



8. KESIMPULAN DAN SARAN

8.1. Kesimpulan

Pertama, pengembangan model interaksi perikanan-pencemaran pada dasarnya dapat dilakukan dengan meng-*embedded*-kan variabel pencemaran ke dalam model standar bioekonomi perikanan, sehingga diperoleh *hybrid model* yang baik. Dari dua belas model yang dikembangkan, hanya model *Anna 4 modifikasi skenario 1*, yaitu model pencemaran yang mempengaruhi $f(x)$ pada fungsi Gompertz dengan skenario *total load* (model *Anfomorio1*) yang menghasilkan *best fits* dan bersifat *robust* sehingga seluruh tujuan penelitian dapat dicapai. Sebelas model lainnya mungkin sesuai pada sumberdaya perikanan lainnya dan dalam kondisi pencemaran yang berbeda

Kedua, hasil analisis *Rapfish* menunjukkan bahwa perikanan di dalam teluk cenderung memiliki skor *sustainability* yang rendah untuk dimensi ekonomi. Hal ini dapat disebabkan oleh kondisi perairan teluk yang sudah tercemar sehingga menghasilkan nilai ekonomi yang rendah dan biaya sosial yang cukup tinggi, yang pada akhirnya mengakibatkan skor ekonomi yang rendah. Diketahui bahwa dari kelima dimensi keberlanjutan yang dianalisis, atribut yang diperkirakan sensitif terhadap pembangunan perikanan yang berkelanjutan adalah menyangkut *marketable right*, *sector employment* dan *other income* untuk aspek ekonomi. Untuk aspek sosial tiga atribut yakni tingkat pendidikan, pengetahuan lingkungan dan *fishing income* hampir secara bersamaan mempengaruhi aspek keberlanjutan dengan derajat yang sama. Sedangkan untuk aspek teknologi terlihat bahwa atribut *selective gear*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan artikel atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

sangat sensitif, bahkan mendominasi seluruh atribut lainnya dalam dimensi keberlanjutan. Atribut "*range collapse*" (penurunan kisaran spesies yang ditangkap secara geografis) terlihat mempunyai pengaruh tinggi pada aspek ekologi. Untuk aspek etnik, atribut *just management* terlihat sangat peka untuk keberlanjutan perikanan. Hasil analisis *Monte Carlo* menunjukkan bahwa perikanan di pesisir DKI Jakarta telah banyak mengalami gangguan (perturbasi).

Ketiga, hasil penelitian menunjukkan bahwa perikanan demersal di perairan Teluk Jakarta dapat dikategorikan sebagai telah mengalami *overfishing* baik secara biologis maupun secara ekonomi (kaitannya dengan kondisi tangkap lebih). *Overfishing* secara biologi ditunjukkan oleh nilai aktual dari stok biomass yang jauh lebih rendah dari kondisi lestari dan optimal. Dalam model yang menjadi inti permasalahan dari *overfishing* secara biologi ini adalah karena pengaruh dari kondisi perairan itu sendiri yang telah tercemar yang mempengaruhi fungsi pertumbuhan dari ikan tersebut. *Overfishing* secara ekonomi disebabkan karena terjadinya input yang eksekusif yang melebihi input lestari dan optimal.

Keempat, telah terjadi depresiasi sumberdaya perikanan demersal di lokasi penelitian akibat adanya aktivitas produksi dan non produksi. Kerugian ekonomi atau hilangnya rente potensial yang dihitung melalui nilai depresiasi untuk perikanan demersal di perairan Teluk Jakarta cukup signifikan. Hal ini dapat dilihat dari nilai depresiasi dalam kondisi *baseline* yang diestimasikan sebesar Rp. 1,903 milyar (8,15%) dan sebesar Rp. 4,605 milyar (8,62%) sepanjang tahun pengamatan. Dalam kondisi pencemaran yang dianalisis melalui Model Anfomorio 1, diketahui bahwa

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

depresiasi diestimasikan terjadi pada 7 tahun pengamatan dengan nilai Rp. 21,4 milyar untuk δ 15%, dan Rp. 51,75 milyar untuk δ 6,2%, suatu jumlah kehilangan rupiah yang cukup tinggi. Kerugian ekonomi ini juga dapat terlihat dari penurunan surplus produsen sebesar rata-rata Rp. 310,92 juta per tahun dari kondisi *baseline* ke kondisi pencemaran, suatu nilai yang cukup signifikan bagi nelayan di Teluk Jakarta, yang rata-rata adalah nelayan tradisional dengan penghasilan relatif kecil dan masih dalam kondisi miskin. Demikian juga dengan perhitungan *total benefit*, dimana dalam kondisi pencemaran, nilai *total benefit* yang dihitung dari rente sumberdaya dan surplus produsen berkurang sebesar rata-rata Rp. 691,46 juta per tahun.

Kelima, hasil studi menunjukkan bahwa telah terjadi interaksi dinamis antar berbagai komponen baik perikanan itu sendiri maupun faktor lingkungan (pencemaran). Hal ini disebabkan karena sumberdaya perikanan merupakan sumberdaya alam yang bersifat dinamis, demikian juga perturbasi (gangguan terhadap keseimbangan sistem) yang terjadi pada sumberdaya tersebut baik berupa hubungan langsung antara *catch* dan *effort* maupun hubungan tidak langsung antara *catch*, *effort* dan pencemaran merupakan suatu sistem yang bersifat dinamis.

Keenam, analisis sensitifitas terhadap model dinamik menunjukkan bahwa untuk parameter ekonomi ternyata perubahan parameter biaya sangat sensitif terhadap model. Sedangkan untuk parameter biologi secara keseluruhan tidak terlalu sensitif.

Ketujuh, hasil perhitungan laju degradasi sumberdaya perikanan demersal di lokasi penelitian menunjukkan pola *sigmoid* dengan nilai estimasi rata-rata sepanjang waktu pengamatan sebesar 18% per tahun untuk kondisi *baseline* dan 21% per tahun



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengurniakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

untuk kondisi pencemaran. Dari hubungan antar kedua indikator (produksi dan *effort*) terhadap laju degradasi baik dalam kondisi *baseline* maupun pencemaran dapat ditarik kesimpulan bahwa telah terjadi tingkat eksploitasi yang berlebihan di wilayah studi.

Kedelapan, analisis efisiensi pada kondisi *baseline* menunjukkan bahwa tingkat efisiensi tertinggi terjadi pada periode 1988/1989, 1991/1992 dan 1997/1998. Sedangkan skor efisiensi terendah terjadi pada tahun 1995. Potensi perbaikan dari efisiensi pada setiap DMU menunjukkan bahwa tidak ada ruang untuk peningkatan *effort* dari tahun ke tahun. Seluruh proyeksi dari *effort* berada dalam kisaran 0%. Namun sebaliknya, dengan meningkatkan efisiensi, potensi perbaikan output, dalam hal ini produksi dapat dilakukan dengan kisaran 0.96% sampai 200% untuk produksi aktual dan 0.36% sampai 44% untuk produksi lestari. Untuk model interaksi perikanan pencemaran, ternyata tingkat efisiensi tertinggi terjadi pada tahun 1988/1989 dan 1997/1998, dan tingkat efisiensi terendah adalah pada periode pengamatan tahun 1995. Dalam kondisi pencemaran, tidak ada ruang untuk peningkatan *effort* dari tahun ke tahun. Seluruh proyeksi dari *effort* berada dalam kisaran 0%. Namun sebaliknya, dengan meningkatkan efisiensi, dalam hal ini apabila kondisi perairan tidak tercemar, maka potensi perbaikan output, dapat ditingkatkan dengan kisaran 2,08% sampai 718,94%.

Kesembilan, studi ini memperlihatkan suatu pendekatan yang berbeda dalam menghitung kerugian ekonomi dan kompensasi yang berkaitan dengan kerugian nilai ekonomi dari sumberdaya ikan. Bila dibandingkan dengan studi lainnya yang telah dilakukan peneliti terdahulu yang relatif pendekatannya adalah statik, studi ini

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengurniakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Kesepuluh, studi analisis keberlanjutan melalui *Rapfish* pada awal penelitian menunjukkan hasil yang konsisten dengan penelitian inti mengenai depresiasi. Hasil analisis *Rapfish* menunjukkan bahwa perikanan di dalam Teluk memiliki skor keberlanjutan secara ekonomi yang rendah, dan ini terbukti dari analisis depresiasi yang menghasilkan nilai ekonomi yang rendah sebagai akibat adanya kegiatan tangkap itu sendiri dan juga perairan yang tercemar. *Framework* kesimpulan secara diagramatis dapat dilihat pada Lampiran Disertasi.

8.2. Saran

Pengembangan model *embedded* interaksi perikanan pencemaran ini secara teoritis dapat dikembangkan lebih lanjut untuk menjembatani beberapa keterbatasan yang ada dalam penelitian ini. Seperti kita ketahui, bagaimanapun baiknya suatu model pada dasarnya hanyalah merupakan simplifikasi dari dunia nyata, dengan demikian penyempurnaan model untuk penelitian lebih lanjut akan menambahkan kesempurnaan dari model yang dikembangkan dalam penelitian ini.

Perikanan (laut) adalah sumberdaya yang *fugitive*. Migrasi ikan mengesampingkan batasan-batasan legal, sosial, politik, dan lain-lain. Hal ini sering menggiring sumberdaya ini pada "*tragedy of the common*" (Hardin, 1968)¹⁸, yang sebenarnya lebih akurat disebut sebagai "*tragedy of open access*" dalam kondisi dimana sumberdaya ini dinilai positif oleh pengguna, dapat terdegradasi jika digunakan dalam kondisi *open access* dalam arti akses sama sekali tidak dibatasi (Steele, 2000). Selain itu berbagai sistem alam baik itu biologi, kimia dan fisik saling

¹⁸ Konsep Hardin mengenai *tragedy of the common* ini kemudian menjadi suatu *fallacy of composition* (kesalahan yang sudah dianggap suatu kebenaran oleh sebagian masyarakat).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengurniakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

berinteraksi memberikan pengaruh yang nyata bagi keberlanjutan perikanan laut itu sendiri. Karenanya sistem pengelolaan perikanan sangat bersifat dinamis dan harus memperhatikan keseluruhan faktor yang terkait.

Dengan mempertimbangkan beberapa aspek di atas, maka pengembangan penelitian model *embedded* lebih lanjut dapat dikembangkan dari empat aspek utama, yakni aspek *stochasticity* dan dinamik dari model, aspek regional dan komunal, aspek *intertemporal* (antar waktu) dan aspek *inclusivity* (keterlibatan variabel) dari model. Pengembangan keempat aspek tersebut secara skematis dapat dilihat pada Lampiran Diseriasi.

Untuk aspek *stochasticity* dan dinamik, pengembangan model ke depan dapat dilakukan dengan mempertimbangkan aspek ketidak pastian, keterkaitan antar generasi (*overlapping generation*) dan aspek *seasonal variation* (keragaman musim). Aspek *seasonal variation*, misalnya dapat dikembangkan dengan mengembangkan lebih lanjut model perikanan dinamik terbaru seperti model Homans-Willen (Heap, 2003). Model ini menjembatani model yang stokastik menjadi deterministik dengan terlebih dahulu memasukkan faktor *seasonal variation* dalam model. Sementara untuk mengembangkan model *embedded* yang memperhitungkan aspek antara generasi dapat dilakukan dengan mengembangkan model *embedded* dengan model *overlapping generation (OLG) model*, dan aspek ketidak pastian dapat dijabatani dengan melakukan pendekatan *harmonic function* (Diaby, 1996).

Untuk aspek *intertemporal*, faktor-faktor yang terkait meliputi aspek *seasonal variation*, *short run adjustment* (penyesuaian jangka pendek) dan *switching adjustment*. Kedua jenis penyesuaian ini dapat terjadi pada sumberdaya perikanan dan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang memurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

keterkaitannya dengan pencemaran dimana penyesuaian akibat peningkatan pencemaran misalnya dapat saja terjadi secara cepat. Model *embedded* dalam penelitian ini belum mengakomodasi kondisi perubahan mendadak, drastis dan cepat, baik untuk pencemaran maupun perikanannya sendiri. Misalnya kondisi dimana terjadi pencemaran mendadak dalam jumlah *load* yang besar dan toksik sehingga terjadi kematian ikan yang tinggi, atau terjadi perubahan peningkatan/penurunan *effort* yang drastis. Dilain pihak dampak pencemaran juga bisa mengakibatkan dalam kurun waktu tertentu timbulnya pergeseran *effort (switching)* sehingga diperlukan mode yang mengakomodasi perubahan di atas. Pengembangan model yang mengakomodasi ketiga faktor di atas misalnya dapat dilakukan dengan menggabungkan model yang bersifat *MRAP (Most Rapid Approach)* dengan model *blocked interval* dan *swicting function model* (Arrow, 1968., Clark, 1990).

Aspek berikutnya dimana model dapat dikembangkan lebih detail, adalah menyangkut *inclusivity* (penambahan variabel) dari model. Sebagaimana dijelaskan sebelumnya, bahwa model ini mengasumsikan bahwa aspek *Lotka-Volterra* (kompetisi antara biomas) diabaikan. Dimasa mendatang, model *embedded* ini dapat dikembangkan dengan mengakomodasi faktor di atas dengan mengembangkan lebih jauh model yang telah dibangun oleh Woodward dan Bishop (1996). Selain itu, variabel pengendalian lingkungan (*green fishery*) dapat pula dimasukkan dengan mengembangkan lebih jauh model yang telah dibangun oleh Seijo dan Swallow (1999). Faktor lain yang juga cukup menarik untuk dikembangkan dari model ini adalah pengembangan *multi objectives* antara perikanan dan pencemaran. Sebagaimana kita ketahui, pembangunan perikanan di negara berkembang khususnya,

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan artikel atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

memiliki berbagai tujuan (*objectives*). Tujuan-tujuan tersebut dapat dikembangkan melalui *multiobjective programming* (Onal et.al, 1996) yang dapat dipadukan dengan model *embedded* yang telah dikembangkan dalam penelitian ini. Namun satu hal yang harus diperhatikan adalah bahwa risiko dari *inclusivity* adalah kompleksitas dari model yang pada akhirnya sering menimbulkan *computational burdersome* (kerumitan komputasi) yang harus dibayar pada penelitian yang semakin kompleks.

Aspek keempat dimana model dapat dikembangkan lebih jauh adalah menyangkut aspek spasial dan komunal dimana faktor regional, faktor pemain (*player*) dan faktor *equity* (kesejahteraan) menjadi sangat dominan. Dalam penelitian ini aspek kesejahteraan hanya dilihat dari pendekatan surplus produsen yang terjadi akibat interaksi perikanan pencemaran. Aspek kesejahteraan memang tidak hanya bisa dilakukan dengan pendekatan surplus. Namun dengan keterbatasan waktu dan data, penelitian ini restriktif terhadap pendekatan surplus tersebut. Oleh karenanya untuk mengakomodasi dampak kesejahteraan yang lebih komprehensif, disarankan untuk mengukur dampak kesejahteraan dengan pengukuran lain seperti pendekatan *utilitarian* (Dupont and Phipps, 1989) maupun pendekatan kompensasi lewat perhitungan *compensating variation* dan *equivalent variations*. Alternatif lainnya adalah dengan mengkombinasikan model yang telah dikembangkan disini dengan pendekatan *WTA* (*Willingness to Accept*) untuk menentukan kompensasi kerusakan lingkungan akibat pencemaran (Mathew, et al., 1999).

Dari sisi faktor spasial, untuk pengembangan penelitian mendatang, model yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat dimodifikasi lebih jauh dengan mengakomodasikan aspek regional yang ditimbulkan akibat interaksi perikanan-

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan artikel atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengurniakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

pencemaran. Dengan mengakomodasi cakupan wilayah yang lebih luas, model ini dapat dimodifikasi untuk melihat dampak spasial yang ditimbulkan serta implikasi kebijakannya, seperti yang dilakukan oleh Collins et al (1998).

Selanjutnya, untuk melihat faktor pemain dalam industri perikanan. Dalam penelitian ini, *key player* yang menjadi perhatian utama adalah industri perikanan. Disarankan bahwa dalam pengembangan ke depan, model ini dapat dikembangkan untuk melibatkan *multiplayer* misalnya dengan menggunakan pendekatan teori permainan (*Game Theory*) seperti yang dikembangkan oleh Dinar et al (2002). Namun demikian, dengan melibatkan *multiplayer*, pengembangan model kemudian akan menjadi lebih kompleks.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak Cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang memurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.