

Upaya Penurunan Bahan Organik Pada Air Limbah Budidaya Udang Dengan Berbagai Merk Dagang Konsorsium Bakteri

Efforts to Reduce Organic Matter In Shrimp Aquaculture Wastewater With Various Bacterial Consortium Trademarks

Diana Arfiati^{1*}, Shofiyatul lailiyah¹, Rizky Kusma Pratiwi¹, Dini Alvateha¹, Fidhiyah Dita Dahria Aisyah¹ dan Karina Farkha Dina¹

¹Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur, Indonesia

*Corresponding author: d-arfiati@ub.ac.id

Submitted: 22 July 2021 Revised: 08 July 2021 Accepted: 19 July 2021 Publish: 31 July 2021

Abstrak

Air limbah budidaya udang setelah akhir masa pemeliharaan memiliki kandungan bahan organik total (TOM) yang tinggi sampai 87.74 mg/L. Apabila air limbah tersebut dibuang secara langsung tanpa upaya penurunan atau pengolahan, akan mengganggu ekosistem perairan umum karena tingginya bahan organik tersebut. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kecepatan penurunan bahan organik pada limbah budidaya tambak. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2021. Air sampel limbah tambak diambil dari tambak pada masa akhir pemeliharaan (120 hari pemeliharaan). Jenis merek dagang konsorsium bakteri yaitu EM₄, Bio HS, BIO Prisma, Starbio plus, BIO2000, dan Biolet. Penelitian eksperimen disusun dalam rancangan Acak Lengkap 6 perlakuan dan 4 ulangan. Masing-masing perlakuan diisi 2 liter air limbah ditambah 6 ml konsorsium bakteri yang berbentuk cair. Sedangkan untuk konsorsium bakteri yang padat di tambahkan 1 gram/L. Pengukuran bahan organik total, suhu, pH, oksigen terlarut, salinitas dan karbondioksida dilakukan setiap 24 jam selama 72 jam pengamatan. Hasil penelitian menunjukkan selama 72 jam perendaman persen penurunan bahan organik tertinggi pada perlakuan E (BIO 2000) sebesar 95 % (87,74 mg/L menjadi 4,11 mg/L). Persen penurunan terendah pada perlakuan D (Starbio plus) sebesar 83,4% (87,74 mg/L menjadi 14,54 mg/L). Namun, secara umum 6 jenis merek dagang konsorsium bakteri dapat menurunkan bahan organik. Kadar suhu, pH, oksigen terlarut dan salinitas dalam kondisi optimum, sedangkan karbondioksida melebihi ambang batas yang disebabkan oleh tingginya aktivitas perombakan bahan organik oleh bakteri. Kesimpulan yang diperoleh merek dagang konsorsium bakteri BIO2000 paling efektif dalam menurunkan bahan organik selama 72 jam.

Keyword : Limbah Udang, Tambak, Bioremediasi, Bahan Organik, Mikroorganisme

Abstract

Shrimp aquaculture wastewater after the end of the rearing period has a high total organic matter (TOM) content of up to 87.74 mg/L. If the wastewater is disposed of directly without any efforts to reduce or treatment, it will disturb public waters ecosystem because of the high organic matter. The aim of this study was to determine the rate of reduce of organic matter in pond aquaculture waste. The study was carried out in January 2021. Pond wastewater samples were taken from the *Tambak* at the end of the maintenance period (120 days of maintenance). The trademarks of the bacterial consortium are EM₄, Bio HS, BIO Prisma, Starbio plus, BIO2000, and Biolet. The experimental research was arranged in a completely randomized design with 6 treatments and 4 replications. Each treatment was filled with 2 liters of wastewater plus 6 ml of a liquid bacterial consortium. As for the solid bacterial consortium, 1 gram/L was added. Measurements of total organic matter, temperature, pH, dissolved oxygen, salinity and carbon dioxide were carried out every 24 hours for 72 hours of observation. The results showed that during 72 hours of immersion the highest percent reduction in organic matter was in treatment E (BIO 2000) of 95% (87.74 mg/L to 4.11 mg/L). The lowest percentage decrease was in treatment D (Starbio plus) of 83.4% (87.74 mg/L to 14.54 mg/L). However, in general 6 types of bacterial consortium trademarks can degrade organic matter. The levels of temperature, pH, dissolved oxygen and salinity are in optimum conditions, while carbon dioxide exceeds the threshold caused by the high activity of overhauling organic matter by bacteria. The conclusion was obtained that the trademark of the bacterial consortium BIO2000 was the most effective in reducing organic matter for 72 hours.

Keyword : Shrimp wastewater, *Tambak*, Bioremediation, Organic Matter, Microorganism



PENDAHULUAN

Udang banyak dibudidayakan di tambak secara intensif khususnya udang vaname atau *Penaeus vannamei* untuk memenuhi permintaan masyarakat di seluruh dunia (Luo *et al.*, 2012). Salah satu masalah dari budidaya udang secara intensif adalah penurunan kualitas air perairan umum karena pembuangan limbah yang mengandung bahan organik dan padatan tersuspensi yang tinggi. Selain itu air limbah tersebut juga mengandung karbon, nitrogen, dan fosfor yang berasal dari pakan berlebih atau dari ekskresi dari hewan yang ada didalam air pemeliharaan (Herbeck *et al.*, 2021). Pembuangan limbah tersebut juga akan mengurangi kadar oksigen di perairan (Herbeck *et al.*, 2013). Bahan organik apabila kadarnya melebihi baku mutu, maka dapat membawa dampak negatif terhadap lingkungan perairan dan dapat memicu adanya bahan pencemar lain, seperti contohnya karbondioksida. Berdasarkan Asis, *et al.* (2017) menjelaskan bahwa karbondioksida dapat bersifat toksik dan membahayakan biota perairan karena mengganggu pernafasan.

Pengelolaan limbah budidaya tambak untuk mengurangi kandungan

bahan organik yang aman bagi lingkungan dan efisien adalah dengan mengembangkan sistem bioremediasi (Lukwambe *et al.*, 2019). Bioremediasi adalah penggunaan agen biologi untuk mengurangi kontaminasi organik ke tingkat yang aman bagi lingkungan. Mikroorganisme akan memanfaatkan polutan organik melalui enzim yang diubah menjadi senyawa sederhana untuk membantu menghasilkan energi dan nutrisi yang digunakan untuk membangun lebih banyak (Abatenh *et al.*, 2017; Singh *et al.*, 2014). Metode pengolahan limbah secara biologis atau menggunakan agen biologi lebih banyak digunakan karena biaya operasional yang rendah, konsumsi energi yang rendah, ramah lingkungan dan dapat diterapkan di berbagai bidang. Dalam beberapa tahun terakhir agen biologi yang banyak digunakan pada pengolahan limbah budidaya adalah menggunakan bakteri sebagai bioremediator (Islam dan Yasmin, 2017; John *et al.*, 2020)

Untuk mendapatkan bakteri pengurai yang sesuai memerlukan proses kultur bakteri menggunakan media pertumbuhan bakteri. Mahalnya harga media kultur bakteri menyebabkan penggunaan bakteri

banyak digunakan oleh pembudidaya tambak yang memiliki sarana prasarana yang lengkap dan pemasukan biaya yang besar. Akibatnya kalangan budidaya tambak menengah kebawah, umumnya tidak melakukan pengelolaan limbahnya (Sari *et al.*, 2017). Berdasarkan penelitian dari Khairul (2017) menyatakan bahwa penurunan bahan organik terbaik yang dilakukan oleh konsorsium bakteri adalah sebanyak 12 ml dalam 4 liter air. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kecepatan penurunan bahan organik pada limbah budidaya tambak menggunakan berbagai merk dagang konsorsium bakteri. Penggunaan berbagai merk dagang konsorsium bakteri diharapkan dapat menjadi solusi pengelolaan limbah tambak oleh pembudidaya tambak dari berbagai kalangan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Januari 2021 di Laboratorium Unit Pelaksanaan Teknis Perikanan Air Tawar Sumberpasir. Kecamatan Pakis.

Tabel 1. Komposisi bakteri yang terdapat pada berbagai merk dagang

No	Merek Dagang Konsorsium Bakteri	Komposisi Bakteri
1	BIOPRISMA	<i>Lactobacillus</i> sp, <i>Actinomycetes</i> sp, bakteri nitrifikasi, bakteri pelarut fosfat, bakteri fotosintetik, zat Penghilang bau, zat pengurai berbagai senyawa organik di dalam air limbah dan lemak.

Malang. Jawa Timur. Sampel air limbah tambak diambil di PT Delta Guna Sukses, Gumukmas, Jember, Jawa Timur. Sampel air limbah tambak diambil setelah akhir masa pemeliharaan selama 120 hari. Sampel diambil dari tambak menggunakan botol plastik dengan volume 1.5 liter sebanyak 60 botol. Sampel air selanjutnya disimpan dalam coolbox berisi es dan pengujian dilakukan di laboratorium.

Desain penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap. Pada penelitian ini menggunakan 6 jenis merk dagang konsorsium bakteri yaitu EM₄, Bio HS, BIO Prisma, Starbio plus, BIO2000, dan Biolet. Komposisi bakteri yang ada pada merk dagang tersebut dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Macam-macam konsorsium yang digunakan pada penelitian ini bakteri tersebut banyak diperdagangkan dengan harga terjangkau dan banyak digunakan untuk pengolahan limbah rumah tangga.

2	STARBIO PLUS	<i>Azobacter</i> spp., <i>Spirillum lipoferum</i> , <i>Trichorerma polysporeum</i> , <i>Cellulomonas acidula</i> , <i>Bacillus cellulase</i> , <i>Clavaria dendroidie</i> , <i>Streptomyces</i> , <i>Pseudomonas fusarium</i>
3	BIO 2000	Bakteri bifido (bakteri asam laktat)
4	EM 4	<i>Lactobacillus</i> , <i>Actinomycetes</i> , bakteri pelarut fosfat
5	Bio Hs	Lignolitic, Cellulotic, Proteolitic, Lipolitic, dan Fiksasi
6	BIOLET	<i>Saccaromyces</i> sp, <i>Streptomyces</i> sp, <i>Bacillus</i> sp, <i>Lactobacillus</i> sp dan bakteri sterilisasi

Penelitian ini menggunakan menggunakan 6 perlakuan dan 1 kontrol dengan masing-masing 4 ulangan. Sampel air limbah dimasukan ke dalam 28 bak perlakuan masing masing di isi 2 liter. Selanjutnya setiap 6 bak perlakuan ditambahkan konsorsium bakteri sesuai merek dagang yang menjadi perlakuan (A: EM₄. B: Bio HS. C: BIO Prisma. D: Starbio plus. E: BIO2000. dan F: Biolet) dan 4 bak perlakuan tanpa ditambah konsorsium bakteri atau sebagai kontrol. Penelitian dilakukan selama 3 hari atau 72 jam dengan pengukuran kadar bahan organik total dan parameter kualitas air (pH, suhu, oksigen terlarut, dan karbondioksida) setiap 24 jam.

Analisa Bahan Organik Total

Kandungan bahan organik total pada air limbah di ukur menggunakan metode titrasi menggunakan oksidator KMnO₄. Langkah pertama adalah 25 ml air sampel dimasukkan kedalam erlenmeyer. Selanjutnya air sampel

ditambahkan sebanyak 4.75 ml KMnO₄ dan 5 ml H₂SO₄ 1:4. Larutan tersebut selanjutnya dipanaskan sampai suhu 70 °C. kemudian diangkat dan didiamkan sampai suhu menurun menjadi 60 °C, kemudian ditambahkan Natrium oksalat 0.01 N secara perlahan-lahan sampai tidak berwarna. Segera di titrasi dengan KMnO₄ 0.01 N. sampai berubah warna menjadi merah jambu/pink untuk pertama kali. Selanjutnya ml KMnO₄ dicatat sebagai x ml. Langkah kedua adalah membuat larutan pembanding dengan aquades adalah aquades 25 ml. dilakukan prosedur awal hingga titrasi KMnO₄ 0.01 N, kemudian hasil ml KMnO₄ untuk aquades dicatat sebagai y ml. Setelah diperoleh nilai x ml dan y ml angka titrasi KMnO₄ dimasukkan kedalam rumus seperti dikutip dari Ni'ma *et al.*, 2014, sebagai berikut:

$$TOM (mg/L) = \frac{(x - y) \times 31.6 \times 0.01 \times 1000}{ml \text{ sampel}}$$

Keterangan: x: ml titran air sampel; y: ml titran untuk larutan pembanding; 31.6: 1/5 dari BM KMnO₄; 0.01: Normalitas KMnO₄ yang di gunakan.

Analisa Karbondioksida

Karbondioksida diukur dengan metode titrasi. Untuk pengukuran CO₂ diperlukan air limbah sebanyak 25 ml dimasukkan ke erlenmeyer dan ditambahkan 3-5 tetes indikator phenolftalein (PP). Selanjutnya larutan tersebut dititrasi dengan Na₂CO₃ 0,045 N, hingga berwarna merah muda. Volume Na₂CO₃ yang terpakai dicatat dan dihitung dengan rumus (Jawa dan Sjunaedi, 2014) sebagai berikut:

$$CO_2 = \frac{V(\text{titran}) \times N(\text{titran}) \times 22 \times 1000}{\text{ml sampel}}$$

Keterangan: V titran: volume titran Na₂CO₃; N titran: normalitas Na₂CO₃ 0.0454; 22: nilai ½ MR karbondioksida; 1000: konversi liter ke ml.

Analisis Oksigen Terlarut, pH dan Suhu

Parameter kualitas air yang diukur pada penelitian ini yaitu suhu, pH, salinitas oksigen terlarut dan karbondioksida. Suhu diukur menggunakan thermometer Hg, pH diukur dengan pH paper, salinitas diukur dengan refraktometer dan oksigen terlarut diukur dengan menggunakan DO meter.

Analisis data

Hasil yang diperoleh selanjutnya dianalisa dengan Analisa varian One-Way dengan Aplikasi SPSS IBM 25 untuk mengetahui pengaruh pemberian 6 jenis merek dagang konsorsium bakteri EM4, Bio HS, BIO Prisma, Starbio plus, BIO2000 dan Biolet terhadap penurunan bahan organik setiap 24 jam selama 72 jam pengamatan. Hasil yang berpengaruh nyata dengan taraf kepercayaan 95%, selanjutnya dilanjutkan uji Duncan untuk mengeratahui merek dagang konsorsium bakteri yang terbanyak menurunkan bahan organik sampai diperoleh kadar terendah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran kadar bahan organik total pada limbah tambak menunjukkan semua perlakuan mengalami penurunan selama 72 jam pengamatan. Kadar bahan organik pada limbah sebelum perlakuan sebesar 87.74 mg/L. Pada perlakuan dengan penambahan konsorsium bakteri merek dagang EM4 bahan organik total mengalami penurunan selama 72 jam pengamatan sebesar 91% dari kadar awal 87.74 mg/L menjadi 7.90 mg/L. Perlakuan dengan penambahan konsorsium bakteri merek dagang Bio

HS bahan organik total mengalami penurunan 72 jam pengamatan sebesar 87.4% dari kadar awal 87.74 mg/L menjadi 11.06 mg/L.

Perlakuan dengan penambahan konsorsium bakteri merek dagang BIO Prisma bahan organik total mengalami penurunan 72 jam pengamatan sebesar 91.7% dari kadar awal 87.74 mg/L menjadi 7.27 mg/L. Perlakuan dengan penambahan konsorsium bakteri merek dagang Starbio plus bahan organik total mengalami penurunan 72 jam pengamatan sebesar 83.4% dari kadar awal 87.74 mg/L menjadi 14.54 mg/L. Perlakuan dengan penambahan konsorsium bakteri merek dagang BIO2000 bahan organik total mengalami penurunan 72 jam pengamatan sebesar 95.3% dari kadar awal 87.74 mg/L menjadi 4.11 mg/L. Perlakuan dengan penambahan konsorsium bakteri merek dagang Biolet bahan organik total mengalami penurunan 72 jam pengamatan sebesar 91% dari kadar awal 87.74 mg/L menjadi 7.90 mg/L. Perlakuan control tanpa penambahan konsorsium bakteri bahan organik juga mengalami penurunan 72 jam pengamatan sebesar 95% dari kadar awal 87.74 mg/L menjadi 4.42 mg/L. Hasil pengukuran

kadar bahan organik tersebut dapat dilihat pada **Gambar 1**.

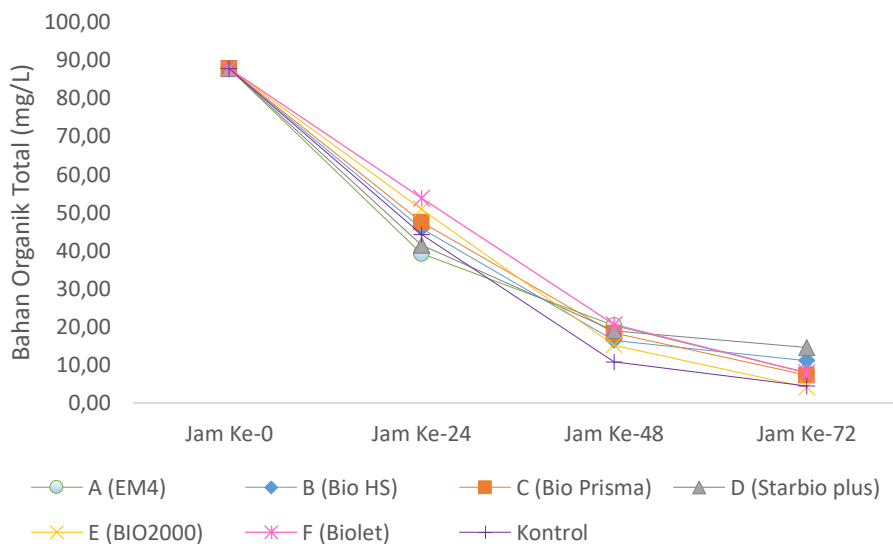
Pada dasarnya bahan organik dimanfaatkan oleh bakteri sebagai nutrisi. Dalam rantai makanan bakteri merupakan decomposer bahan organik. Degradasi bahan organik dilakukan oleh komunitas bakteri dengan berbagai macam fungsi masing-masing. Apapun komposisi bakterinya jumlah bahan organik akan tetap berkurang karena telah diuraikan dan dimanfaatkan untuk pertumbuhan selnya (Logue *et al.*, 2016).

Sesuai dengan hasil penelitian ini, bahwa berbagai merek dagang konsorsium bakteri yang memiliki komposisi spesies bakteri yang berbeda tetap dapat menurunkan kadar bahan organik sampai pada kadar optimum, bahkan perlakuan tanpa penambahan konsorsium bakteri dapat menurunkan kadar bahan organik air limbah tersebut sampai 95 %. Bakteri akan menguraikan senyawa-senyawa organik kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana dengan enzim. Senyawa organik akan dioksidasi menjadi CO₂, H₂O, NH₄⁺ dan biomassa baru. Aktivitas bakteri asam memungkinkan kenaikan pH karena NH₄⁺ akan berikatan dengan OH⁻ sehingga

terbentuk NH_4OH yang bersifat basa (Sutanto, 2011).

Enzim-enzim yang bekerja untuk menguraikan karbohidrat meliputi enzim pemecah amilum seperti amilase, invertase, laktase, selulase dan enzim-enzim pemecah pektin seperti poligalakturonase dan pektin metil esterase (Indriani *et al.*, 2015; Karlapudi *et al.*, 2018; Naidu dan Saranraj, 2013; Sethi *et al.*, 2013; Shah *et al.*, 2016).

Enzim yang bekerja dalam menguraikan protein yaitu enzim protease seperti poli-peptidase, oligopeptidase, dan di-peptidase. Enzim tersebut merombak protein menjadi peptida yang lebih sederhana atau asam amino. Selanjutnya asam amino akan mengalami trans-aminasi, deaminasi, dekarboksilasi atau dehidrogenasi menjadi zat lain yang lebih sederhana (Yuniati *et al.*, 2015).



Gambar 1. Hasil pengukuran bahan organik total

Enzim yang bekerja dalam menguraikan lemak adalah lipase. Enzim lipase dapat menghidrolisis trigliserida rantai panjang menjadi digliserida, monogliserida, gliserol dan asam lemak. Mikroorganisme yang menghasilkan enzim lipase banyak digunakan dalam pengolahan limbah untuk menguraikan lemak agar menjadi

senyawa yang tidak berbahaya. Enzim lipase yang diproduksi oleh mikroorganisme banyak digunakan untuk pengolahan limbah untuk menguraikan lemak (Veerapagu *et al.*, 2013). Secara umum dalam pemecahan bahan organik diperlukan mikroorganisme terutama bakteri untuk pembentukan energi dan biosintesis,

sebab dengan memecah bahan organik dapat menyediakan karbon untuk berbagai senyawa penting dalam sel (Geyer *et al.*, 2016).

Kadar optimum bahan organik diperairan adalah kurang dari 55 mg/L (Makmur *et al.*, 2018). Jika limbah budidaya yang kaya akan kadar bahan organik di buang langsung tanpa pengolahan, akan menyebabkan eutrofikasi karena pemasukan bahan organik yang mengandung protein dapat memicu pertumbuhan mikroalga (Liu *et al.*, 2016).

Penggunaan bakteri untuk biodegradasi dapat menguraikan senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana yang dapat dimanfaatkan oleh organisme produsen, sehingga bakteri berpotensi dapat memulihkan lingkungan. Penggunaan bakteri untuk biodegradasi limbah termasuk kedalam pengolahan limbah yang ramah lingkungan. Proses biodegradasi dengan mikroorganisme memanfaatkan kemampuan mikroorganisme dalam merombak, menguraikan dan mengakumulasi senyawa toksik dalam tubuh mikroorganisme tersebut (Dash *et al.*, 2013).

Hasil Analisa varian one-way pada jam ke-24 menunjukkan bahwa

kadar bahan organik tidak dipengaruhi oleh adanya perlakuan pemberian konsorsium bakteri. Hasil Analisa varian one-way menunjukkan pada jam ke-48 dan jam ke- 72 menunjukkan bahwa penurunan kadar bahan organik total dipengaruhi oleh pemberian konsorsium. Hasil uji lanjut BNT menunjukkan bahwa perlakuan yang berbeda nyata terdapat pada perlakuan dengan penambahan konsorsium bakteri E (BIO2000) pada jam ke-48 dan 72. Hasil uji analisa varian (One-Way) dapat dilihat pada **Tabel 2** dan Uji Injaut BNT dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 2. Hasil analisa varian One-way

Waktu Pengamatan	F Hitung	F Tabel
24	1.717	< 2.57
48	2.987	> 2.57
72	3.423	> 2.57

F Hitung > F tabel berpengaruh nyata

Tabel 3. Hasil Uji lanjut BNT

Perlakuan	Waktu Pengamatan		
	24	48	72
A (EM4)	39.18 ^a	20.24 ^{ef}	7.9 ^{cd}
B (Bio HS)	45.82 ^a	16.43 ^{bc}	11.06 ^{de}
C (Bio Prisma)	47.4 ^a	18.33 ^{cd}	7.27 ^{bc}
D (Starbio plus)	41.3 ^a	18.96 ^{de}	14.54 ^{de}
E (BIO2000)	50.88 ^a	15.16 ^b	4.11 ^a
F (Biolet)	53.72 ^a	20.53 ^{ef}	7.9 ^{cd}
Kontrol	44.24 ^a	10.74 ^a	4.42 ^{ab}

^{a,b,c,d,e,f}Superscript pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (F Hitung < F Tabel)

Tabel 4. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air

Parameter	Perlakuan	Waktu Lama Pengamatan			
		0	24	48	72
Suhu (°C)	A (EM4)	21	25.13	25.75	24.63
	B (Bio HS)	21	25.75	25.25	24.38
	C (Bio Prisma)	21	25.50	25.25	24.25
	D (Starbio plus)	21	25.38	24.75	24.75
	E (BIO2000)	21	25.75	24.75	25
	F (Biolet)	21	26.13	25.25	24.25
	Kontrol	21	25.88	25	24.5
pH	A (EM4)	7	6	5.5	6
	B (Bio HS)	7	5.8	6.	6
	C (Bio Prisma)	7	6.3	6.3	6.5
	D (Starbio plus)	7	6.3	5.8	5.5
	E (BIO2000)	7	6.3	6	6
	F (Biolet)	7	5.9	6.3	6
	Kontrol	7	6	6	6
Oksigen Terlarut (mg/L)	A (EM4)	9.6	9.13	6.73	7.45
	B (Bio HS)	9.6	9.53	6.85	8.1
	C (Bio Prisma)	9.6	9.93	6.28	7.25
	D (Starbio plus)	9.6	9.7	6.85	7.08
	E (BIO2000)	9.6	9.15	6.85	7.35
	F (Biolet)	9.6	9.5	5.98	6.98
	Kontrol	9.6	8.48	6.35	7.3
Karbon dioksida (mg/L)	A (EM4)	23.76	39.18	16.98	9.99
	B (Bio HS)	23.76	45.82	13.98	0
	C (Bio Prisma)	23.76	47.4	7.99	0
	D (Starbio plus)	23.76	41.4	16.98	12.98
	E (BIO2000)	23.76	50.88	12.98	0
	F (Biolet)	23.76	53.72	19.98	16.98

	Kontrol	23,76	44,24	0	0
Salinitas (ppt)	A (EM4)	24	26	24,75	26
	B (Bio HS)	24	25,75	24,25	25,5
	C (Bio Prisma)	24	25,5	25	26,25
	D (Starbio plus)	24	24,5	26	27
	E (BIO2000)	24	27	25,75	26,25
	F (Biolet)	24	26,25	25,5	26,75
	Kontrol	24	26,75	24,5	25,25

Hasil pengukuran parameter kualitas air seperti suhu, pH dan oksigen terlarut (**Tabel 4**) dalam kondisi optimum untuk perairan. Peran bakteri dalam menguraikan bahan organik akan berjalan optimal apabila faktor pendukung seperti suhu, pH dan oksigen terlarut dalam kondisi optimal (Purnomo *et al.*, 2013).

Hasil pengukuran suhu pada penelitian selama 72 jam berkisar antara 21 °C – 25,88 °C. Kisaran suhu yang masih dalam toleransi kehidupan bakteri pengurai yang berkisar antara 20-25 °C (Arizuna *et al.*, 2014). Kadar pH berkisar antara 6-7, kadar pH optimum untuk bakteri pengurai berkisar antara 5.5 – 7.5. Pada fase hidrolisis dan asidogenesis optimum pada pH 5.5-6.5, sedangkan pada fase metanogenesis optimum pada pH 6.5 – 8.2 (Sari *et al.*, 2015)

Hasil pengukuran salinitas selama penelitian berkisar antara 24 ppt – 26,75 ppt. Kadar salinitas untuk perairan payau berkisar antara 10-30 ppt (Purnamasari *et al.*, 2017). Berarti salinitas pada air sampel pada penelitian ini tergolong pada air payau (*brakish water*). Hasil pengukuran oksigen terlarut berkisar antara 6,28 mg/ L

– 9,93 mg/L. Kadar oksigen terlarut mengalami peningkatan pada jam ke-24, selanjutnya terus mengalami penurunan pada jam ke-48 dan 72.

Penurunan oksigen terlarut dapat diakibatkan karena oksigen digunakan oleh bakteri untuk menguraikan bahan organik. Penurunan oksigen terlarut disuatu perairan erat kaitannya dengan banyaknya kadar oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk proses penguraian bahan organik menjadi bahan anorganik oleh mikroorganisme (Yuningsih *et al.*, 2014).

Hasil pengukuran karbondioksida berkisar antara 0 mg/L – 53,72 mg/L (**Tabel 4**). Kadar karbondioksida mengalami peningkatan pada jam ke-24, kemungkinan disebabkan karena pada jam ke-24 bakteri mengalami fase lag (pertumbuhan maksimal) dan bakteri memanfaatkan bahan organik untuk metabolismenya dan menghasilkan karbondioksida. Bakteri memperbanyak diri dengan cara membelah menjadi dua dan setiap generasi akan membelah menjadi dua kali lipat dari populasi sebelumnya. Selanjutnya bakteri akan memasuki fase stasioner pada jam ke 9

sampai jam ke 24 (Budianto dan Suprastyani, 2017). Hal tersebut sesuai dengan hasil pengukuran bahan organik pada jam pengamatan berikutnya yaitu jam ke-48 bahan organik mengalami penurunan.

Pada jam ke 48 dan 72 karbondioksida mulai mengalami penurunan, diduga karena kadar bahan organik mulai menurun dan bakteri hanya memanfaatkan sedikit sisa bahan organik. Kadar karbondioksida 5 mg/L dalam perairan masih dapat ditoleransi oleh organisme perairan. Namun, kadar optimum karbondioksida yang baik untuk organisme perairan adalah 4 mg/L (Bhavimani dan Puttaiah, 2014). Kandungan karbondioksida yang tinggi menyebabkan kadar pH perairan menjadi asam dan bakteri akan mengalami peningkatan produksi enzim pada kondisi pH asam (Rahardja *et al.*, 2010).

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh bahwa penggunaan 6 jenis merek dagang konsorsium bakteri yaitu EM4, Bio HS, BIO Prisma, Starbio plus, BIO2000, dan Biolet efektif dalam menurunkan bahan organik pada limbah tambak budidaya udang. Merek dagang konsorsium yang paling efektif dalam menurunkan bahan organik adalah BIO2000 dengan lama

perendaman selama 72 jam. Oleh karena itu, penulis merekomendasikan bagi pembudidaya untuk menurunkan bahan organik total pada air limbah setelah masa budidaya berakhir menggunakan konsorsium bakteri dengan merek dagang BIO2000 selama 48 atau 72 jam sebelum air dibuang ke perairan umum.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada PT Delta Guna Sukses. Gumuk MAS. Jember. Jawa Timur yang telah memberikan izin kepada kami untuk pengambilan limbah budidaya udang yang digunakan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abatenh, E., Gizaw, B., Tsegaye, Z., & Wassie, M, 2017. Open Journal Of Environmental Biology. 2(1): 038–046.
- Arizuna, M., Suprpto, D., & Muskanonfola, M. R, 2014. Management Of Aquatic Resources Journal (MAQUARES), 3(1): 7–16.
- Asis, A., Sugihartono, M., & Ghofur, M, 2017. Pertumbuhan ikan patin siam (*Pangasianodon hypophthalmus* F.) pada pemeliharaan sistem akuaponik dengan kepadatan yang berbeda. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 2(2), 51-57
- Bhavimani, H., & Puttaiah, E. T, 2014. Fish Culture And Physico-Chemical Characteristics Of Madikoppa Pond , Dharwad Tq/Dist, Karnatak. *Hydrology Current Research*, 5(1): 1–3.
- Budianto, & Suprastyani, H, 2017. Aktivitas Antagonis *Bacillus Subtilis* Terhadap *Streptococcus Iniae* Dan *Pseudomonas Fluorescens*. *Jurnal Veteriner*, 18(3): 409–415.
- Dash, H. R., Mangwani, N., Chakraborty, J., Kumari, S., & Das, S, 2013. Marine Bacteria: Potential Candidates For Enhanced Bioremediation. *Applied Microbiology And Biotechnology*, 97(2): 561–571.

- Geyer, K. M., Kyker-Snowman, E., Grandy, A. S., & Frey, S. D., 2016.. Microbial Carbon Use Efficiency: Accounting For Population, Community, And Ecosystem-Scale Controls Over The Fate Of Metabolized Organic Matter. *Biogeochemistry*, 127(2–3): 173–188.
- Herbeck, L. S., Krumme, U., Nordhaus, I., & Jennerjahn, T. C., 2021. Pond Aquaculture Effluents Feed An Anthropogenic Nitrogen Loop In A SE Asian Estuary. *Science Of The Total Environment*. (2021) 756, 144083.
- Herbeck, L. S., Unger, D., Wu, Y., & Jennerjahn, T. C., 2013. Effluent, Nutrient And Organic Matter Export From Shrimp And Fish Ponds Causing Eutrophication In Coastal And Back-Reef Waters Of NE Hainan, Tropical China. *Continental Shelf Research*, 57: 92–104.
- Indriani, D. O., Syamsudin, L. N. I., Sriherfyna, F. H., Wardani, A. K. 2015. Invertase Dari *Aspergillus Niger* Dengan Metode Solid State Fermentation Dan Aplikasi Di Industri : Kajian Pustaka. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(4): 1405–1411.
- Islam, M., & Yasmin, R. (2017). Impact Of Aquaculture And Contemporary Environmental Issues In Bangladesh. *International Journal Of Fisheries And Aquatic Studies*, 5(4): 100–107.
- John, E. M., Krishnapriya, K., & Sankar, T. V., 2020. Treatment Of Ammonia And Nitrite In Aquaculture Wastewater By An Assembled Bacterial Consortium. *Aquaculture*, 526, 735390.
- Karlapudi, A. P., Krupanidhi, S., E., R. R., M., I., Md., N. B., & T.C., V., 2018. Plackett-Burman Design For Screening Of Process Components And Their Effects On Production Of Lactase By Newly Isolated *Bacillus Sp.* VUVD101 Strain From Dairy Effluent. *Beni-Suef University Journal Of Basic And Applied Sciences*, 7(4): 543–546.
- Khairul, K. (2017). Pemberian dosis probiotik berbeda terhadap kelulusan benur udang windu (*penaeus monodon fabricius*). *Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus*, 3(1), 25–29.
- Liu, J., Yi, N. K., Wang, S., Lu, L. J., & Huang, X. F., 2016. Impact Of Plant Species On Spatial Distribution Of Metabolic Potential And Functional Diversity Of Microbial Communities In A Constructed Wetland Treating Aquaculture Wastewater. *Ecological Engineering*, 94(3): 564–573.
- Logue, J. B., Stedmon, C. A., Kellerman, A. M., Nielsen, N. J., Andersson, A. F., Laudon, H., Lindström, E. S., & Kritzberg, E. S. (2016). Experimental Insights Into The Importance Of Aquatic Bacterial Community Composition To The Degradation Of Dissolved Organic Matter. *ISME Journal*. (2016) 10(3): 533–545.
- Lukwambe, B., Zhao, L., Nicholaus, R., Yang, W., Zhu, J., & Zheng, Z., 2019. Bacterioplankton Community In Response To Biological Filters (Clam, Biofilm, And Macrophytes) In An Integrated Aquaculture Wastewater Bioremediation System. *Environmental Pollution*, 254, 113035.
- Luo, W., Deng, X., Zeng, W., & Zheng, D., 2012. Treatment Of Wastewater From Shrimp Farms Using A Combination Of Fish, Photosynthetic Bacteria, And Vegetation. *Desalination And Water Treatment*, 47(1–3): 221–227.
- Makmur, Suwoyo, H. S., Fahrur, M., & Syah, R., 2018. Pengaruh Jumlah Titik Aerasi Pada Budidaya Udang Vaname, *Litopenaeus Vannamei*. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(3), 727–738.
- Naidu, M. A., & Saranraj, P., 2013. Bacterial Amylase: A Review. *International Journal Of Pharmaceutical & Biological Archives*, 4(2), 274–287.
- Purnamasari, I., Purnama, D., & Utami, M. A. F., 2017. Pertumbuhan Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Di Tambak Intensif. *Jurnal Enggano*, 2(1), 58–67.
- Purnomo, P. W., Nitisupardjo, M., & Purwandari, Y., 2013. Hubungan Antara Total Bakteri Dengan Bahan Organik, No3 Dan H2S Pada Lokasi Sekitar Eceng Gondok Dan Perairan Terbuka Di Rawa Pening. *Management Of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 2(3), 85–92.
- Rahardja, B. S., Prayogo, Mahasri, G., & Hardhianto, M. D., 2010. Efektifitas Bakteri *Pseudomonas* Sebagai Pengurai Bahan Organik (Protein, Karbohidrat, Lemak) Pada Media Air Limbah Pembenuhan Lele Dumbo (*Clarias Sp*) Sistem Resirkulasi Tertutup. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 2(2), 159–164.

- Sari, K. D. P., Santoso, L., Efendi, E., & Harpeni, E, 2017. Potensi Penggunaan Media Teknis Sebagai Pengganti Media Sea Water Complete (SWC) Untuk Mendukung Pertumbuhan Bakteri *Bacillus* Sp. D2. 2. *Jurna; Sains Tekonolgi Akuakultur*, 1, 95–103.
- Sari, P. F., Hendrawan, D., & Indrawati, D. 2015. Pengaruh Penambahan Bioaktivator Pada Proses Dekomposisi Sampah Organik Secara Anaerob. *Indonesian Journal Of Urban And Environmental Technology*, (2015) 7(2), 57–66.
- Sethi, S., Datta, A., Gupta, B. L., & Gupta, S 2013. Optimization Of Cellulase Production From Bacteria Isolated From Soil. *ISRN Biotechnology* 13, 1–7.
- Shah, H. S., Patel, C. M., & Parikh, S. C, 2016. Production Of Invertase From Bacteria By Using Waste Jaggery. *The Microbes*, 3, 19–23.
- Singh, R., Singh, P., & Sharma, R, 2014. Microorganism As A Tool Of Bioremediation Technology For Cleaning Environment: A Review. *Proceedings Of The International Academy Of Ecology And Environmental Sciences*, 4(1), 1–6.
- Sutanto, A, 2013. Degradasi Bahan Organik Limbah Cair Nanas Oleh Bakteri Indigen. *El-Hayah*, 1(4), 151–156.
- Veerapagu, M., Narayanan, A. S., Ponmurugan, K., & Jeya, K. R, 2013. Screening Selection Identification Production And Optimization Of Bacterial Lipase From Oil Spilled Soil. *Asian Journal Of Pharmaceutical And Clinical Research*, 6(SUPPL.3), 62–67.
- Yuniati, R., Nugroho, T. T., & Puspita, F., 2015. Uji Aktivitas Enzim Protease Dari Isolat *Bacillus* Sp Galur Lokal Riau. *JOM FMIPA*, 1(2), 116–122.
- Yuningsih, H. D., Soedarsono, P., & Anggoro, S, 2014. Hubungan Bahan Organik Dengan Produktivitas Perairan Pada Kawasan Tutupan Eceng Gondok, Perairan Terbuka Dan Keramba Jaring Apung Di Rawa Pening Kabupaten Semarang Jawa Tengah. *Jurnal Of Management Of Aquatic Resources*, 3(1), 37–43.