

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pembangunan Berkelanjutan

2.1.1. Pengertian Pembangunan Berkelanjutan

Secara definitif pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) ialah pembangunan yang menjamin keperluan hidup manusia di masa kini dengan tetap menyediakan bahan bagi kepentingan generasi mendatang. Istilah pembangunan berkelanjutan pertama kali diperkenalkan oleh *World Commission on Environment and Development* (WCED) pada tahun 1987 sebagai suatu komisi independen yang membahas serta memberikan rekomendasi terhadap persoalan-persoalan lingkungan global pasca konferensi Stockholm 1972. Menurut komisi ini, pembangunan berkelanjutan adalah pembangunan yang mengupayakan bagaimana memenuhi kebutuhan hidup hari ini tanpa mengurangi kemampuan generasi mendatang dalam memenuhi kebutuhan hidupnya (Bockisch, 2012)

Dalam perkembangannya, definisi pembangunan berkelanjutan mulai banyak dijabarkan oleh para ahli. Pembangunan berkelanjutan menurut Budimanta (2005, h.4) adalah Suatu cara pandang mengenai kegiatan yang dilakukan secara sistematis dan terencana dalam kerangka peningkatan kesejahteraan, kualitas kehidupan dan lingkungan umat manusia tanpa mengurangi akses dan kesempatan kepada generasi yang akan datang. Sedangkan Soemarwoto (2006, h.29) mendefinisikan pembangunan berkelanjutan sebagai perubahan positif sosial ekonomi yang tidak mengabaikan sistem ekologi dan sosial dimana masyarakat bergantung kepadanya. Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan bahwa pembangunan berkelanjutan adalah konsep pembangunan yang mengharapkan adanya keseimbangan sektor ekonomi, sosial, dan lingkungan.

Lebih lanjut dalam Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PPLH) mendefinisikan Pembangunan berkelanjutan sebagai “*Upaya sadar dan terencana yang memadukan aspek lingkungan hidup, sosial, dan ekonomi ke dalam strategi pembangunan untuk menjamin keutuhan lingkungan hidup serta keselamatan, kemampuan, kesejahteraan, dan mutu hidup generasi masa kini dan generasi masa depan*”.

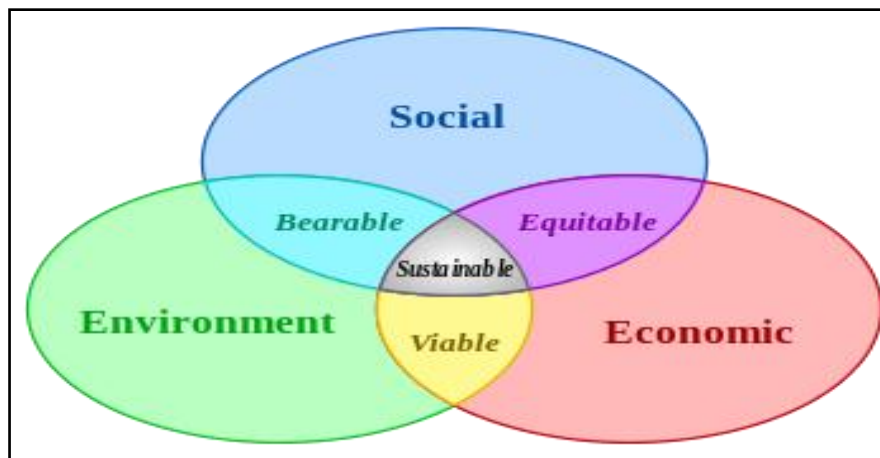
Dari berbagai definisi di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa pembangunan berkelanjutan bersifat jangka panjang antar generasi. Artinya tidak hanya mementingkan antar kelompok dalam sebuah generasi, tapi harus ada pemerataan antar generasi. Hal ini, mengisyaratkan bahwa suatu generasi tidak boleh menghabiskan sumberdaya alam yang ada dan tidak menyisakan bagi kepentingan generasi yang akan datang baik dari sisi kualitas maupun kuantitas. Dengan demikian dapat disimpulkan sebagaimana konsep pembangunan berkelanjutan menurut WCED, yaitu bahwa pembangunan harus berwawasan jangka panjang, yang meliputi jangka waktu antar generasi dengan berupaya memanfaatkan sekaligus menyediakan sumberdaya alam yang cukup dan lingkungan yang sehat sehingga dapat mendukung kehidupan.

Dalam hal sumberdaya alam hayati terbaharui (*renewable resources*), maka dalam pengelolaannya harus diupayakan untuk menjaga sifat terbarukan tersebut. Sedangkan dalam hal sumberdaya alam yang tidak dapat diperbaharui (*unrenewable resources*), maka dalam pengelolaan harus dilakukan secara terukur, dimana pada saat ketersediaan menipis maka sudah ada upaya antisipasi dini dalam mencari pengganti atas sumberdaya tersebut.

Sektor perikanan misalnya, tergolong sebagai sumberdaya alam yang terbaharui, namun jika terus dieksploitasi dia atas ambang nilai lestari dan tanpa mempertimbangkan kemampuan untuk memperbaharui diri, maka yang terjadi adalah degradasi terhadap ketersediaan stok dan lingkungan seperti yang saat ini terjadi.

2.1.2. Prinsip-Prinsip Pembangunan Berkelanjutan

Menurut Wheeler dan Beatley (2004), terdapat tiga pilar yang mendukung sifat berkelanjutan, yang saling berinteraksi satu sama lain, seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Kebutuhan manusia disebut berkelanjutan jika kebutuhan standar bisa didapatkan dalam waktu yang panjang. Kebutuhan standar yang dimaksud meliputi udara, air, dan sumber daya alam lainnya. Dengan demikian lingkungan dapat memberi kebutuhan dasar manusia sebagai makhluk sosial (*bearable*). Kebutuhan dasar manusia terhadap ekonomi disebut berkelanjutan jika memiliki kesamaan kesempatan (*equitable*) untuk mendapat pemenuhan kebutuhan. Sedangkan kebutuhan kegiatan ekonomi yang berkelanjutan tidak lepas dari ketersediaan lingkungan, seperti udara, air, tanaman, hewan dalam waktu yang lama (*viabel*).



Gambar 2. Tiga Pilar pendukung keberlanjutan (Bockish, 2012)

Dijelaskan selanjutnya bahwa setiap dimensi saling berhubungan dalam sistem yang dipicu oleh kekuatan dan tujuan. Ketiga dimensi tersebut yaitu: (1) dimensi ekonomi untuk melihat pengembangan sumberdaya manusia, khususnya melalui peningkatan konsumsi barang dan jasa pelayanan; (2) dimensi lingkungan difokuskan pada integritas sistem ekologi ; dan (3) dimensi sosial bertujuan untuk

meningkatkan hubungan antar manusia, pencapaian aspirasi individu dan kelompok dan penguatan nilai serta institusi.

Menurut Marlina (2009) mengatakan pembangunan berkelanjutan tidak saja berkonsentrasi pada isu-isu lingkungan. Lebih luas dari itu, pembangunan berkelanjutan mencakup tiga lingkup kebijakan: pembangunan ekonomi, pembangunan sosial dan perlindungan lingkungan (selanjutnya disebut 3 Pilar Pembangunan berkelanjutan). Konsep keberlanjutan dapat diperinci menjadi tiga aspek pemahaman, yaitu : (1) Keberlanjutan ekonomi yang diartikan sebagai pembangunan yang mampu menghasilkan barang dan jasa secara kontinyu untuk memelihara keberlanjutan pemerintahan dan menghindari terjadinya ketidakseimbangan sektoral yang dapat merusak produksi pertanian dan industri; (2) Keberlanjutan lingkungan diartikan bahwa sistem keberlanjutan secara lingkungan harus mampu memelihara sumber daya yang stabil, menghindari eksploitasi sumber daya alam dan fungsi penyerapan lingkungan. Konsep ini juga menyangkut pemeliharaan keanekaragaman hayati, stabilitas ruang udara, dan fungsi ekosistem lainnya yang tidak termasuk kategori sumber-sumber ekonomi; dan (3) Keberlanjutan sosial yang diartikan sebagai sistem yang mampu mencapai kesetaraan, penyediaan layanan sosial termasuk kesehatan, pendidikan, gender, dan akuntabilitas politik (Fauzi, 2004).

Prinsip dan karakteristik pembangunan berkelanjutan yang harus diperhatikan dan diterapkan dalam melakukan pembangunan menurut Budimanta (2005, h.7) adalah sebagai berikut: (1) Cara berpikir yang integratif, pembangunan harus melihat keterkaitan fungsional dari kompleksitas antara sistem alam, sistem sosial dan manusia di dalam merencanakan, maupun melaksanakan pembangunan; (2) Pembangunan berkelanjutan harus dilihat dalam perspektif jangka panjang. Hingga saat ini yang banyak mendominasi pemikiran para pengambil keputusan dalam pembangunan adalah kerangka pikir jangka pendek; (3) Mempertimbangkan keanekaragaman hayati, untuk memastikan bahwa sumberdaya alam selalu tersedia secara berkelanjutan untuk masa kini dan masa mendatang; dan (4) Distribusi keadilan sosial ekonomi. Dalam konteks ini dapat dikatakan pembangunan berkelanjutan menjamin adanya pemerataan dan keadilan

sosial yang ditandai dengan meratanya sumber daya lahan dan faktor produksi yang lain.

Konsep pembangunan berkelanjutan dijabarkan dalam prinsip-prinsip yang selanjutnya dijabarkan dalam hukum lingkungan. Prinsip-prinsip yang terkandung dalam konsep pembangunan berkelanjutan dikemukakan secara lebih rinci dalam deklarasi dan perjanjian internasional UNCED (*United Nations Conference on Environmental and Development*) di Rio de Janeiro pada tahun 1992. Secara formal prinsip-prinsip utama pembangunan berkelanjutan yaitu :

a. Prinsip keadilan antar generasi.

Prinsip ini mengandung makna bahwa setiap generasi umat manusia di dunia memiliki hak untuk menerima dan menempati bumi bukan dalam kondisi buruk akibat perbuatan generasi sebelumnya. Edit Brown Weiss menyebutkan bahwa tindakan generasi sekarang yang sangat merugikan generasi mendatang yaitu : *Pertama*, konsumsi yang berlebihan terhadap sumberdaya berkualitas, sehingga membuat generasi mendatang harus membayar lebih mahal untuk in-efisiensi dalam penggunaan sumberdaya alam yang dilakukan generasi sekarang; *Kedua*, ada pemanfaatan sumberdaya alam yang berlebihan, dimana sampai sekarang belum diketahui manfaat terbaiknya, tetapi sangat merugikan generasi mendatang; *Ketiga*, pemakaian sumberdaya alam secara eksploitatif membuat generasi mendatang tidak memiliki keragaman sumberdaya alam. Berdasarkan masalah yang terdapat dalam hubungan antar generasi sekarang dengan generasi mendatang ini, maka Edith Brown Wiess mengajukan konsep Prinsip Keadilan Antar Generasi (*intergenerational equity*). Prinsip keadilan antar generasi selanjutnya dijabarkan dalam kewajiban-kewajiban yang pada garis besarnya adalah : (a) Kewajiban untuk mengurangi pencemaran sampai pada tingkat yang minimum; (b) Kewajiban untuk mengembangkan teknologi yang tidak merusak lingkungan; (c)

Kewajiban untuk mengambil langkah pencegahan dan kerusakan lingkungan.

b. Prinsip Keadilan Dalam Satu Generasi

Prinsip keadilan dalam satu generasi (*intragenerational equity*) merupakan prinsip yang berbicara tentang keadilan di dalam sebuah generasi umat manusia, dimana beban dari permasalahan lingkungan harus dipikul bersama oleh masyarakat dalam satu generasi. Prinsip ini sangat berkaitan erat dengan isu lingkungan dan pembangunan berkelanjutan karena beberapa alasan :

1. Beban dan permasalahan lingkungan dipikul oleh masyarakat lemah secara ekonomi dan sosial;
2. Kemiskinan mengakibatkan degradasi lingkungan, karena masyarakat yang masih pada taraf pemenuhan kebutuhan dasar pada umumnya terpaksa mengorbankan lingkungan hidup;
3. Upaya-upaya perlindungan lingkungan dapat memberikan dampak negatif pada sektor-sektor tertentu dalam masyarakat, namun disisi lain bisa menguntungkan sektor lain;
4. Tidak semua anggota masyarakat memiliki akses yang sama dalam proses pengambilan keputusan yang berdampak pada lingkungan.

c. Prinsip Kehati-hatian

Prinsip pencegahan dini (*precautionary principle*) mengandung suatu pengertian bahwa apabila terdapat ancaman berarti, atau adanya ancaman kerusakan lingkungan yang tidak dapat dipulihkan, ketiadaan temuan atau pembuktian ilmiah yang konklusif dan pasti, tidak dapat dijadikan alasan untuk menunda upaya-upaya untuk mencegah terjadinya kerusakan lingkungan. Dalam menerapkan prinsip ini, pengambilan keputusan harus dilandasi oleh : *Pertama*, evaluasi yang sungguh-sungguh untuk mencegah seoptimal mungkin kerusakan

lingkungan yang tidak dapat dipulihkan. *Kedua*, penilaian dengan melakukan analisis resiko dengan menggunakan beberapa opsi. Prinsip ini merupakan respon terhadap kebijakan lingkungan konvensional, dimana upaya pencegahan dan penanggungan baru dapat dilakukan setelah resiko benar-benar terjadi dan terbukti secara meyakinkan.

d. Prinsip Perlindungan Keragaman Hayati

Keragaman hayati dikonsepsikan sebagai jumlah jenis. Makin besar jumlah jenis, makin besar pula keragaman hayatinya. Melalui proses evolusi, dengan terus menerus terjadilah jenis baru. Sebaliknya dengan terus menerus pula terjadi kepunahan jenis. Perlindungan keragaman hayati merupakan prasyarat dari berhasil tidaknya pelaksanaan prinsip keadilan antar generasi. Perlindungan keragaman hayati juga merupakan prasyarat terwujudnya keadilan dalam satu generasi. Berkurangnya keragaman hayati di dunia memberikan dampak signifikan bagi ketersediaan bahan-bahan obat-obatan yang berguna bagi umat manusia. Bahkan manusia sesungguhnya belum tahu manfaat terbaik dari keragaman hayati yang dihabiskannya. Berlatang belakang inilah PBB dalam *Earth Summit 1992* (Konferensi PBB tentang Lingkungan dan Pembangunan) menerima konvensi keragaman hayati (*United Nations on Biological Diversity*). Konvensi tersebut telah diratifikasi oleh Indonesia dengan Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1994 tentang Pengesahan Konvensi Keragaman Hayati.

e. Pencemar Harus Membayar

Dalam jangka waktu yang lama, kerusakan lingkungan atau pencemaran lingkungan merupakan resiko yang harus ditanggung masyarakat dari kegiatan produksi. Pencemaran dan atau kerusakan

lingkungan tidak dianggap sebagai bagian dari proses produksi yang juga harus ditanggung oleh perusahaan atau pemrakarsa. Fenomena ini merefleksikan ketidakadilan yang diterima masyarakat selaku korban. Perusahaan atau pemrakarsa hanya melihat sisi keuntungan dari sebuah proses produksi, tidak melihat pembuangan limbah (*waste*) sebagai bagian dari proses produksi yang juga harus dikelola oleh pengusaha. Oleh karena itu biaya kerusakan lingkungan harus diintegrasikan ke dalam proses pengambilan keputusan yang berkaitan dengan penggunaan sumber daya alam tersebut. Masalah lingkungan pada hakekatnya timbul karena adanya kegiatan ekonomi. Konsekwensi lebih lanjut upaya penanggulangan kerusakan lingkungan seharusnya dapat pula dilakukan melalui pendekatan ekonomi. Kerusakan lingkungan dapat dilihat sebagai *eksternal cost* dari suatu kegiatan ekonomi yang diderita oleh pihak yang tidak terlibat dalam kegiatan ekonomi tersebut. Secara langsung atau tidak langsung prinsip internalisasi biaya lingkungan menjadi pembeda adanya konsep tanggungjawab sosial perusahaan (*corporate social responsibility*).

Tingginya keragaman hayati akan menjamin berlanjutnya kehidupan, oleh karena itu adalah hal mutlak bagi setiap negara dan individu untuk mempertahankan, mengembangkan, dan melindungi keragaman hayati dunia. Berdasarkan hal tersebut, benarlah bahwa konsep pembangunan berkelanjutan merupakan konsep yang universal, sehingga menjadi agenda bersama meskipun *action* antar negara berbeda.

2.2. Perikanan Budidaya Berkelanjutan

2.2.1. Penerapan Perikanan Budidaya yang Bertanggungjawab

Produksi perikanan budidaya dunia mengalami tren peningkatan yang signifikan yaitu lebih dari 1000% dalam kurun waktu tahun 2006 sampai dengan tahun 2011, dimana FAO memprediksi ke depan perikanan budidaya akan

menjadi andalan bagi pemenuhan kebutuhan pangan masyarakat global (FAO, 2012).

Namun disisi lain, perikanan budidaya juga dihadapkan pada suatu tantangan besar yaitu bagaimana memenuhi kebutuhan pangan yang kian meningkat ditengah permasalahan penurunan kualitas sumberdaya alam dan lingkungan global. Kondisi ini sudah barang tentu akan berpengaruh besar terhadap perwujudan ketahanan pangan masyarakat global (*global food security*) yang justru ke depan akan semakin bergantung pada sumber gizi ikani (Ispikani, 20150).

Tantangan lainnya, sebagaimana dalam buku “*Challenging the Aquaculture Industry on Sustainability*”, edisi Maret 2008 yang diterbitkan Greenpeace International”, justru menyampaikan fakta bahwa industri perikanan budidaya turut memberikan kontribusi potensi dampak negatif terhadap fenomena perubahan lingkungan global saat ini. Dampak negatif tersebut antara lain berkaitan dengan alih fungsi lahan (*land conversion*), emisi, biodiversity, pencemaran akibat polutan (nutrien, dan bahan kimia), dan isu lain yang berkaitan dengan konflik pemanfaatan sumberdaya air.

Bedasarkan konsep pembangunan berkelanjutan tersebut, FAO (1989), mendefinisikan “Pembangunan Perikanan Berkelanjutan” adalah Pengelolaan dan konservasi basis sumberdaya alam, dan orientasi perubahan teknologi dan kelembagaan guna menjamin tercapainya dan terpauaskannya kebutuhan manusia generasi saat ini maupun mendatang. Pembangunan perikanan berkelanjutan mengkonservasi perairan, sumberdaya genetik tanaman maupun hewan, tidak merusak lingkungan, tepat guna secara teknis, layak secara ekonomis, dan diterima secara sosial.

Sub sektor perikanan budidaya sebagai bagian dari sumberdaya alam harus dipandang bukan hanya sebagai sebuah sumber ekonomi semata, namun harus dimaknai sebagai sumberdaya yang perlu dikelola secara bertanggungjawab, karena faktanya aktivitas budidaya juga tidak terlepas dalam memberikan kontribusi terhadap perubahan lingkungan, sama halnya dengan sektor lain sejenis seperti pertanian terutama pada aktivitas budidaya sebagai sebuah industri.

Sebagaimana dalam *FAO-Code of Conduct for Fisheries Responsibility* (1995), kita dapat menyimpulkan bahwa prinsip budidaya berkelanjutan harusnya dilihat dalam perspektif pembangunan berkelanjutan yang menitikberatkan pada 5 (lima) dimensi yaitu ekologi, ekonomi, sosial, teknologi dan infrastruktur, dan kebijakan dan kelembagaan. Ke-lima dimensi inilah yang sejatinya menjadi bahan acuan bagi pola pengelolaan budidaya yang berkelanjutan. Pembangunan berkelanjutan adalah upaya pengelolaan dan konservasi sumber daya alam yang didasarkan pada orientasi teknologi dan institusi guna memenuhi kebutuhan hidup generasi sekarang dan menjamin ketersediaan sumberdaya baik kuantitas maupun kualitas untuk generasi yang akan datang. Prinsip pembangunan berkelanjutan (di sektor pertanian , kehutanan , perikanan) harus diupayakan untuk tetap melestarikan tanah/lahan , sumberdaya air, tumbuhan, sumberdaya hewan, menjamin tidak terjadinya degradasi lingkungan, memmpertimbangkan kelayakan teknis, kelayakan ekonomi, dan keberterimaan secara sosial (*Code of Conduct for Responsible Fisheries - CCRF, FAO, 1995*).

Merujuk pada apa yang dihasilkan dalam konperensi PBB tentang lingkungan dan pembangunan di Rio de Jenairo pada tahun 1992, terkait prinsip utama pembangunan berkelanjutan, maka dapat dimaknai bahwa pengelolaan perikanan budidaya harus mampu menindaklanjuti beberapa prinsip yaitu : (1) Prinsip keadilan intra dan antar generasi, prinsip ini menjamin bahwa sebuah pengelolaan perikanan budidaya harus dilakukan secara bijaksana dan tidak boleh mengorbankan masa depan generasi yang akan datang yaitu dengan memberikan jaminan ketersediaan sumberdaya baik kualitas maupun kuantitas. (2) Prinsip kehati-hatian, bahwa setiap perencanaan pengelolaan maupun aktivitas usaha budidaya harus terukur dan mengedepankan analisis resiko sebagai bentuk pencegahan dini terhadap potensi dampak yang ditimbulkan dari aktivitas usaha budidaya, sehingga tidak berdampak jangka panjang terhadap keberlanjutan sumberdaya itu sendiri. (3) Pengelolaan budidaya harus menjamin keanekaragaman hayati tetap terjaga, disamping itu peran budidaya juga cukup strategis dalam mengembalikan keanekaragaman hayati yang mulai hilang yaitu dengan mendorong penerapan bioteknologi perikanan budidaya yang ramah

lingkungann. (4) Pengelolaan industri budidaya seyogyannya juga memasukan biaya lingkungan ke dalam biaya produksi, dimana selama ini biaya lingkungan hanyalah faktor eksternal (*external cost*). Kedepan sudah saatnya dilakukan internalisasi biaya lingkungan kedalam proses produksi, ini penting sebagai bentuk tanggungjawa lingkungan (kompensasi jasa lingkungan).

Pengelolaan usaha budidaya tidak dikatakan berkelanjutan tanpa mempertimbangkan aspek lingkungan di dalamnya. Dengan kata lain, lingkungan dimaksud bukan hanya lingkungan yang terfokus pada *on farm*, tapi lingkungan dalam arti luas yang berkaitan dengan jaminan keseimbangan siklus alamiah yang membangun sebuah ekosistem secara keseluruhan.

FAO -*Code of Conduct for Responsible Aquaculture* (1995) telah memberikan *acuan* kepada negara-negara di dunia bagaimana melakukan pengelolaan akuakultur secara bertanggungjawab dengan menjamin kelestarian sumberdaya alam dan lingkungan. Merujuk pada apa yang telah diamanatkan dalam FAO-*code of conduct* di atas, kita dapat memetakan terkait interaksi antara akuakultur dengan dimensi lingkungan sebagai salah satu indikator sebuah pengelolaan usaha budidaya bisa dikatakan sustain.

Dalam konteks perikanan berkelanjutan, maka perlu ada perubahan paradigma pola pengelolaan akuakultur ke arah yang berbasis pada eko-akuakultur (merujuk pada istilah agroekologi). Prinsip eko-akuakultur merupakan pendekatan yang berbasis pada upaya konservasi, dimana didalamnya dimaknai sebagai upaya pelestarian sumberdaya dan lingkungan (*save*); pembelajaran/riset (*study*), dan pemanfaatan untuk kesejahteraan (*use for Prosperity*). Adapun indikator eko-akuakultur dalam kerangka prinsip *sustainability* harus mencakup beberapa poin isu utama, yaitu :

Pertama, konversi lahan (*land conversion*). Pengembangan kawasan akuakultur tidak boleh mengorbankan kawasan penyangga, kawasan konservasi, dan kawasan-kawasan lain yang bersifat vital sebagai penopang ekosistem secara keseluruhan. Dalam penetapan kawasan budidaya tambak, misalnya, maka pelaku usaha wajib menyediakan *spare* minimal 20% dari total lahan potensial untuk kawasan penyangga (*buffer zone*), begitupun dengan jenis budidaya lainnya.

Maraknya alih fungsi lahan hutan mangrove beberapa dekade yang lalu menjadi lahan pertambakan secara tak terkendali, pada kenyataannya telah mendegradasi struktur, komposisi dan fungsi ekosistem yang ada. Kondisi ini pada akhirnya juga menjadi bumerang bagi aktivitas akuakultur dan menyisakan masalah berkepanjangan hingga saat ini. Merebaknya hama dan penyakit pada ikan dan udang merupakan bagian mata rantai sebagai akibat terabaikannya aspek ekologis yang membangun sebuah ekosistem tersebut. Berbagai kasus alih fungsi lahan juga dikhawatirkan para pakar. Menurut Byron and Costa-Pierce (2010) bahwa pertumbuhan yang cepat dari kegiatan akuakultur dapat menyebabkan terjadinya dampak ekologi dan sosial sehingga dapat menimbulkan konflik seperti kegiatan akuakultur akan bersaing dalam pemanfaatan ruang dan sumber daya terhadap tanah, air, dan pantai.

Kedua, daya dukung dan daya tampung lingkungan. Daya dukung lingkungan secara umum diartikan sebagai kemampuan lingkungan dalam menopang/mendukung perikehidupan makhluk hidup. Dalam konteks akuakultur, maka daya dukung lingkungan merupakan kemampuan lingkungan dalam menopang kehidupan ikan secara optimal. Sedangkan daya tampung lingkungan sebagaimana Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup merupakan *kemampuan lingkungan untuk menyerap zat, energi, dan/atau komponen lain yang masuk atau dimasukkan ke dalamnya*.

Daya dukung lingkungan yang baik adalah pada kondisi dimana siklus kehidupan dalam sebuah ekosistem berjalan dengan normal, sehingga mampu menopang perikehidupan ikan/udang yang dibudidayakan. Sangat disayangkan, manakala pelaku usaha budidaya karena termotivasi meraup hasil produksi yang tinggi lantas melakukan budidaya tanpa memperhitungkan daya dukung lingkungan yang ada.

Di perairan umum maupun kawasan teluk berbagai masalah lingkungan kemudian muncul dan mengakibatkan masalah pada usaha budidaya dan ekosistem secara umum. Contoh konkrit adalah kasus degradasi lingkungan pada waduk Cirata. Tidak dapat dipungkiri bahwa masalah waduk Cirata yang

mencapai titik klimaks adalah sebagai akibat terabaikannya aturan hukum yang dibuat, sayangnya Pemerintah sebagai regulator dalam hal ini justru abai terutama dari aspek perencanaan, pengawasan, evaluasi dan penegakan di lapangan. Rusaknya ekosistem DAS dan tidak terkendalinya aktivitas KJA adalah bukti lemahnya implementasi aturan dan jelas secara hukum adalah bentuk suatu pelanggaran terhadap peraturan perundang-undangan yang ada termasuk didalamnya terkait aturan perijinan dan zonasi/tata ruang. Jika regulasi/aturan yang ada dijalankan dengan baik, maka masalah waduk Cirata dan perairan umum di Indonesia bisa diantisipasi dengan baik. Sebuah regulasi/aturan dibuat seyogyanya merupakan bentuk antisipasi dini (ke hati-hatian) yang merupakan bagian dari prinsip pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*).

Dilain pihak modernisasi teknologi akuakultur yang berbasis industri kian cepat, disatu sisi merupakan bentuk keberhasilan dalam upaya menggenjot produksi akuakultur, namun disisi lain tanpa kita sadari justru berpotensi tidak mampu dirasakan secara jangka panjang. Modernisasi teknologi yang tak terkontrol memicu penggunaan input produksi dan energi yang besar, dimana pada akhirnya akan menghasilkan beban limbah buangan budidaya yang tinggi baik padat maupun cair, dan sudah barang tentu emisi. Penerapan *high density* misalnya, akan memicu penggunaan input pakan dan energi, disatu sisi belum adanya jaminan pengelolaan limbah yang efektif, atau lebih parah lagi tidak dilakukannya kajian daya dukung lingkungan sebelumnya. Kondisi ini sudah dipastikan akan menimbulkan masalah di kemudian hari.

Upaya beberapa negara-negara di dunia khususnya di Uni Eropa yang mulai menggeser paradigma pengelolaan akuakultur dari berbasis modernisasi teknologi kepada akuakultur yang berbasis ekosistem, patut menjadi bahan pertimbangan. Penerapan IMTA (*integrated Multi Trophic Aquaculture*) dan pengelolaan yang berbasis ekosistem lainnya, sudah semestinya di dorong mulai saat ini. Pemetaan daya dukung lahan pada sentral produksi dan kawasan potensial menjadi sesuatu yang mutlak untuk segera dilakukan, sehingga akan memberikan acuan rekomendasi bagi pengelolaan akuakultur dan tingkatan teknologi yang dapat diterapkan.

Ketiga, proses domestikasi (*domestication*). Dalam dunia akuakultur, proses domestikasi suatu spesies merupakan hal lumrah dan diperlukan. Seiring perkembangan rekayasa teknologi akuakultur yang sudah sedemikian maju, domestikasi telah memberikan dampak positif terhadap peningkatan produksi akuakultur saat ini.

Sebagaimana yang disampaikan IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*) bahwa dalam konteks dimensi lingkungan, maka perlu ada semacam acuan terkait kegiatan domestikasi dimaksud, yaitu : (a) *Selective breeding* harus didorong sebagai upaya dalam menghasilkan spesies yang unggul, namun demikian harus dirancang dalam meminimalisir potensi dampak terhadap *biodiversity*; (b) sistem budidaya harus dirancang sebagai upaya mengurangi pelepasan spesies hasil rekayasa genetik ke alam liar (*escape management*); (c) pembuatan bank gen dari spesies ikan liar harus didorong sebagai tempat sumber genetik.

Keempat, pakan (*feed*). Permasalahan pakan seolah tidak ada habisnya, bayangkan lebih dari 60% dari total *cost* produksi dikeluarkan untuk biaya pakan. Isu pakan juga menjadi isu strategis sebagai permasalahan utama dalam bisnis akuakultur global. Bukan hanya karena merupakan bagian terbesar penyusun *cost* produksi, namun disisi lain dalam dimensi lingkungan, ternyata pakan berpotensi cukup besar dalam memberikan kontribusi terhadap permasalahan lingkungan yang terjadi saat ini.

Bahan baku pakan khususnya *high protein* masih mengandalkan pada tepung ikan yang didapatkan dari hasil tangkapan ikan laut non ekonomis. Kondisi ini tentunya sangat bertentangan dengan upaya mewujudkan *food security*, terlebih jika *raw material* pakan dihasilkan dengan cara-cara yang tidak *sustainable* yang justru mengancam *biodiversity*.

Terkait isu bahan baku pakan, maka beberapa rekomendasi yang patut menjadi bahan perhatian, yaitu : (a) sumber bahan baku pakan harus terjamin aspek keberlanjutannya, dimana sumber bahan baku pakan tersebut didapatkan dengan tanpa mengganggu ekosistem yang ada. Pada negara-negara eksportir tepung ikan seperti Chili, sertifikasi *sustainability* sumber bahan baku tepung ikan

menjadi salah satu persyaratan ekspor. Salah satu sertifikasi terkait tepung ikan misalnya yang dikeluarkan oleh IFFO (*International Fishmeal and Fish Oil*). Sertifikasi IFFO merupakan sebuah bentuk legalitas terkait tanggungjawab lingkungan; (b) mendorong penggunaan pakan melalui manajemen pengelolaan pakan secara efisien; (c) mendorong adanya kajian terkait alternatif penggunaan bahan baku tepung ikan dan minyak ikan (*fish oil*) selain yang berasal dari hasil tangkapan ikan. Salah satu upaya yang patut dijadikan rujukan adalah memproduksi tepung ikan dari sisa (*by product*) industri pengolahan ikan sebagaimana yang telah dilakukan uji coba pada beberapa negara di Eropa; (d) dalam upaya mengurangi ketergantungan pada pakan *high protein*, maka sudah saatnya didorong budidaya ikan berbasis pada komoditas *low-trophic level* (IUCN, 2007); dan (e) mendorong akuakultur berbasis ekosistem (*ecosystem-base aquaculture*).

Kelima, potensi limbah (pollutan). Industri akuakultur di satu sisi berpotensi dalam menghasilkan limbah pollutan. Pollutan tersebut berpotensi besar sebagai akibat dari akumulasi bahan organik. Penggunaan pakan dan bahan organik lain yang tidak terkontrol (tidak efisien) disinyalir akan mengakibatkan akumulasi bahan organik yang justru jika tidak ada penanganan yang efektif, akan mengakibatkan dampak negatif terhadap lingkungan. Peningkatan BOD (*biological oxygen demand*) secara signifikan merupakan indikator terjadinya pencemaran lingkungan.

Limbah partikel organik yang berasal dari KJA secara nyata berpengaruh terhadap lingkungan bentik. Ruiz et al. (2001) melaporkan bahwa *loading* yang berasal dari budidaya ikan (30 KJA pada luasan 7 ha dan kedalaman 20 m) akan berdampak pada hilangnya padang lamun (*Posidonia oceanica*) seluas 11,29 ha. Dampak lain limbah budi- daya ini adalah terjadinya penurunan keanekaragaman infauna dalam sedimen dan degradasi dasar perairan, jika limbah menghasilkan deposit C organik melebihi 0,7 kgC/m²/tahun (Gillibrand et al., 2002). Menurut Beveridge (2004) bahwa sekitar 15-30% nitrogen (N) dan fosfor (P) dalam pakan akan diretensikan dalam daging ikan, sedangkan sisanya terbuang ke lingkungan. Sedangkan Folke et al. (1994) menyetarakan beban

limbah budidaya yang dihasilkan sama dengan beban limbah pemukiman yang didiami sebanyak 850 – 3.200 orang untuk memproduksi 100 ton ikan.

Efektivitas pengelolaan budidaya yang menerapkan *Best management Practices* dan pengelolaan dan pengendalian limbah buangan harus menjadi fokus utama. Perangkat IPAL (instalansi pengelolaan limbah) yang efektif menjadi syarat mutlak yang harus ada dalam aktivitas industri akuakultur. Potensi polutan juga dapat berasal dari bahan kimia dan biologis yang digunakan dalam proses produksi akuakultur, oleh karena itu maka pengawasan dan kontrol secara intensif terhadap rangkaian proses budidaya mutlak dilakukan. Industri akuakultur ke depan harus didorong agar melakukan inovasi yang mengedepankan teknologi/produksi bersih yang *nir-limbah* atau dengan kata lain menerapkan prinsip eko-efisiensi.

Keenam, Emisi (*emission*). Fenomena *global warming* sebagai akibat efek gas rumah kaca, pada kenyataannya tidak hanya disebabkan oleh aktivitas industri, namun demikian kontribusi sektor lain dalam hal ini agrikultur dan akuakultur juga memberikan *share* terhadap perubahan iklim global. Penggunaan pakan buatan (pabrikasi) dan energi fosil merupakan unsur yang memberikan kontribusi besar pada emisi karbon. Dalam dimensi lingkungan, sebuah pengelolaan usaha akuakultur yang masih mengandalkan energi fosil belum dapat dikatakan berkelanjutan.

Ada hal menarik, hasil *carbon tracing* terhadap aktivitas budidaya tambak intensif menyebutkan bahwa emisi karbon cukup banyak disumbangkan oleh penggunaan energi fosil dan pakan (terutama pakan pabrikasi). Dalam produksi per ton udang vaname dengan teknologi bioflok (intensif) menghasilkan dampak terhadap lingkungan dalam hal ini *global warming potential (GWP)* sebesar $7336,77 \pm 1,46$ kg CO₂eq, dimana nilai tersebut berasal dari kontribusi penggunaan energi listrik sebesar 43%, pakan udang 38% dan sarana produksi 18% (Ma'in *et al.*, 2013). Berkaitan dengan hal tersebut, maka strategi yang memungkinkan dilakukan dalam meminimalisir dampak emisi yaitu ; (a) perlu dilakukan perbaikan manajemen pemberian pakan berbasis kualitas air, dan

peningkatan efisiensi pakan; (b) pengurangan konsumsi energi listrik; dan (c) pengelolaan limbah yang efektif (Ma'in *et al.*, 2013).

Ketujuh, keanekaragaman hayati (*Biodiversity*). Dalam pembahasan IBSAP (*Indonesia Biodiversity Strategy and Action Plan*) yang digagas Bappenas tahun 2014 yang lalu memberikan arahan kepada lintas sektoral termasuk sektor Kelautan dan Perikanan untuk turut serta dalam menjaga keberadaan keanekaragaman hayati. Sub sektor perikanan budidaya mempunyai peran penting dalam menjamin kelestarian *biodiversity* salah satunya melalui peran domestikasi dan pengembangan bioteknologi akuakultur.

Saat ini, sub sektor perikanan budidaya sudah semestinya didorong bukan hanya pada komoditas ekonomis penting yang berbasis pada *market oriented*, namun sudah harus fokus dalam mempertahankan dan mengembangkan komoditas yang berbasis spesies endemik lokal dan spesies yang terancam kelestariannya. Disisi lain, bioteknologi akuakultur yang berkaitan dengan rekayasa genetik harus diantisipasi agar tidak berdampak negatif terhadap spesies yang ada di alam (*wild species*) dengan memproteksi agar tidak lepas ke alam. Sub sektor akuakultur juga harus berperan dalam memproteksi perkembangan spesies-spesies ikan yang bersifat invasif serta melakukan kajian dampak terhadap *biodiversity*. Introduksi komoditas *alien invasif species* pada perairan umum melalui upaya *restocking* harus dihindari, sebagai upaya menjaga kelestarian ikan endemik lokal. Data menyebutkan bahwa produksi ikan alien invasif species menunjukkan tren peningkatan yang cukup signifikan, sedangkan ikan endemik lokal dan *non alien spesies* justru mengalami penurunan. Oleh sebab itu pengelolaan akuakultur yang bertanggungjawab harus mengedepankan prinsip kehati-hatian yaitu setiap perencanaan pengelolaan harus terukur dan mengedepankan analisis resiko sebagai bentuk pencegahan dini terhadap potensi dampak yang ditimbulkan dari aktivitas usaha akuakultur.

Kedelapan, penilaian lingkungan (*Environmental assesment*). Isu lingkungan telah memasuki ranah lalu lintas perdagangan global saat ini khususnya yang berbasis sumberdaya alam. Beragam standar dan persyaratan ekspor yang berkaitan dengan sertifikasi produk telah banyak dikeluarkan baik

bersifat privat standar maupun publik standar. Fenomena ini walaupun terasa memberatkan tapi harus diakui bahwa kesemuanya membuktikan adanya sebuah kesadaran masyarakat global terkait pentingnya menerapkan prinsip *sustainable development*.

Keberlanjutan dapat dicapai ketika kondisi lingkungan yang stabil dapat dipertahankan, dimana pengelolaan sumberdaya alam harus dilakukan dengan ramah lingkungan. Oleh karena itu setiap kegiatan termasuk pengelolaan usaha perikanan budidaya sudah seharusnya memahami terkait langkah-langkah umum pengelolaan sumberdaya berkelanjutan dimana didalamnya mempertimbangkan sekurang-kurangnya yaitu aspek ekologis, aspek sosial, budaya, dan ekonomi. (Frankic and Hershner, 2001).

Sedangkan Rogers *et al* (2007) menyatakan bahwa terdapat tiga pilar utama dalam pembangunan berkelanjutan yaitu dimensi ekologi, dimensi sosial dan dimensi ekonomi. Dimensi ekologi artinya optimalisasi manfaat ekologis tidak harus mengabaikan aspek ekonomi dan sosial. Dimensi sosial maksudnya tidak harus mengabaikan aspek ekonomi dan ekologis. Sedangkan dimensi ekonomi artinya tidak mengabaikan dimensi ekologi dan sosial. Dengan demikian ketiga pilar tersebut harus digerakkan secara simultan dalam perencanaan dan implimentasi pembangunan.

Pembangunan berkelanjutan termasuk perikanan berkelanjutan bertumpu pada tiga pilar yaitu: ekonomi, sosial dan lingkungan. Lebih lanjut dijelaskan bahwa suatu kegiatan pembangunan termasuk perikanan dikatakan berkelanjutan jika memenuhi kriteria diantaranya yaitu : (1) Suatu kondisi dikatakan berkelanjutan (*sustainable*) jika *utilitas* yang diperoleh masyarakat tidak berkurang sepanjang waktu dan konsumsi tidak menurun sepanjang waktu (*non-declining consumption*), (2) keberlanjutan adalah kondisi dimana sumber daya alam dikelola sedemikian rupa untuk memelihara kesempatan produksi dimasa mendatang, (3) keberlanjutan adalah kondisi dimana sumber daya alam (*natural capital stock*) tidak berkurang sepanjang waktu (*non-declining*), (4) keberlanjutan adalah kondisi dimana sumber daya alam dikelola untuk mempertahankan

produksi jasa sumber daya alam, dan (5) keberlanjutan adalah adanya kondisi keseimbangan dan daya tahan (*resilience*) ekosistem terpenuhi (Fauzi, 2004).

2.2.2. Dimensi Keberlanjutan dalam Perikanan Budidaya

Dalam konteks perikanan budidaya, prinsip keberlanjutan harus dimaknai sebagai upaya pengelolaan sumberdaya akuakultur secara bertanggungjawab dengan tetap menjamin kualitas lingkungan dan upaya konservasi sumberdaya alam. Charles (2001) mendefinisikan bahwa pengelolaan perikanan berkelanjutan sebagai perubahan positif alam melakukan pengelolaan sumberdaya ekonomi dibidang perikanan dengan tidak mengorbankan sistem ekologi dan sistem sosial.

Menurut Fauzi and Anna (2005), idealnya pembangunan perikanan berkelanjutan mengandung aspek-aspek :

- 1) *Ecological sustainability* (keberlanjutan ekologi). Dalam pandangan ini memelihara keberlanjutan stok atau biomassa sehingga tidak melewati daya dukungnya, serta meningkatkan kapasitas dan kualitas dari ekosistem menjadi perhatian utama.
- 2) *Socioeconomic sustainability* (keberlanjutan sosio-ekonomi). Konsep ini mengandung makna bahwa pembangunan perikanan harus memperhatikan keberlanjutan dari kesejahteraan pelaku perikanan pada tingkat individu. Dengan kata lain, mempertahankan atau mencapai tingkat kesejahteraan masyarakat yang lebih tinggi merupakan perhatian kerangka keberlanjutan ini.
- 3) *Community sustainability*, mengandung makna bahwa keberlanjutan kesejahteraan dari sisi komunitas atau masyarakat haruslah menjadi perhatian pembangunan perikanan yang berkelanjutan.
- 4) *Institutional sustainability* (keberlanjutan kelembagaan). Dalam kerangka ini, keberlanjutan kelembagaan yang menyangkut pemeliharaan aspek financial dan administrasi yang sehat merupakan prasyarat ketiga pembangunan berkelanjutan di atas.

Lebih lanjut Fauzi and Anna (2002) menguraikan keberlanjutan dalam pengelolaan perikanan dalam lima dimensi yaitu dimensi ekologi, dimensi

ekonomi, dimensi sosial, dimensi kelembagaan dan dimensi etika. Pada setiap dimensi dapat dipilih beberapa variabel atau atribut yang mewakili dimensi bersangkutan untuk digunakan sebagai indikator tingkat keberlanjutan dari dimensi tersebut.

(1) Dimensi Ekologi

Dimensi ekologi merupakan dimensi kunci karena arahan pembangunan berkelanjutan mensyaratkan kesinambungan pemanfaatan sumberdaya alam dan jasa lingkungan bagi generasi mendatang. Keberlanjutan ekologi terkait dengan mempertahankan integritas ekosistem, menjaga daya dukung lingkungan perairan, serta meningkatkan kapasitas dan kualitas dari ekosistem perairan menjadi perhatian utama. Dimensi ekologi dipilih untuk mencerminkan bagaimana pemanfaatan sumberdaya perairan untuk budidaya laut berdampak secara ekologis terhadap keberlanjutan sumberdaya dan lingkungan serta ekosistem tersebut sehingga kegiatan pemanfaatannya dapat berlangsung secara berkelanjutan. Atribut ekologis dipilih untuk mencerminkan bagaimana pemanfaatan sumberdaya perairan untuk budidaya laut berdampak secara ekologis terhadap keberlanjutan sumberdaya dan lingkungan serta ekosistem perairan tersebut, sehingga budidaya laut dapat berlangsung secara berkelanjutan. Pemanfaatan perairan untuk budidaya laut yang melebihi daya dukung perairan akan berpengaruh terhadap ketidakberlanjutan kegiatan tersebut.

(2) Dimensi Ekonomi

Berkelanjutan secara ekonomi mensyaratkan arti bahwa suatu kegiatan pembangunan harus dapat menciptakan pertumbuhan ekonomi, pemeliharaan kapasitas, dan penggunaan sumberdaya serta investasi secara efisien. Dimensi ekonomi meliputi aspek permintaan (*demand*) dan penawaran (*supply*) komoditas yang dihasilkan, harga dan struktur pasar. Atribut ekonomi mencerminkan bagaimana budidaya laut berdampak secara ekonomis terhadap keberlanjutan kegiatan budidaya laut tersebut yang pada akhirnya akan berdampak pada keberlanjutan secara ekologis. Kegiatan budidaya laut

yang menimbulkan kerugian secara ekonomis tentu tidak akan berlanjut dan mengandung potensi untuk merusak sumberdaya dan lingkungan sehingga juga mengancam keberlanjutan ekologis.

(3) Dimensi Sosial

Berkelanjutan secara sosial mensyaratkan bahwa suatu pembangunan hendaknya dapat menciptakan pemerataan hasil-hasil pembangunan, mobilitas sosial, kohesi sosial, partisipasi masyarakat, pemberdayaan masyarakat, identitas sosial, kejadian-kejadian yang berpengaruh pada permintaan dan penawaran serta hubungan antara pelaku ekonomi. Atribut sosial mencerminkan bagaimana kegiatan pemanfaatan sumberdaya perairan untuk budidaya laut berdampak terhadap keberlanjutan sosial komunitas setempat yang akhirnya juga akan berdampak terhadap keberlanjutan ekologis. Aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan (ekologi) merupakan aspek utama yang harus seimbang di dalam pembangunan berkelanjutan (Bengen and Rizal, 2002).

(4) Dimensi Kelembagaan

Dimensi kelembagaan sangat bergantung pada cara tatanan kelembagaan, hak-hak masyarakat, serta aturan dibuat atau dirumuskan. Nikijuluw (2002), menyatakan bahwa tiga aspek penting yang patut diperhatikan dalam pengambilan keputusan, yaitu: (1) Keterwakilan (*representation*) yang didefinisikan sebagai tingkat nelayan dan pemegang kepentingan lainnya berpartisipasi dalam pengambilan keputusan; (2) Kecocokan (*relevanse*) adalah tingkat peraturan yang berlaku dinilai cocok dengan masalah-masalah yang dihadapi; (3) Penegakan hukum (*enforceability*) adalah tingkat aturan-aturan dapat ditegakkan. Atribut kelembagaan mencerminkan seberapa jauh tersedia perangkat kelembagaan beserta tingkat penegakan, kepatuhan yang dapat mendorong keberlanjutan pemanfaatan sumberdaya perairan untuk budidaya laut.

(5) Dimensi Teknologi

Aspek teknologi yang digunakan dalam budidaya laut sangat bergantung pada jenis teknologi yang diperbolehkan atau tidak diperbolehkan yang akan memberikan dampak negatif terhadap lingkungan perairan. Kehadiran suatu teknologi membentuk pola interaksi antara pengguna. Jika suatu teknologi mensyaratkan adanya kerjasama antar pengguna, kerjasama itu akan terwujud karena kebutuhan. Sebaliknya, penggunaan teknologi tertentu dapat juga menjadi disinsentif bagi pengguna untuk bekerjasama yang seterusnya menentukan pola interaksi yang khas di antara mereka bukan saja pada saat pemanfaatan sumberdaya, tetapi juga pada saat perencanaan, perumusan cara-cara pemanfaatan, dan pengelolaan. Atribut teknologi mencerminkan seberapa jauh penggunaan teknologi dapat meminimkan resiko kegagalan keberlanjutan pemanfaatan sumberdaya perairan untuk budidaya laut.

Selanjutnya tanggungjawab pengelolaan perikanan budidaya berkelanjutan dilakukan secara sinergi oleh semua elemen yaitu Pemerintah, pembudidaya ikan, produsen dan pemasok hasil budidaya, para prosesor dan pedagang hasil budidaya, lembaga-lembaga pembiayaan, para peneliti, asosiasi profesi, lembaga swadaya masyarakat dan stakeholders lainnya. Tugas utama adalah untuk menghasilkan komitmen untuk membangun dialog dan kerjasama yang efektif, antara mitra dalam pengembangan perikanan budidaya, pada tingkat lokal, nasional dan internasional khususnya ketika mempertimbangkan pemanfaatan sumberdaya di wilayah Laut (FAO, 1997).

2.3. Arah Kebijakan Pembangunan Perikanan Budidaya

Dalam Rencana Strategis (RENSTRA) Tahun 2010-2014 yang telah disesuaikan. Kementerian Kelautan dan Perikanan menetapkan **visi “Pembangunan Kelautan dan Perikanan yang Berdaya Saing dan Berkelanjutan untuk Kesejahteraan Masyarakat”**. Sebagai upaya mengintegrasikan dengan pembangunan kelautan dan perikanan serta berlandaskan pemahaman dan penelaahan terhadap peluang dan potensi, serta permasalahan pengembangan perikanan budidaya di masa yang akan datang,

maka Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya melakukan penyesuaian visi sebagaimana berikut : **“Pembangunan Perikanan Budidaya yang Berdaya Saing dan Berkelanjutan untuk Kesejahteraan Masyarakat”**. Dengan visi tersebut, diharapkan dapat terwujud pengelolaan sumberdaya perikanan budidaya yang dapat memberikan nilai tambah pada produk perikanan budidaya sehingga memiliki daya saing tinggi dengan tetap melakukan pengelolaan sumberdaya alam secara berkelanjutan, yang pada gilirannya dapat meningkatkan kesejahteraan pada masyarakat.

Melalui pembangunan perikanan budidaya yang berdaya saing, ingin diwujudkan usaha perikanan budidaya dalam bentuk sistem yang terpadu, dimana masing-masing sub sistem didalamnya secara konsisten mampu menghasilkan produk perikanan budidaya yang berkualitas, efisien, serta memiliki daya saing baik di pasar domestik maupun internasional. Sistem usaha perikanan budidaya yang efisien akan mampu menghasilkan produk yang berdaya saing mampu menembus pasar yang pada gilirannya akan mampu meningkatkan pendapatan, kesejahteraan masyarakat pembudidaya ikan dan sekaligus pengurangi kemiskinan (*pro-poor*), peningkatan penyerapan tenaga kerja (*pro-job*), peningkatan pertumbuhan ekonomi (*pro-growth*).

Dengan pembangunan perikanan budidaya yang berkelanjutan, ingin diwujudkan sistem usaha perikanan budidaya yang memiliki komitmen kuat untuk memperhatikan daya dukung lahan serta memperhatikan kelestarian sumberdaya dan lingkungan hidup (*pro-environment*), sehingga usaha perikanan budidaya yang dikembangkan dapat dilaksanakan secara berkesinambungan dan bertanggungjawab.

Selanjutnya, strategi yang akan dilakukan untuk melaksanakan arah kebijakan sebagaimana tersebut di atas adalah melalui :

2.3.1. Minapolitan Perikanan Budidaya

Secara ringkas Minapolitan dapat didefinisikan sebagai Konsep Pembangunan Ekonomi Kelautan dan Perikanan berbasis wilayah dengan pendekatan dan sistem manajemen kawasan berdasarkan prinsip integrasi,

efisiensi dan kualitas serta akselerasi tinggi. Sementara itu, Kawasan Minapolitan adalah kawasan ekonomi berbasis kelautan dan perikanan yang terdiri dari sentra-sentra produksi dan perdagangan, jasa, permukiman, dan kegiatan lainnya yang saling terkait. Konsep Minapolitan didasarkan pada tiga azas yaitu demokratisasi ekonomi kelautan dan perikanan pro rakyat, pemberdayaan masyarakat dan keberpihakan dengan intervensi negara secara terbatas (*limited state intervention*), serta penguatan daerah dengan prinsip: daerah kuat – bangsa dan negara kuat. Ketiga prinsip tersebut menjadi landasan perumusan kebijakan dan kegiatan pembangunan sektor kelautan dan perikanan agar pemanfaatan sumberdayanya benar-benar untuk kesejahteraan rakyat dengan menempatkan daerah pada posisi sentral dalam pembangunan (Sunoto, 2009).

Dengan pengembangan kawasan Minapolitan pembangunan sektor kelautan dan perikanan diharapkan dapat dipercepat. Kemudahan atau peluang yang biasanya ada di daerah perkotaan perlu dikembangkan di daerah-daerah pedesaan, seperti prasarana, sistem pelayanan umum, jaringan distribusi bahan baku dan hasil produksi di sentra-sentra produksi. Sebagai sentra produksi, daerah pedesaan diharapkan dapat berkembang sebagaimana daerah perkotaan dengan dukungan prasarana, energi, jaringan distribusi bahan baku dan hasil produksi, transportasi, pelayanan publik, akses permodalan, dan sumberdaya manusia yang memadai.

Kabupaten Lombok Timur merupakan satu dari 223 kawasan Minapolitan yang tersebar pada 33 propinsi yang dipercaya oleh Menteri Kelautan dan Perikanan untuk mengembangkan kegiatan terpadu dalam pembangunan perikanan berbasis kawasan dengan konsep Minapolitan sesuai dengan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor Kep. 39/ MEN/2010 tentang Perubahan atas Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor Kep.32/MEN/2010 tentang Penetapan Kawasan Minapolitan.

Penetapan Kabupaten Lombok Timur sebagai Kawasan Minapolitan bukan tanpa alasan mengingat Lombok Timur merupakan salah satu sentral produksi perikanan budidaya nasional khususnya budidaya laut. Kawasan Teluk Ekas salah satu sentral pengembangan budidaya laut yang memberikan kontribusi terhadap peningkatan produksi perikanan budidaya nasional.

2.3.2. Industrialisasi Perikanan Budidaya Berbasis Ekonomi Biru (*Blue Economy*)

Kementerian Kelautan dan Perikanan mencanangkan industrialisasi kelautan dan perikanan sebagai salah satu strategi pembangunan kelautan dan perikanan yang dimulai pada tahun 2012. Industrialisasi kelautan dan perikanan adalah integrasi sistem produksi hulu dan hilir untuk meningkatkan skala dan kualitas produksi, produktivitas, daya saing, dan nilai tambah sumberdaya kelautan dan perikanan secara berkelanjutan. Tujuan industrialisasi kelautan dan perikanan terwujudnya percepatan pendapatan pelaku usaha kelautan dan perikanan. Sasaran yang ingin dicapai melalui industrialisasi kelautan dan perikanan adalah meningkatnya skala dan kualitas produksi, produktivitas, daya saing, dan nilai tambah sumberdaya kelautan dan perikanan.

Pada tahun 2010, Gunter Pauli memperkenalkan suatu pendekatan baru yakni *Blue Economy* melalui bukunya yang berjudul *The Blue Economy: 10 years, 100 innovations, and 100 million jobs*. Konsep *Blue Economy* dimaksudkan untuk menantang para entrepreneur bahwa *Blue Economy business model* memberikan peluang untuk mengembangkan investasi dan bisnis yang lebih menguntungkan secara ekonomi dan lingkungan, menggunakan sumberdaya alam lebih efisien dan tidak merusak lingkungan, sistem produksi lebih efisien dan bersih, menghasilkan produk dan nilai ekonomi lebih besar, meningkatkan penyerapan tenaga kerja, dan memberikan kesempatan untuk memberikan benefit kepada setiap kontributor secara lebih adil.

Konsep Ekonomi Biru dikembangkan untuk menjawab tantangan, bahwa sistem ekonomi dunia cenderung eksploitatif dan merusak lingkungan. Kerusakan lingkungan ini tidak hanya disebabkan oleh adanya limbah industri, akan tetapi kerusakan alam dan lingkungannya juga disebabkan oleh eksploitasi sumberdaya alam yang melebihi kapasitas atau daya dukung alam. Selama ini prinsip-prinsip *resource efficiency, low carbon, social inclusiveness* telah berkembang, namun masih belum mampu mengatasi keserakahan manusia untuk mengeksploitasi sumberdaya alam lebih banyak (Pauli, 2010).

Implementasi pembangunan berkelanjutan dengan konsep *green products and services*, yaitu produk-produk dan jasa ramah lingkungan tidak dengan sendirinya sesuai harapan. Hal ini disebabkan *green products and services* yang dihasilkan harus dibeli dengan harga yang lebih mahal dan makin tidak dapat dijangkau oleh masyarakat miskin karena diperlukan nilai investasi yang lebih besar. Investor harus mengeluarkan biaya lebih besar untuk menghasilkan *green products and services*, dan tambahan biaya ini pada akhirnya dibebankan kepada konsumen (Pauli, 2010).

Merujuk apa yang telah diperkenalkan oleh Gunter Pauli terkait konsep *Blue Economy*, maka Kementerian Kelautan dan Perikanan mendorong implementasi konsep pengembangan industrialisasi perikanan budidaya berbasis *Blue Economy* yang dilandasi dengan prinsip-prinsip : (i) terintegrasi, yakni integrasi ekonomi dan lingkungan, jenis investasi dan sistem produksi; (ii) berbasis kawasan, yakni berbasis pengembangan kawasan ekonomi potensial; (iii) sistem produksi bersih, yakni sistem produksi efisien, hemat bahan baku, bebas pencemaran dan tidak merusak lingkungan; (iv) investasi kreatif dan inovatif, yakni penanaman modal dan bisnis dengan model *blue economy*; (v) berkelanjutan, yaitu keseimbangan antara pemanfaatan sumber daya alam dan pelestarian lingkungan.

2.4. Pengembangan Budidaya Laut

2.4.1. Pengelolaan Kawasan Pengembangan Budidaya Laut

Sub sektor perikanan budidaya saat ini menjadi barometer utama dalam menopang produksi perikanan nasional, seiring sub sektor perikanan tangkap yang mengalami tren penurunan produksi dari tahun ke tahun. Salah satu potensi ekonomi sumberdaya kelautan dan perikanan yang berpeluang besar untuk dimanfaatkan adalah budidaya laut (marikultur). Budidaya laut adalah upaya manusiamelalui masukan tenaga kerja dan energi, untuk meningkatkan produksi organisme laut ekonomis penting dengan memanipulasi laju pertumbuhan, mortalitas dan reproduksi (Coremap, 2006). Perkembangan teknologi saat ini budidaya laut terfokus pada perairan laut dangkal yang terlindung (*protected*

shallow sea) seperti teluk, selat merupakan perairan karang dan biasanya berupa *reef flat* dan laguna.

Budidaya laut Indonesia mempunyai potensi yang cukup besar, sedang sampai saat ini tingkat pemanfaatannya masih sangat kecil. Hasil kajian dalam masterplan kawasan pengembangan budidaya laut yang dirilis Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Kementerian Kelautan dan Perikanan tahun 2009 menyebutkan bahwa Total luas potensi lahan efektif untuk budidaya laut seluas 3.775.541 ha dari total luas potensi lahan indikatif seluas 8.363.501 ha. Khusus potensi lahan untuk pengembangan budidaya di Karamba Jaring Apung (KJA) 774.666 ha dan Karamba Tancap 37.190 Ha.

Merujuk pada data statistik dari nilai tersebut yang baru dimanfaatkan sampai saat ini adalah tidak lebih dari 10% dari total potensi yang ada. Khusus untuk Provinsi Nusa Tenggara Barat Potensi area pengembangan budidaya laut (*fin fish*) di Provinsi NTB mencapai 2.642,37 ha dimana pemanfaatan sampai Tahun 2011 baru mencapai 115,03 ha dengan total produksi ikan kerapu pada tahun yang sama sebesar 256 ton, nilai ini mengantarkan NTB dalam jajaran 10 besar Provinsi penghasil ikan kerapu di Indonesia (DKP Provinsi NTB, 2012).

Pengembangan budidaya laut di Indonesia terus diarahkan pada komoditas-komoditas ekonomis, dan sesuai dengan pelayahan dan kewenangan masing-masing daerah. Dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2014 – 2019 Kementerian Kelautan dan Perikanan melalui Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya telah menetapkan kebijakan yang fokus untuk mendorong pengembangan kawasan budidaya laut di kawasan-kawasan potensial di Indonesia.

Namun demikian, usaha budidaya laut sebagai bagian dari potensi strategis sektor kelautan dan perikanan pada kenyataan di lapangan banyak dihadapkan pada tantangan yang cukup besar. Sebagaimana dalam Laporan Kebijakan Ekonomi Kelautan dan Perikanan Model Ekonomi Biru yang dirilis Dewan Kelautan Indonesia Tahun 2012, menyebutkan bahwa saat ini pembangunan kelautan Indonesia masih banyak dilakukan secara sektoral, parsial dan *fragmented*, yang mengakibatkan sering terjadi tumpang tindih dan konflik

kepentingan dalam pelaksanaan pembangunan dan pengelolaannya. Pada dasarnya laut adalah milik bersama (*common property*) dan secara individu tidak ada yang memiliki sebagaimana perairan tambak atau kolam. Oleh karena itu dalam pengelolaannya menganut azas *open acces* dan diperlukan suatu peraturan perundangan yang tersendiri.

Kondisi sumberdaya pesisir dan laut yang bersifat *common property* (milik bersama) dengan akses yang bersifat *quasi open access*. Istilah *common property* ini lebih mengarah pada kepemilikan yang berada di bawah kontrol pemerintah atau lebih mengarah pada sifat sumberdaya yang merupakan *public domain*, sehingga sifat sumberdaya tersebut bukanlah tidak ada pemiliknya. Ini berarti sumberdaya tersebut tidak terdefiniskan dalam hal kepemilikannya sehingga menimbulkan gejala yang disebut dengan *dissipated resource rent*, yaitu hilangnya rente sumberdaya yang semestinya diperoleh dari pengelolaan yang optimal. Dengan adanya sifat sumberdaya yang *open access* tersebut, maka tindakan salah satu pihak yang merugikan pihak lain tidak dapat terkoreksi oleh pasar (*market failure*). Hal ini menimbulkan ketidak-efisienan ekonomi karena semua pihak akan berusaha mengeksploitasi sumberdaya sebesar-besarnya, jika tidak maka pihak lain yang akan mendapat keuntungan (Dekin, 2012).

Dengan didukung oleh teknologi, pihak-pihak yang lebih kuat dan mampu mengeksploitasi sumberdaya secara berlebihan sehingga terjadi hukum rimba (siapa yang kuat, dia yang menang) dan daya produksi alamiah menjadi terganggu (Dekin, 2012).

Adanya degradasi lingkungan pesisir dan laut. Pada awal tahun 80-an, banyak pihak yang tersentak setelah menyaksikan kebijakan pembangunan yang hanya mengejar pertumbuhan ekonomi dan produktivitas ternyata telah menimbulkan kerusakan yang serius terhadap lingkungan. Program modernisasi perikanan contohnya, yang bertujuan meningkatkan produksi perikanan dengan menggunakan teknologi modern yang tidak didasari pertimbangan aspek kelestarian lingkungan, kondisi ini berakibat fatal terhadap kelestarian lingkungan karena terjadi eksploitasi sumberdaya secara maksimal tanpa memperhatikan potensi lestari yang ada. Degradasi lingkungan pesisir dan laut yang manjadi

ancaman bagi kelangsungan hidup masyarakat pesisir, pembudidaya ikan dan nelayan akibat faktor-faktor lain masih berlanjut hingga saat ini seperti misalnya pencemaran lingkungan perairan akibat limbah industri dan rumah tangga. Selain merusak potensi sumberdaya perairan, degradasi lingkungan ini juga berakibat buruk bagi kesehatan dan kelangsungan hidup manusia, terutama masyarakat pesisir.

Disamping itu bahwa saat ini salah satu tantangan dalam pengembangan budidaya laut di KJA yaitu bagaimana menurunkan dampak dari limbah nutrient pakan yang terbuang ke lingkungan perairan baik yang melalui feses maupun sisa pakan yang tidak dimanfaatkan (FAO, 2007).

Banyak faktor persoalan yang menyebabkan tidak optimal dan tidak berkelanjutannya pengelolaan wilayah pesisir dan lautan. Namun, kesepakatan umum mengungkapkan bahwa salah satu penyebab utama adalah perencanaan dan pelaksanaan pembangunan sumberdaya pesisir dan lautan yang selama ini dijalankan bersifat sektoral dan terpilah-pilah. Padahal karakteristik dan alamiah ekosistem pesisir dan lautan yang secara ekologis saling terkait satu sama lain termasuk dengan ekosistem lahan atas, serta beraneka sumberdaya alam dan jasa-jasa lingkungan sebagai potensi pembangunan yang pada umumnya terdapat dalam suatu hamparan ekosistem pesisir, mensyaratkan bahwa pengelolaan sumberdaya wilayah pesisir dan lautan secara optimal dan berkelanjutan hanya dapat diwujudkan melalui pendekatan terpadu dan holistik (Darajati, 2004).

Apabila perencanaan dan pengelolaan sumberdaya pesisir dan lautan tidak dilakukan secara terpadu, maka dikhawatirkan sumberdaya tersebut akan rusak bahkan punah, sehingga tidak dapat dimanfaatkan untuk menopang kesinambungan pembangunan nasional dalam mewujudkan bangsa yang maju, adil dan makmur (Darajati, 2004).

Berdasarkan pertimbangan isu, masalah dan tantangan dalam pengelolaan wilayah pesisir dan laut, dimana didalamnya adalah merupakan kawasan budidaya laut yangi salah satu bidang usaha strategis, maka sudah saatnya dibutuhkan suatu kebijakan dan strategi pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya pesisir dan lautan yang dapat menyeimbangkan pemanfaatan

sumberdaya ekonomi yang ada dengan tidak mengabaikan kelestarian sumberdaya alam dan lingkungan.

Menurut Darajati (2004) bahwa berdasarkan karakteristik dan dinamika dari kawasan pesisir, potensi dan permasalahannya, maka kebijakan pemerintah untuk membangun kawasan pesisir dan laut secara optimal dan berkelanjutan hanya dapat dilakukan melalui Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu (PWPLT). Strategi pengelolaannya meliputi :

a. Mewujudkan prinsip pengelolaan sumberdaya yang berkelanjutan.

Bahwa suatu kawasan pembangunan yang berkelanjutan memiliki empat dimensi, yaitu : ekologis, sosial-ekonomi-budaya, sosial-politik, dan hukum serta kelembagaan. Dimensi ekologis menggambarkan daya dukung suatu wilayah pesisir dan lautan (*supply capacity*) dalam menopang setiap pembangunan dan kehidupan manusia, sedangkan untuk dimensi ekonomis-sosial dari pembangunan berkelanjutan mempresentasikan permintaan terhadap SDA dan jasa-jasa lingkungan dimana manfaat dari pembangunan wilayah pesisir seharusnya untuk meningkatkan kesejahteraan penduduk lokal sekitar program terutama yang termasuk ekonomi lemah.

b. Mewujudkan tata kelola pemanfaatan ruang laut yang terintegrasi.

Untuk mengatasi konflik perencanaan pengelolaan pesisir, maka perlu diubah dari perencanaan sektoral ke perencanaan terpadu yang melibatkan pemerintah daerah, swasta dan masyarakat terkait di pesisir. Semua instansi sektoral, Pemda dan *stakeholder* terkait harus menjustifikasi rencana kegiatan dan manfaat yang akan diperoleh, serta mengkoordinasi kegiatan tersebut dengan kegiatan sektoral lain yang sudah mapan secara sinergis. Dengan semangat pelaksanaan otonomi daerah yang di dalamnya mencakup pengaturan kewenangan daerah dalam mengelola sumber daya kelautan (pesisir dan lautan), diharapkan dapat membawa angin segar sekaligus menjadi mometum untuk melaksanakan pembangunan, pendayagunaan, dan pengelolaan sumber

daya kelautan dan perikanan secara yang lebih baik, optimal, terpadu serta berkelanjutan.

Pendekatan pengelolaan wilayah pesisir harus dilakukan secara terpadu (*Integrated Coastal Zone Management* (ICZM) yaitu keterpaduan perencanaan yang menyeimbangkan kepentingan ekonomi, sosial budaya dan kelestarian sumberdaya alam dan lingkungan hidup (Alikodra, 2006). ICZM merupakan pendekatan pengelolaan yang memberikan arah bagi pemanfaatan sumberdaya pesisir dan laut secara berkelanjutan dengan mengintegrasikan berbagai perencanaan sektoral, berbagai tingkat pemerintahan dan sekaligus mengintegrasikan komponen ekosistem darat dan komponen ekosistem laut, serta sains dan manajemen.

Perencanaan pembangunan budidaya laut berkelanjutan membutuhkan informasi yang tepat tentang opsi penggunaan sumberdaya perairan, pilihan teknologi yang digunakan, perubahan struktur sistem, pola konsumsi, tingkat kualitas hidup yang diinginkan dan status lingkungan yang menjamin tereduksinya tekanan ekologis oleh berbagai proses ekonomi. Pada level wilayah, operasionalisasi skema tersebut membutuhkan proses identifikasi keterkaitan antara kapasitas sumberdaya, aktivitas pembangunan, kapasitas asimilasi, status lingkungan, pertumbuhan ekonomi dan tingkat kualitas hidup yang diinginkan.

Menurut Dahuri, dkk (2001) dalam melakukan pengelolaan wilayah, maka perlu dipertimbangkan asas -asas pengelolaan secara terpadu yang meliputi pertimbangan sebagai berikut: (1) kelestarian sumberdaya; (2) prioritas pemanfaatan; (3) keseimbangan ekologis; dan manfaat bersama. Dimana pengelolaan secara terpadu tersebut mencakup:

- (1) Keterpaduan wilayah/ekologi: secara keruangan dan ekologis wilayahpesisir memiliki keterkaitan dengan lahan atas (daratan) dan laut lepas. Oleh karena itu, pengelolaannya harus diintegrasikan atau dipadukan dengan wilayah daratan dan lautan serta sistem air (DAS) menjadi satu kesatuan dan keterpaduan dalam pengelolaan.

- (2) Keterpaduan sektor : di wilayah pesisir, lautan dan pulau - pulau kecil, banyak pihak, instansi atau sektor-sektor pelaku pembangunan yang ikutmemanfaatkan sumberdaya yang ada di wilayah tersebut, sehingga akibatnya terjadi tumpang tindih pemanfaatan antar satu sektor dengan sektor lainnya. Agar pengelolaan sumberdaya alam di kawasan pesisir, lautan dan pulau - pulau kecil dapat dilakukan secara optimal dan berkelanjutan, maka dalam perencanaan pengelolaan harus memadukan semua kepentingan sektor. Oleh karena itu, penyusunan tata ruang dan panduan pembangunan di kawasan pesisir sangat perlu dilakukan untuk menghindari benturan antara satu kegiatan dengan kegiatan pembangunan lainnya atau dengan kata lain kegiatan suatu sektor tidak dibenarkan mengganggu apalagi mematikan kegiatan disektor lain.
- (3) Keterpaduan disiplin ilmu : wilayah pesisir, lautan dan pulau - pulau kecil memiliki sifat dan karakteristik yang unik dan dinamis, termasuk sifat dan karakteristik sosial budaya masyarakatnya, sehingga dibutuhkan keterpaduan disiplin ilmu dalam pengelolaanya seperti ekologi, oseanografi, ketektikan, ekonomi, hukum dan sosiologi.
- (4) Keterpaduan *stakeholders* : Segenap keterpaduan di atas akan berhasil diterapkan apabila ditunjang oleh keterpaduan dari para pelaku dan pengelola pembangunan (*stakeholders*) yang terdiri dari pemerintah, masyarakat pesisir dan pulau - pulau kecil, swasta/investor, dan juga LSM yang masing-masing memiliki kepentingan terhadap pemanfaatan sumberdaya alam di wilayah pesisir, lautan dan pulau - pulau kecil. Penyusunan perencanaan pengelolaanterpadu harus mampu mengkoordinir segenapkepentingan pelaku pembangunan sumberdaya wilayah pesisir, lautan dan pulau - pulau kecil. Oleh karena itu, perencanaan pengelolaan pembangunan harus mampu menggunakan pendekatan dua arah, yaitu pendekatan “*top down*” dan pendekatan “*bottom up*”

2.4.2. Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Perairan

Daya dukung lingkungan perairan adalah suatu yang berhubungan erat dengan produktifitas lestari perairan, artinya bahwa daya dukung lingkungan merupakan suatu mutu lingkungan yang ditimbulkan oleh interaksi dari semua unsur atau komponen (fisika, kimia dan biologi) dalam suatu kesatuan sistem (Noor, 2009). Daya dukung lingkungan menjadi basis atau dasar dalam pembangunan berkelanjutan (Khanna *et al.*, 1999). Daya dukung berkelanjutan ditentukan oleh banyak factor yang berupa faktor biofisik maupun sosial-budaya-ekonomi dan saling mempengaruhi (Soemarwoto, 2004). Perhatian terhadap daya dukung dan daya tampung lingkungan merupakan kunci bagi perwujudan lingkungan hidup yang berkelanjutan.

Keberlanjutan budidaya laut sangat ditentukan oleh tingkat pemanfaatan sumberdaya tersebut yang tidak melebihi daya dukungnya. Menurut Dahuri (2002) daya dukung disebut *ultimate constraint* yang diperhadapkan pada biota dengan adanya keterbatasan lingkungan seperti, ketersediaan makanan, ruang atau tempat berpijak, penyakit, siklus predator, oksigen, suhu, atau cahaya matahari..

Konsep daya dukung dari akuakultur berawal dari kekhawatiran terhadap pesatnya pertumbuhan perikanan budidaya baik itu perikanan darat maupun pesisir dan perairan terbuka di seluruh dunia, terutama di Asia dan Amerika Latin. FAO memperkirakan pertumbuhan peningkatan budidaya untuk 2030 minimal 50 juta metrik ton, meningkatkan kekhawatiran lebih lanjut atas penggunaan sumber daya dalam akuakultur (FAO, 2014). Pertumbuhan yang cepat dari kegiatan akuakultur dapat menyebabkan terjadinya dampak ekologi dan sosial sehingga dapat menimbulkan konflik seperti kegiatan akuakultur akan bersaing dalam pemanfaatan ruang dan sumber daya terhadap tanah, air, dan pantai (Byron and Costa-Pierce, 2010).

Pada tahun 2008, FAO menyarankan sebuah konsep mengenai budidaya perikanan dengan pendekatan ekologi atau *Ecological Approach to Aquaculture* (EAA) dan didefinisikan sebagai sebuah strategi untuk mengintegrasikan akuakultur dalam sebuah ekosistem yang lebih luas dan mempertimbangkan keberlanjutan pembangunan, kesetaraan dan mempertahankan hubungan antara

sosial – ekologi. (Soto *et al.*, 2008). Tujuan dari manajemen akuakultur adalah mempunyai sebuah alat bantu yang dapat memperkirakan dan mengukur kapasitas atau daya tampung dari sebuah wilayah dalam mendukung kehidupan kultivan yang dibudidayakan (Byron and Costa-Pierce, 2010).

Menurut Beveridge (1984) bahwa *carrying capacity* atau daya dukung lingkungan suatu perairan digunakan untuk menjabarkan produksi dari budidaya yang dapat berkelanjutan dalam suatu lingkungan kapasitas penyangga dalam lingkungan yang mengalami kerusakan memerlukan waktu pemulihan yang relatif lama. Lebih lanjut dikatakan bahwa untuk menentukan *carrying capacity* dalam suatu lingkungan perairan budidaya dapat digunakan suatu pendekatan yaitu dengan menghitung beban limbah total fosfor dari suatu sistem budidaya yang terbuang ke lingkungan perairan terkait dengan *influx nutrient*, *budget nutrient* dan *outflux nutrient*.

Inglis *et al.* (2000) dan Mckindsey *et al.* (2006) mendefinisikan empat tipe daya dukung yang lebih khusus dan berhubungan dengan budidaya di kawasan pesisir, yaitu :

- 1) Daya dukung fisik (*physical carrying capacity*), yaitu luasan kegiatan budidaya yang dapat ditampung pada lahan yang tersedia dengan dibatasi oleh faktor-faktor tertentu, kondisi geografis dan ketersediaan infrastruktur;
- 2) Daya dukung sosial (*social carrying capacity*), yaitu keberadaan kegiatan budidaya yang dapat menyebabkan dampak tidak diterima oleh lingkungan sosial;
- 3) Daya dukung produksi (*production carrying capacity*), yaitu kemampuan maksimal produksi budidaya;
- 4) Daya dukung ekologi (*ecological carrying capacity*), yaitu keberadaan kegiatan budidaya yang berdampak pada kondisi ekologi di luar batas kemampuannya.

Menurut Khanna *et al.* (1999), daya dukung lingkungan suatu wilayah mengandung dua komponen utama, yaitu ketersediaan potensi sumberdaya alam (*supportive capacity*) dan daya tampung lingkungan (*assimilative capacity*). Daya

tampung lingkungan berkaitan erat dengan kapasitas lingkungan dalam menampung aktivitas yang memanfaatkan sumberdaya alam pada suatu ekosistem tertentu. Sedangkan menurut Cairns (1999), daya tampung didefinisikan sebagai *kemampuan lingkungan untuk menyerap berbagai material atau limbah, termasuk limbah antropogenik pada konsentrasi tertentu tanpa menyebabkan lingkungan tersebut terdegradasi*. Kapasitas asimilasi atau daya tampung didefinisikan Mukhtasor (2007), sebagai konsep dalam manajemen pencemaran dimana limbah yang masuk ke dalam lingkungan diimbangi oleh proses alam di lingkungan (misalnya difusi, pengenceran, penyebaran, penguraian, reaksi) untuk memelihara dampak lingkungan dalam skala yang masih diterima.

Daya tampung lingkungan hidup berdasarkan Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 (UU RI No 32, 2009) adalah *kemampuan lingkungan hidup untuk menyerap zat, energi, dan/atau komponen lain yang masuk atau dimasukkan ke dalamnya*. Daya tampung beban pencemaran air merupakan batas kemampuan sumber daya air untuk menerima masukan beban pencemaran yang tidak melebihi batas syarat kualitas air untuk berbagai pemanfaatannya dan memenuhi baku mutu airnya (Machbub, 2010). Daya tampung mencerminkan sejauh mana kemampuan lingkungan untuk menerima atau mengasimilasi limbah yang masuk di dalamnya, sehingga dampaknya masih dapat diterima. Kapasitas asimilasi atau daya tampung serta daya dukung suatu lingkungan bisa berbeda antara satu lokasi dengan lokasi lainnya.

Daya tampung suatu perairan terkait dengan adanya cemaran yang masuk ke dalam lingkungan suatu perairan yang berasal dari kegiatan-kegiatan di sekitarnya. Menurut Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PPLH) definisi *Pencemaran Lingkungan Hidup adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan*. Sedangkan lebih spesifik sebagaimana Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (Perubahan atas UU No 27 Tahun 2007) mendefinisikan *Pencemaran Pesisir adalah masuknya atau*

dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan Pesisir akibat adanya kegiatan Setiap Orang sehingga kualitas Pesisir turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan Pesisir tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya.

Untuk ekosistem tertentu yang berada di lingkungan perairan laut seperti ekosistem terumbu karang dan ekosistem padang lamun ditentukan kriteria baku kerusakan terhadap ekosistem tersebut yang tercantum dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 04 Tahun 2001 tentang Kriteria Baku Mutu Kerusakan Terumbu Karang (Kepmen LH No 04, 2001) dan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 200 Tahun 2004 tentang Kriteria Baku Mutu Kerusakan dan Pedoman Penentuan Status Padang Lamun (Kepmen LH No 200, 2004).

Secara garis besar terdapat dua moda atau cara bahan pencemar masuk ke lingkungan, yaitu secara alami dan melalui kegiatan manusia (*anthropogenic*) (Mukhtasor, 2007). Selanjutnya disebutkan lagi bahwa jika dilihat dari sisi lokasi sumbernya, pencemaran pesisir dan laut dapat bersumber dari : (1) laut itu sendiri (*marine based pollution*), atau dapat pula bersumber dari (2) daratan (*land based pollution*).

Beban limbah yang berasal dari kegiatan budidaya umumnya berupa limbah organik yang berasal dari sisa pakan yang tidak dikonsumsi oleh ikan budidaya dan sisa metabolisme ikan berupa feses dan urine. Terutama dalam kegiatan budidaya laut dengan metode keramba jaring apung sangat mudah sisa buangan pakan dan metabolisme terbuang langsung ke lingkungan perairan. Sebagian besar berupa padatan atau dalam bentuk material partikulat dan kemudian tenggelam di sedimen dasar perairan (Islam, 2005).

Akibat adanya buangan limbah tersebut, maka berdampak bagi lingkungan perairan dimana besarnya dampak ekologi tergantung pada : 1) ukuran unit keramba yang beroperasi (jumlah keramba); 2) kepadatan ikan dalam keramba; 3) durasi pengoperasian keramba pada suatu tempat; 4) kondisi fisik dan oseanografi lingkungan perairan lokasi keramba; 5) biota yang menghuni kawasan tersebut; dan 6) kapasitas asimilasi dari lingkungan (Hartami, 2008).

Buangan senyawa kimia terbesar dari kegiatan budidaya adalah unsure karbon (C), nitrogen (N) dan phosphor (P), dimana merupakan sisa metabolisme yang dikeluarkan secara bersamaan melalui oksigen terlarut terserap oleh organisme akuatik lain (IUCN, 2007). Menurut Ackefors and Enell (1994) menyebutkan bahwa fosfor dalam pakan yang diberikan akan digunakan untuk pertumbuhan sebesar 30%, sisanya sebesar 70% dikeluarkan dalam bentuk terlarut 16% dan bentuk partikulat 54%. Sedangkan nitrogen dalam pakan akan dimanfaatkan untuk pertumbuhan sebesar 28% dan dibuang dalam bentuk terlarut 56% serta bentuk partikulat 16%. Hal ini menunjukkan bahwa limbah P sebagian besar berbentuk partikulat dan sebagian kecil bentuk terlarut. Sedangkan limbah buangan N sebagian besar berbentuk terlarut dan sedikit berbentuk partikulat.

Unsur nitrogen (Total N) dan fosfat (Total P) yang dikandung dalam pakan ikan merupakan sumber pencemaran air yang dapat mendorong terjadinya eutrofikasi disamping keberadaan BOD, yang dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut (Machbub, 2010). Selanjutnya dikatakan juga, bahwa hasil peruraiannya menyebabkan adanya nitrit, amonia, dan sulfida sehingga menjadikan pencemaran air jika jumlahnya berlebihan dan akan melampaui daya dukung lingkungan perairan.

Lebih lanjut dijelaskan bahwa pendayagunaan potensi wilayah pesisir dan lautan sesuai dengan daya dukung lingkungan adalah setiap kegiatan pembangunanyang dilakukan harus mampu ditolerir oleh kemampuan dan daya dukung wilayah pesisir dan lautan (termasuk pulau-pulau kecil). Oleh karena itu, kebijakan yang harus ditetapkan adalah:

- 1) Peningkatan produksi perikanan budidaya melalui ekstensifikasi harus memperhatikan kelestarian lingkungan khususnya sempadan pantai.
- 2) Kegiatan pemanfaatan sumberdaya yang tidak dapat pulih, tidak boleh merusak atau mematikan kegiatan pemanfaatan sumberdaya yang dapat pulih.
- 3) Seluruh akumulasi limbah yang dibuang ke perairan harus sesuai dengankapasitas asimilasi perairan.

- 4) Setiap kegiatan pembangunan yang akan dilakukan (industri, pertanian, pertambangan, dan lainnya) harus ditempatkan pada lokasi yang secara biofisik sesuai berdasarkan prasyarat yang dibutuhkan oleh kegiatan tersebut.
- 5) Setiap kegiatan yang akan mengubah kondisi fisik perairan (proses-proses ekologis atau oseanografis) seperti reklamasi, pembuatan dermaga (jetty), dan lain-lain, harus mengikuti karakteristik dan pola hidrodinamika perairan pesisir dan lautan (Yusuf, 2007).

2.4.3. Faktor yang mempengaruhi kelayakan budidaya laut

Dalam konteks pengembangan budidaya laut, maka faktor kesesuaian lingkungan perairan menjadi hal mutlak yang harus dipertimbangkan dalam menjamin keberlanjutan aktivitas usaha budidaya. Lingkungan perairan dikatakan sesuai apabila karakteristik perairan mampu menjamin kelangsungan kehidupan kultivan budidaya dan ekosistem secara umum.

Baku mutu air laut untuk biota laut di perairan Indonesia sudah dipersyaratkan dalam Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut. Mutu air yang berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan antara lain adalah : suhu, kecerahan, kekeruhan, padatan tersuspensi, pH, salinitas, oksigen terlarut, senyawa nitrogen, fosfat dan logam berat.

Ditinjau dari kesesuaian dan daya dukung lingkungan, Gerking (1978) menyatakan bahwa aspek fisika-kimia-biotik perairan dapat dikelompokkan dalam berbagai kategori yaitu :

- a) *Controlling factors* yaitu faktor-faktor yang berperan sebagai pengontrol jalannya reaksi-reaksi biokimia di dalam ekosistem perairan, antara lain : suhu (suhu) dan osmolaritas;
- b) *Limiting factors* yaitu faktor-faktor yang sangat dibutuhkan dalam jumlah atau rentang tertentu, sehingga merupakan faktor pembatas bagi kehidupan dan pertumbuhan organisme air, misalnya : oksigen terlarut (untuk

respirasi), CO₂ bebas (untuk fotosintesis) serta beberapa nutrisi biogenik untuk membentuk protoplasma biota air (Nitrat, Fosfat dan Silikat);

- c) *Masking factors* yaitu faktor-faktor yang mampu melapisi dan memodifikasi perubahan fisika-kimia air lainnya menjadi satu kesatuan pengaruh yang berdampak osmotik bagi kehidupan organisme air, misalnya : Salinitas dan Osmolaritas;
- d) *Directive factors* yaitu faktor-faktor yang berperan dalam mengarahkan reaksi-reaksi biokimiawi dalam ekosistem perairan, misalnya : pH (suasana asam atau basa), suhu (oligo atau polithermal), oksigen terlarut (suasana aerob atau an aerob).

2.4.3.1. Faktor fisika perairan

Kualitas fisik perairan yang dimaksud dalam pemilihan lokasi budidaya ikan dalam karamba jaring apung meliputi suhu air, kecerahan, kecepatan arus, padatan tersuspensi dan kedalaman air.

1. Suhu air

Suhu adalah salah satu faktor yang amat penting bagi kehidupan organisme di lautan, karena suhu mempengaruhi aktivitas metabolisme maupun perkembangbiakan dari organisme-organisme tersebut (Hutabarat, 2000). Perairan laut mempunyai kecenderungan bersuhu konstan. Perubahan suhu yang tinggi dalam suatu perairan laut akan mempengaruhi proses metabolisme atau nafsu makan, aktivitas tubuh dan syaraf. Suhu optimum untuk pertumbuhan ikan kerapu bebek dan kerapu macan adalah 27–29°C (Ditjen PB, 2012).

Romimohtarto (2010) menyatakan bahwa suhu alami air laut berkisar antara suhu di bawah 0°C sampai 33°C. Peningkatan suhu dibarengi dengan menurunnya kadar oksigen terlarut di perairan, sehingga keberadaan oksigen di perairan kadangkala tak mampu memenuhi peningkatan oksigen yang dibutuhkan oleh organisme akuatik untuk metabolisme dan respirasi. Dekomposisi bahan organik oleh mikroba juga menunjukkan peningkatan dengan semakin meningkatnya suhu.

Menurut Dahuri (2004), suhu permukaan laut (SPL) Indonesia secara umum berkisar antara 26–29 °C. Karena perairan Indonesia dipengaruhi oleh angin musim, maka sebaran SPL-nya pun mengikuti perubahan musim. Pada musim barat (Desember-Januari-Februari) SPL di kawasan barat Indonesia pada umumnya relatif lebih rendah daripada musim timur (Juni-Juli-Agustus).

2. Kedalaman

Kedalaman perairan yang ideal untuk pemeliharaan ikan dalam KJA menggunakan karamba apung adalah 10–15 meter. Kedalaman yang terlalu dangkal (< 5 meter) dapat mempengaruhi kualitas air dari sisa kotoran ikan yang membusuk dan di perairan yang terlalu dangkal sering terjadi serangan ikan buntal yang merusak jaring. Kedalaman lebih dari 15 meter membutuhkan tali jangkar yang terlalu panjang. Kedalaman perairan merupakan faktor yang sangat penting untuk kemudahan pemasangan dan penempatan keramba jaring dan membantu proses budidaya yang akan dilakukan. Perairan yang curam dan dalam sangat menyulitkan untuk penempatan keramba jaring apung, terutama untuk menentukan panjang jangkar yang dibutuhkan (BBL Lampung, 2001)

3. Intensitas cahaya, kecerahan dan kekeruhan

Cahaya matahari merupakan sumber utama bagi kehidupan jasad termasuk kehidupan di perairan karena ikut menentukan produktivitas perairan. Boyd (1990) menyatakan bahwa intensitas cahaya matahari merupakan faktor abiotik utama yang sangat menentukan laju produktivitas primer perairan sebagai sumber energi dalam proses fotosintesis. Fotosintesis akan bertambah sejalan dengan bertambahnya intensitas cahaya sampai pada suatu nilai optimum tertentu (cahaya saturasi). Semakin ke dalam suatu perairan maka intensitas cahaya akan semakin berkurang dan merupakan faktor pembatas sampai pada suatu kedalaman dimana fotosintesis sama dengan respirasi. Tingkat kecerahan yang tinggi sangat menentukan keberhasilan usaha budidaya laut. Kriteria tingkatan kesuburan suatu perairan dapat dilihat dari parameter kecerahannya berdasarkan Hakanson and Bryhn (2008), yaitu : oligotrofik (>11 m), mesotrofik (6 – 11 m), eutrofik (2 – 6

m) dan hipertrofik (<2 m). Kondisi optimal kecerahan suatu perairan untuk kegiatan budidaya adalah >3 m (Buitrago *et al*, 2005).

Kekeruhan suatu perairan berasal dari adanya padatan organik atau anorganik yang tersuspensi dalam kolom air yang disebabkan oleh erosi tanah, limbah pertambangan, *effluent* dari limbah rumah tangga dan buangan limbah industri lainnya (Beveridge, 2004). Kekeruhan biasanya terjadi saat musim hujan dimana adanya *runoff* dari sungai yang bermuara ke perairan teluk yang membawa berbagai material seperti logam berat dari buangan limbah industri dan padatan bahan organik dan anorganik yang dapat mengganggu sistem pernapasan ikan sehingga menyebabkan kematian karena kekurangan oksigen (Loka *et al.*, 2012).

Tingkat kekeruhan air di perairan mempengaruhi tingkat kedalaman pencahayaan matahari, semakin keruh suatu badan air maka semakin menghambat sinar matahari masuk ke dalam air. Pengaruh tingkat pencahayaan matahari sangat besar pada metabolisme makhluk hidup dalam air, jika cahaya matahari yang masuk berkurang maka makhluk hidup dalam air terganggu, khususnya makhluk hidup pada kedalaman air tertentu, demikian pula sebaliknya (Hardjojo dan Djokosetiyanto, 2005). Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut menetapkan parameter kekeruhan <5 NTU (KLH, 2004). Termasuk Rachmansyah (2004) juga merekomendasikan kisaran optimal tingkat kekeruhan suatu perairan untuk budidaya ikan adalah <5 NTU.

4. Kecepatan arus

Arus sangat berperan dalam sirkulasi air, pembawa bahan terlarut dan tersuspensi, kelarutan oksigen serta dapat mengurangi organisme penempel (*biofouling*). Disain dan konstruksi karamba harus disesuaikan dengan kecepatan arus dan kondisi dasar perairan (lumpur, pasir, karang). Kecepatan arus yang ideal untuk pembesaran ikan kerapu macan dan kerapu bebek adalah 20–50 cm/detik. Kecepatan arus lebih dari 50 cm/detik dapat mempengaruhi posisi jaring dan sistem penjangkaran. Kuatnya arus dapat menyebabkan bergesernya posisi rakit. Kecepatan arus yang terlalu kecil dapat mengurangi pertukaran air yang keluar

masuk jaring dan kondisi ini berpengaruh terhadap ketersediaan oksigen dalam jaring pemeliharaan serta mudahnya penyakit terutama parasit menyerang ikan yang dipelihara (BBL Lampung, 2001).

5. Substrat dasar

Kondisi dasar perairan penting dalam menentukan jenis dan ukuran jangkar serta jarak dari karamba ke dasar perairan untuk menghindari kekeruhan akibat adanya arus bawah. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka desain dan konstruksi karamba dalam usaha budidaya ikan dengan sistem karamba jaring apung harus disesuaikan dengan kecepatan arus dan kondisi dasar perairan (lumpur, pasir dan karang).

2.4.3.2. Faktor kimia perairan

Parameter kualitas air secara menyeluruh berpengaruh terhadap organisme laut. Pengaruh kualitas perairan terhadap biota laut terjadi karena sifat parameter kualitas air tersebut maupun karena tingkat toleransi biota perairan terhadap lingkungannya. Kualitas kimia perairan yang dimaksud dalam pemilihan lokasi budidaya ikan dalam karamba jaring apung meliputi konsentrasi ion hidrogen (pH), oksigen terlarut, salinitas, senyawa nitrogen dan fosfat.

1. Konsentrasi ion hidrogen (pH) (*Directive Factor*)

Derajat keasaman atau pH menggambarkan aktifitas potensial ion hidrogen dalam larutan yang dinyatakan sebagai konsentrasi ion hydrogen (mol/l) pada suhu tertentu, atau $\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$ (Beveridge, 2004; Boyd, 1998). Besaran nilai pH berkisar antara 0 – 14, dimana nilai pH kurang dari 7 menunjukkan lingkungan yang bersifat asam dan nilai di atas 7 menunjukkan lingkungan yang basa, sedangkan $\text{pH} = 7$ disebut netral (Effendi, 2003). Konsentrasi pH mempengaruhi tingkat kesuburan suatu perairan karena mempengaruhi kehidupan jasad renik. Kisaran pH air laut umumnya 7,6 – 8,3. pH air laut relatif konstan karena mempunyai penyangga dari hasil keseimbangan karbon dioksida, asam karbonat, karbonat dan bikarbonat yang disebut *buffer* (Kangkan, 2006).

Tolok ukur yang digunakan untuk menentukan kondisi perairan asam atau basa disebut pH. Nilai pH digunakan pula sebagai indeks kualitas lingkungan. Kondisi perairan dengan pH netral atau sedikit ke arah basa sangat ideal untuk kehidupan ikan laut. Perairan dengan pH rendah mengakibatkan aktivitas tubuh menurun atau ikan menjadi lemah, lebih mudah terkena infeksi dan biasanya diikuti dengan tingkat mortalitas tinggi. Ikan diketahui mempunyai toleransi pada pH antara 4,0–11,0. Untuk ikan-ikan karang diketahui pertumbuhannya sangat baik pada kisaran pH 8,0–8,2 (Ditjen PB, 2012). Nilai pH dapat dipengaruhi oleh aktivitas fotosintesa, suhu serta buangan industri dan rumah tangga.

2. Oksigen terlarut (DO) (*Limiting Factor*)

Oksigen yang terdapat dalam air laut terdiri dari 2 bentuk senyawa, yaitu terikat dengan unsur lain (NO_3 , NO_2 , PO_4 , H_2O , CO_2 , CO_3) dan sebagai molekul bebas (O_2). Molekul oksigen (O_2), yang terdapat dalam air laut adalah dari udara melalui proses difusi dan dari hasil proses fotosintesis fitoplankton pada siang hari. Konsentrasi dan ketersediaan oksigen terlarut merupakan salah satu faktor pembatas bagi ikan yang dibudidayakan.

Adanya dekomposisi bahan organik dan oksidasi bahan anorganik dapat mengurangi kadar oksigen terlarut hingga mencapai kondisi anaerob. Padat tebar yang tinggi dalam wadah pemeliharaan (*stocking density*) dan pemberian pakan (*feeding rate*) dapat menyebabkan turunnya konsentrasi oksigen terlarut dalam air, dimana sisa pakan (*uneaten feed*) dan sisa hasil metabolisme mengakibatkan tingginya kebutuhan oksigen untuk menguraikannya. Boyd (1990) menyatakan bahwa kemampuan ekosistem kolam budidaya untuk menguraikan bahan organik terbatas sehingga dapat menyebabkan rendahnya konsentrasi oksigen terlarut dalam air. Suatu perairan yang tingkat pencemarannya rendah dan bisa dikategorikan sebagai perairan yang baik adalah perairan dengan kadar oksigen terlarutnya >5 mg/l (Salmin, 2005). Selanjutnya untuk mengetahui tingkat pencemaran suatu perairan berdasarkan nilai oksigen terlarut dikategorikan sebagai berikut : tidak tercemar jika kadar DO $>6,5$ mg/l, tercemar ringan jika

kadar DO 4,5 – 6,4 mg/l, tercemar sedang jika kadar DO berkisar 2,0 – 4,4 mg/l dan tercemar berat jika kadar oksigen terlarutnya <2,0 mg/l (Lee et al., 1978).

Konsumsi oksigen berbeda pada tiap spesies ikan dimana ikan golongan *pelagic* seperti kakap membutuhkan lebih banyak dibandingkan golongan *demersal* seperti ikan kerapu (Loka et al., 2012). Konsentrasi oksigen terlarut bagi biota laut adalah >5 mg/l (KLH, 2004). Idealnya konsentrasi oksigen terlarut lebih dari 5 mg/l, namun untuk ikan *pelagic* minimal 4 mg/l dan ikan *demersal* lebih dari 3 mg/l (Loka et al., 2012).

3. Salinitas (*Masking Factor*)

Menurut Boyd (1990), salinitas merupakan konsentrasi total ion yang terdapat dalam perairan. Sedangkan Effendi (2003), menyatakan bahwa salinitas merupakan gambaran padatan total di dalam air, setelah semua karbonat dikonversi menjadi oksida, semua bromida dan iodida digantikan dengan klorida dan semua bahan organik telah dioksidasi. Salinitas dinyatakan dalam satuan gram per liter (g/L), *part per thousand* (ppt) atau promil (‰).

Pada kebanyakan ikan tropis, salinitas optimal yang dibutuhkan adalah dalam kondisi salinitas yang normal laut, dan umumnya tidak dapat hidup dengan baik pada kondisi salinitas rendah (Loka et al., 2012). Keberadaan salinitas sebagai pengontrol tekanan osmotik yang sangat mempengaruhi keseimbangan ion dalam tubuh organisme akuatik (Beveridge, 2004). Toleransi terhadap salinitas tergantung pada umur stadium ikan. Salinitas berpengaruh terhadap reproduksi, distribusi, lama hidup serta orientasi migrasi. Nilai salinitas perairan laut berkisar 30‰ - 40‰ (Effendi, 2003).

Salinitas yang disarankan untuk ikan kerapu menurut SNI 01-6487.3-2000 adalah 28‰ - 35‰ (BSN, 2014).

4. Fosfat (*Limiting Factor*)

Fosfor di perairan berbentuk senyawa anorganik yang terlarut yaitu ortofosfat dan senyawa organik berupa partikulat (Effendi, 2003). Fosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan. Sebagai unsur yang esensial bagi tumbuhan tingkat tinggi dan algae, fosfor menjadi faktor

pembatas bagi tumbuhan dan algae akuatik serta sangat mempengaruhi tingkat produktivitas perairan. Keberadaan fosfor yang berlebihan dan disertai dengan keberadaan nitrogen akan memicu terjadinya ledakan pertumbuhan algae di perairan (*algae bloom*). Algae yang melimpah akan membentuk lapisan pada permukaan perairan sehingga menghambat penetrasi oksigen dan cahaya matahari.

Kriteria tingkat trofik pada perairan laut berdasarkan konsentrasi fosfat di perairan menurut Hakanson and Bryhn (2008) yaitu Oligotrofik (<0,015 mg/l), Mesotrofik (0,015 – 0,04 mg/l), Eutrofik (0,04 – 0,13 mg/l) dan Hipertrofik (>0,13 mg/l). Kadar fosfat pada Baku Mutu yang telah ditetapkan dalam Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut adalah <0,015 mg/l (KLH, 2004).

Peningkatan kadar fosfat dalam laut akan menyebabkan terjadinya peledakan populasi (*blooming*) alga yang berakibat pada kematian ikan secara masal.

5. Nitrit (NO₂-N)

Nitrit (NO₂-N) bersifat tidak stabil di perairan alami dengan keberadaan oksigen. Nitrit merupakan bentuk peralihan (*intermediate*) antara ammonia dan nitrat (nitrifikasi) dan antara nitrat dengan gas nitrogen (denitrifikasi) (Effendi, 2003). Nitrit bersifat toksik bagi ikan dan udang karena mengoksidasi Fe²⁺ di dalam hemoglobin dengan mekanismenya terhadap transport oksigen dalam darah dan kerusakan jaringan (Kordi and Tancung, 2007). Sumber nitrit di perairan dapat berupa limbah industri dan limbah domestik (Effendi, 2003).

6. Nitrat (NO₃-N)

Senyawa nitrogen dalam perairan berupa nitrogen anorganik dan organik. Nitrogen anorganik terdiri atas ammonia (NH₃), ammonium (NH₄), nitrit (NO₂), nitrat (NO₃), dan molekul nitrogen (N₂) dalam bentuk gas (Effendi, 2003). Sedangkan nitrogen organik berupa protein, asam amino dan urea. Keseluruhan

bentuk nitrogen tersebut mengalami transformasi sebagai bagian dari siklus nitrogen. Nitrat (NO_3) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrient utama bagi pertumbuhan tanaman dan algae.

Hampir semua nitrat di perairan laut bersumber dari aliran sungai yang dihasilkan oleh aktivitas pertanian, pertambakan, industri dan buangan rumah tangga atau limbah penduduk (Cloern, 2001). Secara alami konsentrasi nitrogen-nitrat dalam air laut hanya beberapa mg/l dan merupakan salah satu senyawa yang berfungsi dalam merangsang pertumbuhan biomassa laut sehingga secara langsung mengontrol perkembangan produksi primer sehingga berhubungan erat dengan kesuburan suatu perairan (Susana, 2004).

Hakanson and Bryhn (2008) menetapkan kriteria tingkat kesuburan untuk perairan dengan salinitas di atas 25 ppt berdasarkan konsentrasi nitrat di perairan yaitu oligotrofik ($<1,1$ mg/l), mesotrofik (1,1 – 2,9 mg/l), eutrofik (2,9 – 9,4 mg/l) dan hipertrofik ($>9,4$ mg/l). Sedangkan menurut Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut yang tertuang dalam Kepmen LH No. 51 tahun 2004 ditetapkan konsentrasi nitrat dalam perairan untuk kehidupan optimal biota laut sebesar $<0,008$ mg/l (KLH, 2004).

7. Amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$)

Amonia (NH_3) dan garam-garamnya bersifat mudah larut dalam air. Sumber amonia di perairan adalah pemecahan nitrogen organik (protein dan urea) dan nitrogen anorganik yang terdapat di tanah dan air yang berasal dari dekomposisi bahan organik (tumbuhan dan biota akuatik yang telah mati) oleh mikroba dan jamur (Effendi, 2003; Susana, 2004). Amonia yang terukur di perairan berupa amonia total (NH_3 dan NH_4^+), dimana amonia bebas tidak dapat terionisasi sedangkan ammonium dapat terionisasi (Effendi, 2003). Persentase NH_3 dari amonia total dipengaruhi oleh salinitas, konsentrasi oksigen, suhu dan pH air (Kordi and Tancung, 2007). Bentuk nitrogen-amonia dalam air laut sebenarnya bukan merupakan senyawa kimia beracun, namun sifat racun tersebut timbul bila dalam keadaan terdisosiasi, yaitu apabila amonia berada dalam larutan dimana terdapat ion hidrogen (Susana, 2004). Selanjutnya dikatakan bahwa dalam

bentuk terdisosiasi seperti ini akan lebih beracun terhadap ikan dan erat kaitannya dengan derajat keasaman (pH) perairan. Efek sublethal amonia terhadap ikan adalah terjadinya penyempitan permukaan insang sehingga mengakibatkan kecepatan proses pertukaran gas dalam insang menurun, terjadinya penurunan jumlah sel darah, penurunan kadar oksigen dalam darah, mengurangi ketahanan fisik dan daya tahan terhadap penyakit serta terjadinya kerusakan struktural berbagai jenis organ.

Kadar nitrogen amonia dalam perairan tidak boleh melebihi 0,5 mg/l (Chou and Lee, 1997; FAO, 1989; Loka et al., 2012). Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut menetapkan <0,3 mg/l untuk amonia total di perairan (KLH, 2004).

8. *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*

Biochemical Oxygen Demand (BOD) merupakan gambaran kadar bahan organik yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba aerob untuk mengoksidasi bahan organik menjadi karbondioksida dan air. BOD menunjukkan jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh proses respirasi mikroba aerob yang terdapat dalam botol BOD yang diinkubasi pada suhu sekitar 20°C selama lima hari dalam keadaan tanpa cahaya (Boyd, 1988). Sementara Salmin (2005) mendefinisikannya sebagai banyaknya oksigen yang diperlukan oleh organisme pada saat pemecahan bahan organik pada kondisi aerobik. Effendi (2003) menyebutkan bahwa nilai BOD di perairan dipengaruhi oleh suhu, densitas plankton, keberadaan mikroba serta jenis dan kandungan bahan organik.

Kriteria tingkat pencemaran berdasarkan parameter BOD₅ menurut Lee et al. (1978) adalah sebagai berikut : Tidak tercemar (<2,9 mg/l); tercemar ringan (3,0 – 5,0 mg/l), tercemar sedang (5,1 – 14,9 mg/l) dan tercemar berat (≥15 mg/l). Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut parameter BOD₅ adalah kurang dari 20 mg/l (KLH, 2004).

2.4.3.3. Faktor biologi perairan

Plankton merupakan organisme berukuran renik, hidup melayang dalam air dengan kemampuan gerak yang lemah sehingga pergerakannya banyak ditentukan oleh pergerakan air. Fitoplankton merupakan tumbuhan tingkat rendah yang bersifat planktonik dan hidup melayang dalam kolom perairan (Sutomo, 2013). Komunitas plankton memegang peranan penting dalam ekosistem di laut karena plankton merupakan dasar dari rantai makanan sehingga disebut produsen primer yang dapat membentuk materi organik dari materi anorganik melalui proses fotosintesis yang selanjutnya dapat dimanfaatkan secara langsung oleh organisme hidup lainnya (Nontji, 2008). Fitoplankton sebagai tumbuhan berperan dalam menyediakan oksigen dan sebagai sumber makanan bagi banyak organisme lain. Keberadaan fitoplankton berada di zona euphotik, yaitu zona dimana pada area ini menerima cahaya matahari yang cukup untuk digunakan fotosintesis (Mukhtasor, 2007).

Kelimpahan plankton di suatu perairan sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan yang meliputi faktor fisika, kimia dan biologi dimana faktor pembatas bagi kehidupan fitoplankton adalah nitrat dan fosfat. Variasi suhu musiman, salinitas dan level nutrisi diyakini memiliki peranan penting dalam suksesi fitoplankton (Wagey, 2002). Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas suatu perairan antara lain arus, pasang surut, morfo-geografi setempat dan proses fisik dari lepas pantai sedangkan keberadaan pulau-pulau akan menyumbangkan produksi hayati yang lebih tinggi karena terjadinya pengkayaan yang disebabkan oleh turbulensi, menaikkan massa air di selat antar dua pulau atau lebih dan aliran air sungai ke perairan pantai (Wardjan, 2005). Limbah yang mengandung bahan organik dan masuk ke lingkungan laut akan mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton dan selanjutnya mempengaruhi kehidupan organisme lain secara keseluruhan (Mukhtasor, 2007).

2.5. Analisis Indeks dan Status Keberlanjutan Multidimensi

Teknik Rappfish (*Rapid Apraisal for For Fisheries*) merupakan alat bantu dalam melakukan analisis terhadap status keberlanjutan secara multidisipliner. Pada awalnya analisis ini digunakan untuk mengukur sttus keberlanjutan pada

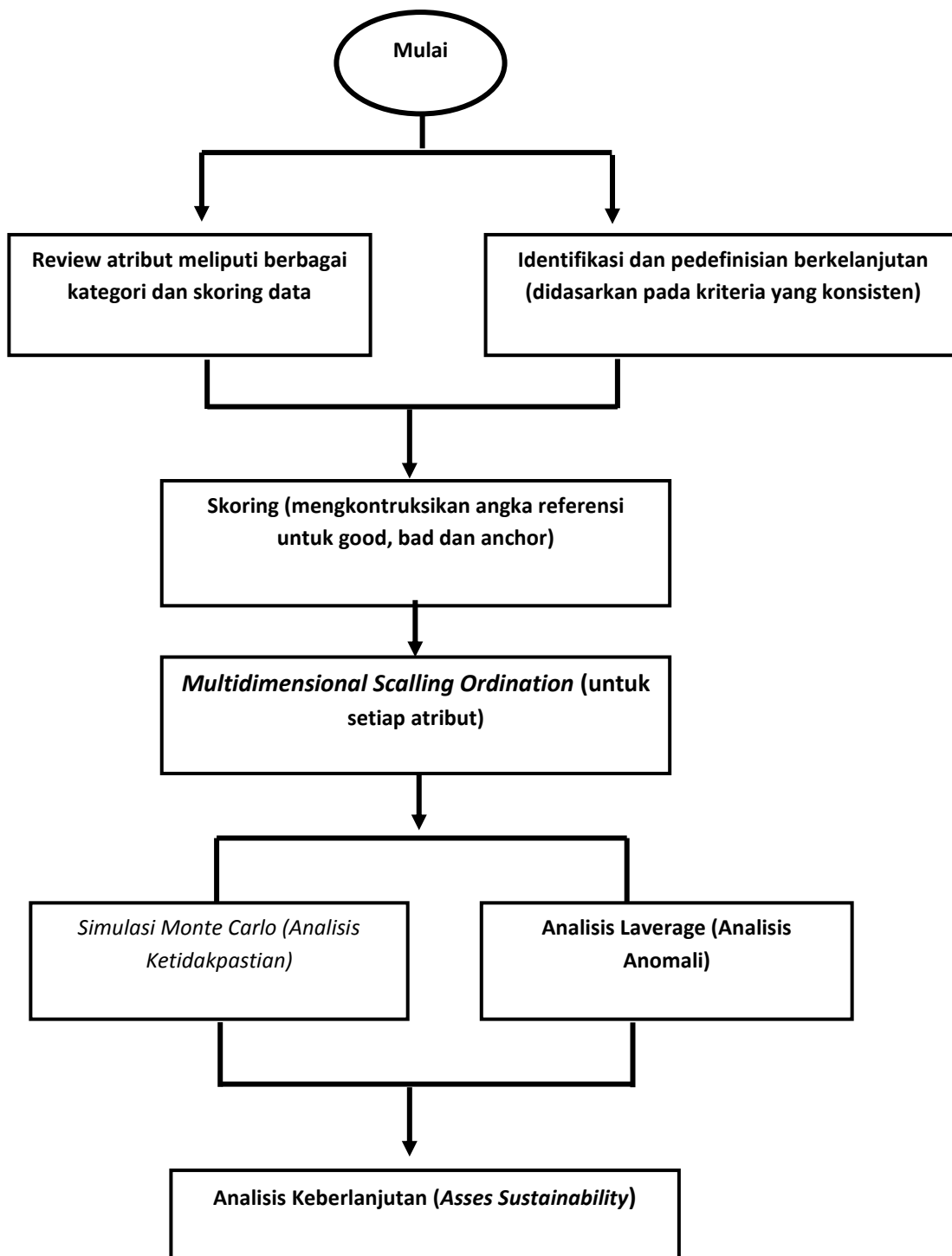
bidang perikanan, namun demikian dalam perkembangannya teknik ordinas Rapfish telah banyak digunakan untuk mengukur status keberlanjutan pada multi sektor.

Rapfish didasarkan pada teknik ordinas (menempatkan sesuatu pada urutan atribut yang terukur) dengan menggunakan *Multi-Dimensional Scaling* (MDS). Dimensi yang terdapat pada Rapfish menyangkut aspek keberlanjutan yang dilihat dari aspek ekologis, ekonomi, teknologi, sosial dan etik (Budianto, 2012). Penggunaan analisis Rapfish sebagai alat atau *tool* yang menggambarkan kondisi lestari sumberdaya kelautan dan perikanan masih aktual dan dapat diterapkan di Indonesia. Hal ini dikarenakan data-data aktual dari suatu wilayah pengelolaan perairan di Indonesia masih minim, sedangkan kebutuhan akan pengelolaan yang berkelanjutan atas wilayah tersebut semakin mendesak (Hartono et al., 2005). Dengan penggunaan Rapfish maka dapat diperoleh gambaran yang jelas dan komprehensif mengenai kondisi sumberdaya perikanan sehingga bagi institusi yang berwenang dapat membuat kebijakan atau strategi yang tepat dalam pengelolaan kawasan tersebut guna mencapai pembangunan perikanan yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan sebagaimana yang dipersyaratkan dalam *Code of Conduct for Responsible Fisheries* (FAO, 1995).

Analisis *Rapfish* dimulai dengan mendefinisikan perikanan yang akan dianalisis dan ditentukan atribut-atribut yang berpengaruh terhadap keberlanjutan. Kemudian dilanjutkan dengan scoring terhadap masing-masing atribut. Selanjutnya dilakukan analisis *Multi Dimension Scoring* (MDS), sekaligus dilakukan analisis *Leverage* dan analisis *Monte Carlo*.

Analisis *Leverage* digunakan untuk mengetahui atribut yang sensitif, ataupun intervensi yang dapat dilakukan terhadap atribut yang sensitif untuk meningkatkan status keberlanjutan. Analisis *Monte Carlo* digunakan untuk menduga pengaruh galat dalam proses analisis yang dilakukan, pada selang kepercayaan 95%. Nilai Stress dan koefisien determinasi (R^2) berfungsi untuk menentukan perlu tidaknya penambahan atribut untuk mencerminkan dimensi yang dikaji secara akurat. Model yang baik ditunjukkan dengan nilai Stress di

bawah nilai 0,25 dan nilai R^2 yang mendekati 1, sehingga mutu dari analisis MDS dapat dipertanggungjawabkan (Kavanagh and Pitcher, 2004)



Gambar 3. Elemen Proses Aplikasi MDS. Sumber : Alder et. Al, 2000

2.6. Analisis Pengambilan Keputusan dan Strategi Kebijakan

Proses pengambilan keputusan terdapat 4 fase (Simon; 1960) yaitu Fase *Intelligence*. Tahap ini merupakan proses penelusuran dan pendeteksian dari lingkup problematika serta proses pengenalan masalah. Data masukan diperoleh, diproses, dan diuji dalam rangka mengidentifikasi masalah. Fase *Design* tahap ini merupakan proses pengembangan dan pencarian alternatif tindakan/ solusi yang dapat diambil. Alternatif tindakan tersebut merupakan representasi kejadian nyata yang disederhanakan, sehingga diperlukan proses validasi dan verifikasi untuk mengetahui keakuratan model dalam meneliti masalah yang ada. Fase *Choice* pada tahap ini dilakukan proses pemilihan di antara berbagai alternatif tindakan yang mungkin dijalankan. Tahap ini meliputi pencarian, evaluasi, dan rekomendasi solusi yang sesuai untuk model yang telah dibuat. Solusi dari model merupakan nilai spesifik untuk variabel hasil pada alternatif yang dipilih. Fase *Implementation* tahap implementasi adalah tahap pelaksanaan dari keputusan yang telah diambil. Pada tahap ini perlu disusun serangkaian tindakan yang terencana, sehingga hasil keputusan dapat dipantau dan disesuaikan apabila diperlukan perbaikan.

Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yang digunakan pada penelitian ini merupakan suatu proses “rasionalitas sistemik” yang memungkinkan untuk mempertimbangkan suatu persoalan sebagai satu keseluruhan dan mengkaji interaksi serempak dari berbagai komponennya di dalam suatu hirarki. AHP menangani suatu persoalan kompleks sesuai dengan interaksi-interaksi pada persoalan itu sendiri. Proses tersebut membuat orang dapat memaparkan sebagaimana kompleksitasnya persoalan itu sendiri dan memperluas definisi dan strukturnya melalui pengulangan.

AHP adalah suatu metode analisis dan sintesis yang dapat membantu proses pengambilan keputusan yang *powerful* dan fleksibel . AHP dapat membantu dalam menetapkan prioritas-prioritas dan membuat keputusan di mana harus mempertimbangkan aspek-aspek kualitatif dan kuantitatif. Penggunaan AHP dapat mereduksi faktor-faktor yang kompleks menjadi sebuah rangkaian,

kemudian mensintesa hasil-hasilnya, maka AHP tidak hanya membantu orang dalam memilih keputusan yang tepat, tetapi juga dapat memberikan pemikiran/ alasan yang jelas. AHP adalah sebuah hierarki fungsional dengan input utamanya persepsi manusia. Keberadaan hierarki memungkinkan dipecahnya masalah kompleks atau tidak terstruktur ke dalam sub-sub masalah, lalu menyusunnya menjadi suatu bentuk hierarki (Kusrini, 2007). Prinsip-prinsip dalam AHP (Kurniawati, 2008) adalah:

A. Dekomposisi

Pengambil keputusan harus memecah (*to compose*) permasalahan ke dalam elemen-elemen dan menyusunnya ke dalam suatu struktur hirarkis yang menunjukkan hubungan antara sasaran (*goal*), tujuan/kriteria (*objectives*), sub tujuan/sub kriteria serta alternatif-alternatif keputusan. Hirarki merupakan alat mendasar dari pemikiran manusia dengan melibatkan (a) pengidentifikasian elemen- elemen suatu persoalan, (b) mengelompokkan elemen-elemen itu ke dalam beberapa kumpulan yang homogen, dan (c) menata kumpulan-kumpulan ini pada tingkat-tingkat yang berbeda. Ada dua macam bentuk hierarki yaitu struktural dan fungsional. Setiap elemen dalam hierarki fungsional menduduki satu tingkat hierarki. Tingkat puncak disebut fokus. Ini terdiri dari satu elemen, yaitu sasaran dari keseluruhan yang sifatnya luas. Tingkat-tingkat berikutnya masing-masing dapat memiliki beberapa elemen. Berhubung elemen-elemen dalam satu tingkat akan dibandingkan satu dengan yang lain terhadap suatu kriteria yang berada di tingkat atas berikutnya, maka elemen-elemen dalam setiap tingkat harus dari orde (derajat) kebesaran yang sama. Penyusunan hierarki sebelumnya harus memasukan rincian relevan yang cukup untuk menggambarkan persoalan se seksama mungkin. Lingkungan sekitar persoalan perlu dipertimbangkan. Selanjutnya adalah mengidentifikasi masalah-masalah atau sifat-sifat (atribut) yang dirasa membantu penyelesaian.

B. Menetapkan Prioritas

Langkah pertama dalam menetapkan prioritas elemen-elemen dalam suatu persoalan keputusan adalah dengan membuat perbandingan berpasangan, yaitu elemen-elemen dibandingkan berpasangan terhadap suatu kriteria yang ditentukan. Proses perbandingan ini dimulai dari puncak hirarki untuk memilih kriteria C, atau sifat, yang akan digunakan untuk melakukan perbandingan yang pertama. Lalu dari tingkat tepat dibawahnya, ambil elemen-elemen yang akan dibandingkan: A1, A2, dan seterusnya. Pengisian matrik perbandingan berpasangan, digunakan bilangan untuk menggambarkan relative pentingnya suatu elemen di atas yang lainnya. Bila membandingkan suatu elemen dalam matrik dengan elemen itu sendiri, misalnya A1 dengan A1, maka perbandingan tersebut harus memberikan bilangan satu, maka isilah diagonal matrik itu dengan bilangan-bilangan 1. Selalu membandingkan elemen pertama dari suatu pasangan (elemen di kolom sebelah kiri matrik) dengan elemen yang kedua (elemen dibaris puncak) dan menaksir nilai numeriknya berdasarkan skala. Nilai kebalikanya lalu digunakan untuk perbandingan elemen kedua dengan elemen pertama tadi.

C. Sintesis

Setelah matrik perbandingan berpasangan sudah lengkap diisi berikutnya mensintesis berbagai pertimbangan untuk memperoleh suatu taksiran menyeluruh dari prioritas relative. Sehingga pertama-tama jumlahkan nilai-nilai dalam setiap kolom. Lalu bagi dalam setiap entri dalam setiap kolom dengan jumlah pada kolom tersebut untuk memperoleh matrik yang dinormalisasi. Terakhir rata-ratakan sepanjang baris dengan menjumlahkan semua nilai dalam setiap baris dari matrik yang dinormalisasi itu, dan membaginya dengan banyak entri dari setiap baris. Sintesis ini menghasilkan persentase prioritas relative menyeluruh untuk masing-masing.

Tabel 3. Skala Perbandingan Berpasangan

Intensitas Kepentingan	Definisi	Penjelasan
1	Kedua elemen sama pentingnya	Dua elemen mempunyai pengaruh yang sama besar terhadap tujuan
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting dari pada elemen yang lainnya	Pengalaman dan penilaian sedikit menyokong satu elemen dibandingkan elemen yang lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting dari pada elemen yang lainnya	Pengalaman dan penilaian sangat kuat menyokong satu elemen dibandingkan elemen yang lainnya
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting dari pada elemen yang lainnya	Satu elemen yang kuat di sokong dan dominan terlihat dalam praktek
9	Satu elemen mutlak penting dari pada elemen yang lainnya	Bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap elemen lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan
2,4,6,8	Nilai-nilai antara 2 nilai pertimbangan yang berdekatan	Nilai ini diberikan bila ada dua kompromi diantara 2 pilihan
Kebalikan	Jika aktifitas i mendapat satu angka nilai kebalikkannya dibanding dengan i	dibanding aktifitas j, maka j mempunyai

Sumber : Saaty, 1993

D. Konsistensi

Konsistensi sampai kadar tertentu dalam menetapkan prioritas untuk elemen-elemen atau aktivitas berkenaan dengan beberapa kriteria adalah perlu untuk memperoleh hasil yang akurat. Menurut Kurniawati: 2008 menyebutkan bahwa AHP mengukur konsistensi menyeluruh dari berbagai pertimbangan melalui suatu rasio konsistensi. Nilai rasio konsistensi harus 10% atau kurang. Pada referensi yang lain menyebutkan

bahwa hasil perhitungan nilai inkonsistensi antara 0 hingga 1. Jika lebih dari 10%, pertimbangan yang telah dibuat mungkin agak acak dan mungkin perlu untuk diperbaiki. Matrik bobot yang diperoleh dari hasil perbandingan secara berpasangan harus mempunyai hubungan cardinal dan ordinal yaitu hubungan cardinal : $a_{ij} , a_{jk} = a_{ik}$, sedangkan hubungan ordinal : $A_i > A_j , A_j > A_k$, maka $A_i > A_k$. Hubungan tersebut dapat dilihat dari dua hal berikut : (a) Dengan melihat preferensi multiplikatif dan (b) Dengan melihat preferensi transitif.

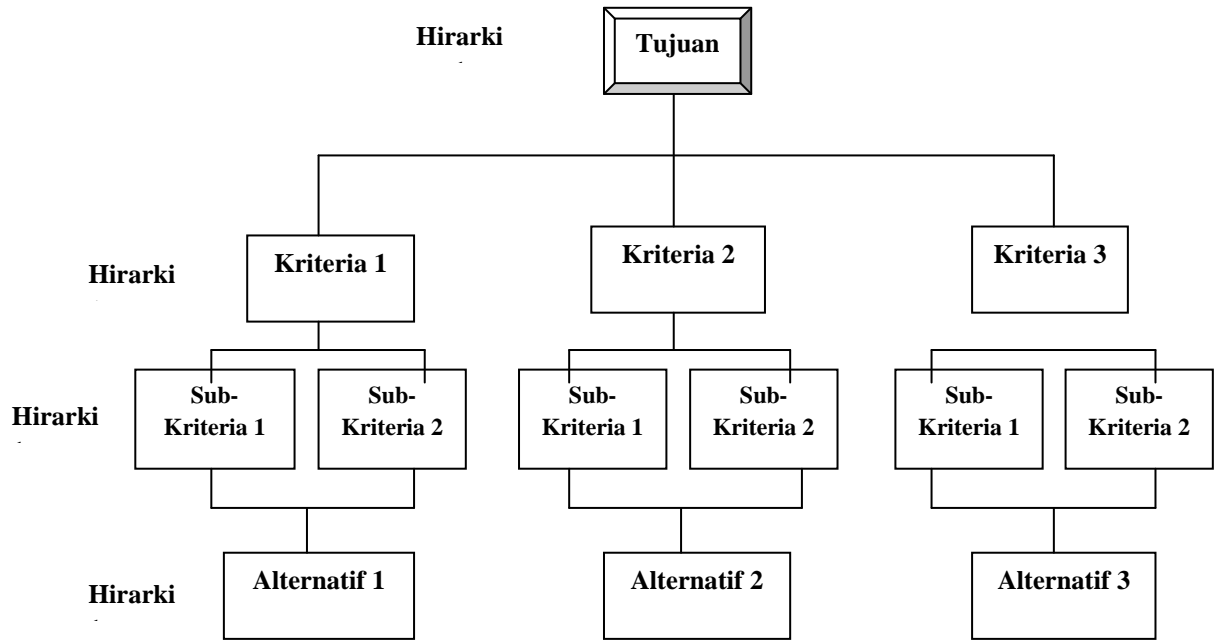
Pada keadaan sebenarnya akan terjadi beberapa penyimpangan dari hubungan tersebut, sehingga matrik tersebut tidak konsisten sempurna. Pada teori matrik diketahui bahwa kesalahan kecil pada koefisien akan menyebabkan penyimpangan kecil pula pada eigenvalue .

Penyimpangan dari konsistensi dinyatakan dengan indeks konsistensi dengan persamaan berikut:

$$CI = \frac{\Lambda_{maks} - n}{n - 1} \dots\dots\dots (pers 1)$$

Dimana : n = ukuran matrik, Λ_{maks} = eigenvalue maksimum. Λ_{maks} = diperoleh dari langkah-langkah berikut : (1). Menghitung persentase prioritas relative menyeluruh untuk masing-masing elemen; (2). Mengalikan setiap elemen pada kolom A1 dengan persentase prioritas relative untuk elemen A1, begitu juga kolom A2 dan seterusnya; (3). Menjumlah masing-masing elemen baris; (4). Melakukan pembagian antara jumlah masing-masing baris hasil dari langkah ke-3 dengan rata-rata jumlah baris dari langkah ke-1; (5). Menghitung rata-rata hasil langkah 4 (disebut lamda maksimum); (6). Menghitung indeks konsistensi dengan rumus 1. Perbandingan antara indeks konsistensi (CI) dan nilai indeks random (RI) untuk suatu matrik didefinisikan sebagai rasio konsistensi (CR).

Adapun bagan hierarki analisis AHP secara umum sebagaimana pada gambar 4 di bawah ini :



Gambar 4. Bagan hierarki analisis AHP

a) Adanya
potensi
resiko
pengemba
ngan
budidaya