

KAJIAN KUALITAS AIR BUANGAN TAMBAK BUDIDAYA UDANG WINDU (*PENAEUS MONODON*) SISTEM TRADISIONAL DI PULAU TIBI, KABUPATEN BULUNGAN

Seftian Sanju Pratama^{1*}, Muhammad Amien H²

¹²Program Studi Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Borneo Tarakan,
Indonesia, Jl. Amal Lama, Tarakan Timur, Kalimantan Utara

Penulis korespondensi: pratamaseftian5@gmail.com

ABSTRAK

Budidaya udang windu (*Penaeus monodon*) sistem tradisional masih menjadi kegiatan utama di Kabupaten Bulungan yang cenderung menurun produktivitas tambak dan produksi udang. Penelitian ini bertujuan mengkaji kualitas air buangan tambak budidaya udang windu sistem tradisional di Pulau Tibi, Kabupaten Bulungan. Penentuan titik sampling menggunakan *purposive sampling*, Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dan mengacu pada Permen KP 75/2016 dan 28/2004. Hasil pengamatan Stasiun 1 (EM4) menunjukkan kekeruhan 90,4 NTU, TSS 0,745 mg/L, BOD5 3,89 mg/L, nitrat 0,32 mg/L, fosfat 0,1 mg/L, amonia 0,06 mg/L, H₂S 0,72 mg/L, nitrit 0,15 mg/L, dan pH 6,9. Stasiun 2 (RICA), kekeruhan 51,4 NTU, TSS 0,385 mg/L, BOD5 2,5 mg/L, nitrat 0,22 mg/L, fosfat 0,16 mg/L, amonia 0,12 mg/L, H₂S 0,57 mg/L, nitrit 0,1 mg/L, dan pH 7,2. Sedangkan Stasiun 3 (tanpa probiotik), kekeruhan 58,7 NTU, TSS 0,235 mg/L, BOD5 2,78 mg/L, nitrat 0,28 mg/L, fosfat 0,09 mg/L, amonia 0,2 mg/L, H₂S 2,44 mg/L, nitrit 0,09 mg/L, dan pH 5. Hasil pengamatan sungai 1 menunjukkan kekeruhan 50,5 NTU, TSS 0,15 mg/L, BOD5 1,95 mg/L, nitrat 0,3 mg/L, fosfat 0,13 mg/L, amonia 0,17 mg/L, H₂S 0,99 mg/L, nitrit 0,2 mg/L, dan pH 6,8. Sedangkan pada sungai 2, kekeruhan 309 NTU, TSS 1,705 mg/L, BOD5 6,11 mg/L, nitrat 0,2 mg/L, fosfat 0,56 mg/L, amonia 0,18 mg/L, H₂S 1,75 mg/L, nitrit 0,3 mg/L, dan pH 6. Secara keseluruhan, probiotik terbukti mampu menurunkan sebagian besar parameter pencemar, meskipun belum sepenuhnya memenuhi baku mutu. Penggunaan probiotik seperti EM4 dan RICA dalam tambak tradisional dapat menjadi solusi awal dalam mengendalikan pencemaran air buangan, meski perlu diikuti dengan perbaikan sistem pengelolaan tambak secara menyeluruh agar budidaya lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Kata kunci: Air buangan, kualitas air, probiotik, tambak tradisional, udang windu

1 PENDAHULUAN

Tambak merupakan media buatan yang dirancang untuk memelihara atau membesarkan ikan dan udang di wilayah pesisir guna meningkatkan kesejahteraan masyarakat, pemenuhan kebutuhan protein, serta kontribusi terhadap produksi perikanan budidaya nasional (Amien dkk., 2022). Kabupaten Bulungan merupakan daerah dengan tambak terluas di Provinsi Kalimantan Utara, mencapai ±94.030,64 ha, yang telah mempraktikkan sistem budidaya tradisional sejak tahun 1990-an. Komoditas utama yang dibudidayakan adalah udang windu (*Penaeus monodon*), yang memiliki pertumbuhan cepat, toleransi salinitas tinggi, dan nilai ekonomi yang besar karena permintaan pasar yang tinggi (Chodrijah & Faizah, 2018).

Budidaya udang windu secara tradisional dicirikan dengan desain tambak yang tidak beraturan, penggunaan air pasang surut, pakan alami, serta kepadatan benur rendah. Sistem ini masih diminati oleh pembudidaya di Bulungan, meskipun menghadapi tantangan berupa penurunan produktivitas akibat menurunnya kualitas tanah dan air, serta munculnya penyakit dan rendahnya kualitas benur (Amien dkk., 2022). Situasi ini diperburuk oleh kenyataan bahwa

air limbah dari tambak umumnya dibuang langsung ke lingkungan perairan sekitar tanpa proses pengolahan.

Limbah cair dari tambak mengandung padatan seperti residu feses, serta senyawa terlarut berbahaya seperti amonia, fosfat, dan hidrogen sulfida. Kandungan fosfat dan nitrogen yang tinggi di perairan tambak dapat memicu ledakan alga (*algae bloom*) yang membahayakan ekosistem. Selain menimbulkan bau tidak sedap, tingginya kadar amonia juga dapat mengganggu kelangsungan budidaya. Budidaya sistem monokultur dan polikultur udang windu terbukti memicu akumulasi zat berbahaya yang berdampak pada keberlanjutan usaha (Azizah dkk., 2018). Tingginya input organik dalam sistem budidaya menyebabkan akumulasi limbah yang memperburuk kualitas air dan meningkatkan kerentanan tambak terhadap penyakit. Hal ini menjadi salah satu penyebab utama menurunnya produktivitas tambak di Kabupaten Bulungan (Rukisah dkk., 2019).

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji kualitas air buangan dari tambak udang windu sistem tradisional di Pulau Tibi, Kabupaten Bulungan. Penelitian ini secara khusus membandingkan kualitas air buangan dari tambak yang diberi tambahan probiotik EM4, RICA, dan tanpa probiotik. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah tentang efektivitas penggunaan probiotik dalam mengurangi dampak pencemaran lingkungan tambak, serta memberikan kontribusi bagi upaya pengelolaan budidaya udang yang lebih berkelanjutan.

2 METODE

2.1 Materi Penelitian

Objek penelitian ini adalah air buangan tambak tradisional udang windu (*Panaeus monodon*) dan air sungai. Teknik pengambilan sampel menggunakan *Purposive Sampling*. Jenis data yang dikumpulkan yaitu data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan dengan pengamatan langsung dilapangan, pengambilan sampel air buangan budidaya tambak tradisional udang windu, air sungai, pengujian parameter fisika (kekeruhan, TSS), dan pengujian parameter kimia (pH, nitrat, nitrit, amonia, fosfat, H₂S dan BOD₅). Pengumpulan data sekunder adalah pengumpulan data dan informasi yang sudah tersedia di internet, jurnal dan juga di lengkapi dengan data hasil uji kualitas air di laboratorium.

2.2 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan selama 4 bulan yaitu, dimulai pada bulan September sampai dengan Desember 2024. Penelitian dilakukan di Pulau Tibi, Kabupaten Bulungan pada tambak tradisional budidaya udang windu dan sungai. Pengujian kelayakan parameter kualitas air dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Borneo Tarakan.

2.3 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu : *Global Positioning System* (GPS) (menentukan titik lokasi sampling), botol sampel (wadah sampel air), cool box (tempat penyimpanan sampel), kamera (dokumentasi), pH meter (menentukan nilai pH air), turbidity meter (menentukan nilai kekeruhan air), buret (menentukan nilai BOD₅ dan H₂S air), spektrofotometer (menentukan nilai nitrat, nitrit, amonia dan fosfat air), oven (menentukan nilai TSS air).

Bahan yang digunakan dalam proses penelitian ini yaitu : Sampel air buangan tambak (bahan pengujian dalam penelitian), Sampel air sungai (bahan pengujian dalam penelitian), aquades (membersihkan alat penelitian), bahan kimia (campuran larutan), EM4 (probiotik), dan RICA (probiotik).

2.4 Prosedur Penelitian

Pengambilan sampel air dilakukan dengan botol 1000 ml dari beberapa titik, lalu dikompositkan. Pengujian parameter kualitas air seperti kekeruhan, pH, nitrat, nitrit, amonia, fosfat, TSS, H₂S, dan BOD₅ dilakukan di Laboratorium Kualitas Air FPIK Universitas Borneo Tarakan. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif untuk menggambarkan kondisi secara objektif melalui data numerik. Lokasi pengambilan sampel dibagi menjadi empat stasiun: Stasiun 1 dengan probiotik EM4 (190 L/Ha), Stasiun 2 dengan probiotik RICA (6 L/Ha tiap dua minggu), Stasiun 3 tanpa probiotik, dan Stasiun 4 berupa air sungai.

2.4.1 Penentuan Lokasi Penelitian

Penentuan lokasi penelitian di tambak tradisional udang windu di Pulau Tibi, Kabupaten Bulungan ini berdasarkan pertimbangan aktivitas yang ada di tambak penelitian yaitu kegiatan budidaya yang menggunakan sistem tradisional dan persetujuan pembudidaya tambak yang dijadikan tempat penelitian.

2.4.2 Waktu Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel air dilakukan di pintu tambak, dan sungai. Sampel air buangan sebanyak 3 kali pada saat panen total, dan air sungai sebanyak 2 kali.

2.4.3 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik Pengambilan sampel pada penelitian ini adalah *Purposive Sampling*. Metode ini merupakan teknik pengambilan sampel data dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2015). Pengambilan sampel air buangan sebanyak 3 bagian, yaitu bagian permukaan, bagian tengah, dan bagian dasar (dikompositkan) pada saat panen total, dan pengambilan air sungai sebanyak 2 kali pada saat setelah panen total di saat air surut dan pasang. Pengompositan dilakukan untuk menyederhanakan data kualitas air yang kompleks dalam satu informasi yang mudah di pahami untuk mengekspresikan keseluruhan kualitas air pada lokasi dan waktu tertentu berdasarkan beberapa parameter kualitas air.

2.4.4 Teknik Pengumpulan Data

Data yang akan dikumpulkan adalah data primer dan sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh peneliti secara langsung. Sedangkan data sekunder berupa dari data dan informasi yang sudah tersedia disitus internet dan sumber lain yang relevan dengan permasalahan yang dikaji.

2.4.5 Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan yang diukur pada penelitian ini adalah kualitas air pemeliharaan budidaya udang windu dan kualitas air buangan budidaya udang windu (*effluen*) di tambak sistem tradisional telah disajikan pada tabel 1. dan 2. berikut.

Tabel 1. Parameter pengamatan kualitas air sumber

No.	Parameter	Satuan	Baku mutu	Acuan
A. Fisik Air				
1.	Kekeruhan	NTU	-	SNI 06-6989-25-2005
2.	<i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	mg/L	-	SNI 06-6989.3-2004
B. Kimia Air				
1.	<i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD ₅)	mg/L	-	SNI 6989.72:2009
2.	Nitrat (NO ₃)	mg/L	0,5	SNI 6989-79-2011
3.	Fosfat (PO ₄)	mg/L	0,1	SNI 06-6989.31-2005
4.	Amonia (NH ₃)	mg/L	<0,01	SNI 06-6989.30-2005
5.	Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	mg/L	-	SNI 6989.75:2009
6.	Nitrit (NO ₂)	mg/L	<0,01	SNI 06-6989.9-2004
7.	pH	-	7,5-8,5	SNI 06-6989.11-2004

Keterangan: Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 75 Tahun 2016

Tabel 2. Parameter pengamatan kualitas air buangan

No.	Parameter	Satuan	Baku mutu	Acuan
A. Fisik Air				
1.	Kekeruhan	NTU	<50	SNI 06-6989-25-2005
2.	TSS (<i>Total Suspended Solid</i>)	mg/L	<200	SNI 06-6989.3-2004
B. Kimia Air				
1.	<i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD ₅)	mg/L	<45	SNI 6989.72:2009
2.	Nitrat (NO ₃)	mg/L	75	SNI 6989-79-2011
3.	Fosfat (PO ₄)	mg/L	0,1	SNI 06-6989.31-2005
4.	Amonia (NH ₃)	mg/L	<0,1	SNI 06-6989.30-2005
5.	Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	mg/L	<0,03	SNI 6989.75:2009
6.	Nitrit (NO ₂)	mg/L	<2,5	SNI 06-6989.9-2004
7.	pH	-	6-9	SNI 06-6989.11-2004

Keterangan: Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 28 Tahun 2004

2.5 Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan metode deskriptif, yaitu menganalisis hasil-hasil uji laboratorium dan membandingkannya dengan baku mutu. Untuk mengetahui kondisi kualitas air sungai sebagai sumber air tambak berdasarkan sifat fisik-kimia air dibandingkan dengan baku mutu berdasarkan Permen KP. No. 75 Tahun 2016 tentang pedoman umum pembesaran udang windu dan vaname. Sedangkan untuk mengetahui kondisi kualitas air limbah tambak budidaya udang windu berdasarkan sifat fisik-kimia air dibandingkan dengan baku mutu berdasarkan Permen KP. No. 28 Tahun 2004 tentang pedoman umum budidaya udang di tambak.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kualitas Air Buangan dan Air Sungai

Hasil pengukuran parameter kualitas air buangan tambak budidaya udang windu (*Penaeus monodon*) sistem tradisional dan kualitas air sungai sebagai penerima air buangan serta sebagai air sumber yang telah disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengukuran parameter kualitas air buangan dan air sumber

No.	Parameter	Stasiun			Sungai		Baku Mutu*	
		1	2	3	1	2	A	B
A. Fisik Air								
1.	Kekeruhan	90,4	51,4	58,7	50,5	309	<50	-
2.	TSS	0,745	0,385	0,235	0,15	1,705	<200	-
B. Kimia Air								
1.	BOD ₅	3,89	2,5	2,78	1,95	6,11	<45	-
2.	NO ₃	0,32	0,22	0,28	0,3	0,2	<75	<0,5
3.	PO ₄	0,1	0,16	0,09	0,13	0,56	<0,1	<0,1
4.	NH ₃	0,06	0,12	0,2	0,17	0,18	<0,1	<0,01
5.	H ₂ S	0,72	0,57	2,44	0,99	1,75	<0,03	-
6.	NO ₂	0,15	0,1	0,09	0,2	0,3	<2,5	<0,01
7.	pH	6,9	7,2	5	6,8	6	6-9	7,5-8,5

Keterangan A : Baku mutu air buangan, B : Baku mutu air sungai

3.1.1 Kekeruhan

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kekeruhan di Stasiun 1 mencapai 90,4 NTU, melebihi baku mutu <50 NTU menurut Permen KP No. 28 Tahun 2004. Stasiun 2 mencatat 51,4 NTU, lebih mendekati baku mutu, sementara Stasiun 3 sebesar 58,7 NTU. Di air sungai, titik 1 menunjukkan kekeruhan 50,5 NTU (masih dalam batas aman), sedangkan titik 2 mencapai 309 NTU, sangat melebihi batas. Hal ini menegaskan bahwa penggunaan probiotik memiliki pengaruh dalam menurunkan kekeruhan, meskipun efektivitasnya bervariasi antar jenis probiotik.

Tingginya kekeruhan di Stasiun 1 kemungkinan dipicu oleh proses dekomposisi cepat dari EM4 yang justru meningkatkan partikel halus dalam air (Nurwahyunani *et al.*, 2021). Sebaliknya, probiotik RICA di Stasiun 2 lebih efektif mereduksi bahan organik. Meski Stasiun 3 memiliki kekeruhan lebih rendah dari Stasiun 1, tingginya kadar H₂S di stasiun ini menunjukkan akumulasi bahan organik di dasar tambak. Sementara itu, kekeruhan ekstrem di sungai titik 2 juga diduga dipicu oleh aktivitas manusia seperti limbah domestik dan erosi tanah (Anas *et al.*, 2017). Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan pentingnya pengelolaan kualitas air secara menyeluruh melalui probiotik, manajemen pakan, dan pemeliharaan tambak agar kualitas air tetap terjaga dan budidaya udang berkelanjutan.

3.1.2 Total Suspended Solid (TSS)

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai TSS di seluruh stasiun masih berada jauh di bawah baku mutu <200 mg/L sesuai Permen KP No. 28 Tahun 2004. Stasiun 1 mencatat TSS sebesar 0,745 mg/L, Stasiun 2 sebesar 0,385 mg/L, dan stasiun 3 sebesar 0,235 mg/L, sementara air sungai di titik 1 sebesar 0,15 mg/L dan titik 2 sebesar 1,705 mg/L.

Penggunaan probiotik cenderung meningkatkan kadar TSS, karena aktivitas mikroba memecah bahan organik menjadi partikel halus yang tetap tersuspensi dalam air. Stasiun 1 dengan EM4 memiliki nilai TSS tertinggi, menunjukkan mikroba aktif dalam dekomposisi namun belum sepenuhnya mengendapkan partikel organik (Arifin *et al.*, 2017). Sebaliknya, Stasiun 3 tanpa probiotik menunjukkan nilai TSS terendah, karena rendahnya aktivitas mikroba menyebabkan lebih banyak bahan organik langsung mengendap. Meskipun seluruh nilai TSS masih dalam ambang batas yang aman, akumulasi lumpur organik di dasar tambak akibat rendahnya TSS tetap perlu diwaspadai karena berpotensi menghasilkan senyawa toksik seperti H₂S.

3.1.3 Biological Oxygen Demand (BOD₅)

Hasil pengukuran BOD₅ di semua stasiun masih jauh di bawah baku mutu Permen KP No. 28 Tahun 2004 yaitu <45 mg/L, pada Stasiun 1 menunjukkan hasil 3,89 mg/L, Stasiun 2 sebesar 2,5 mg/L, dan Stasiun 3 sebesar 2,78 mg/L. Stasiun 2 dengan probiotik RICA mencatat nilai terendah, menandakan probiotik ini efektif mempercepat dekomposisi bahan organik. Di sungai, titik 1 dan 2 masing-masing menunjukkan nilai BOD₅ 1,95 mg/L dan 6,11 mg/L.

Perbedaan BOD₅ antar stasiun berkaitan dengan efektivitas probiotik dan kondisi lingkungan tambak. Walaupun Stasiun 3 tanpa probiotik menunjukkan BOD₅ rendah dari Stasiun 2, hal ini bukan indikasi rendahnya bahan organik, melainkan dominasi proses dekomposisi anaerob yang tidak membutuhkan oksigen namun menghasilkan senyawa berbahaya seperti H₂S dan menurunkan pH (Chen *et al.*, 2018). Kondisi ini berbeda dengan stasiun yang menggunakan probiotik, dimana dekomposisi aerobik lebih dominan sehingga BOD₅ lebih mencerminkan aktivitas mikroba yang sehat dalam menguraikan bahan organik.

3.1.4 Nitrat (NO₃)

Hasil pengukuran pada Stasiun 1 yaitu 0,32 mg/L, pada Stasiun 2 sebesar 0,22 mg/L, dan pada Stasiun 3 sebesar 0,28 mg/L, yang semuanya masih jauh di bawah ambang baku mutu <0,75 mg/L menurut Permen KP No. 28 Tahun 2004. Probiotik, terutama RICA, berperan penting dalam siklus nitrogen melalui proses nitrifikasi dan denitrifikasi yang membantu menurunkan akumulasi nitrat beracun dalam air. Meski Stasiun 3 tanpa probiotik, aktivitas

mikroba alami dalam sistem budidaya tradisional masih mampu menguraikan senyawa nitrogen secara efektif (Supriyadi et al., 2019).

Hasil pengukuran pada air sungai di titik 1 sebesar 0,3 mg/L dan pada titik 2 sebesar 0,2 mg/L, keduanya di bawah ambang baku mutu <0,5 mg/L menurut Permen KP No. 75 Tahun 2016, menandakan kondisi perairan masih relatif aman. Variasi penggunaan probiotik mempengaruhi kadar nitrat dalam air buangan, sehingga pengelolaan mikroba sangat penting untuk mengendalikan residu nitrogen agar tidak membebani lingkungan (Arfiati et al., 2021). Selain itu, faktor alami seperti vegetasi riparian dan pengendapan juga membantu mengurangi nitrat. Oleh karena itu, pemanfaatan air sungai dengan kadar nitrat sesuai baku mutu tetap layak dan aman untuk budidaya, terutama bila didukung dengan penerapan probiotik yang meningkatkan kualitas air dan kesehatan udang.

3.1.5 Fosfat (PO₄)

Hasil pengukuran kadar fosfat di Stasiun 1 dan 3 masing-masing 0,1 dan 0,09 mg/L masih sesuai baku mutu berdasarkan Permen KP. No. 28 Tahun 2004 yaitu <0,1 mg/L, sedangkan Stasiun 2 mencapai 0,16 mg/L, melebihi batas yang diizinkan, menunjukkan probiotik pada stasiun ini belum efektif mengendalikan fosfat. Di sungai, Titik 1 dan Titik 2 masing-masing mencatat 0,13 mg/L dan 0,56 mg/L, keduanya di atas ambang batas menurut Permen KP. No. 75 Tahun 2016, yaitu maksimal 0,1 mg/L, terutama pada Titik 2 yang dipengaruhi oleh air buangan dari Stasiun 3 tanpa probiotik, mengindikasikan dampak negatif terhadap kualitas air sungai.

Probiotik EM4 dan RICA mengandung mikroba pelarut fosfat seperti *Bacillus* dan *Lactobacillus* spp. yang dapat meningkatkan kelarutan fosfat dari bahan organik, sehingga kadar fosfat pada tambak dengan probiotik cenderung lebih tinggi (Sari et al., 2021). Namun, tanpa manajemen air yang baik, peningkatan fosfat ini dapat memicu pertumbuhan plankton berlebih yang mengganggu keseimbangan ekosistem. Meskipun Stasiun 3 memiliki kadar fosfat lebih rendah tanpa probiotik, tapi kondisi lingkungan asam dan anaerob (pH rendah 5 dan H₂S tinggi 2,44 mg/L) menyebabkan fosfat terikat dalam bentuk tidak hayati sehingga terbaca rendah, bukan berarti kualitas air lebih baik (Chen et al., 2018).

3.1.6 Amonia (NH₃)

Hasil pengukuran menunjukkan konsentrasi amonia pada Stasiun 1 sebesar 0,06 mg/L dan Stasiun 2 sebesar 0,12 mg/L lebih rendah dibanding Stasiun 3 sebesar 0,2 mg/L, yang mengindikasikan efektivitas probiotik EM4 dalam menekan kadar amonia. Probiotik ini meningkatkan aktivitas mikroorganisme seperti *Lactobacillus*, *Streptomyces*, dan *Bacillus* yang membantu proses nitrifikasi dan degradasi limbah amonia. Sedangkan probiotik RICA pada Stasiun 2 cenderung fokus pada peningkatan kesehatan udang dan pengendalian penyakit, sehingga penurunan amonia kurang optimal (Susianingsih et al., 2017).

Konsentrasi amonia pada air sungai di titik 1 sebesar 0,17 mg/L dan titik 2 sebesar 0,18 mg/L melebihi batas aman dan menunjukkan pencemaran akibat buangan tambak. Amonia yang tinggi biasanya berasal dari sisa feses dan bahan organik yang tidak terurai sempurna, bersifat toksik dan dapat menyebabkan stres, hambatan pertumbuhan, dan kematian udang (Yang et al., 2020). Oleh karena itu, penggunaan probiotik dalam budidaya tradisional tidak hanya meningkatkan efisiensi pengolahan limbah tetapi juga menjaga kualitas lingkungan perairan.

3.1.7 Hidrogen Sulfida (H₂S)

Hasil pengukuran H₂S pada semua stasiun air buangan melebihi batas baku mutu menurut Permen KP. No. 28 Tahun 2004, yaitu sebesar <0,03 mg/L, pada Stasiun 1 sebesar 0,72 mg/L, Stasiun 2 sebesar 0,57 mg/L, dan yang sangat tinggi pada Stasiun 3 yaitu 2,44 mg/L. Di sungai, Titik 1 dan Titik 2 sebesar 0,99 mg/L dan 1,75 mg/L, menunjukkan pencemaran akibat air buangan tambak, terutama dari tambak tanpa probiotik.

Penggunaan probiotik terbukti efektif mengurangi akumulasi H₂S dengan mikroorganisme yang bersaing melawan bakteri dan memperbaiki kondisi oksigenasi di sedimen, sehingga menekan produksi H₂S (Manam, 2022). Hal ini terlihat dari nilai H₂S yang lebih rendah di Stasiun 1 dan 2 yang menggunakan probiotik EM4 dan RICA, walaupun belum memenuhi standar mutu. Kondisi di Stasiun 3 yang tanpa probiotik dengan pH rendah (5) dan nitrit rendah menunjukkan lingkungan anaerobik dan asam yang memperkuat pembentukan H₂S bebas, meningkatkan toksisitas dan risiko kesehatan udang. Oleh karena itu, probiotik tidak hanya bermanfaat dalam mengelola nitrogen tetapi juga penting dalam mencegah akumulasi senyawa beracun seperti H₂S dalam budidaya udang.

3.1.8 Nitrit (NO₂)

Hasil pengukuran nitrit di Stasiun 1 sebesar 0,15 mg/L, Stasiun 2 sebesar 0,10 mg/L, dan Stasiun 3 sebesar 0,09 mg/L. Ketiga nilai tersebut masih jauh di bawah batas baku mutu sebesar 2,5 mg/L sesuai PERMEN KP No. 28 Tahun 2004. Namun, data ini menunjukkan bahwa limbah dari ketiga tambak tetap berkontribusi pada peningkatan nitrit di lingkungan sungai. Pada air sungai menunjukkan bahwa konsentrasi nitrit pada titik 1 adalah 0,2 mg/L, dan pada titik 2 sebesar 0,03 mg/L. Keduanya melebihi ambang batas baku mutu sebesar 0,01 mg/L yang ditetapkan dalam Permen KP. No. 75 Tahun 2016.

Penambahan probiotik ternyata tidak selalu menurunkan kadar nitrit bahkan stasiun tanpa probiotik memiliki nilai nitrit terendah. Hal ini bisa dijelaskan oleh peran bakteri dalam proses nitrifikasi, di mana amonia diubah menjadi nitrit oleh Nitrosomonas, lalu nitrit menjadi nitrat oleh Nitrobacter. Probiotik, terutama EM4, dapat meningkatkan aktivitas nitrifikasi sehingga menyebabkan sementara peningkatan nitrit sebelum menjadi nitrat. Peningkatan nitrit ini bukan selalu tanda pencemaran, melainkan bagian dari siklus nitrogen alami yang aktif. Namun, nitrit dalam kadar tinggi beracun bagi udang karena mengganggu pengikatan oksigen dalam darah melalui pembentukan methemoglobin (Arifin & Sugihartono, 2017).

3.1.9 Derajat Keasaman (pH)

Hasil pengukuran pH pada Stasiun 1 dan 2 yang menggunakan probiotik mencatat pH masing-masing 6,9 dan 7,2, menurut Permen KP. No. 28 Tahun 2004 masih dalam batas baku mutu 6–9, sedangkan Stasiun 3 tanpa probiotik memiliki pH rendah 5, di bawah ambang batas. Di sungai, pH titik 1 sebesar 6,8, tetapi titik 2 hanya 6, melebihi batas baku mutu menurut Permen KP. No. 75 Tahun 2016 yaitu 7,5–8,5 yang terlalu rendah untuk air sumber dan menunjukkan dampak negatif buangan tambak tanpa probiotik.

Nilai pH yang rendah dapat mengganggu aktivitas mikroba, menurunkan proses dekomposisi bahan organik, dan meningkatkan kelarutan logam berat sehingga menyebabkan stres pada organisme akuatik (Setiyawan et al., 2020). Rendahnya pH pada Stasiun 3 diduga akibat akumulasi bahan organik dan fermentasi anaerob tanpa kontrol mikroba dari probiotik. Sebaliknya, penggunaan probiotik EM4 dan RICA pada Stasiun 1 dan 2 efektif menjaga pH dalam kisaran netral dengan mengendalikan mikroorganisme patogen serta meningkatkan proses nitrifikasi dan dekomposisi aerobik. Probiotik RICA pada Stasiun 2 menunjukkan potensi lebih baik dalam mendukung lingkungan tambak yang sehat dan berkelanjutan.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan terhadap air buangan dari budidaya udang windu sistem tradisional dan air Sungai sebagai penerima limbah serta sebagai air sumber, diketahui bahwa sebagian besar parameter kualitas air masih berada di bawah ambang batas baku mutu. Meskipun beberapa parameter kualitas air sumber dan air buangan memerlukan perhatian lebih lanjut untuk memastikan kualitas air yang optimal bagi kelangsungan hidup udang windu dalam sistem budidaya tradisional. Begitu juga dengan perbandingan pengaruh probiotik yang menunjukkan pengaruh positif probiotik terhadap air buangan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih penulis ucapkan sebesar besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi di dalam penelitian ini, baik dalam bentuk support, dana, serta membantu proses pengambilan sampel dan data penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Amien, M., Widiatmaka, W., Nirmala, K., Pertiwi, S., & Ambarwulan, W. (2022). Analysis of Environmental Quality and Productivity of Shrimp Cultivation Windu Traditional Technology System in Bulungan District. *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 18(2), 93-104.
- Anas, P., Jubaedah, I., & Sudino, D. (2017). Kualitas Air dan Beban Limbah Karamba Jaring Apung di Waduk Jatiluhur Jawa Barat. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, 11(1) : 35-47.
- Arfiati, D., et al. (2021). Upaya Penurunan Bahan Organik Pada Air Limbah Budidaya Udang Dengan Berbagai Merk Dagang Konsorsium Bakteri. *Journal of Aquaculture Science*, 6 : 97-109.
- Arifin, M. Y., & Sugihartono, M. (2017). Kualitas Air Dan Kelangsungan Hidup Udang Ketak (*Harpisquilla raphidea*) Yang Dipelihara Pada Wadah Menggunakan Substrat Dan Tanpa Substrat. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 2(1) : 18 – 24.
- Azizah, I., Rejeki, S., & Aryati, R. W. (2018). Performa Pertumbuhan Udang Windu (*Penaeus monodon*) Yang Dibudidayakan Bersama Rumput Laut (*Gracilaria* Sp.) Dengan Padat Tebar Yang Berbeda Menerapkan Sistem Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA). *Sains Akuakultur Tropis: Indonesian Journal of Tropical Aquaculture*, 2(2), 1-11.
- Chen, G., et al. (2018). Dual Carbon-Chlorine Isotope Analysis Indicates Distinct Anaerobic Dichloromethane Degradation Pathways in Two Members of Peptococcaceae. *Environ Sci Technol*, 52(15) : 8607-8616.
- Chodrijah, U., & Faizah, R. (2018). Beberapa Aspek Biologi Udang Windu (*Penaeus monodon*) Di Perairan Tarakan, Kalimantan Utara. *Bawal. Widya Riset Perikanan Tangkap*, 10(1), 49-55.
- Manam, V. K. (2022). *The Sustainable Management of Shrimp Aquaculture using Probiotics*. Weser Books Publisher. Germany
- Nurwahyuni, A., et al. (2024). Pengaruh Pemberian Fermentasi Probiotik Em4 Pada Pelet Ikan Terhadap Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Ikan Lele (*Clarias* Sp.) Sistem Aquaponik Budikdamber Tanaman Kangkung. *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 10(1) : 1-9.
- Rukisah, R., Satriani, G. I., & Rasyid, R. (2019). Monitoring penyakit WSSV pada budidaya udang windu (*Penaeus monodon*) di Tambak Tradisional Kota Tarakan. *Jurnal Harpodon Borneo*, 12(2), 89-95.
- Sari, D. A., & Sukanta, S. (2017). Kajian kualitas limbah cair secara anaerobik melalui COD, BOD5, dan TDS: Studi kasus pada PT JKLMN. *Journal of Chemical Process Engineering*, 2(2), 52-56.
- Sugiyono. (2015). Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Methods). (Sutopo, Ed.). Bandung: ALFABETA, cv.
- Supriyadi, S., Widyatama, A., Prinandhika, G. M., Purwanto, P., & Hartati, S. (2021). Application of litters to inhibit nitrification in Vertisols on sweet corn (*Zea mays* S.). *Sains Tanah*, 18(1) : 48-57.
- Susianingsih, E., Kurniawan, K., & Atmomarsono, M. (2017). Performance Of Cultured White-Leg Shrimp In Rica Probiotic Application Method In Ponds Aerated With Supercharge Blower. *Indonesian Aquaculture Journal*, 12(1) : 29-36.

Yang, Y., Zhu, C., Huang, J., Zhuo, W., & Chen, J. (2025). Comparative studies of the effect of soaking with phosphate and salt on quality changes of white shrimp (*Penaeus vannamei*) and black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *LWT*, 21(5).