaan mina padi. Jumlah rumah tangga perikanan (RTP) bidang usaha mina padi di 7 kecamatan tersebut cukup tinggi. Oleh karena itu, peran pemerintah dalam menggerakkan minat masyarakat terhadap usaha mina padi sangat diperlukan.

Hasil Analisis Faktor Internal dan Faktor Eksternal

Matriks *Internal Strategic Factors Analysis Summary* (IFAS) dan *External Strategic Factors Analysis Summary* (EFAS) (**Tabel 5**) menunjukkan tingkat kepentingan dalam menentukan strategi pengembangan perikanan budidaya air tawar di Kabupaten Cianjur. IFAS dan EFAS dapat digunakan untuk mengetahui posisi perikanan budidaya air tawar di Kabupaten Cianjur (**Gambar 6**). Posisi tersebut dapat dikelompokkan dalam kuadran I, II, III, atau IV. Marimin (2004) menyatakan bahwa penempatan pada kuadran yang sesuai dengan kondisi eksternal dan internal saat ini akan mempengaruhi pengambilan keputusan dan strategi yang paling tepat. Berdasarkan matriks IFAS, total skor faktor kekuatan-kelemahan bernilai positif sebesar 0,13, sedangkan matriks EFAS total skor faktor peluang-ancaman bernilai negatif sebesar -0,03. Posisi perikanan budidaya air tawar Kabupaten Cianjur dengan demikian berada pada

kuadran II. Posisi ini menghadapi berbagai ancaman tapi masih memiliki kekuatan internal. Strategi yang harus dilakukan adalah menekan ancaman dan menggunakan kekuatan untuk memanfaatkan peluang jangka panjang dengan cara strategi diversifikasi. Oleh karena itu, kondisi ini perlu dihadapi dengan membuat strategi alternatif melalui matriks SWOT.

Hasil Analisis SWOT

Analisis SWOT bertujuan untuk merumuskan strategi pengembangan budidaya ikan air tawar di Kabupaten Cianjur. Berdasarkan matriks SWOT, posisi perikanan Kabupaten Cianjur berada pada kuadran II sehingga perlu diterapkan strategi S-T (*Strength-Threat*) sebagai strategi yang paling tepat, yaitu meminimalkan ancaman yang dihadapi dengan memanfaatkan seluruh kekuatan yang ada. Hasil matriks SWOT perikanan Kabupaten Cianjur disajikan pada **Tabel 6**.

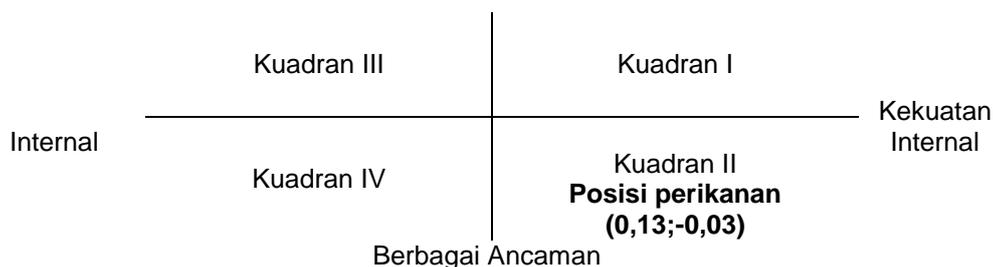
Strategi Pengembangan Perikanan Budidaya Air Tawar

Alternatif strategi utama yang dirumuskan berdasarkan hasil analisis SWOT adalah:

- 1) Menciptakan kerja sama pembudidaya dan kelompok serta membuka akses permodalan yang mudah. Kerja sama antar-kelompok dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan posisi tawar dan daya saing yang lebih baik. Adanya kerja sama ini diharapkan dapat mengurangi praktek tengkulak dalam proses produksi perikanan. Hal ini tidak terlepas dari rendahnya kemampuan permodalan yang dimiliki pembudidaya. Aspek permodalan sering kali menjadi kendala bagi pembudidaya. Bantuan permodalan yang ada di Kabupaten Cianjur cukup banyak, akan tetapi mekanisme penyaluran pinjaman modal masih menjadi kendala bagi sebagian pembudidaya. Akses permodalan perlu dibuat lebih mudah bagi pembudidaya;
- 2) Menerapkan kebijakan pemanfaatan pola ruang yang konsisten. Kebijakan pemanfaatan pola ruang bertujuan untuk menghindari konflik penggunaan lahan. Lahan untuk mina padi yang sudah berproduksi dengan baik perlu dipertahankan dengan menerapkan kebijakan yang mendukung kegiatan usaha perikanan, seperti pengaturan lokasi industri yang dapat menurunkan kualitas air;
- 3) Melaksanakan pengelolaan kualitas air dan menggunakan ikan yang mempunyai toleransi tinggi terhadap penurunan kualitas air. Pencemaran air harus dapat ditanggulangi dengan menerapkan pengelolaan air yang masuk ke lokasi budidaya maupun penggunaan komoditas yang tahan terhadap penurunan kualitas air. Selain industri, aktivitas masyarakat juga berpotensi untuk menurunkan kualitas air. Hasil analisis kualitas air memang menunjukkan

Tabel 5. IFAS dan EFAS pengembangan budidaya ikan air tawar di Kabupaten Cianjur hasil analisis AHP.

Faktor-faktor strategi internal dan eksternal	Bobot	Rating	Skor
A. Faktor strategi internal			
Kekuatan			
1. Potensi sumber daya alam/kesesuaian lokasi budidaya	0,11	4	0,44
2. Teknik budidaya yang dikenal turun temurun	0,09	4	0,36
3. Tenaga kerja selalu tersedia	0,08	3	0,24
4. Dukungan kebijakan (pusat/daerah)	0,07	3	0,21
5. Kelompok ikan	0,06	3	0,18
6. Ketersediaan sarana dan prasarana produksi perikanan	0,09	3	0,27
Kelemahan			
1. Diversifikasi usaha pengolahan hasil produk perikanan	0,07	3	0,21
2. Kualitas SDM dan kelompok	0,07	3	0,1
3. Kualitas induk dan benih	0,10	4	0,40
4. Pembinaan dan supporting aparatur	0,09	3	0,27
5. Pasar/depo ikan	0,08	3	0,24
6. Minat generasi muda berkurang	0,08	3	0,24
Jumlah skor faktor strategi internal	1,00		3,27
Jumlah skor faktor kekuatan-kelemahan			0,13
B. Faktor strategi eksternal			
Peluang			
1. Kesadaran masyarakat terhadap gizi	0,07	3	0,21
2. Permintaan kebutuhan ikan	0,11	4	0,44
3. Penghasil bahan pangan	0,08	3	0,24
4. Rentang harga luas	0,09	3	0,27
5. Dekat daerah pemasaran	0,08	3	0,24
6. Pendidikan non formal terbuka	0,07	2	0,14
Ancaman			
1. Akses permodalan	0,07	3	0,21
2. Kualitas air yang semakin menurun	0,10	3	0,30
3. Konflik penggunaan lahan dan air	0,07	3	0,21
4. Kemampuan permodalan pembudidaya yang rendah	0,09	3	0,27
5. Persaingan usaha dengan daerah lain	0,06	3	0,18
6. Pakan ikan	0,10	4	0,40
Jumlah skor faktor strategi eksternal	1,00		3,11
Jumlah skor faktor peluang-ancaman			-0,03



Gambar 6. Posisi perikanan budidaya air tawar di Kabupaten Cianjur.

kondisi layak untuk budidaya, akan tetapi dikhawatirkan akan terus menurun kualitasnya di masa mendatang;

4) Meningkatkan koordinasi berbagai pihak untuk membuat pakan murah/ekonomis dan menyediakan benih/induk yang berkualitas. Pakan yang mahal merupakan ancaman bagi kegiatan budidaya ikan. Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengganti pakan pabrikan agar biaya yang dikeluarkan untuk pakan dapat

ditekan. Pembudidaya perlu diberi pembekalan pengetahuan untuk membuat pakan secara mandiri dengan menggunakan bahan baku lokal. Alokasi pakan yang tinggi dapat pula ditekan dengan menggunakan induk dan benih yang berkualitas. Kualitas induk dan benih dianggap sebagai faktor yang paling lemah dalam pengembangan budidaya ikan air tawar di Kabupaten Cianjur. Petani pada umumnya belum menggunakan indukan yang bersertifikat. Apabila

penggunaan induk dan benih bersertifikat tidak bisa dicapai maka diupayakan untuk menggunakan induk yang berbeda keturunan agar tidak terjadi *inbreeding*. Dampak penggunaan induk dan benih yang kurang

berkualitas akan dirasakan pada saat pembesaran karena ikan lambat tumbuh sehingga membutuhkan biaya pakan yang lebih tinggi.

Tabel 6. Matriks SWOT.

Faktor Internal Faktor Eksternal	<p>KEKUATAN (S)</p> <ol style="list-style-type: none"> Potensi SDA; Teknik budidaya ikan; Tenaga kerja; Ketersediaan sarana dan prasarana produksi ikan; Dukungan kebijakan pemerintah pusat dan daerah; Adanya kelompok petani ikan 	<p>KELEMAHAN (W)</p> <ol style="list-style-type: none"> Kualitas induk dan benih Usaha pengolahan ikan; Pasar/depo ikan; Kualitas SDM dan kelompok; Pembinaan dan <i>supporting</i> aparatur terhadap pembudidaya; Minat generasi muda
<p>PELUANG (O)</p> <ol style="list-style-type: none"> Kesadaran masyarakat akan gizi; Permintaan kebutuhan ikan; Dekat dengan daerah pemasaran (Bandung, Jakarta, Bogor); Penghasil bahan pangan yang cukup potensial; Rentang harga yang luas; Pendidikan non-formal 	<p>SO</p> <ol style="list-style-type: none"> Mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya yang ada untuk meningkatkan produksi (S₁₋₄;O₁₋₅) Mendorong dan memanfaatkan kebijakan pemerintah pusat maupun daerah (S₄;O₁₋₆) Meningkatkan kualitas kelompok/kelembagaan melalui seminar, pelatihan dan lainnya (S₆;O₁₋₆) 	<p>WO</p> <ol style="list-style-type: none"> Memperbaiki kualitas induk dan benih dengan menggunakan induk bersertifikat (W₁;O₁₋₅) Melaksanakan fasilitasi dan introduksi usaha pengolahan ikan melalui pelatihan dan demo dengan memanfaatkan tenaga muda (W_{2,6}; O₁₋₅) Membenahi keterbatasan sumber daya yang ada (W₃₋₄;O₁₋₆)
<p>ANCAMAN (T)</p> <ol style="list-style-type: none"> Harga pakan ikan; Kualitas air yang semakin menurun; Konflik penggunaan lahan dan air; Kemampuan permodalan yang rendah; Akses permodalan yang rumit; Persaingan usaha dengan daerah lain 	<p>ST</p> <ol style="list-style-type: none"> Menciptakan kerja sama pembudidaya dan kelompok serta membuka akses permodalan yang mudah (S_{5,6};T₄₋₆) Menerapkan kebijakan pemanfaatan pola ruang yang konsisten (S₅;T₃) Melaksanakan pengelolaan kualitas air dan menggunakan ikan yang mempunyai toleransi tinggi terhadap penurunan kualitas air (S₁₋₆;T₂) Meningkatkan koordinasi semua pihak untuk membuat pakan murah/ekonomis dan perbaikan kualitas benih/induk (S₁₋₆;T_{1,6}) 	<p>WT</p> <ol style="list-style-type: none"> Menggunakan sumber daya yang tersedia untuk meningkatkan produksi (W_{1,6};T₆) Menggunakan induk dan benih berkualitas (W₁;T_{2,6})

KESIMPULAN

Mina padi di Kabupaten Cianjur dapat dikembangkan pada lahan *existing* untuk sawah irigasi maupun lahan yang sesuai untuk mina padi hasil analisis kesesuaian lahan. Lahan yang sesuai dan tersedia untuk mina padi sebesar 9.553 ha (2,64% dari total luas wilayah). Pengembangan mina padi di Kabupaten Cianjur dapat difokuskan di wilayah Cianjur bagian utara, yaitu Kecamatan Bojongpicung, Cikalongkulon, Ciranjang, Haurwangi, Karangtengah, Mandé, dan Sukaluyu. Potensi lahan untuk mina padi dapat ditingkatkan apabila ketersediaan jaringan irigasi meningkat, terutama di wilayah Cianjur bagian selatan. Hal ini dipengaruhi oleh hasil analisis kesesuaian lahan untuk padi sawah yang luas di wilayah tersebut. Hasil analisis kesesuaian lahan yang telah diperoleh perlu didukung dengan strategi pengembangan budidaya ikan air tawar. Strategi pengembangan budidaya ikan air tawar berdasarkan analisis SWOT adalah:

- (i) Menciptakan kerja sama pembudidaya dan kelompok serta membuka akses permodalan yang mudah;
- (ii) Menerapkan kebijakan pemanfaatan pola ruang yang konsisten;
- (iii) Melaksanakan pengelolaan kualitas air dan menggunakan ikan yang mempunyai toleransi tinggi terhadap penurunan kualitas air;
- (iv) Meningkatkan koordinasi semua pihak untuk membuat pakan murah/ekonomis dan menyediakan benih/induk yang berkualitas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Pusat Pembinaan dan Pendidikan Pelatihan Perencana Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Pusbindiklatren Bappenas) yang telah mendukung pendanaan penelitian ini, Pemerintah Daerah Kabupaten Cianjur, serta semua pihak yang telah membantu penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bappeda Kabupaten Cianjur. (2011a). *Peta Daerah Irigasi*. Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah Pemerintah Kabupaten Cianjur.
- Bappeda Kabupaten Cianjur. (2011b). *Peta Penggunaan Lahan Kabupaten Cianjur Tahun 2011*. Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah Pemerintah Kabupaten Cianjur.
- Bappeda Kabupaten Cianjur. (2011c). *Peta Rencana Tata Ruang Wilayah RTRW Kabupaten Cianjur*. Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah Pemerintah Kabupaten Cianjur.
- Bappeda Kabupaten Cianjur. (2011d). *Peta Curah Hujan*. Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah. Pemerintah Kabupaten Cianjur.
- Bappeda Kabupaten Cianjur. (2011e). *Peta Tanah*. Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah. Pemerintah Kabupaten Cianjur.
- BPS Kabupaten Cianjur. (2012). *Kabupaten Cianjur dalam Angka 2012*. Badan Pusat Statistik Cianjur.
- Djaenudin, D., H. Marwan, H. Subagjo, & A. Hidayat. (2011). *Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Litbang Pertanian. Bogor.
- Effendi, I. (2009). *Pengantar Akuakultur*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Hardjowigeno, S. & Widiatmaka. (2011). *Evaluasi Kesesuaian Lahan dan Perencanaan Tata Guna Lahan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hossain, M.S. & N.G. Das. (2010). GIS-Based Multi-Criteria Evaluation Land Suitability Modelling for Giant Prawn *Macrobrachium Rosenbergii* Farming in Companigonj Upazila of Noakhali, Bangladesh. *Computer and Electronics in Agriculture*. 70:172-186.
- Hossain, M.S., S.R. Chowdhury, N.G. Das, S.M. Sharifuzzama, & A. Sultana. (2009). Integration of GIS and Multicriteria Decision Analysis for Urban Aquaculture Development in Bangladesh. *Landscape and Urban Planning*. 90:119-133.
- Leskinen, A.L., M. Kurttila, J. Kangas, & M. Kajanus. (2006). Adapting Modern Strategic Decision Support Tools in The Participatory Strategic Process-A Case Study of A Forest Research Station. *Journal of Forest Policy and Economics*. 8:267-278.
- Marimin. (2004). *Teknik dan Aplikasi Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk*. Grasindo. Jakarta.
- Nath, S.S., J.P. Bolte, L.G. Ross, & J.A. Manjarrez. (2000). Applications of Geographical Information System GIS for Spatial Decision Support in Aquaculture. *Aquacultural Engineering*. 23:233-278.
- Puslittanak (Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat). (2011). *Peta Sumberdaya Tanah Pulau Jawa dan Madura*. Puslittanak. Bogor.
- Radiarta, I.N., S. Saitoh, & A. Miyazono. (2008). GIS-Based Multi-Criteria Evaluation Models for Identifying Suitable Sites for Japanese Scallop *Mizuhopecten yessoensis* Aquaculture in Funka Bay, Southwestern Hokkaido, Japan. *Aquaculture*. 284:127-135.
- Radiarta, I.N., A. Sudradjat, & E. Kusnendar. (2010). Analisis Spasial Potensi Kawasan Budidaya Laut di Propinsi Maluku Utara dengan Aplikasi Data Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Riset Akuakultur*. 51:143-153.
- Yamin, M. & J. Haryadi. (2010). Potensi Padi untuk Ketahanan Pangan dan Wisata Lingkungan. *Jurnal Aquaculture Indonesia*. <http://www.aquaculture-mai.org/artikel/234>. [19 Februari 2013].