

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Toksisitas Minyak Cengkeh Terhadap *Litopenaeus vannamei*

Pemanfaatan senyawa kimia yang terkandung dalam bahan alami seperti pada minyak cengkeh dapat membantu untuk menghambat maupun membunuh bakteri yang ada pada organisme. Namun pada konsentrasi tertentu, senyawa-senyawa kimia dapat menimbulkan efek negatif dan menyebabkan kematian pada organisme. Oleh karenanya diperlukan uji toksisitas untuk mengetahui ambang batas konsentrasi yang dapat diberikan pada organisme.

Uji toksisitas dari minyak cengkeh ini bertujuan untuk menentukan besaran konsentrasi minyak cengkeh yang dapat ditolerir oleh hewan uji (*Litopenaeus vannamei*) serta untuk mengetahui konsentrasi maksimal yang akan digunakan pada penelitian utama. Hal ini dilakukan agar nantinya pada penelitian utama, minyak cengkeh tidak menyebabkan kematian terhadap udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Melainkan kematian yang terjadi pada udang vaname semata-mata karena infeksi dari *Vibrio harveyi*.

Uji toksisitas untuk menentukan nilai $LC_{50-96\text{ jam}}$ dari minyak cengkeh terhadap udang vaname, dilakukan dalam dua tahap. Tahapan pertama yaitu untuk mengetahui nilai ambang bawah dan ambang atas dimana konsentrasi yang digunakan yaitu 0,1 ppm; 1 ppm; 10 ppm; dan 100 ppm. Sedangkan tahapan yang kedua dimaksudkan untuk mengetahui konsentrasi ($LC_{50-96\text{ jam}}$) dari minyak cengkeh terhadap udang vaname berdasarkan kisaran konsentrasi yang didapatkan pada tahap pertama. Dimana pada kedua tahapan perlakuan ini, organisme udang vaname yang diujikan sebanyak 10 ekor tiap perlakuannya.

Hasil uji toksisitas minyak cengkeh terhadap udang vaname (Tabel 1), pada tahap pertama untuk menentukan nilai ambang atas dan ambang bawah adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Jumlah kematian *Litopenaeus vannamei* pada perlakuan uji toksisitas tahap pertama dengan konsentrasi yang berbeda.

Konsentrasi (ppm-mg/L)	Jumlah Kematian (ekor/jam)				Total Kematian (ekor)	Persen Kematian (%)
	24	48	72	96		
0,1	-	-	-	-	-	0
1	-	-	-	-	-	0
10	-	-	-	1	1	10
100	10	-	-	-	10	100

Data di atas menunjukkan bahwa adanya kematian udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada konsentrasi 10 ppm dan 100 ppm, dimana pada 100 ppm semua hewan uji telah mati pada waktu 24 jam dan ditemukan kematian 1 hewan uji pada waktu 96 jam pada perlakuan 10 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa nilai $LC_{50-96 \text{ jam}}$ dari minyak cengkeh terhadap udang vaname berada di kisaran 10 ppm - 100 ppm.

Uji toksisitas tahap kedua untuk menentukan nilai $LC_{50-96 \text{ jam}}$ menggunakan kisaran konsentrasi sesuai hasil uji tahap pertama, dimana penentuan konsentrasi sesuai dengan skala logaritmik (Guthrie & Jerome, 1980) (Lampiran 1). Penentuan konsentrasi yang akan dipakai pada uji toksisitas tahap kedua dilakukan secara *progressive bisection*. Kisaran konsentrasi yang didapatkan yaitu: 10 ppm; 13,5 ppm; 18 ppm; 24 ppm; dan 32 ppm serta konsentrasi 0 ppm sebagai kontrol perlakuan. Adapun hasil pengamatannya sebagai berikut:

Tabel 2. Jumlah kematian *Litopenaeus vannamei* pada perlakuan uji toksisitas tahap kedua dengan konsentrasi yang berbeda.

TANGGAL	JAM (WIB)	0 ppm	10 ppm	13.5 ppm	18 ppm	24 ppm	32 ppm
11 Des 2012	12.30	-	-	-	-	-	-
12 Des 2012	12.30	-	-	-	-	-	4
13 Des 2012	12.30	-	-	1	1	1	2
14 Des 2012	12.30	-	1	1	-	1	1
Total Kematian		-	1	2	1	2	7
Sisa Udang (ekor)		10	9	8	9	8	3
Persen Kematian (%)		0	10	20	10	20	70

Data hasil pengamatan seperti tertera pada Tabel 2, menunjukkan bahwa *Litopenaeus vannamei* mengalami kematian terbesar pada konsentrasi 32 ppm

dimana kematiannya sebesar 70%. Pada konsentrasi 10 ppm dan 18 ppm ditemukan kematian sebesar 10% dan kematian sebesar 20% ditemukan pada perlakuan dengan konsentrasi 13,5 ppm dan 24 ppm. Untuk menentukan nilai $LC_{50-96jam}$ maka perlu dilakukan analisa probit (Lampiran 2). Dari hasil analisa probit, disimpulkan bahwa nilai $LC_{50-96jam}$ minyak cengkeh terhadap *Litopenaeus vannamei* adalah 31,01 ppm atau dapat dikatakan bahwa pada konsentrasi tersebut ditemukan kematian udang vaname sebanyak 50% sebagai akibat dari pemberian minyak cengkeh. Nilai $LC_{50-96jam}$ ini akan dijadikan patokan penentuan konsentrasi yang digunakan pada penelitian utama yaitu 50% dari nilai $LC_{50-96jam}$ atau sebesar 15,505 ppm, namun yang digunakan adalah 15 ppm.

Nilai dari $LC_{50-96 jam}$ menunjukkan *ketoksikan* bahan pencemar yang masuk pada hewan uji. Hal ini tergantung pada beberapa faktor, antara lain komposisi dan jenis toksikan, konsentrasi toksikan, durasi pemaparan, sifat lingkungan, dan spesies biota penerima. Kematian hewan uji diatas disebabkan oleh zat toksikan pada minyak cengkeh yang terjerap ke dalam tubuh *Litopenaeus vannamei*, selanjutnya zat toksikan akan berinteraksi dengan membran sel dan enzim, sehingga enzim tersebut bersifat *immobil*. Dengan demikian kerja enzim akan terhambat (Halang, 2004).

4.2 Kelulushidupan *Litopenaeus vannamei* Yang Diinfeksi *Vibrio harveyi*

Serangan penyakit bakterial pada umumnya menyerang larva udang. Pada tingkat pembenihan yang paling serius dan sering menyebabkan terjadinya kematian massal pada larva udang vaname adalah serangan bakteri berpendar yang diidentifikasi sebagai *Vibrio harveyi* dan biasa dikenal dengan penyakit kunang-kunang. Penyakit vibriosis dikenal pembudidaya udang sebagai penyakit yang menyerang bagian kulit udang. Penyakit ini disebabkan oleh spesies-spesies dari jenis *Vibrio* yang berbeda-beda, dan setiap spesies vibrio memiliki

intensitas parasitas yang berbeda-beda. Penularan penyakit vibriosis ini tergolong cepat sehingga dapat meningkatkan nilai mortalitas pada suatu tambak.

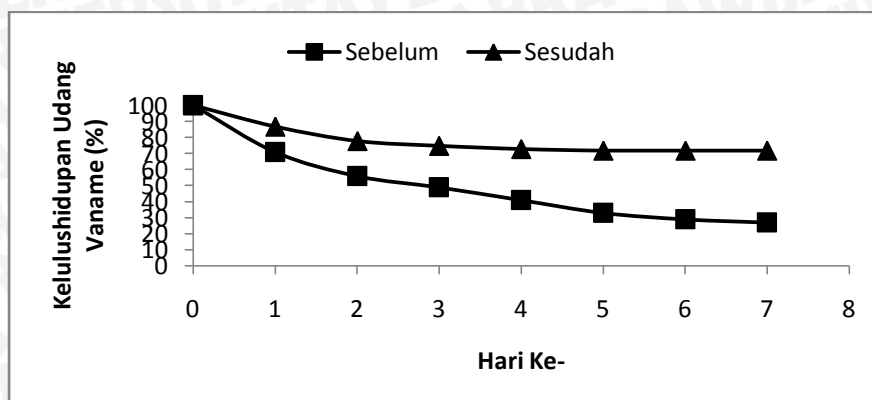
Hasil pengamatan saat dilakukannya penelitian menunjukkan adanya tingkat kelulushidupan yang berbeda pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang diinfeksi *Vibrio harveyi*, penginfeksian dilakukan setelah terlebih dahulu udang dipelihara dalam wadah percobaan selama 30 menit. Saat penelitian dilakukan dua perlakuan yaitu tanpa pemberian minyak cengkeh (sebelum) dan pemberian minyak cengkeh (sesudah), dimana masing-masing dilakukan 10 pengulangan dan pada tiap wadah percobaan diberi 10 ekor udang vaname ukuran postlarva (PL) 13. Dipilih udang vaname PL 13 dikarenakan pada fase ini udang vaname rawan terkena bakteri pada kondisi sebenarnya di alam. Hal ini sesuai dengan pendapat Widanarni *et al.* (2004), yang menyatakan bahwa bakteri *Vibrio harveyi* pada umumnya menyerang larva udang pada stadia zoea, mysis dan awal pasca larva, sehingga merupakan kendala dalam penyediaan benih yang sehat dalam jumlah besar yang diperlukan untuk produksi udang.

Adapun data hasil pengamatan (Lampiran 4) disajikan pada tabel berikut :

Tabel 3. Kelulushidupan udang vaname yang diinfeksi *Vibrio harveyi*

Perlakuan	Hari Ke-								Total Kematian
	0	1	2	3	4	5	6	7	
A (Sebelum)	100%	71%	56%	49%	41%	33%	29%	27%	73%
B (Sesudah)	100%	87%	78%	75%	73%	72%	72%	72%	28%

Tabel di atas menunjukkan bahwa tingkat rata-rata kelulushidupan udang vaname sebelum diberi minyak cengkeh pada 10 unit percobaan adalah sebesar 27% sedangkan nilai rata-rata kelulushidupan udang vaname sesudah diberi minyak cengkeh pada 10 unit percobaan adalah 72%. Kematian udang vaname pada perlakuan A terus mengalami penurunan sampai hari ke tujuh, sedangkan perlakuan B menunjukkan kematian udang vaname hanya sampai hari ke lima penelitian. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Grafik di bawah ini.



Gambar 7. Grafik Kelulushidupan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Kematian yang terjadi terhadap udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) selama penelitian diakibatkan penginfeksi *Vibrio harveyi* melalui kontak secara langsung atau *Vibrio harveyi* bertindak sebagai patogen primer. Menurut Rheinheimer (1985) dalam Agung (2007), *Vibrio* merupakan penyebab utama penyakit udang menyala dan dapat berperan sebagai patogen primer ataupun patogen sekunder. Sebagai patogen primer, *Vibrio* masuk melalui kontak langsung dengan organisme, sedangkan sebagai patogen sekunder, *Vibrio* menginfeksi organisme yang telah terlebih dahulu terinfeksi penyakit lain. *Vibrio* menyerang dengan merusak lapisan kutikula yang mengandung khitin dikarenakan *Vibrio* memiliki chitinase, lipase, dan protease.

Hasil analisa uji T (Lampiran 5) yang dilakukan didapatkan nilai T_{hitung} sebesar 27,002 yang berarti nilai $T_{hitung} > T_{tabel}$ 5% (2,262) (Lampiran 6) atau perlakuan sesudah pemberian minyak cengkeh terhadap udang vaname yang diinfeksi *Vibrio harveyi* menunjukkan hasil yang berbeda nyata dibandingkan perlakuan sebelum pemberian minyak cengkeh. Sehingga dapat dikatakan bahwa pemberian minyak cengkeh berpengaruh terhadap kelulushidupan udang vaname yang diinfeksi *Vibrio harveyi*. Kandungan utama dari minyak cengkeh adalah eugenol yang merupakan senyawa fenol dan dapat berfungsi sebagai antibakteri. Hal ini sesuai dengan pernyataan Asman *et al.* (1997), yang

mengatakan bahwa produk cengkeh berupa daun, gagang bunga, minyak cengkeh dan eugenol dapat menekan bahkan mematikan pertumbuhan miselium jamur, koloni bakteri dan nematoda. Karena itu produk cengkeh dapat digunakan sebagai fungisida, bakterisida, nematisida dan insektisida. Sebagai antibiotik bakterisida eugenol dilaporkan sangat efektif secara in-vitro terhadap beberapa bakteri antara lain: *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* dan *Escherisia coli*.

Selama dilakukan penelitian, kematian udang vaname pada perlakuan pemberian minyak cengkeh terus mengalami penurunan setiap harinya, dan pada hari ke empat penelitian tidak ditemukan lagi kematian sampai akhir penelitian, sedangkan pada perlakuan tanpa pemberian minyak cengkeh terus mengalami penelitian sampai hari terakhir penelitian, seperti yang ditampilkan pada Gambar 7. Hal ini terjadi karena minyak cengkeh yang mengandung eugenol dapat bekerja menghambat pertumbuhan *vibrio harveyi* yang akan diinfeksi terhadap udang vaname. Hasil penelitian ini sejalan dengan pernyataan Corndan Stumpf (1976) dalam Rahayu(2000), yang menyatakan bahwa eugenol yang merupakan senyawa turunan fenol merupakan suatu alkohol yang bersifat asam lemah, sebagai asam lemah senyawa-senyawa fenolik dapat terionisasi melepaskan ion H^+ dan meninggalkan gugus sisanya yang bermuatan negatif, kondisi yang asam pada minyak cengkeh menyebabkan fenol dapat bekerja menghambat pertumbuhan *B.cereus* dan *S.aureus*. Sehingga pada penelitian ditemukan penurunan kematian pada perlakuan sesudah pemberian minyak cengkeh, dikarenakan kerja eugenol yang ada pada minyak cengkeh untuk menghambat pertumbuhan *Vibrio harveyi*.

Peningkatan nilai kelulushidupan (72%) udang uji tersebut dikarenakan minyak cengkeh mempunyai bahan aktif eugenol yang berfungsi sebagai bahan antimikroba yang mampu menghambat dan mematikan bakteri. Sehingga saat udang vaname akan diinfeksi dengan *Vibrio harveyi*, maka bakteri ini tidak dapat

berkembang karena kerja dari bakteri terhambat oleh minyak cengkeh yang telah diberikan sebelum penginfeksi bakteri. Dimana minyak cengkeh diduga dapat merusak membran sel *Vibrio harveyi*. Astuty (1997), menyatakan bahwa mekanisme kerja bahan aktif dalam mematikan bakteri dilakukan dengan cara mendenaturasi protein dan merusak membran sel bakteri dengan cara melarutkan lemak yang terdapat pada dinding sel. Senyawa ini mampu melakukan migrasi dari fase cair ke fase lemak. Terjadinya kerusakan pada membran sel mengakibatkan terhambatnya aktivitas dan biosintesa enzim-enzim spesifik yang diperlukan dalam reaksi metabolisme dan kondisi ini pada akhirnya menyebabkan kematian pada bakteri.

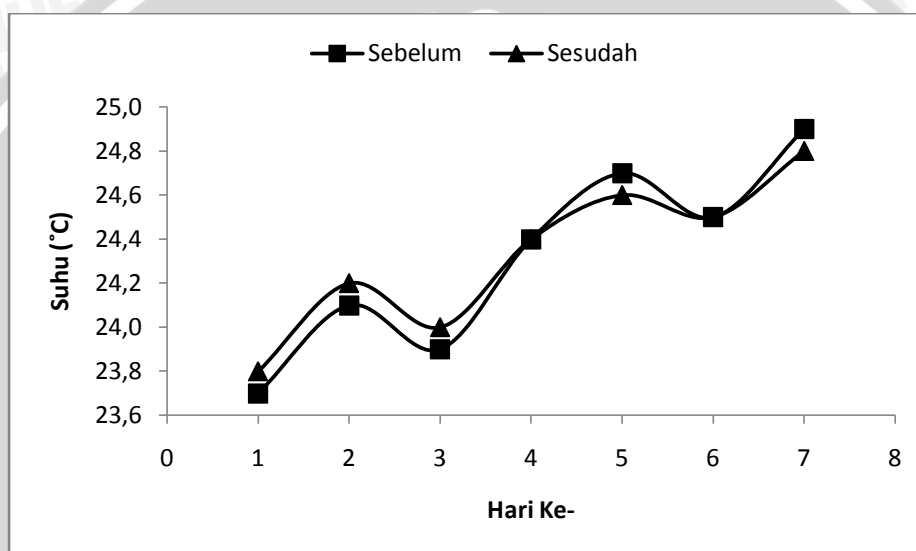
Penggunaan minyak cengkeh sebagai antibakteri pada udang vaname dilakukan dengan alasan karena cengkeh merupakan bahan alami dan tidak menyebabkan resisten bakteri terhadap obat sebagaimana penggunaan bahan kimia lainnya. Sesuai dengan pernyataan Rukyani (1999), penanganan yang paling umum dilakukan untuk mengatasi penyakit udang menyala akibat infeksi *Vibrio harveyi* adalah dengan menggunakan bahan-bahan kimia seperti: *Chloramphenicol* 1,9 ppm, *Oxytetracycline* 2 ppm, *Furazalidon* 2-4 ppm, dan *Prefuran* 1,5-2,0 ppm. Akan tetapi sebagian besar obat-obatan yang digunakan tersebut pada akhirnya tidak efektif dan dapat mengakibatkan kelainan (deformities) pada larva udang serta dapat juga berakibat berkembangnya resistensi bakteri terhadap obat.

4.3 Parameter Kualitas Air

4.3.1 Suhu

Suhu merupakan faktor pembatas yang penting untuk kehidupan organisme, karena setiap organisme mempunyai kemampuan yang terbatas untuk mentolerir perubahan suhu yang terjadi pada lingkungannya. Organisme

akan tumbuh dan berkembang baik pada kondisi suhu optimalnya. Kondisi dibawah atau diatas suhu optimal akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan organisme. Bahkan pada suhu yang ekstrim, organisme mungkin akan mengalami kematian (Wahyudi, 1999). Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan suhu (Lampiran 7.1) pada tiap perlakuan dan pengulangan, meskipun perbedaan yang ada tidak signifikan dengan grafik sebagai berikut:



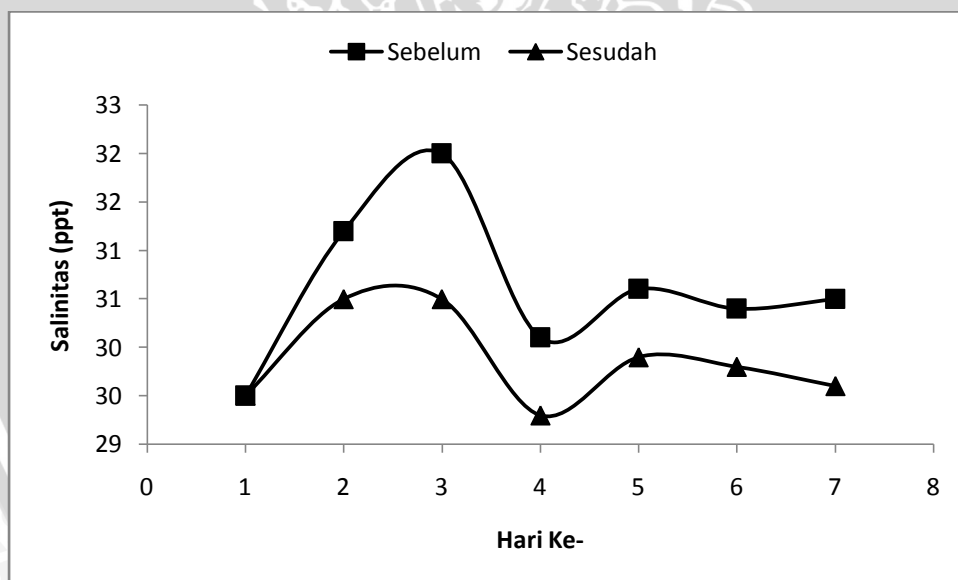
Gambar 8. Grafik perubahan suhu selama penelitian

Berdasarkan hasil pengukuran selama proses penelitian, suhu berkisar antara 23,7 °C – 25 °C. Pada perlakuan dengan pemberian minyak cengkeh (sesudah) nilai suhu terendah yaitu 23,7 °C dan suhu tertinggi sebesar 24,9 °C, sedangkan pada perlakuan tanpa pemberian minyak cengkeh (sebelum) didapatkan nilai suhu terendah yaitu 23,7 °C dan tertinggi sebesar 25 °C. Secara umum selama penelitian nilai suhu mengalami peningkatan meskipun pada beberapa hari ditemukan penurunan suhu seperti terlihat pada Gambar 8. Penurunan dan peningkatan suhu selama penelitian diakibatkan oleh faktor lingkungan (udara) yang bergantung pada intensitas sinar matahari. Menurut Briggs *et al.* (2006), udang vaname hidup di habitat laut tropis dimana suhu air

biasanya lebih dari 20 °C sepanjang tahun. Udang vaname hidup normal pada kisaran suhu 26-30 °C, dengan fluktuasi suhu harian 4 °C. Udang akan stress apabila suhu air dibawah 15 °C.

4.3.2 Salinitas

Salinitas adalah ukuran jumlah garam yang dinyatakan dalam mili ekuivalen CaCO_3 . NaCl merupakan kandungan tertinggi dibandingkan senyawa-senyawa alkali lainnya yang terkandung dalam air laut. Secara umum jenis *Crustacea* tidak sensitif terhadap perubahan salinitas hingga 5 ppt. Suhu sangat mempengaruhi kondisi salinitas perairan, semakin tinggi suhu akan berdampak pada tingginya salinitas. Proses evaporasi yang meningkat akibat suhu akan mengakibatkan peningkatan nilai salinitas meskipun lambat (Putra *et al.*, 2007). Grafik pengamatan harian salinitas sebagai berikut :



Gambar 9. Grafik perubahan salinitas selama penelitian

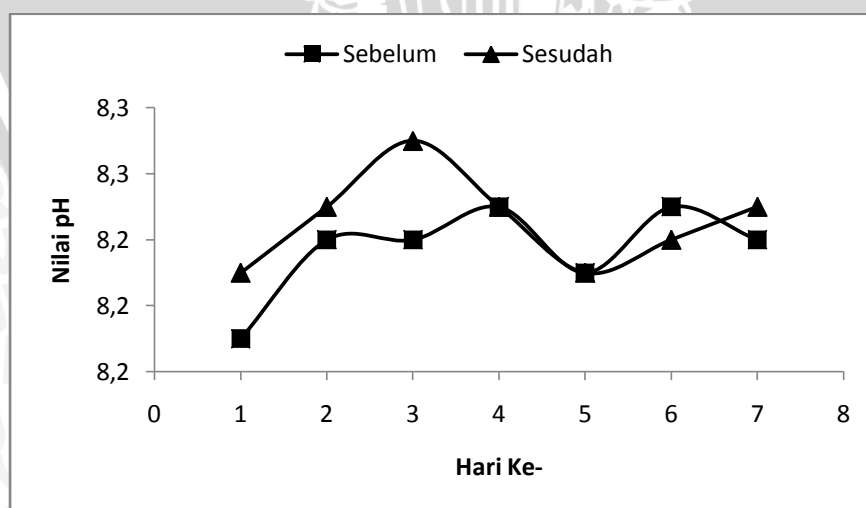
Dari hasil penelitian mengenai nilai salinitas (Lampiran 7.2), terdapat perbedaan salinitas pada masing-masing bak percobaan dengan kisaran salinitas 29 – 33 ppt. Rata-rata nilai salinitas pada perlakuan tanpa minyak cengkeh (sebelum) yaitu nilai terendah 29,5 ppt dan tertinggi sebesar 32 ppt. Sedangkan untuk perlakuan dengan pemberian minyak cengkeh (sesudah), nilai

salinitas terendah adalah 29,3 pt dan tertinggi yaitu 30,5 ppt. Udang vaname yang digunakan untuk penelitian didapatkan dari tempat pembenihan di Bangil Pasuruan, dimana disana udang vaname dipelihara pada salinitas 29-30 ppt.

Putra *et al.* (2007), mengatakan bahwa organisme perairan yang memiliki toleransi salinitas sempit dikenal dengan istilah stenohaline seperti ikan-ikan yang hidup pada air tawar, sebaliknya dikenal dengan euryhaline seperti ikan-ikan laut dan estuaria. Seperti udang mampu hidup dengan baik pada kisaran 0,5–40 ppt.

4.3.3 pH

pH adalah cermin dari derajat keasaman yang diukur dari jumlah ion hidrogen menggunakan rumus umum $\text{pH} = -\text{Log} (\text{H}^+)$. Pada $\text{pH} < 5$, alkalinitas dapat mencapai nol. Semakin tinggi nilai pH, semakin tinggi pula nilai alkalinitas dan semakin rendah nilai karbondioksida bebas. Sebagian besar biota akuatik termasuk udang sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7–8,5 (Effendi, 2003). Hasil pengamatan harian nilai pH (Lampiran 7.3) menunjukkan adanya perbedaan pH yang tidak signifikan pada tiap perlakuan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 10. Grafik perubahan pH selama penelitian

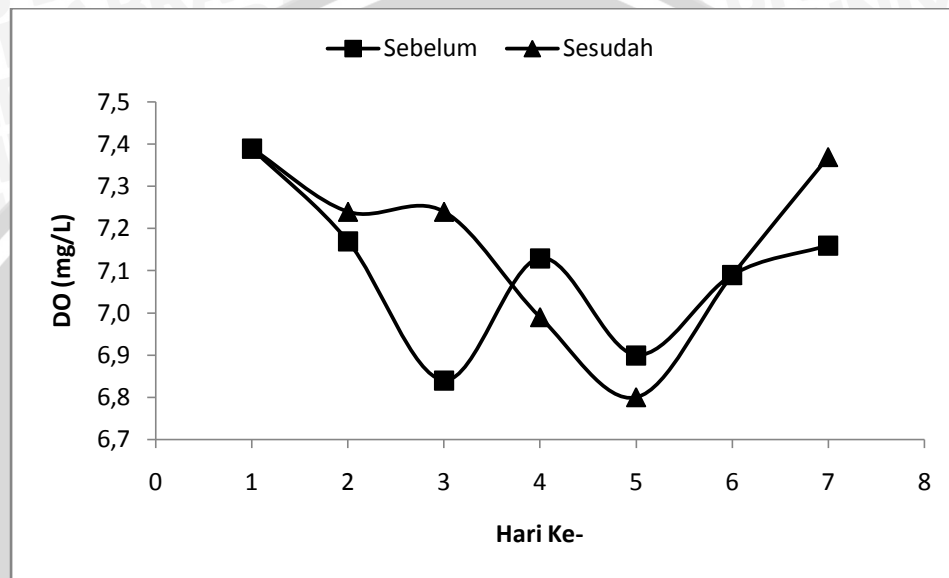
Dari hasil pengamatan terlihat rata-rata nilai pH selama penelitian berada pada kisaran 8,21 – 8,27. Dimana pada perlakuan tanpa pemberian minyak cengkeh (sebelum) rata-rata nilai pH terendah adalah 8,21 pada hari pertama dan nilai pH tertinggi sebesar 8,25 pada hari ke-4 dan ke-6. Sedangkan perlakuan dengan pemberian minyak cengkeh (sesudah), nilai rata-rata pH terendah yaitu 8,23 pada hari pertama dan ke-5 dan nilai pH tertinggi 8,27 masing-masing pada hari ke-3. Terjadi penurunan nilai pH pada perlakuan sesudah pemberian minyak cengkeh mulai hari ke-3 sampai hari ke-5 dikarenakan minyak cengkeh yang bersifat asam, dimana ion H^+ dapat mengurangi alkali-alkali dalam perairan. Selama penelitian, nilai pH masih dalam kondisi yang dapat ditolerir oleh udang vaname, dikatakan oleh Van Wyk dan Scarpa (1999), bahwa udang toleran terhadap pH 7 – 9. Nilai pH asam kurang dari 6,5 dan pH lebih dari 10 berbahaya pada insang udang dan pertumbuhannya akan terhambat.

4.3.4 Dissolved Oxygen (DO)

Oksigen (O_2) merupakan unsur vital dan sangat diperlukan dalam proses respirasi dan metabolisme semua organisme perairan termasuk fitoplankton atau alga. Oksigen yang diperlukan organisme air adalah dalam bentuk oksigen terlarut, unsur ini juga dibutuhkan bakteri untuk proses dekomposisi bahan organik. Sumber oksigen di dalam air berasal dari udara yang masuk kedalam air secara difusi, hasil fotosintesis alga dan karena adanya gerakan air. Oleh karena itu kandungan oksigen terlarut dalam air tinggi pada siang hari dan rendah pada malam hari. Adapun faktor yang sangat mempengaruhi kadar oksigen dalam air adalah suhu dan salinitas (Subarijanti, 2005).

Selama dilakukan penelitian, nilai DO relatif menurun meskipun kembali meningkat setelah hari ke-5 penelitian. Perubahan nilai DO selama penelitian dapat dipengaruhi oleh aktivitas organisme seperti respirasi. Dimana aktivitas ini

dapat mengurangi nilai oksigen yang terkandung dalam perairan. Oksigen dalam perairan juga dipengaruhi oleh suhu, apabila suhu meningkat maka nilai oksigen dalam perairan akan menurun. Hal ini dikarenakan suhu perairan berpengaruh pada aktifitas respirasi organisme yang berdampak pada penurunan nilai DO. Grafik pengamatan nilai DO selama penelitian sebagai berikut :

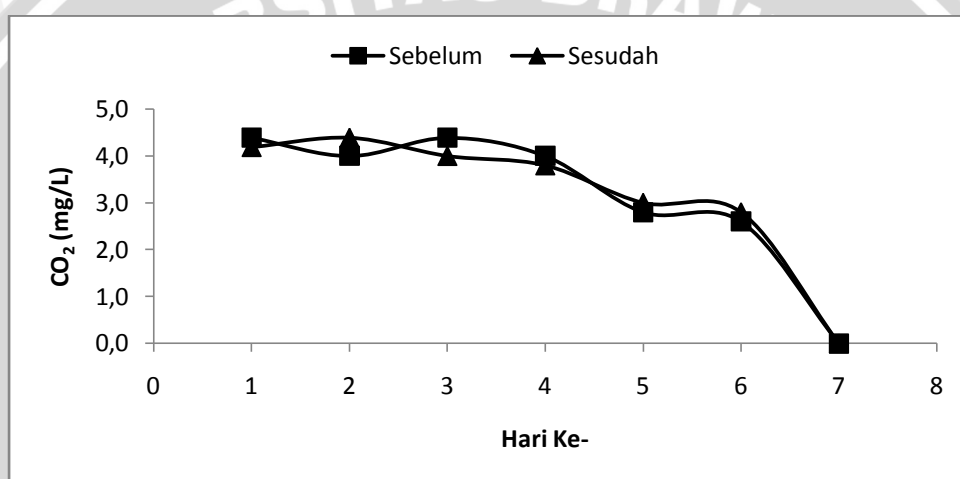


Gambar 11. Grafik pengamatan DO selama penelitian

Hasil pengamatan harian rata-rata nilai DO atau oksigen terlarut (Lampiran 7.4) selama penelitian berkisar antara 6,80 – 7,39 mg/L. Perlakuan tanpa pemberian minyak cengkeh (sebelum) memiliki rata-rata nilai DO terendah pada hari ke-3 yaitu 6,84 mg/L dan nilai tertinggi 7,39 mg/L pada hari pertama. Sedangkan pada perlakuan dengan pemberian minyak cengkeh (sesudah), nilai rata-rata DO tertinggi sebesar 7,39 mg/L pada hari pertama dan rata-rata nilai terendah pada hari ke-5 (6,80 mg/L). Menurut Farchan (2006), pada pemeliharaan (budidaya) di tambak udang vaname hidup normal pada kisaran suhu 4 - 8 mg/L. Jadi selama penelitian, udang vaname hidup normal pada kondisi yang sesuai dengan lingkungannya.

4.3.5 Karbondioksida (CO₂)

Karbondioksida terlarut di dalam air dalam bentuk molekul gas. Kelarutan CO₂ diperoleh dari aktifitas respirasi mikroorganisme dan fotosintesis fitoplankton. Pada bagian permukaan air mempunyai kandungan CO₂ yang rendah. Jika CO₂ bebas di permukaan dipakai untuk fotosintesis maka pH meningkat hingga 8,3. Konsentrasi CO₂ yang tinggi akan mengurangi ikan/udang mengekstraksi oksigen dari air (Putra *et al.*, 2007). Hasil pengamatan CO₂ tersaji pada grafik berikut :



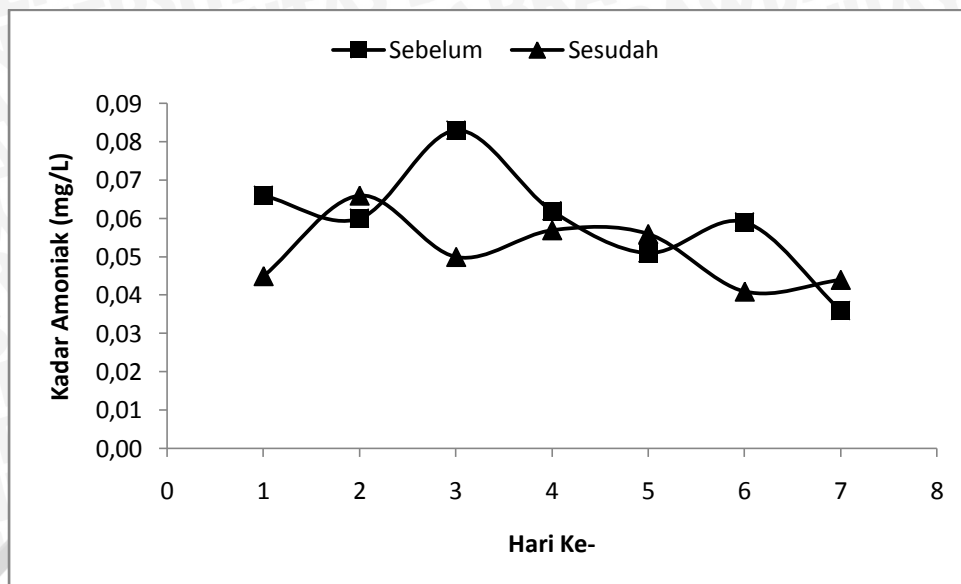
Gambar 12. Grafik perbedaan CO₂ selama penelitian

Dari data hasil pengamatan (Lampiran 7.5), nilai CO₂ cenderung menurun sampai hari terakhir berada pada nilai 0 mg/L. Pada perlakuan tanpa pemberian minyak cengkeh (sebelum), rata-rata nilai CO₂ tertinggi sebesar 4,39 mg/L sama dengan perlakuan dengan pemberian minyak cengkeh (sesudah). Nilai terendah CO₂ pada kedua perlakuan ini juga sama yaitu 0 mg/L. Peningkatan nilai pH berdampak pada penurunan nilai CO₂ dalam perairan. Semakin tinggi nilai pH dalam perairan maka semakin rendah nilai CO₂ di perairan. Hasil penelitian menunjukkan nilai CO₂ yang ada masih dalam kisaran optimal CO₂ bagi kehidupan udang. Dikatakan oleh Van Wyk dan Scarpa (1999), konsentrasi maksimum CO₂ yang diizinkan untuk udang adalah 20 mg/L dan 25 mg/L untuk ikan.

4.3.6 Amoniak

Kandungan amoniak dalam air media pemeliharaan merupakan hasil perombakan dari senyawa-senyawa nitrogen organik oleh bakteri atau dampak dari penambahan pupuk yang berlebihan. Senyawa ini sangat beracun bagi organisme perairan walaupun dalam konsentrasi yang rendah. Konsentrasi amoniak yang mampu ditolerir untuk kehidupan udang dewasa $< 0,3$ ppm dan ukuran benih $< 0,1$ ppm (Ahmad, 1991). Hasil pengamatan harian nilai Amoniak (Lampiran 7.6), menunjukkan adanya perbedaan pada tiap perlakuan dan pengulangan seperti grafik pada Gambar 13.

Data hasil pengamatan menunjukkan perubahan nilai amoniak secara umum mengalami penurunan selama penelitian. Dengan rata-rata nilai amoniak pada perlakuan tanpa pemberian minyak cengkeh (sebelum) adalah 0,059 mg/L (ppm), dimana ditemukan rata-rata nilai terendah yaitu 0,036 mg/L pada hari terakhir penelitian dan nilai amoniak tertinggi sebesar 0,083 mg/L. Sedangkan pada perlakuan dengan pemberian minyak cengkeh (sesudah), nilai rata-rata amoniak terendah dan tertinggi berturut-turut sebesar 0,041 dan 0,066 mg/L. Dari hasil penelitian, kisaran nilai amoniak yang didapatkan masih dalam kisaran normal kehidupan benih udang yaitu di bawah 0,1 ppm. Penurunan nilai amoniak dipengaruhi oleh suhu perairan dan nilai pH. Apabila terjadi penurunan nilai pH dan suhu, maka nilai amoniak dalam perairan juga menurun.



Gambar 13. Grafik perubahan amoniak selama penelitian

