

DAMPAK TSUNAMI TERHADAP PERUBAHAN LINGKUNGAN ATMOSFER

Lilik Slamet S.

Peneliti Bidang Aplikasi klimatologi Dan Lingkungan, LAPAN

RINGKASAN

Ketika gelombang air laut naik sampai mencapai ketinggian 10 meter yang menyertai tsunami di provinsi Xangroe Aceh Darusalam dan Sumatera Utara, bersamaan dengan itu senyawa *Dintetit Sulphide* (DMS) terlepas ke atmosfer. Senyawa DMS dilepaskan oleh phytoplankton secara alaird. Senyawa DMS adalah termasuk golongan aerosol sulphat Peranan aerosol adalah sebagai inti kondensasi dalam pembentukan awan dan hujan. Perubahan pada jumlah aerosol yang terlepas ke atmosfer memungkinkan perubahan pada lingkungan atmosfer terutama variabilitas curah hujan.

1 PENDAHULUAN

Belum hilang dari ingatan kita akan bencana tsunami besar yang melanda provinsi Nangroe Aceh Darusalam dan Sumatera Utara. Setelah musibah itu terjadi, Tsunami merupakan suatu kejadian yang menakutkan bagi masyarakat Indonesia pada umumnya, dan khususnya masyarakat yang tinggal di sekitar pantai nusantara ini. Hal ini dikarenakan jalur lempeng geologi memang terletak pada sepanjang pantai Barat pulau Sumatera, terus membelok ke pantai Selatan Jawa.

Gempa bumi berdasarkan sumber energinya dapat dibedakan menjadi gempa eksogen yang sumber energinya berasal dari luar sistem Bumi dan gempa endogen yang bersumber dari dalam Bumi. Gempa eksogen seperti jatuhnya meteor ke permukaan bumi, contohnya di Arizona, Amerika Serikat yang menimbulkan kawah (cekungan) di permukaan bumi dengan diameter (garis tengah) yang cukup besar sekitar 1 km. Gempa bumi endogen adalah gempa tektonik dan vulkanik. Gempa tektonik terjadi karena adanya gerakan patahan, Upatan, atau munculnya daratan baru (pulau) dari lapisan dalam Bumi baik yang terjadi di laut atau darat. Gempa vulkanik terjadi jika gunung berapi meletus.

Tsunami adalah gelombang pasang air laut yang terjadi akibat dari gempa Bumi dengan pusat gempa (hiposentrum) terletak di bawah

laut. Gempa ini sering juga disertai oleh naiknya permukaan air laut dan gelombang air. Seperti tsunami yang melanda pantai barat provinsi Nangroe Aceh Darusalam dan Sumatera Utara. Selain getaran gempa yang hebat berkekuatan 8,9 skala richter, disertai juga ketinggian gelombang laut yang mencapai lebih dari 10 meter. Bencana tsunami yang melanda provinsi Nangroe Aceh Darusalam dan Sumatera Utara merupakan bencana tsunami terbesar sepanjang sejarah sehingga mengakibatkan banyak menelan korban jiwa, harta, dan bangunan serta infrastruktur rusak berat.

2 PROSES TERJADINYA PERUBAHAN DAMPAK TSUNAMI PADA LINGKUNGAN ATMOSFER

Dampak psikologis berupa trauma terhadap getaran dan air pasang mungkin masih dirasakan oleh masyarakat yang tinggal di pesisir pantai. Pada sektor pariwisata, dampak tsunami mengakibatkan lesu dan berkurangnya kunjungan wisatawan untuk mengunjungi objek wisata bahari terutama yang terletak dekat pantai dan laut. Lalu adakah potensi dampak tsunami baik langsung maupun tidak langsung terhadap lingkungan atmosfer ?

Pertanyaan tersebut dapat dijawab dengan melihat hubungan proses antara tsunami dengan lingkungan atmosfer. Sumber energi terjadinya tsunami adalah adanya patahan dari lempeng geologi (termasuk ke dalam litosfer; ling-

kungan/lapisan batuan) yang lalu menggerakkan air laut (termasuk ke dalam hidrosfer; lingkungan/Lapisan air). Di dalam laut terdapat banyak jenis organisme hidup (biosfer) dengan metabolisme biokimianya. Baik hidrosfer maupun biosfer terhubung dengan atmosfer di atasnya sehingga ketiga jenis lingkungan tersebut dapat saling berinteraksi. Seperti diketahui bahwa iklim tidak hanya terbentuk oleh atmosfer (lingkungan udara) saja, tetapi sebagai hasil interaksi antara biosfer (lingkungan makhluk hidup), hidrosfer (lingkungan air), cryosfer (lingkungan salju/es), lithosfer (lingkungan batuan), dan atmosfer.

2.1 Proses Terbentuknya Dimetil Sulphide (DMS)

Mekanisme proses interaksi antara tsunami dengan iklim akan dimulai pada saat tsunami yang disertai dengan naiknya gelombang air laut (sampai mencapai ketinggian 10 meter) membawa dan melepaskan ke luar juga senyawa Dimethyl Sulphide (DMS) dari permukaan laut ke atmosfer.

Senyawa DMS yang dihasilkan oleh sebagian besar *phytoplankton* yang hidup di lapisan atas permukaan laut dilepas ke atmosfer dalam bentuk gas. *Phytoplankton* adalah tumbuhan yang berukuran kecil dan dapat berfotosintesis. Termasuk ke dalam *phytoplankton* adalah jenis ganggang (algae). Berbagai jenis ganggang menghasilkan jumlah DMS yang berbeda, sebagai contoh ganggang jenis *Coccolithophores* dalam kondisi media tumbuh yang kekurangan nutrisi dapat menghasilkan senyawa DMS yang besarnya 100 kali lebih dari pada yang dihasilkan oleh ganggang *Diatomae* yang tumbuh dalam kondisi media yang lebih baik. *Phytoplankton* tumbuh dalam kondisi medium nutrisi yang cukup dan suhu air yang relatif hangat sehingga kondisi medium tumbuh yang baik untuk *phytoplankton* adalah di sekitar pantai dan muara sungai.

Ganggang mampu menghasilkan dan mentransfer sebanyak 27 sampai 56 juta ton sulfur/tahun dalam bentuk DMS dari laut ke atmosfer. Jika dibandingkan dengan sulfur yang dihasilkan industri, nilai tersebut masih lebih

kecil. Industri menghasilkan 80 juta ton sulfur (Bryant, 1997).

Proses dari *phytoplankton* sampai menghasilkan kemunjul. Variasi iklim atau dampak pada lingkungan atmosfer dimulai dari metabolisme *phytoplankton* yang menghasilkan senyawa Dimethylsulphoniopropionate (DMSP) dengan rumus kimia $(CH_3)_2S-(CH_2)_3COO^-$. Senyawa ini oleh *phytoplankton* digunakan untuk menjaga keseimbangan osmotik antara tubuhnya dengan air laut dan mencegah dehidrasi. Jika *phytoplankton* mati atau dimangsa oleh zooplankton, DMSP akan terurai membentuk senyawa DMS dengan rumus kimia $C(CH_3)_2S$. Dimethyl sulphide termasuk ke dalam golongan sulfat. Sulfat sendiri adalah aerosol. Sebanyak 10 % senyawa DMS berdifusi ke dalam kolom air laut radikal. Senyawa DMS akan bereaksi dengan OH^\bullet dan $N(V)$ menghasilkan gas sulfat dan partikel asam metansulfat (CH_3SO_3H). Ke dua zat ini adalah pembentuk inti kondensasi yang dapat menghasilkan awan jenis stratus dan altostratus di atas laut (Bryant, 1997).

2.2 Peranan Aerosol pada Lingkungan Atmosfer

Adanya aerosol sulfat akan mengubah gaya radiasi sebesar -0,3 sampai -0,9 W/m^2 melalui pengaruh langsung dan tidak langsung sebesar -1,3 W/m^2 . Tanda minus artinya aerosol sulfat akan memantulkan radiasi gelombang pendek dari matahari sehingga bersifat mendinginkan atmosfer. Pemantulan radiasi surya oleh aerosol sulfat mengakibatkan awan berkembang menjadi matang, lalu jenuh (Jones *et al*, 1994).

Aerosol adalah partikel liulus berukuran 0,001 μm - 10 μm (mikron) yang berasal dari pecahan benda-benda padat di Bumi. Sumber aerosol dan komposisinya secara global adalah debu sebagai hasil dari hembusan angin sebanyak 20 %, garam dari air laut yang terpercik bersamaan gelombang laut sebanyak 40 %, abu sebagai hasil dari kebakaran hutan sebanyak 10 %, dan sisanya berasal dari partikel asap sebagai hasil dari kegiatan industri sebanyak 5 % (Rogers, 1979 dalam Rozari, 1991). Komposisi dan sumber aerosol tersebut menunjukkan bahwa

laut sebagai penyumbang aerosol terbesar jika dibandingkan dengan sumber aerosol yang lain.

Aerosol sulfat dari senyawa DMS yang dihasilkan *phytoplankton* dari hasil penelitian Giarlson *et al.* (1987) dinyatakan sebagai sumber alami aerosol sulfat yang mungkin berperan penting dalam regulasi iklim bumi. Partikel aerosol sulfat akan menghamburkan, memantulkan, mengubah, dan sedikit menyerap radiasi gelombang pendek matahari.

Aerosol dengan ukuran jari-jari 0,2 um sampai dengan 10 um dalam proses iklim berperan sebagai inti kondensasi (inti pengembunan) dalam pembentukan butir air di dalam awan. Tanpa adanya inti kondensasi di atmosfer, butir air hujan akan sulit terbentuk di dalam awan.

3 PEMBAHASAN

Dengan adanya tsunami yang terjadi di provinsi Nangroe Aceh Darusalam dan Sumatera Utara, di mana air laut menyoai ketinggian di atas normal, berarti senyawa DMS banyak yang terbawa dan terlepas dari laut, lalu ke luar dan masuk ke dalam atmosfer hingga banyak partikel aerosol sulfat di atmosfer. Konsentrasi aerosol sulfat yang lebih besar dapat mengakibatkan banyak terkumpulnya awan-awan penghasil hujan. Aerosol sulfat memiliki *life time* (kala hidup) periode pendek, yaitu hanya beberapa tahun saja jika dibandingkan dengan CO₂ yang sampai ratusan tahun. Setelah digunakan sebagai inti kondensasi, partikel aerosol sulfat ini akan terbawa turun bersamaan dengan hujan.

Dari penjelasan dan proses di atas dapat diketahui adanya potensi pengaruh tsunami secara tidak langsung terhadap variasi iklim dan dampak pada lingkungan atmosfer. Aerosol sulfat hanya berpengaruh lokal. Adanya tsunami pada 26 Desember 2004 secara proses dapat mengakibatkan variasi iklim pada skala lokal, yaitu kemungkinan musim penghujan yang lebih panjang atau musim penghujan yang lebih intensif. Hal ini dikarenakan banyaknya aerosol

sulfat sebagai inti kondensasi yang terbawa ke luar dari laut menuju atmosfer.

Konsentrasi aerosol sulfat di atmosfer sangat dipengaruhi oleh kegiatan di Bumi, baik alami maupun yang sengaja dilakukan oleh manusia secara tidak langsung. Peristiwa alam seperti letusan gunung api juga melepaskan aerosol sulfat ke atmosfer. Letusan gunung El Chichon (1982) atau gunung Pinatubo (1991) mengakibatkan efek pendinginan pada Bumi selama beberapa tahun karena banyaknya aerosol sulfat yang terekspos ke atmosfer. Pada kejadian fenomena el nino, suhu permukaan laut (SST; *Sea Surface Temperature*) akan lebih besar dari pada kondisi normal. Pada kondisi seperti ini senyawa DMS yang dihasilkan *phytoplankton* semakin besar.

Booming plankton (ledakan populasi plankton) karena eutrofikasi (pengkayaan nutrisi pada badan air) dapat juga mengakibatkan banyaknya senyawa DMS yang dihasilkan *phytoplankton* terlepas ke atmosfer. Eutrofikasi pada badan air (seperti sungai dan danau) terjadi karena perubahan tata guna lahan yang mengakibatkan erosi dan sedimentasi pada badan air. Nutrisi yang terkandung dalam butiran tanah terbawa bersamaan dengan air hujan yang mengerosi lahan pertanian dan mengendapkannya pada sungai atau danau.

4 PENUTUP

Dari hasil pembahasan dapat dijelaskan bahwa, besar kemungkinan dampak tsunami yang terjadi di provinsi Nangroe Aceh Darusalam dan Sumatera Utara secara tidak langsung mempengaruhi lingkungan atmosfer yaitu terjadinya variasi iklim, terutama variabilitas curah hujan lokal. Tulisan ini merupakan wacana dan kajian proses sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

DAFTAR RUJUKAN

Bryant, Edward, 1997. *Climate Process and Change*, Cambridge University Press, London.

Carlson, R. J, Lovelock J. E, Andreae M. O,
Warren S. G, 1987. *Oceanic Phytoplankton,
Atmospheric Sulphur, Cloud Albedo and Climate*,
Nature 326,655-661.

Jones, A. Robert D. L, Slingo, J. A, 1994. *Climate
Model Study of indirect Radiative Forcing by
Anthropogenic Sulphate Aerosols*, Nature,
370,450-453.

Rozari, M. B, 1991. *Diktat Kumatologi Dasar*,
Jurusan Geomet, FMIPA, IPB, Bogor.