

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanasan global atau *global warming* merupakan proses meningkatnya temperatur bumi karena kandungan gas rumah kaca seperti karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), nitrogen oksida (NO_2), *chlorofluorocarbon* (CFC) dan gas lainnya secara berlebihan di atmosfer (**Latuconsina, 2010**). Ahli klimatologi memprediksikan laju kenaikan kandungan gas rumah kaca akan terus mengalami peningkatan di atmosfer pada masa mendatang yang memacu meningkatnya temperatur bumi. Menurut laporan pemantauan *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) telah terjadi kenaikan temperatur bumi sebesar 0,5 derajat celsius selama abad 20 dan diperkirakan akan meningkat sekitar 1,5 - 5,8 derajat celsius pada tahun 2100, bahkan akan mengalami peningkatan lebih besar lagi apabila kadar CO_2 meningkat lebih cepat di atmosfer (**Indrawan dkk, 2007**).

Pemanasan global dapat menimbulkan dampak negatif diberbagai sektor pada kehidupan dimuka bumi. Salah satu yang paling berpengaruh adalah ekosistem laut. Ekosistem laut berperan penting untuk menyeimbangkan lingkungan dan mendistribusikan kembali energi di bumi. Ekosistem laut mempunyai potensi besar untuk menyerap gas karbon dioksida (CO_2) sebagai gas utama penyebab pemanasan global yang dilakukan oleh fitoplaknton. Fitoplankton mampu menghasilkan oksigen dari proses fotosintesis. Sekitar 70 persen oksigen yang dihirup makhluk hidup di daratan berasal dari fitoplankton di Samudera (**Sekerci dan Petrovsii, 2015**). Kemampuan fitoplankton di lautan dalam menyerap CO_2 dari atmosfer tidak kalah besarnya dengan kemampuan seluruh tumbuhan yang ada di daratan dalam menyerap CO_2 . Hal ini karena fitoplankton dapat menyerap sekitar 40 - 50 miliar ton gas karbon dioksida (CO_2) per tahun dan memiliki peranan penting dalam menjaga keseimbangan panas bumi melalui pengontrolan perluasan dan ketebalan awan yang melewati lautan, sehingga fitoplankton dikenal sebagai pengatur dan pengendali iklim global (**Nontji, 2008**).

Pemanasan global telah menyebabkan penurunan keanekaragaman hayati laut. Peningkatan emisi gas rumah kaca terutama CFC mengakibatkan menipisnya lapisan ozon yang berdampak buruk terhadap komunitas fitoplankton di lautan. Diperkirakan 16 persen pengurangan lapisan ozon akan mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan fitoplankton sehingga menurunkan laju fotosintesis di laut yang diperkirakan sudah mencapai 6 - 12 persen (**Latuconsina, 2010**). Pemanasan global menyebabkan terjadinya pengasaman laut dengan menurunkan tingkat pH air laut yang secara perlahan merusak kapasitas reproduksi biomassa plankton, sehingga memberikan tekanan pada komunitas perikanan laut dalam jangka panjang (**Mandal dkk, 2021**). Pemanasan global juga berdampak pada komunitas terumbu karang dari jenis hermatifik (*hermatypic coral*), yaitu hewan karang pembentuk bangunan/kerangka karang dari tumpukan kapur (CaCO_3) sebagai hasil fotosintesis jutaan alga *zooxanthellae* yang hidup bersimbiosis dalam jaringan tubuh hewan karang. Meningkatnya temperatur perairan laut diluar batas normal merupakan penyebab terjadinya coral bleaching yaitu pemutihan terumbu karang (**Latuconsina, 2010**). Secara keseluruhan, dampak pemanasan global karena meningkatnya emisi gas rumah kaca sangat mempengaruhi ekosistem laut seperti laju pertumbuhan fitoplankton, sumber daya perikanan, serta alga laut.

Dalam beberapa literatur telah dibahas model matematika yang berkaitan dengan dampak pemanasan global. **Sekerci dan Petrovskii (2015)** mengembangkan model matematika yang menggambarkan efek CO_2 pada plankton laut. Pertumbuhan plankton meningkat secara proporsional dengan semakin jenuhnya CO_2 di lautan. **Hinners dkk (2019)** mengembangkan model deterministik untuk menganalisis pengaruh pemanasan global pada fitoplankton laut. Laju pertumbuhan fitoplankton berbanding terbalik dengan pemanasan global. **Kurniawan dkk (2021)** merumuskan model matematika dampak pemanasan global terhadap mencairnya es kutub dan menggunakan kontrol penggunaan teknologi bersih dan penghijauan hutan. **Kim dan Kim (2021)** merumuskan model stokastik yang menggambarkan dampak perubahan iklim

dibelahan bumi laut selatan terhadap populasi plankton. Dalam penelitiannya diperoleh bahwa populasi plankton meningkat seiring dengan peningkatan penyerapan gas CO₂. **Mandal dkk (2021)** mengembangkan model matematika deterministik multi-spesies yang banyak digunakan untuk menganalisis fenomena alam. Model yang dibangun berdasarkan interaksi antara konsentrasi gas rumah kaca (GRK), suhu atmosfer, populasi plankton, dan populasi ikan. Dalam penelitian tersebut dilakukan analisis kestabilan pada setiap titik setimbang serta dilakukan simulasi numerik. Pemanasan global karena meningkatnya gas rumah kaca (GRK) yang cepat, dapat menyebabkan ekosistem laut tidak seimbang dengan mengurangi populasi plankton secara signifikan dan sumber daya perikanan. Namun, pada penelitian tersebut belum mencakup keseluruhan populasi makhluk hidup yang ada pada ekosistem laut, hanya fokus pada populasi plankton dan populasi ikan saja. Dengan demikian perlu adanya pengembangan lebih lanjut dengan mencakup keseluruhan populasi makhluk hidup di ekosistem laut untuk mengetahui dampak pemanasan global. Dari penjabaran di atas, penulis tertarik untuk mengembangkan model yang dikembangkan **Mandal dkk (2021)** dengan menambah interaksi populasi terumbu karang pada model matematika dampak pemanasan global pada ekosistem laut. Populasi terumbu karang merupakan bagian dari ekosistem laut dan termasuk salah satu populasi yang berperan penting terhadap pengendalian pemanasan global pada ekosistem laut. Selain itu penulis juga menambahkan kontrol optimal berupa penanaman hutan bakau dan usaha pemeliharaan (penyuburan) plankton. Penanaman hutan bakau selain untuk mencegah abrasi air laut juga sebagai penyerap karbon dioksida. Dengan adanya hutan bakau, lebih banyak karbon dioksida yang diserap sehingga mampu mencegah pemanasan global pada ekosistem laut. Sedangkan usaha pemeliharaan (penyuburan) plankton sangat diperlukan untuk meningkatkan dan mempertahankan populasi plankton yang berperan sangat besar dalam mengendalikan pemanasan global pada ekosistem laut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, rumusan masalah yang akan dibahas dalam penulisan ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana analisis kestabilan titik setimbang dari model matematika dampak pemanasan global pada ekosistem laut?
2. Bagaimana bentuk kontrol optimal dari model matematika dampak pemanasan global pada ekosistem laut?
3. Bagaimana hasil simulasi dan interpretasi model matematika dampak pemanasan global pada ekosistem laut sebelum dan sesudah diberi kontrol?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis kestabilan titik setimbang dari model matematika dampak pemanasan global pada ekosistem laut.
2. Mengetahui bentuk kontrol optimal dari model matematika dampak pemanasan global pada ekosistem laut.
3. Mengetahui hasil simulasi dan interpretasi model matematika dampak pemanasan global pada ekosistem laut sebelum dan sesudah diberi kontrol.

1.4 Manfaat

1. Dapat memberikan informasi tentang analisis kestabilan titik setimbang dari model matematika dampak pemanasan global pada ekosistem laut.
2. Sebagai referensi atau dasar dalam penelitian selanjutnya.

1.5 Batasan Masalah

Model matematika yang digunakan dalam penelitian ini merujuk pada jurnal yang ditulis oleh **Mandal dkk (2021)** dengan modifikasi menambahkan variabel terumbu karang dan dua variabel kontrol yaitu penanaman hutan bakau dan usaha pemeliharaan (penyuburan) plankton.