

# KONSENTRASI SENYAWA DIMETILSULFIDA (DMS) DI PANTAI UTARA JAWA BARAT DAN KEMUNGKINAN DAMPAKNYA PADA PRODUKSI UDANG

Wage Komarawidjaja

Peneliti di Pusat Teknologi Lingkungan,  
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

## Abstracts

*Shrimp culture has become one of the most important Indonesian export commodity since 1985 up to the beginning of 1990's. Due to the increasing intensification, the pressure on the shrimp ponds environment has become a serious problem. The problem was indicated by the decrease in shrimp production since 1992. Dimethylsulfide (DMS) is known as a major contributor to total sulfur emission from land and coastal marine and also known to inhibit nitrification. In this respect, we are studying the influence of DMS on nitrification process in saline water.*

*This paper describes the DMS concentration observed in several places in the Western Coast of North Java. The minimum and maximum concentrations observed were 790.32 hM and 6483.87 hM respectively. These figures are higher than concentration detected in any other coastal area where shrimp productions are concerned. We speculate that DMS has given some contributions in the depletion of shrimp production.*

**Key words :** Dimethylsulfide (DMS), nitrification, shrimp culture.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Senyawa dimetilsulfoniopropionat (DMSP) ditemukan dengan konsentrasi yang tinggi pada sedimen perairan pantai dan estuary. Senyawa ini dihasilkan oleh beberapa marine mikroalgae, fitoplankton dan Cyanobakteri, namun demikian, sumber utama DMSP adalah fitoplankton yang memanfaatkan DMSP sebagai osmotikum (1,6,10).

DMSP merupakan senyawa organosulfur volatile yang terdapat di ekosistem perairan pantai dan estuary.

Dari DMSP inilah senyawa dimetilsulfida atau DMS  $[(CH_3)_2S]$  yang merupakan senyawa volatil dihasilkan. Tetapi, senyawa DMS yang terbentuk dapat pula berasal dari asam amino yang mengandung sulfur (3,7,8,9).

Berdasarkan laporan beberapa hasil hasil kajian di beberapa tempat, ternyata konsentrasi DMS sangat beragam, seperti di Laut Cina Selatan berkisar antara 1.03-2.26  $\eta M$  (13), di Teluk Tokyo, Jepang berkisar 2-130  $\eta M$  (14) dan di British Estuary, Inggris 1.61-109.76  $\eta M$  (15). Laporan tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi senyawa DMS di perairan

estuary lebih tinggi dibandingkan dengan ekosistem laut.

Tingginya akumulasi limbah pakan yang mengandung asam amino di perairan tambak selain merupakan pemicu terjadinya pembentukan senyawa DMS, juga merupakan sumber dari pembentukan ammonia ( $\text{NH}_3$ ). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa tambak udang yang terletak disepanjang pantai atau perairan estuary di pantai utara Jawa Barat, juga memiliki kecenderungan yang sama, terutama dalam hal kandungan senyawa DMS. Selanjutnya, secara biologi senyawa DMS dapat diubah menjadi sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) (11,12). Disatu pihak,  $\text{H}_2\text{S}$  dan  $\text{NH}_3$  dalam konsentrasi tertentu sangat berbahaya bagi kehidupan ikan seperti udang (16), tetapi disisi lain kehadiran senyawa DMS di perairan akan menghambat proses oksidasi  $\text{NH}_3$  menjadi Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) (proses nitrifikasi) (17). Padahal informasi mengenai kandungan senyawa DMS, di perairan pantai atau ekosistem tambak di Indonesia sangat terbatas. Oleh karena itu, mengetahui kandungan senyawa DMS di perairan tambak dan sekitarnya, merupakan tujuan utama dari penelitian ini.

## 1.2 Tujuan

Dengan kelangkaan informasi tentang kandungan senyawa DMS di perairan tambak, maka penelitian ini bertujuan melakukan pengukuran kandungan senyawa DMS pada beberapa kawasan pertambakan di pantai utara Jawa Barat.

## 2. METODOLOGI

### 2.1. Pengambilan Contoh Air Laut

Contoh air laut diambil dari tiga tempat yang berbeda, yakni di petak tambak budidaya, saluran air tambak dan kawasan pantai di pantai utara Jawa Barat. Contoh air laut diambil menggunakan botol plastik yang steril. Contoh air dikemas

dalam keadaan dingin dan dikirim ke Laboratorium.

### 2.2. Pemeriksaan Contoh Air Laut

Pemeriksaan DMS dilakukan pada contoh air tanpa dilakukan penyaringan. Sebagai senyawa volatil, senyawa DMS diukur menggunakan metoda kromatografi dengan alat Gas Kromatograf (GC). Senyawa DMS diukur menggunakan GC dengan kolom tipe 40/60 Carbopak BH T 100 pada suhu  $110^\circ\text{C}$  dengan flow rate gas pembawa ( $\text{N}_2$ ) 60 ml/menit. (10)

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Kandungan Senyawa DMS Kawasan Pertambakan

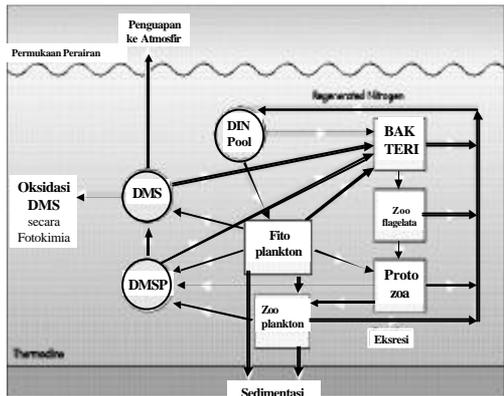
Dalam Visscher dan Taylor (1993) disebutkan beberapa senyawa sulfida antara lain adalah senyawa dimethylsulfida (DMS), dimethyldisulfida (DMDS), diethylsulfida (DES), diethyldisulfida (DEDS), diphenylsulfida (DPS), dan ethanethiol. (12) Namun dalam yang lebih dominan adalah senyawa DMS yang merupakan turunan dari senyawa dimetilsulfoniopropionat (DMSP).

Secara alamiah DMS diproduksi oleh beberapa jenis plankton dan mikroba. Senyawa DMS yang terbentuk, dengan sifatnya yang volatil sebanyak 10% akan menguap ke atmosfer dan 90% DMS yang terlarut di perairan oleh bakteri spesifik diubah menjadi methanethiol (18) dan selanjutnya akan diubah menjadi sulfat ( $\text{SO}_4$ ) dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ).

Selanjutnya, gambaran detail Siklus pembentukan dan pelepasan senyawa DMS di perairan disajikan pada Gambar-1.

Dengan demikian, adanya perkembangan populasi plankton di perairan tambak, baik plankton yang diperlukan sebagai sumber pakan alam udang, maupun plankton yang tidak

diharapkan keberadaannya, adalah merupakan salah satu sumber yang secara alamiah akan memproduksi senyawa DMS. Oleh karena itu, tingginya kandungan senyawa DMS pada beberapa kawasan pertambakan merupakan suatu hal yang logis terjadi sebagaimana disajikan pada Tabel-1.



**Gambar-1.** Siklus pembentukan DMS

Selanjutnya, sebagaimana disajikan pada Tabel-1, bahwa konsentrasi senyawa DMS di beberapa kawasan pertambakan udang di pantai utara Jawa Barat menunjukkan konsentrasi yang bervariasi. Namun bila diperhatikan, konsentrasi senyawa DMS pada setiap kawasan, memiliki pola yang sama, dimana, perairan petak tambak budidaya mengandung konsentrasi senyawa DMS yang paling tinggi, diikuti perairan saluran tambak dan perairan pantai mengandung konsentrasi paling rendah.

Bila ekosistem petak tambak budidaya dan saluran air tambak dianalogikan sebagai kawasan estuary, maka hasil penelitian ini memiliki pola yang sama dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kawasan estuary memiliki kandungan senyawa DMS lebih tinggi (9,10,18,19).

Selanjutnya, bilamana data pada Tabel-1 dibandingkan dengan beberapa referensi, ternyata Kawasan pertambakan yang ditelaah memiliki kandungan senyawa DMS yang tinggi. Sebaliknya, hasil kajian dari Yang, Liu and Zhang, 1999; Niki, Kunugi, Kohata and Otsuki, 1997; Bianchi and Varney, 1998. (13,14,15), berturut turut menyebutkan bahwa konsentrasi senyawa DMS di laut Cina Selatan, Teluk Tokyo dan British Estuary adalah 1,03 – 2,26,  $\eta$ M, 2 – 130  $\eta$ M dan 1,61 – 109,76  $\eta$ M. (13,14,15)

**Table-1.** Konsentrasi Senyawa DMS (  $\eta$ M ) Beberapa Kawasan Tambak Udang di pantai utara Jawa Barat.

Lokasi	Tambak	Saluran	Laut
Labuan	2080,65	1370,97	-
Cilegon	1016,13	-	-
Karangantu	1000,00	790,32	-
Pontang	-	6483,87	-
Tangerang	2338,71	1467,74	1274,74
Pamanukan	496,77	-	-

Catatan : ( - ) = tidak dianalisa

### 3.2. Pengaruh Senyawa DMS terhadap Kualitas Lingkungan Tambak

Sebagaimana dijelaskan pada Gambar-1, bahwa proses pembentukan dan proses perombakan DMS berjalan terus sehingga disatu pihak terjadi akumulasi  $SO_4$  dan  $CO_2$  di perairan tambak dan disisi lain akan terjadi penurunan pH. Hal ini tidak menguntungkan bagi kehidupan organisma di ekosistem pertambakan. Misalnya, proses biodegradasi bahan organik dan proses nitrifikasi akan terhambat. Oleh karena itu, dapat dikatakan, bahwa senyawa DMS secara tidak langsung menghambat proses nitrifikasi. Dengan

demikian perlu dilakukan beberapa tindakan dalam rangka mengurangi gejala yang timbul (penurunan pH) dan menanggulangi penyebabnya (pembentukan  $SO_4$ ).

Lebih lanjut dengan konsentrasi senyawa DMS yang tinggi pada beberapa kawasan pertambakan (Tabel-1) mengindikasikan bahwa kawasan tersebut sangat subur (eutropik), sehingga plankton dan mikroorganisma lain tumbuh dan berkembang biak dengan pesat. Peningkatan kesuburan kawasan tambak tersebut, diduga sangat berkaitan erat dengan pemanfaatan pakan selama periode budidaya udang.

Beberapa laporan studi menunjukkan bahwa siklus nitrogen di lingkungan perairan estuari dipengaruhi oleh hubungan  $HS^-$  dengan proses nitrifikasi. Penghambatan proses nitrifikasi oleh senyawa  $HS^-$  akan mengganggu siklus N baik di sedimen estuari, laut maupun kawasan pertambakan. (17, 22, 23) Oleh karena itu, tingginya kandungan senyawa DMS pada beberapa kawasan pertambakan, dapat mengganggu proses nitrifikasi yang terjadi di perairan tambak.

Lebih lanjut menurut Joye dan Hollibaugh (1995) bahwa proses nitrifikasi dengan menambahkan hidrogen sulfida ( $HS^-$ ) sebesar 60 dan 100  $\mu M$  (setara dengan 1818  $\eta M$  dan 3030  $\eta M$  senyawa DMS) ke dalam sedimen estuari, menimbulkan penurunan proses nitrifikasi masing-masing sebesar 50-100%. (22) Sedangkan Julliette et al. (1993) memberikan 0.5  $\mu M$  (500  $\eta M$ ) senyawa  $HS^-$  (senyawa DMS dan DMDS) kedalam media mengandung 10 mM  $NH_4^+$  yang menghasilkan nitrit sebesar 86% dan 76% (lihat Tabel-2). (17). Dalam laporannya Julliette et.al. dikemukakan bahwa proses nitrifikasi di ekosistem estuary terganggu

akibat munculnya senyawa DMS dengan konsentrasi yang semakin meningkat.

Dengan memperhatikan kedua hasil penelitian diatas, maka kawasan pertambakan yang memiliki kandungan senyawa DMS semakin tinggi (>500  $\eta M$ ), akan semakin besar pula peluang terjadinya penghambatan proses nitrifikasi, bahkan efisiensi proses nitrifikasi menjadi semakin rendah dengan meningkatnya kandungan senyawa DMS di perairan tambak.

**Tabel-2. Pengaruh Senyawa Sulfida terhadap Oksidasi Amonia oleh *N.europaea***

Senyawa Kimia	Konsentrasi ( $\mu mol$ )	Produksi Nitrit dari 10 mM $NH_4^+$
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S (DMS)	0.5	86%
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> (DMDS)	0.5	76%

Sumber : Julliette et al., 1993.(17)

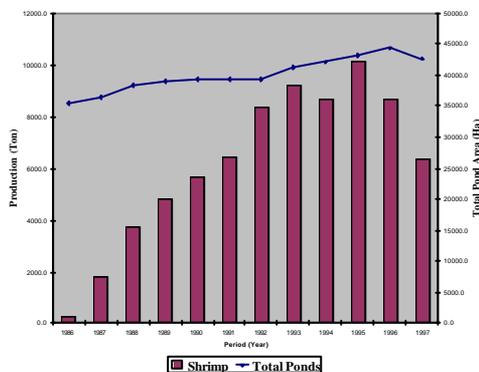
Uraian diatas menunjukkan bahwa kehadiran senyawa DMS di perairan tambak akan menghambat laju proses nitrifikasi. Kegagalan proses nitrifikasi akan mengakibatkan terjadinya akumulasi amonia yang bersifat toksik terhadap udang, sehingga perlu ada upaya-upaya agar supaya proses nitrifikasi di pertambakan udang dapat berjalan secara optimal.

Dilain pihak, Visscher dan Taylor (1993) mengungkapkan bahwa metabolisme senyawa DMS dalam kondisi anoksik akan meningkat bila cukup tersedia Nitrit ( $NO_2$ ) atau Nitrat ( $NO_3$ ) sebagai akseptor electron (12,19,20). Dengan demikian dapat disebutkan bahwa semakin tinggi konsentrasi senyawa DMS terukur dalam suatu kolom air, maka efisiensi proses nitrifikasi akan semakin

rendah. Bila proses nitrifikasi tidak terjadi, maka metabolisme senyawa DMS yang membutuhkan  $\text{NO}_2$  dan  $\text{NO}_3$  tidak efisien, sehingga akan terjadi akumulasi senyawa DMS dan  $\text{NH}_3$ . Padahal konsentrasi ammonia lebih besar dari 0.5 dalam jangka lama terkandung dalam perairan tambak, akan berbahaya bagi kelangsungan budidaya udang pada suatu areal pertambakan.

### 3.3. Pengaruh DMS pada Produksi Udang

Dihidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) yang terbentuk akibat katabolisma senyawa DMS dapat mengancam kehidupan perairan termasuk udang, jika konsentrasinya mencapai 0,01-0,05 ppm (16), sebaliknya kehadiran senyawa DMS dalam konsentrasi tertentu akan menghambat proses nitrifikasi. Jika itu terjadi, maka senyawa DMS dan  $\text{H}_2\text{S}$  dapat mengganggu proses produksi udang.



Sumber: Anonymous, 1986-1997 (21).

**Gambar-2.** Trend Luas Tambak dan Produksi Udang di Jawa Barat

Berdasarkan sajian Gambar-2, dapat diungkapkan bahwa peningkatan produksi udang untuk pertama kali disebabkan oleh adanya program intensifikasi. Namun, kemudian terjadi penurunan produksi pada tahun-tahun

terakhir, meskipun total tambak terus meningkat. Ini menunjukkan bahwa ada faktor lain yang diduga mempengaruhi produksi udang. Dan senyawa DMS yang berpengaruh negatif terhadap bioproses yang terjadi di lingkungan perairan budidaya, kemungkinan secara tidak langsung berpengaruh negatif pula terhadap kegiatan budidaya tambak udang.

### 4. KESIMPULAN

1. Konsentrasi senyawa DMS di tambak budidaya di pantai Utara Pulau Jawa bagian Barat adalah berkisar antara 1000-2338  $\mu\text{M}$ . Konsentrasi ini akan menghambat terjadinya proses nitrifikasi.
2. Senyawa DMS kemungkinan tidak secara langsung berpengaruh negatif terhadap produksi udang, tetapi dalam konsentrasi tinggi akan menghambat terjadinya proses nitrifikasi.
3. Terhambatnya proses nitrifikasi akan mengakibatkan kandungan Amonia pada perairan tambak terus bertambah dan terjadi penumpukan karena tidak terjadinya proses oksidasi ammonia menjadi nitrat..

### DAFTAR PUSTAKA

1. Komarawidjaja, W. **2001**. Potensi dampak negatif kandungan senyawa dimetilsulfida (DMS) di beberapa kawasan pertambakan udang. *Jurnal Sain dan Teknologi Indonesia*. Vol.3(4) : 14-18.
2. Besiktepe, S., K W Tang, M Vila and R Simo. **2004**. Dimethylated sulfur compounds in seawater, seston and mesozooplankton in the seas around Turkey. *Deep-Sea Research I*(51): 1179-1197.

3. Theil I., J Holfort and T Albrecht. **2004**. On the influence of coastal upwelling on sea surface concentration of dimethylsulfide. Geophysical Research Abstracts Vol.6:00071.
4. Toole D A, D Slezak, R P Kiene, D J Kieber and DA Siegel. **2006**. Effect of solar radiation on dimethylsulfide cycling in the western Atlantic Ocean. Deep-Sea Research I(53): 136-153.
5. Vezina A F. **2004**. Ecosystem modeling of the cycling of marine dimethylsulfide: a review of current approaches and of the potential for extrapolation to global scales. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 61:845-856.
6. ANONYMOUS. **2006**. Dimethylsulfide from algae, the climate impact of phytoplankton and oceanic ecosystems. [www.atmosphere.mpg.de/enid/ACCEN\\_Ten](http://www.atmosphere.mpg.de/enid/ACCEN_Ten)
7. Kiene R P and P T Visscher. **1987**. Production and fate of methylated sulfur compounds from methionine and dimethylsulfoniopropionate in anoxic salt marsh sediment. Appl. Environ. Microbiol. **53**: 2426-2434.
8. Kiene. R P, K D Malloy and B F Taylor. **1990**. Sulfur containing amino acids as precursor of thiols in anoxic coastal sediment. Appl. Environ. Microbiol. **56**: 156-161.
9. Visscher P T, R P Kiene and B F Taylor. **1994**. Demethylation and cleavage of dimethylsulfoniopropionate in marine intertidal sediments. FEMS Microbiology Ecology **14**: 179-190.
10. Visscher P T, P Quist and van Gemerden. **1991**. Methylated sulfur compounds in microbial mats. : in situ concentration and metabolism by a colorless sulfur bacterium. Appl. Environ. Microbiol. **57**: 1758-1763.
11. Kiene P R and T S Bates. **1990**. Biological removal of dimethylsulfide from sea water. Nature **345** : 702-705.
12. Visscher P T and B F Taylor. **1993**. A new mechanism for the aerobic catabolism of dimethylsulfide. Appl. Environ. Microbiol. **59(11)** : 3784-3789.
13. Yang G P, X T Liu, L Li and Z B Zhang. **1999**. Biochemistry of dimethylsulfide in the South China Sea. J. Marine Res. **57(1)** : 189-211.
14. Niki T, M Kunugi, K Kohata and A Otsuki. **1997**. Annual monitoring of dimethylsulfide producing bacteria in Tokyo Bay, Japan in relation to dimethylsulfoniopropionate. Marine Ecol.-Progress Series **156**: 17-24.
15. Bianchi A P and M S Varney. **1998**. Volatile organic compounds in the surface waters of a British estuary. Part 1. Occurance, distribution and variation. Water Res. **32(2)** : 352-270.
16. Boyd C E. **1991**. Water quality management and aeration in shrimp farming. Water harvesting Project of Auburn University,. USA.
17. Juliette L Y, M R Hayman and DJ Arp. **1993**. Inhibition of ammonia oxidation in *Nitrosomonas europaea* by sulfur compounds thioethers are oxidized to sulfoxides by ammonia monoxygenase. Appl. Environ. Microbiol. **59(11)** : 3718-3727.
18. De Zewart, J M M, P N Nelisse and J G Kuenen. **1996**. Isolation and characterization of *Methylophaga sulfidovorans* sp. nov.: an obligately methylotrophic, aerobic,

- dimethylsulfide oxidizing bacterium from a microbial mat. *FEMS Microbiology Ecology* **20**: 261-270.
19. Visscher P T, B F Taylor and R P Kiene. **1995**. Microbial consumption of dimethylsulfide and methanethiol in coastal marine sediments. *FEMS Microbiology Ecology* **18**: 145-154.
  20. Visscher P T and B F Taylor. **1993**. Aerobic and anaerobic degradation of a range of alkyl sulfides by a denitrifying marine bacterium. *Appl. Environ. Microbiol.* **59(12)** : 4083-4089.
  21. Anonymous. ... Buku tahunan statistik Perikanan Propinsi Jawa Barat tahun **1986-1997**. Dinas Perikanan TK.I Jawa Barat.
  22. Joye, S B and J.T. Hollibaugh. 1995. Influence of sulfide inhibition of nitrification on nitrogen regeneration in sediments. *Science* 270:623-625.
  23. Julliette L.Y., M.R. Hyman, and D.J Arp. 1993. Mechanism-based inactivation of ammonia monooxygenase in *Nitrosomonas europaea* by allylsulfide. *Applied and Environ. Microbiol.* 59(11):3728-3735