

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Potensi Bakteri *B. pumilus* dalam Mendegradasi Bahan organik

Analisa hasil potensi bakteri *B. pumilus* dalam mendegradasi bahan organik dari sedimen tambak udang secara *in vitro* dilakukan di Laboratorium Ilmu-ilmu Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan dan di Laboratorium Kimia Lingkungan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang. Berdasarkan hasil penelitian uji kualitas air meliputi TOM, ammonia, nitrit, nitrat, BOD dan oksigen terlarut pada masing-masing perlakuan, diketahui bahwa *B. pumilus* memiliki kemampuan mendegradasi bahan organik pada sedimen tambak udang.

4.1.1 TOM (*Total Organic Matter*)

Data hasil penelitian TOM (*Total Organic Matter*) dari sedimen tambak udang diketahui bahwa bakteri *B. pumilus* mampu menurunkan bahan organik (Lampiran 7). Hasil uji TOM dengan pemberian *B. pumilus* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengukuran Kemampuan Degradasi Bakteri *B. pumilus* Terhadap TOM (ppm) dari Sedimen Tambak Udang

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	SD
	1	2	3			
A (10^4 sel/ml)	2.55004	2.18	2.5701	7.30014	2.43338	0.21966
B (10^5 sel/ml)	3.46	4.7696	3.067	11.2966	3.76553	0.89147
C (10^6 sel/ml)	5.4352	4.9072	8.7	19.0424	6.34747	2.05439
D (10^7 sel/ml)	3.9072	4.43	4.4128	12.75	4.25	0.297
Jumlah				50.389		
K (kontrol)	0.4016	0.285	0.8785	1.5651	0.5217	0.31445

Berdasarkan sidik ragam potensi bakteri *B. pumilus* dalam mendegradasi TOM dari sedimen tambak udang menunjukkan adanya pengaruh berbeda sangat nyata (*highly significant*) antar perlakuan, seperti terlihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Sidik Ragam Kemampuan Bakteri *B. pumilus* dalam Mendegradasi TOM dari Sedimen Tambak Udang

Sidik Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	23.771	7.9238	6.9215**	3,48	5,90
Acak	9	10.303	1.1448			
Total	12	34.075				

Keterangan : **= Berbeda Sangat Nyata

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian bakteri *B. pumilus* memberikan pengaruh berbeda sangat nyata (*highly significant*) terhadap penurunan degradasi TOM dari sedimen tambak udang. Hal ini ditunjukkan dengan nilai F hitung yang lebih besar dari F 1% dan F 5% yang berarti kepadatan *B. pumilus* sangat berpengaruh terhadap penurunan bahan organik dari sedimen tambak udang. Sehingga perlu dilakukan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui tingkat perbedaan dari masing-masing perlakuan maka pada taraf 0,05 dan 0,01. Hasil uji BNT pada TOM diperoleh nilai BNT 5% adalah 1.9464, BNT 1% adalah 2.7685 dan hasil SED yaitu 0.8736. Hasil uji BNT dapat dilihat pada Tabel 9.

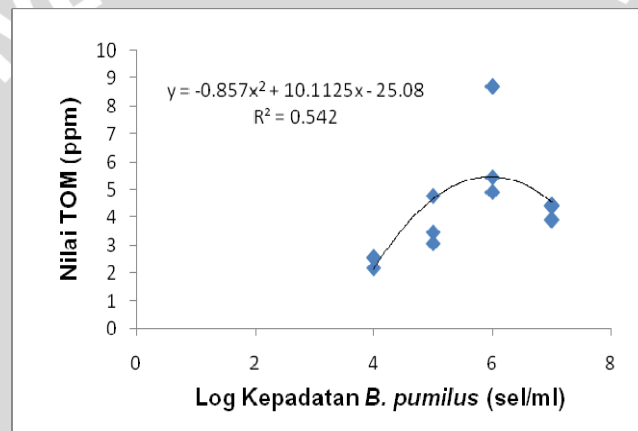
Tabel 9. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Kemampuan Bakteri *B. pumilus* dalam Mendegradasi TOM dari Sedimen Tambak Udang

Rata-rata perlakuan	A=7.30014	B=11.2966	D= 4.25	C= 6.34747	notasi
A=7.30014	-	-	-	-	a
B=11.2966	3.99646**	-	-	-	b
D= 12.75	5.44986**	1.4534 ^{ns}	-	-	bc
C=19.0424	11.7423**	7.7458**	14.7924**	-	d

Berdasarkan hasil uji BNT, kemampuan degradasi bakteri *B. pumilus* terhadap TOM pada perlakuan A (10^4 sel/ml) memberikan hasil tidak berbeda nyata dengan notasi a. Perlakuan B (10^5 sel/ml) memberikan pengaruh berbeda nyata pada perlakuan A (10^4 sel/ml) dengan notasi b. Perlakuan D (10^7 sel/ml)

memberikan pengaruh nyata pada perlakuan B (10^5 sel/ml) dengan notasi bc dan pada perlakuan C (10^6 sel/ml) memberikan hasil berbeda nyata dalam mendegradasi TOM dengan notasi d.

Hubungan antara perlakuan kepadatan bakteri *B. pumilus* dengan nilai degradasi TOM yang terkandung dalam sedimen tambak udang diperlukan analisa regresi. Bentuk regresi yang digunakan adalah kuadratik, didapatkan persamaan $y = 0.857x^2 + 10.1125x - 25.08$ dan determinasi (R^2) adalah 0.542. Hasil analisa sidik ragam regresi dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Hubungan antara Kepadatan Bakteri *B. pumilus* (X) dengan Nilai Degradasi TOM dari Sedimen Tambak Udang (Y)

Berdasarkan hasil yang didapat dalam penelitian ini, kemampuan tertinggi *B. pumilus* dalam mendegradasi TOM (*Total Organic Matter*) adalah pada perlakuan C (10^6 sel/ml), yaitu 6.34747 ppm. Selanjutnya, perlakuan D (10^7 sel/ml) memiliki kemampuan mendegradasi TOM sebesar 4.25 ppm. Perlakuan B (10^5 sel/ml) mampu mendegradasi TOM dalam sedimen tambak sebesar 3.76553 ppm, perlakuan A (10^4 sel/ml) mendegradasi TOM sebesar 2.43338 ppm. Sedangkan pada K (Kontrol) memiliki kemampuan mendegradasi TOM yang paling rendah, yaitu 0.5217 ppm.

Pada kontrol tidak diberi bakteri *B. pumilus* sehingga kemampuan di dalam mendegradasi rendah sedangkan kepadatan terbaik bakteri *B. pumilus* dalam mendegradasi TOM dari sedimen tambak udang yaitu 10^6 sel/ml dengan penurunan sebesar 6.34747 ppm. Pertumbuhan mikroba mengalami fase berbeda, pada kepadatan optimum disebut fase statis karena fase ini populasi telah mencapai puncak pertumbuhan yang tidak dapat dilampaui lagi (Prayogo, 2009). Sedangkan pada perlakuan D dengan kepadatan tinggi (10^7 sel/ml) didapatkan hasil menurun yaitu 4.25 ppm, karena pada kepadatan ini disebut fase penurunan (kematian) dimana sel yang mati bertambah lebih cepat dari yang terbentuk (Prayogo, 2009).

Menurut Nurhidayah *et. al.* (2007), berkurangnya kandungan bahan organik disebabkan karena perombakan yang dilakukan oleh bakteri secara enzimatik (amilase, lipase dan protease). Beberapa enzim menghasilkan enzim ekstraseluler yang dapat menghidrolisis protein dan polisakarida kompleks. *Bacillus* spp membentuk endospora, merupakan gram positif, bersifat aerob atau fakultatif anaerob serta bersifat katalase positif (Hatmanti, 2000).

Menurut Enari (1998), genus *Bacillus* merupakan salah satu kelompok bakteri yang mampu mendegradasi bahan organik. Kepadatan bakteri komersil yang ditambahkan pada air dan dasar tambak berkisar antara 10^4 sel/ml sampai dengan 10^7 sel/ml (Gunarto *et. al.*, 2006). Hal ini disebabkan karena adanya persaingan bakteri dalam memanfaatkan bahan organik sehingga banyak bahan organik yang terdegradasi.

Bahan organik TOM yang digunakan pada penelitian ini, sampel dalam keadaan tanpa oksigen atau anaerob. Sehingga fungsi dari bakteri *B. pumilus* yang ditambahkan dalam sampel sedimen tambak udang berperan sebagai pengurai bahan organik tersebut. Berbagai jenis bahan organik yang ada di alam dirombak (didekomposisikan) melalui proses oksidasi yang dapat berlangsung

dalam suasana aerob dan anaerob. Produk akhir dari dekomposisi ini atau oksidasi bahan organik pada kondisi anaerob selain CO₂ dan air juga berupa senyawa toksik misalnya ammonia, metana, dan H₂S (Effendi, 2003).

Bahan organik di perairan terdapat sebagai plankton, partikel – partikel tersuspensi dari bahan organik yang mengalami perombakan (*detritus*) dan bahan – bahan organik total yang berasal dari daratan dan terbawa oleh aliran sungai. Perairan dengan kandungan bahan organik diatas 26 mg/l tergolong subur (Syaifuddin, 2004).

4.1.2 Ammonia

Hasil degradasi pada ammonia dari sedimen tambak udang diketahui bahwa bakteri *B. pumilus* dapat mendegradasi ammonia (Lampiran 8). Hasil uji ammonia dengan pemberian *B. pumilus* dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Pengukuran Kemampuan Degradasi Bakteri *B. pumilus* Terhadap Ammonia (ppm) dari Sedimen Tambak Udang

Perlakuan	Ulangan			Total	rata-rata	SD
	1	2	3			
A (10 ⁴ sel/ml)	0.18344	0.15337	0.23006	0.566875	0.18896	0.03864
B (10 ⁵ sel/ml)	0.29693	0.20675	0.23006	0.733743	0.24458	0.04681
C (10 ⁶ sel/ml)	0.35337	0.45337	0.48344	1.290184	0.43006	0.06809
D (10 ⁷ sel/ml)	0.38343	0.30675	0.33006	1.02024	0.34008	0.03931
Jumlah				3.611042		
K (kontrol)	0.03681	0.06012	0.06012	0.157056	0.05235	0.01346

Berdasarkan sidik ragam potensi bakteri *B. pumilus* dalam mendegradasi ammonia dari sedimen tambak udang pengaruh berbeda sangat nyata (*highly significant*) terhadap penurunan ammonia dari sedimen tambak udang. Hal ini ditunjukkan nilai F hitung lebih besar dari F 1% dan 5%, seperti terlihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Sidik Ragam Kemampuan Bakteri *B. pumilus* dalam Mendegradasi Ammonia dari Sedimen Tambak Udang

Sidik Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0.10176	0.03392	15.47099199**	3.48	5.9
Acak	9	0.01973	0.00219			
Total	12	0.12149				

Keterangan : **= Berbeda Sangat Nyata

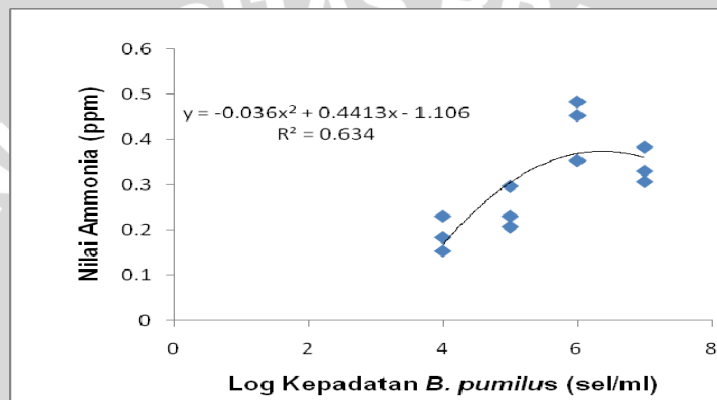
Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian bakteri *B. pumilus* memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap penurunan ammonia dari sedimen tambak udang. Hal ini ditunjukkan dengan nilai F hitung besar dari F 1% dan F 5% yang berarti *B. pumilus* berpotensi untuk mendegradasi ammonia dari sedimen tambak. Sehingga perlu dilakukan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui tingkat perbedaan dari masing-masing perlakuan maka pada taraf 0,05 dan 0,01. Dari hasil uji BNT ammonia diperoleh BNT 5% yaitu 0.08518, BNT 1% yaitu 0.12116, SED yaitu 0.3823 dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Kemampuan Bakteri *B. pumilus* dalam Mendegradasi Ammonia dari Sedimen Tambak Udang

Rata-rata perlakuan	A= 0.18896	B= 0.24458	D= 0.34008	C= 0.430061333	notasi
A= 0.18896	-	-	-	-	a
B= 0.24458	0.05562 ^{ns}	-	-	-	a
D= 0.34008	0.15112**	0.0955*	-	-	b
C= 0.43006	0.2411**	0.18548**	0.08998*	-	c

Berdasarkan hasil uji BNT, kemampuan degradasi bakteri *B. pumilus* terhadap ammonia pada perlakuan A (10^4 sel/ml) dan B (10^5 sel/ml) memberikan hasil tidak berbeda nyata dengan notasi a. Perlakuan D (10^7 sel/ml) memberikan pengaruh berbeda nyata dengan notasi b. Pada perlakuan C (10^6 sel/ml) memberikan hasil berbeda nyata dengan notasi c.

Hubungan antara perlakuan kepadatan bakteri *B. pumilus* dengan nilai degradasi ammonia yang terkandung dalam sedimen tambak udang diperlukan analisa regresi. Bentuk regresi yang digunakan adalah kuadratik, didapatkan persamaan $y = 0.036x^2 + 0.4413x - 1.106$ dan determinasi (R^2) adalah 0.634. Hasil analisa sidik ragam regresi dan grafik hubungan antara kepadatan *B. pumilus* dengan nilai degradasi ammonia dari limbah tambak udang dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Hubungan antara Kepadatan Bakteri *B. pumilus* (X) dengan Nilai Degradasi Ammonia dari Sedimen Tambak Udang (Y)

Berdasarkan hasil yang didapat dalam penelitian ini, kemampuan tertinggi *B. pumilus* dalam mendegradasi ammonia adalah pada perlakuan C (10^6 sel/ml), yaitu 1.290184 ppm. Selanjutnya, perlakuan D (10^7 sel/ml) memiliki kemampuan mendegradasi ammonia sebesar 1.02024 ppm. Perlakuan B (10^5 sel/ml) mampu mendegradasi ammonia dalam sedimen tambak sebesar 0.733743 ppm, perlakuan A (10^4 sel/ml) memiliki kemampuan mendegradasi yaitu 0.566875 ppm. Sedangkan K (kontrol) yaitu 0.566875 ppm. Dapat disimpulkan bahwa kepadatan terbaik bakteri *B. pumilus* dalam mendegradasi ammonia dari sedimen tambak udang yaitu 10^6 sel/ml dengan penurunan degradasi sebesar 1.290184 ppm. Menurut Prayogo (2009), pada kepadatan optimum disebut fase statis karena fase ini populasi telah mencapai puncak pertumbuhan yang tidak

dapat dilampaui lagi. Sedangkan pada perlakuan E dengan kepadatan tinggi (10^7 sel/ml) didapatkan hasil menurun yaitu 0.30675 ppm. Fase ini disebut fase penurunan (kematian) karena sel yang mati bertambah lebih cepat dari yang terbentuk, laju kematian semakin cepat menjadi eksponensial (Prayoga, 2009). Karena zat makanan (nutrisi) yang diperlukannya itu menjadi berkurang dan menumpuknya hasil eksresi bakteri itu sendiri sehingga mengganggu pembiakan dan pertumbuhan (Habibie, 2010).

Spesies *Bacillus* menghasilkan enzim ekstraselluler seperti protease, lipase, amilase dan selulose (Rahayu, 2009). Enzim terlibat dalam reaksi kimia namun tidak berubah bentuk dan susunan kimianya setelah bekerja. Enzim adalah katalis organik yang diproduksi dalam sel hidup salah satunya bakteri *B. pumilus* (Andayani, 2005).

Bahan organik dalam sedimen tambak udang dari hasil metabolisme berupa sisa pakan dan feses, kemudian dirombak menjadi ammonia. Pada penelitian ini, sampel sedimen dengan perlakuan tanpa diberi oksigen atau dalam keadaan anaerob, sehingga peran *B. pumilus* yang ditambahkan dalam sampel sedimen adalah sebagai bakteri pengurai bahan organik dan memanfaatkan agar menurunkan jumlah ammonia dalam sedimen tersebut.

Ammonia (NH_3) dapat terbentuk sebagai hasil pembusukan protein yang terdapat dalam limbah atau sampah organik. Ammonia berbau busuk dan jika terhirup dalam pernafasan dapat berakibat mengganggu kesehatan sehingga terjadi pelepasan gas ammonia ke udara. Selain dapat mencemari udara, gas ammonia juga mudah larut dalam air membentuk amonium hidroksida yang dapat menaikkan pH air, sehingga menurunkan kualitas air. Pencemaran air oleh ammonia biasa terjadi pada perairan tambak udang sebagai hasil penguraian sisa-sisa pakan, sehingga sering berakibat banyak udang yang mati. Dalam air

atau larutan, molekul ammonia (NH_3) biasanya membentuk ion amonium (NH_4^+). Dengan demikian, kadar ammonia dalam air selalu ditentukan sebagai ion ammonium (Banon dan Suharto, 2008).

Nilai pH optimum sekitar 7-8,2. Ammonia (NH_4^+) yang terionisasi tidak beracun dan diproduksi secara anaerob dengan mendegradasi dari asam amino, dan protein. Ammonia bersifat racun dan diproduksi oleh proses anaerob dengan meningkatkan pH (Gerardi, 2006).

4.1.3 Nitrit

Hasil nilai degradasi nitrit dari sedimen tambak udang diketahui bahwa bakteri *B. pumilus* dapat mendegradasi nitrit (Lampiran 9). Hasil uji nitrit dengan pemberian *B. pumilus* dapat dilihat pada Tabel 13. Didapat hasil tertinggi dalam mendegradasi nitrit adalah pada perlakuan D (10^6 sel/ml) dengan rata-rata 0.27427 ppm.

Tabel 13. Hasil Pengukuran Kemampuan Degradasi Bakteri *B. pumilus* Terhadap Nitrit (ppm) dari Sedimen Tambak Udang

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	SD
	1	2	3			
A (10^4 sel/ml)	0.11525	0.12017	0.1051	0.34052	0.11351	0.00768
B (10^5 sel/ml)	0.1076	0.12542	0.22034	0.45336	0.15112	0.0606
C (10^6 sel/ml)	0.2102	0.305	0.3076	0.8228	0.27427	0.0555
D (10^7 sel/ml)	0.3051	0.21271	0.21017	0.72798	0.24266	0.05409
Jumlah				2.34467		
K (kontrol)	0.02797	0.12542	0.13051	0.2839	0.09463	0.05779

Berdasarkan sidik ragam potensi bakteri *B. pumilus* dalam mendegradasi nitrit dari sedimen tambak udang pengaruh berbeda sangat nyata (*highly significant*) terhadap kemampuan degradasi nitrit dari sedimen tambak udang. Hal ini ditunjukkan nilai F hitung lebih besar dari F 1% dan 5%, seperti terlihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Sidik Ragam Kemampuan Bakteri *B. pumilus* dalam Mendegradasi Nitrit dari Sedimen Tambak Udang

Sidik Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0.05136	0.01712	7.91183**	3,48	5,90
Acak	9	0.01948	0.00216			
Total	12	0.07084				

Keterangan : ** = Berbeda Sangat Nyata

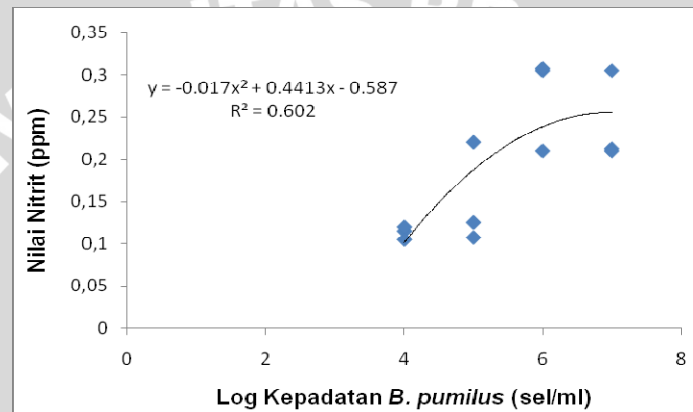
Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian bakteri *B. pumilus* memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap penurunan nitrit dari sedimen tambak udang. Hal ini ditunjukkan dengan nilai F hitung lebih besar dari F 1% dan F 5% yang berarti *B. pumilus* berpotensi untuk mendegradasi nitrit dari sedimen tambak. Sehingga perlu dilakukan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui tingkat perbedaan dari masing-masing perlakuan maka pada taraf 0,05 dan 0,01. Hasil uji BNT pada nitrit adalah BNT 5% yaitu 0.08462, BNT 1% yaitu 0.12036, SED yaitu 0.03798 dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Kemampuan Bakteri *B. pumilus* dalam Mendegradasi Nitrit dari Sedimen Tambak Udang

Rata-rata perlakuan	A=0.34052	B=0.45336	D=0.72798	C=0.8228	notasi
A=0.34052	-	-	-	-	a
B=0.45336	0.11284*	-	-	-	b
D=0.72798	0.38746**	0.27462**	-	-	c
C=0.8228	0.48228**	0.36944**	0.09482*	-	d

Berdasarkan hasil uji BNT, kemampuan degradasi bakteri *B. pumilus* terhadap nitrit pada perlakuan A (10^4 sel/ml) memberikan hasil tidak berbeda nyata dengan notasi a. Perlakuan B (10^5 sel/ml) memberikan hasil berbeda nyata dengan notasi b. Perlakuan D (10^7 sel/ml) memberikan hasil berbeda nyata dengan notasi c. Pada perlakuan C (10^6 sel/ml) memberikan hasil berbeda nyata dengan perlakuan D (10^7 sel/ml) dengan notasi d.

Hubungan antara perlakuan kepadatan bakteri *B. pumilus* dengan nilai degradasi nitrit yang terkandung dalam sedimen tambak udang diperlukan analisa regresi. Bentuk regresi yang digunakan adalah kuadratik dan didapatkan persamaan $y = -0.017x^2 + 0.4413x - 0.587$ dan determinasi (R^2) yaitu 0.602. Hasil analisa sidik ragam regresi dapat dilihat pada grafik hubungan antara kepadatan *B.pumilus* dengan nilai degradasi nitrit dari limbah tambak udang disajikan pada Gambar 12.



Gambar 12. Hubungan antara Kepadatan Bakteri *B. pumilus* (X) dengan Nilai Degradasi Nitrit dari Sedimen Tambak Udang (Y)

Berdasarkan nilai degradasi nitrit, kemampuan tertinggi *B. pumilus* dalam mendegradasi adalah pada perlakuan C (10^6 sel/ml), yaitu 0.8228 ppm. Perlakuan D (10^7 sel/ml) memiliki kemampuan mendegradasi nitrit sebesar 0.72798 ppm. Perlakuan B (10^5 sel/ml) memiliki kemampuan mendegradasi sebesar 0.45336 ppm, perlakuan A (10^4 sel/ml) mampu mendegradasi nitrit dalam sedimen tambak sebesar 0.34052 ppm. Sedangkan pembanding adalah K (kontrol) memiliki kemampuan mendegradasi yang paling rendah, yaitu 0.2839 ppm.

Kepadatan terbaik bakteri *B. pumilus* dalam mendegradasi nitrit dari sedimen tambak udang yaitu 10^6 sel/ml dengan nilai degradasi sebesar 0.8228 ppm, karena pada fase ini populasi telah mencapai puncak pertumbuhan yang

tidak dapat dilampaui lagi. Pengurangan sumber nutrisi serta penumpukan produk beracun menyebabkan beberapa sel mati sedangkan jumlah sel hidup tetap (Prayogo, 2009). Sedangkan pada perlakuan D dengan kepadatan tinggi (10^7 sel/ml) didapatkan hasil menurun yaitu 0.72798 ppm, fase ini disebut fase penurunan (kematian) dimana sel yang mati bertambah lebih cepat dari yang terbentuk. Laju kematian semakin cepat menjadi eksponensial (Prayogo, 2009).

Menurut Andayani (2005), bahan organik meliputi karbohidrat, protein dan lemak salah satunya adalah dengan adanya bakteri *B. pumilus* maka terjadi proses perombakan secara heterotrof yaitu dengan sumber energi diperoleh dari senyawa organik tersebut.

Nitrit merupakan bentuk peralihan antara ammonia dan nitrat (nitrifikasi) dan antara nitrat dan gas nitrogen (denitrifikasi). Denitrifikasi berlangsung pada kondisi anaerob. Dalam proses perombakan dibutuhkan oksigen yang cukup agar mendapatkan kondisi perairan yang baik. Pada penelitian ini, sampel sedimen dalam kondisi tanpa oksigen atau anaerob. Sehingga fungsi dari bakteri *B. pumilus* yang ditambahkan dalam sampel sedimen tambak udang, berperan sebagai pengurai bahan organik tersebut yang dapat menurunkan nilai ammonia dan nitrit.

Berbagai jenis bahan organik yang ada di alam dirombak (didekomposisikan) melalui proses oksidasi yang dapat berlangsung dalam suasana aerob dan anaerob. Produk akhir dari dekomposisi ini atau oksidasi bahan organik pada kondisi anaerob selain CO_2 dan air juga berupa senyawa toksik misalnya ammonia, metana, dan H_2S (Effendi, 2003).

Kandungan ammonia dan nitrit dapat dikurangi ataupun dihilangkan dengan cara penggantian air, pemberian aerasi, penguapan, maupun reaksi kimia dengan oksigen (Harahap, 2010).

Nitrit (NO_2) diperairan adalah beracun terhadap udang karena mengoksidasi Fe^{2+} di dalam hemoglobin. Dalam bentuk ini kemampuan darah untuk mengikat oksigen sangat rendah. Akumulasi nitrit di dalam tambak terjadi karena tidak seimbangnya antara kecepatan perubahan dari nitrit menjadi nitrat dan dari ammonia menjadi nitrit (Kordi, 2007).

4.1.4 Nitrat

Data hasil penelitian nitrat dari sedimen tambak udang diketahui bahwa bakteri *B. pumilus* mampu menurunkan bahan organik. Hasil yang terbaik pada perlakuan D dengan kepadatan (10^6 sel/ml) dapat dilihat pada Lampiran 10. Hasil uji nitrat dengan pemberian *B. pumilus* dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Hasil Pengukuran Kemampuan Degradasi Bakteri *B. pumilus* Terhadap Nitrat (ppm) dari Sedimen Tambak Udang

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	SD
	1	2	3			
A (10^4 sel/ml)	0.18619	0.23274	0.10085	0.51978	0.17326	0.06689
B (10^5 sel/ml)	0.343	0.362	0.354	1.059	0.353	0.00954
C (10^6 sel/ml)	0.51552	0.51552	0.5327	1.56373	0.52124	0.00992
D (10^7 sel/ml)	0.50861	0.53274	0.50085	1.5422	0.51407	0.01663
Jumlah				4.68472		
K (kontrol)	0.19822	0.14306	0.12064	0.46191	0.15397	0.03992

Berdasarkan sidik ragam potensi bakteri *B. pumilus* dalam mendegradasi nitrat dari sedimen tambak udang menunjukkan adanya pengaruh berbeda sangat nyata (*highly significant*) antar perlakuan, seperti terlihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Sidik Ragam Kemampuan Bakteri *B. pumilus* dalam Mendegradasi Nitrat dari Sedimen Tambak Udang

Sidik Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0.67978	0.22659	156.055**	3,48	5,90
Acak	9	0.01307	156.055			
Total	12	0.69285				

Keterangan : **= Berbeda Sangat Nyata

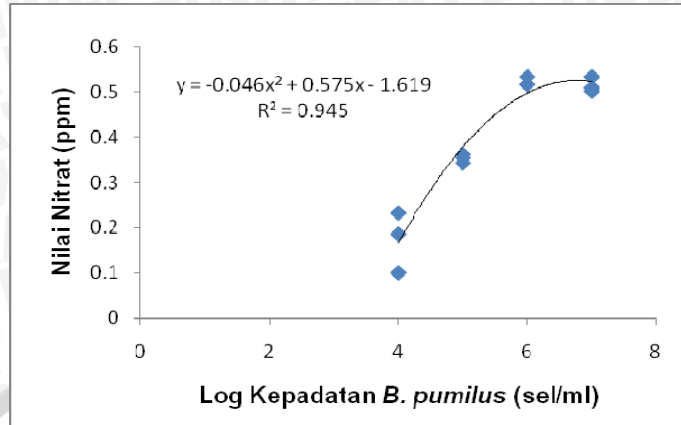
Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian bakteri *B. pumilus* memberikan pengaruh berbeda sangat nyata (*highly significant*) terhadap penurunan nitrat dari sedimen tambak udang. Hal ini ditunjukkan dengan nilai F hitung yang lebih besar dari F 1% dan F 5% yang berarti kepadatan *B. pumilus* sangat berpengaruh terhadap penurunan nitrat dari sedimen tambak udang. Sehingga perlu dilakukan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui tingkat perbedaan dari masing-masing perlakuan maka pada taraf 0,05 dan 0,01. Hasil uji BNT nitrat diperoleh BNT 5% yaitu 0.0693, BNT 1% yaitu 0.0986, SED yaitu 0.0311 dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Kemampuan Bakteri *B. pumilus* dalam Mendegradasi Nitrat dari Sedimen Tambak Udang

Rata-rata perlakuan	A=0.51978	B=1.059	D=1.5422	C=1.56373	notasi
A=0.51978	-	-	-	-	a
B=1.059	0.53922 ^{ns}	-	-	-	a
D=1.5422	1.02242 ^{**}	0.4832 ^{ns}	-	-	b
C=1.56373	1.04395 ^{**}	0.50473 ^{ns}	0.02153 ^{ns}	-	b

Berdasarkan hasil uji BNT, kemampuan degradasi bakteri *B. pumilus* terhadap nitrat pada perlakuan A (10^4 sel/ml) dan B (10^5 sel/ml) memberikan hasil tidak berbeda nyata dengan notasi a. Pada perlakuan D (10^7 sel/ml) dan perlakuan E (10^6 sel/ml) memberikan hasil berbeda nyata dengan perlakuan A (10^4 sel/ml) dan B (10^5 sel/ml) dengan notasi b.

Hubungan antara perlakuan kepadatan bakteri *B. pumilus* dengan nilai degradasi nitrat yang terkandung dalam sedimen tambak udang maka digunakan analisa regresi. Bentuk regresi yang digunakan adalah kuadratik, diperoleh hasil persamaan $y = -0.046x^2 + 0.575x - 1.619$ dan nilai determinasi (R^2) yaitu 0.945. Grafik hubungan antara kepadatan *B. pumilus* dengan nilai degradasi nitrat dari limbah tambak udang dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Hubungan antara Kepekatan Bakteri *B. pumilus* (X) dengan Nilai Degradasi Nitrat dari Sedimen Tambak Udang (Y)

Berdasarkan hasil uji nitrat, kemampuan tertinggi *B. pumilus* dalam mendegradasi nitrat adalah pada perlakuan C (10^6 sel/ml), yaitu 1.56373 ppm. Selanjutnya, perlakuan D (10^7 sel/ml) memiliki kemampuan mendegradasi nitrat sebesar 1.5422 ppm. Perlakuan B (10^5 sel/ml) mampu mendegradasi nitrat dalam sedimen tambak sebesar 1.059 ppm, perlakuan A (10^4 sel/ml) mendegradasi nitrat sebesar 0.51978 ppm. Sedangkan K (kontrol) memiliki kemampuan mendegradasi nitrat yang paling rendah, yaitu 0.46191 ppm. Pada perlakuan kontrol sebagai pembanding dan tidak diberi bakteri *B. pumilus* sehingga kemampuan di dalam mendegradasi juga rendah. Pada perlakuan D (10^6 sel/ml) memiliki kemampuan terbaik dalam mendegradasi nitrat dengan bantuan bakteri *B. pumilus* dengan nilai penurunan terbaik sebesar 1.5422 ppm, karena pada fase ini populasi telah mencapai puncak pertumbuhan yang tidak dapat dilampaui lagi. Pengurangan sumber nutrisi serta penumpukan produk beracun menyebabkan beberapa sel mati sedangkan jumlah sel hidup tetap (Prayogo, 2009). Sedangkan pada perlakuan D dengan kepadatan (10^7 sel/ml) didapatkan hasil menurun yaitu 1.5422 ppm, fase ini disebut fase penurunan (kematian) dimana sel yang mati bertambah lebih cepat dari yang terbentuk. Laju kematian semakin cepat menjadi eksponensial (Prayogo, 2009).

Bahan organik dirombak menjadi ammonia, ammonia menjadi nitrit. Kemudian nitrit menjadi nitrat. Secara biologis, di perairan terbuka atau tambak dapat terjadi perombakan nitrit menjadi nitrat. Senyawa nitrit mengalami penguapan sehingga nilai nitrat bentuknya tidak berbahaya di suatu perairan. Nitrat (NO_3) sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Menurut Effendi (2003), senyawa nitrat dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Nitrifikasi yang merupakan proses oksidasi ammonia menjadi nitrit dan nitrat adalah proses yang penting dalam siklus nitrogen dan berlangsung pada kondisi aerob. Oksidasi ammonia menjadi nitrit dilakukan oleh bakteri *Nitrosomonas*, sedangkan oksidasi nitrit menjadi nitrat dilakukan oleh bakteri *Nitrobacter*. Kedua jenis bakteri tersebut merupakan bakteri kemotrofik yaitu bakteri yang mendapatkan energi dari proses kimiawi.

Pada penelitian ini, dilakukan uji nitrat pada sampel sedimen tambak udang dalam kondisi anaerob atau tanpa oksigen. Nitrit tidak dapat melakukan proses perombakan bila tidak ada bantuan bakteri dan oksigen yang cukup untuk melakukan proses perombakan menjadi nitrat. Sehingga salah satu fungsi dari bakteri *B. pumilus* yang ditambahkan dalam sampel sedimen tambak udang memiliki karakteristik anaerob fakultatif, dimana bakteri *B. pumilus* dapat berperan sebagai pengurai dan memanfaatkan bahan organik tersebut yang dapat menurunkan nilai ammonia dan nitrit dalam keadaan kurang oksigen. Dalam proses perombakan dibutuhkan oksigen yang cukup agar mendapatkan kondisi perairan yang baik.

Berbagai jenis bahan organik yang ada di alam dirombak (didekomposisikan) melalui proses oksidasi yang dapat berlangsung dalam suasana aerob dan anaerob. Produk akhir dari dekomposisi ini atau oksidasi bahan organik pada kondisi anaerob selain CO_2 dan air juga berupa senyawa toksik misalnya ammonia, metana, dan H_2S (Effendi, 2003).

Menurut Enari (1998), genus *Bacillus* merupakan salah satu kelompok bakteri yang mampu mendegradasi bahan organik. Nitrat merupakan produk akhir dari oksidasi ammonia. Nitrat ini merupakan substansi yang dapat ditoleransi oleh kebanyakan ikan sehingga keberadaannya dapat diabaikan. Namun, bagi hewan avertebrata seperti udang, nitrat ini tidak tertoleransi (Lesmana, 2005).

Nitrat merupakan senyawa hasil perombakan nitrit yang mampu dimanfaatkan langsung oleh fitoplankton maupun tanaman air dan tidak bersifat toksik bagi organisme budidaya. Senyawa nitrat dalam sistem perairan budidaya juga menunjukkan konsentrasi yang lebih tinggi dari sistem perairan umum (Wijayanti, 2011).

4.1.5 BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Data hasil penelitian BOD (*Biological Oxygen Demand*) dari sedimen tambak udang diketahui bahwa bakteri *B. pumilus* mampu menurunkan bahan organik dapat dilihat pada Lampiran 11. Hasil uji BOD terbaik didapat pada perlakuan C (10^6 sel/ml) yaitu dengan rata-rata sebesar 1.46 ppm. Hasil uji BOD dengan pemberian *B. pumilus* dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Hasil Pengukuran Kemampuan Degradasi Bakteri *B. pumilus* Terhadap BOD (ppm) dari Sedimen Tambak Udang

Perlakuan	ulangan			Total	Rata-rata	SD
	1	2	3			
A (10^4 sel/ml)	0.21	0.24	0.24	0.69	0.23	0.01732
B (10^5 sel/ml)	0.37	0.36	0.32	1.05	0.35	0.02646
C (10^6 sel/ml)	0.45	0.59	0.54	1.58	0.52667	0.07095
D (10^7 sel/ml)	0.42	0.55	0.49	1.46	0.48667	0.06506
Jumlah				4.78		
K (kontrol)	0.12	0.17	0.19	0.48	0.16	0.03606

Berdasarkan sidik ragam potensi bakteri *B. pumilus* dalam mendegradasi BOD dari sedimen tambak udang menunjukkan adanya pengaruh berbeda sangat nyata (*highly significant*) antar perlakuan, seperti terlihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Sidik Ragam Kemampuan Bakteri *B. pumilus* dalam Mendegradasi BOD dari Sedimen Tambak Udang

Sidik Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0.24163	0.08054	31.3357**	3.48	5.9
Acak	9	0.02313	0.00257			
Total	12	0.26477				

Keterangan : **= Berbeda Sangat Nyata

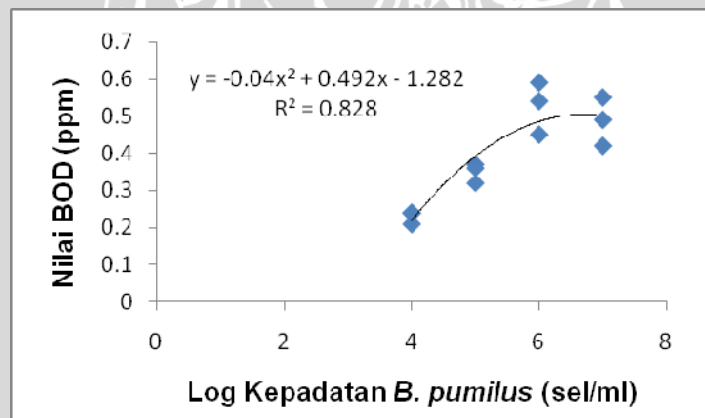
Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian bakteri *B. pumilus* memberikan pengaruh berbeda sangat nyata (*highly significant*) terhadap penurunan BOD dari sedimen tambak udang. Hal ini ditunjukkan dengan nilai F hitung yang lebih besar dari F 1% dan F 5% yang berarti kepadatan *B. pumilus* sangat berpengaruh terhadap penurunan bahan organik dari sedimen tambak udang. F hitung diperoleh hasil 31.3357 sehingga perlu dilakukan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui tingkat perbedaan dari masing-masing perlakuan maka pada taraf 0,05 dan 0,01. Hasil uji BNT BOD adalah BNT 5% yaitu 0.09223 BNT 1% yaitu 0.13118 dan SED yaitu 0.0414 dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 21. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Kemampuan Bakteri *B. pumilus* dalam Mendegradasi BOD dari Sedimen Tambak Udang

Rata-rata perlakuan	A=0.69	B=1.05	D=1.46	C=1.58	Notasi
A=0.69	-	-	-	-	a
B=1.05	0.36**	-	-	-	b
D=1.46	0.77**	0.41**	-	-	b
C=1.58	0.89**	0.53**	0.12*	-	c

Berdasarkan hasil uji BNT, kemampuan degradasi bakteri *B. pumilus* terhadap BOD pada perlakuan A (10^4 sel/ml) memberikan hasil tidak berbeda nyata dengan notasi a. Pada perlakuan B (10^5 sel/ml) dan perlakuan D (10^7 sel/ml) memberikan hasil berbeda nyata dengan notasi b. Pada perlakuan C (10^6 sel/ml) memberikan hasil berbeda nyata dalam mendegradasi BOD pada dengan notasi c.

Hubungan antara perlakuan kepadatan bakteri *B. pumilus* dengan nilai degradasi BOD yang terkandung dalam sedimen tambak udang maka digunakan analisa regresi. Bentuk regresi yang digunakan adalah kuadrat. Didapatkan persamaan $y = -0.04x^2 + 0.492x - 1.282$ dan nilai koefisiensi determinasi (R^2) yaitu 0.828. Hasil analisa sidik ragam regresi dan grafik hubungan antara kepadatan *B.pumilus* dengan nilai degradasi BOD dari limbah tambak udang dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Hubungan antara Kepadatan Bakteri *B. pumilus* (X) dengan Nilai Degradasi BOD dari Sedimen Tambak Udang (Y)

Berdasarkan kemampuan terbaik *B. pumilus* dalam mendegradasi BOD adalah pada perlakuan C (10^6 sel/ml), yaitu 1.58 ppm. Selanjutnya, perlakuan D (10^7 sel/ml) memiliki kemampuan mendegradasi BOD sebesar 1.46 ppm. Perlakuan B (10^5 sel/ml) mampu mendegradasi BOD dalam sedimen tambak sebesar 1.05 ppm, perlakuan A (10^4 sel/ml) mampu mendegradasi BOD dalam

sedimen tambak sebesar 0.69 ppm. Sedangkan pada K (kontrol) sebagai pembanding memiliki kemampuan mendegradasi BOD yang paling rendah sebesar 0.48 ppm.

Hasil yang didapat dalam penelitian ini menunjukkan adanya penurunan terhadap degradasi BOD pada pemberian bakteri *B. pumilus* dengan kepadatan terbaik perlakuan C (10^6 sel/ml) yaitu 1.58 ppm, karena pada fase ini populasi telah mencapai puncak pertumbuhan yang tidak dapat dilampaui lagi. Pengurangan sumber nutrisi serta penumpukan produk beracun menyebabkan beberapa sel mati sedangkan jumlah sel hidup tetap (Prayogo, 2009). Sedangkan pada perlakuan D dengan kepadatan (10^7 sel/ml) didapat hasil menurun yaitu 1.46 ppm, fase ini disebut fase penurunan (kematian) dimana sel yang mati bertambah lebih cepat dari yang terbentuk. Laju kematian semakin cepat menjadi eksponensial (Prayogo, 2009).

Pada penelitian ini, sampel sedimen tambak udang dalam kondisi anaerob. BOD menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan mikroorganisme. Pengurai bahan organik memerlukan oksigen dalam sedimen tambak udang sehingga semakin banyak bahan organik maka kandungan oksigen terlarut semakin berkurang karena dimanfaatkan oleh bakteri. Dalam kondisi ini, maka jumlah oksigen yang dibutuhkan sebagai pengurai dan dimanfaatkan oleh bakteri harus tercukupi agar pertumbuhannya terpenuhi. Menurut Pelczar dan Chan (2005), bakteri dalam pertumbuhan memerlukan nutrisi yang sesuai untuk kultivasi. Untuk memenuhi kebutuhan nutrisi bakteri dibutuhkan suatu kombinasi nutrisi dan lingkungan secara fisik yang optimum. bakteri yang digunakan adalah *B. pumilus* dimana memiliki karakteristik anaerob fakultatif. Bakteri ini dapat menguraikan bahan organik dalam kondisi anaerob, diduga konsumsi jumlah oksigen terlarut yang diperlukan bakteri tersebut sedikit dibandingkan dengan bakteri yang memiliki karakteristik aerob dan anaerob.

Menurut Kurniawan (2010), rendahnya kadar oksigen dapat berpengaruh terhadap fungsi biologis dan lambatnya pertumbuhan, bahkan dapat mengakibatkan kematian. Menurut Mulyanto (1992), kandungan O₂ dalam air dapat berkurang disebabkan oleh beberapa hal, antara lain: penguraian atau perombakan bahan organik oleh mikroorganisme. Respirasi biota perairan baik hewan maupun tumbuhan air, proses ini terus menerus sepanjang hari.

Menurut Juwana *et. al.* (2010), penambahan bakteri yang menguntungkan pada media pemeliharaan dapat meningkatkan kualitas dari media dan biota yang dibudidayakan. Hal ini dikarenakan bakteri ini dapat mengurangi senyawa-senyawa seperti ammonia dan nitrogen, dan dapat menekan pertumbuhan bakteri patogen. Kepadatan bakteri komersil yang ditambahkan pada air dan dasar tambak berkisar antara 10⁴ sel/ml sampai dengan 10⁷ sel/ml (Gunarto, 2006).

Menurut Muliani *et. al.* (2008), fungsi paling penting penggunaan bakteri probiotik pada media pemeliharaan adalah mempertahankan kestabilan parameter kualitas air tambak dengan menurunkan bahan organik, ammonia, gas hidrogen sulfida dan gas-gas beracun lainnya. Selain itu juga mengontrol terjadinya *blooming* alga sehingga dapat menjaga kestabilan nilai pH dalam tambak, menurunkan kadar BOD dan menjaga ketersediaan oksigen bagi pertumbuhan udang.

Limbah tambak udang mengandung lebih banyak bahan organik, nitrogen, dan fosfor dibanding tanah biasa serta mempunyai nilai BOD yang lebih tinggi (Supono, 2008). Faktor-faktor yang mempengaruhi BOD adalah jumlah senyawa organik yang diuraikan, tersedianya mikroorganisme aerob dan tersedianya sejumlah oksigen yang dibutuhkan dalam proses penguraian tersebut (Sembiring, 2008).

4.1.6 Oksigen terlarut

Berdasarkan data hasil penelitian Oksigen terlarut atau DO dari sedimen tambak udang diketahui bahwa bakteri *B. pumilus* mampu menurunkan bahan organik (Lampiran 12). Hasil uji DO dengan pemberian *B. pumilus* dapat dilihat pada Tabel 22.

Tabel 22. Hasil Pengukuran Kemampuan Bakteri *B. pumilus* Terhadap DO (ppm) dari Sedimen Tambak Udang

Perlakuan	ulangan			Total	Rata-rata	SD
	1	2	3			
A (10^4 sel/ml)	0.17	0.15	0.12	0.44	0.14667	0.02517
B (10^5 sel/ml)	0.25	0.22	0.22	0.69	0.23	0.01732
C (10^6 sel/ml)	0.32	0.33	0.43	1.08	0.36	0.06083
D (10^7 sel/ml)	0.4	0.35	0.31	1.06	0.35333	0.04509
Jumlah				3.27		
K (kontrol)	0.09	0.08	0.09	0.26	0.08667	0.00577

Berdasarkan sidik ragam potensi bakteri *B. pumilus* dalam mendegradasi DO dari sedimen tambak udang menunjukkan adanya pengaruh berbeda sangat nyata (*highly significant*) antar perlakuan, seperti terlihat pada Tabel 23.

Tabel 23. Sidik Ragam Kemampuan Bakteri *B. pumilus* dalam Mendegradasi DO dari Sedimen Tambak Udang

Sidik Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0.09549	0.03183	21.4856**	3,48	5,90
Acak	9	0.01333	0.00148			
Total	12	0.10883				

Keterangan : **= Berbeda Sangat Nyata

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian bakteri *B. pumilus* memberikan pengaruh berbeda sangat nyata (*highly significant*) terhadap penurunan DO dari sedimen tambak udang. Hal ini ditunjukkan dengan nilai F hitung lebih besar dari F 1% dan F 5% yang berarti kepadatan *B. pumilus* sangat berpengaruh terhadap penurunan bahan organik dari sedimen tambak udang,

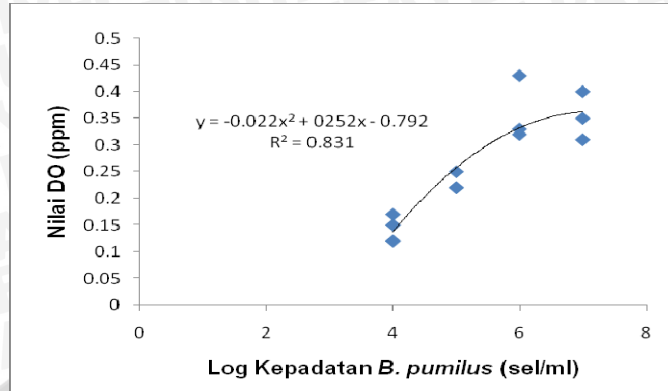
sehingga perlu dilakukan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui tingkat perbedaan dari masing-masing perlakuan maka pada taraf 0,05 dan 0,01. Uji BNT pada DO diperoleh hasil BNT 5% yaitu 0.07, BNT 1% yaitu 0.0947, SED yaitu 0.0996 dan dapat dilihat pada Tabel 24.

Tabel 24. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Kemampuan Bakteri *B. pumilus* dalam Mendegradasi DO dari Sedimen Tambak Udang

Rata-rata perlakuan	A=0.44	B=0.69	D=1.06	C=1.08	notasi
A=0.44	-	-	-	-	a
B=0.69	0.25**	-	-	-	b
D=1.06	0.62**	0.37**	-	-	b
C=1.08	0.64**	0.39**	0.02 ^{ns}	-	bc

Berdasarkan hasil uji BNT, kemampuan degradasi bakteri *B. pumilus* terhadap DO pada perlakuan A (10^4 sel/ml) memberikan hasil tidak berbeda nyata dengan notasi a. Perlakuan B (10^5 sel/ml) dan perlakuan D (10^7 sel/ml) memberikan hasil berbeda nyata dalam mendegradasi DO dengan notasi b. perlakuan C (10^6 sel/ml) memberikan hasil berbeda nyata dengan perlakuan B (10^5 sel/ml) dan D (10^7 sel/ml) dengan notasi bc.

Hubungan antara perlakuan kepadatan bakteri *B. pumilus* dengan nilai degradasi DO yang terkandung dalam sedimen tambak udang maka digunakan bentuk regresi kuadratik. Persamaan $y = 0.002x^2 + 0.0252x - 0.792$ dan nilai koefisien determinasi (R^2) yaitu 0.831. Analisa regresi grafik hubungan antara kepadatan *B.pumilus* dengan nilai degradasi DO dari limbah tambak udang dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Hubungan antara Kepadatan Bakteri *B. pumilus* (X) dengan Nilai Degradasi DO dari Sedimen Tambak Udang (Y)

Berdasarkan kemampuan terbaik *B. pumilus* dalam mendegradasi DO adalah pada perlakuan C (10^6 sel/ml), yaitu 1.08 ppm. Selanjutnya, perlakuan D (10^7 sel/ml) yaitu 1.06 ppm, perlakuan B (10^5 sel/ml) memiliki kemampuan mendegradasi DO sebesar 0.69 ppm. Perlakuan A (10^4 sel/ml) mampu mendegradasi DO dalam sedimen tambak sebesar 0.44 ppm, dan pada perbandingan atau K (kontrol) memiliki kemampuan mendegradasi DO yang paling rendah sebesar 0.26 ppm.

Pada penelitian ini, bahwa pada perlakuan kontrol tidak diberi bakteri *B. pumilus* sehingga kemampuan di dalam mendegradasi DO sangat rendah, dan pemanfaatan oksigen rendah. Sedangkan pada perlakuan C (10^6 sel/ml) memiliki kemampuan terbaik dalam mendegradasi bahan organik dan memanfaatkan oksigen, karena pada fase ini populasi telah mencapai puncak pertumbuhan yang tidak dapat dilampaui lagi. Pada perlakuan D dengan kepadatan (10^7 sel/ml) didapat hasil menurun. Fase ini disebut fase penurunan (kematian) dimana sel yang mati bertambah lebih cepat dari yang terbentuk. Laju kematian semakin cepat menjadi eksponensial (Prayogo, 2009).

Menurut Nurhidayah *et. al.* (2007), berkurangnya kandungan bahan organik tanah disebabkan karena perombakan yang dilakukan oleh bakteri

dilakukan secara enzimatik (amilase, lipase dan protease). Bakteri pendegradasi bahan organik merupakan agen pengendali biologi yaitu memiliki kemampuan dalam memperbaiki kualitas air melalui perombakan atau pendegradasian bahan organik dalam perairan (Suarsini, 2006).

Pada penelitian ini, sampel sedimen dalam keadaan tanpa oksigen atau anaerob. Sehingga jumlah oksigen yang dibutuhkan semakin banyak agar terpenuhi kebutuhan dalam proses perombakan dan untuk keberlangsungan hidup bakteri tersebut. Oksigen terlarut akan berkurang karena adanya pemanfaatan bakteri *B. pumilus* dalam sedimen tambak sebagai pengurai bahan organik, namun keberadaanya lebih sedikit dibandingkan bakteri yang memiliki karakteristik aerob (membutuhkan oksigen). Faktor lingkungan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroorganisme. Faktor lingkungan adalah pengaruh suhu terhadap pertumbuhan mikroorganisme tersebut dapat tumbuh pada suhu rendah dan tinggi, pengaruh tekanan osmotik, pengaruh pH terhadap metabolisme.

Kandungan bahan organik mempengaruhi kandungan oksigen terlarut dalam air. Penguraian bahan organik memerlukan oksigen dalam air sehingga semakin banyak bahan organik di air maka kandungan oksigen terlarut menjadi semakin berkurang (Boyd, 1979). Terkait dengan hal ini, Budiardi (2008) menyatakan, bahwa sisa pakan pada pemeliharaan udang menjadi subjek bagi perombakan bakterial. Pada kondisi aerob proses tersebut akan meningkatkan pemakaian oksigen. Jika pasokan oksigen berkurang, sedimen akan menjadi anaerob dan hidrogen sulfida (H_2S) yang dihasilkan oleh bakteri heterotrof dapat terakumulasi sampai pada tingkat yang membahayakan bagi udang. Hidrogen sulfida (H_2S) merupakan gas berkelanjutan tinggi yang dalam konsentrasi rendah sudah bersifat racun bagi udang.

Menurut Mulyanto (1992), kandungan O_2 dalam air dapat berkurang disebabkan oleh beberapa hal, antara lain: penguraian atau perombakan bahan organik oleh mikroorganismenya. Respirasi biota perairan baik hewan maupun tumbuhan air, proses ini terus menerus sepanjang hari.

Oksigen merupakan salah satu faktor pembatas, sehingga bila ketersediaannya di dalam air tidak mencukupi kebutuhan udang dalam budidaya, maka segala aktivitas akan terhambat (Kordi, 2007).

Menurut Juwana *et. al.* (2010), penambahan bakteri yang menguntungkan pada media pemeliharaan dapat meningkatkan kualitas dari media dan biota yang dibudidayakan. Hal ini dikarenakan bakteri ini dapat mengurangi senyawa-senyawa seperti ammonia dan nitrogen, dan dapat menekan pertumbuhan bakteri patogen. Kepadatan bakteri komersil yang ditambahkan pada air dan dasar tambak berkisar antara 10^4 sel/ml sampai dengan 10^7 sel/ml (Gunarto, 2006).

4.1.7 Suhu

Berdasarkan hasil suhu menunjukkan bahwa nilai suhu sebelum dan sesudah pemberian *B. pumilus* berkisar 22.4°C – 25.4°C dapat dilihat pada Lampiran 13. Nilai suhu tertinggi pada perlakuan perlakuan C (10^5 sel/ml) dan perlakuan E (10^7 sel/ml) yaitu 24°C - 25.4°C . Sedangkan nilai suhu terendah yaitu pada perlakuan B (10^4 sel/ml) yaitu 22.4°C .

Suhu merupakan salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi kehidupan bakteri. Di dalam reaksi kimia kenaikan suhu akan menaikkan kecepatan reaksi. Biasanya tiap kenaikan 10°C dapat mempercepat reaksi antara 2-3 kali lipat. Oleh karena itu, kenaikan suhu pada batas tertentu dapat mempercepat proses metabolisme (Suriawiria, 1993). Menurut Isdarmawan

(2005), Keberhasilan budidaya udang di tambak terjadi pada kisaran suhu 20-30°C.

B. pumilus merupakan bakteri gram positif yang selnya berbentuk batang dengan lebar 0,6-0,7 µm dan panjang 2-3 µm. Bakteri ini dapat tumbuh pada kisaran pH 5-7 dan suhu 55°C. Bakteri ini memiliki kemampuan untuk mendegradasi bahan organik, tahan terhadap tekanan yang tinggi, kadar garam yang tinggi ataupun tempat dengan kondisi yang ekstrim lainnya (Fardiaz, 1992).

Suhu mempengaruhi laju pertumbuhan dan jumlah total pertumbuhan organisme. Keragaman suhu dapat juga mengubah proses-proses metabolik tertentu serta morfologi sel (Pelczar dan Chan, 2005). Aktivitas mikroorganisme memerlukan suhu optimum yang berbeda-beda. Akan tetapi, proses dekomposisi biasanya terjadi pada kondisi udara hangat. Kecepatan dekomposisi meningkat pada kisaran suhu 5-35°C (Effendi, 2003).

Menurut Suriawira (1996), mikroorganisme mesofil adalah golongan mikroorganisme yang hidup pada temperatur 25-40°C, sedangkan suhu minimum yaitu 15°C dan suhu maksimum 55°C dimana bakteri *B. pumilus* termasuk dalam golongan mikroorganisme mesofil.

Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa selama masa penelitian suhu tetap berada dalam keadaan optimum. Sehingga perubahan suhu memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap degradasi bahan organik.

4.1.8 pH

Hasil pH mengalami perbedaan pada tiap perlakuan yang dapat dilihat pada Lampiran 13. Berdasarkan data hasil pH menunjukkan bahwa nilai kisaran pH sebelum dan sesudah pemberian *B. pumilus* pada sedimen tambak udang yaitu 7.7 – 8.

Semakin banyak CO₂ yang dihasilkan dari hasil respirasi, reaksi bergerak ke kanan dan secara bertahap melepaskan ion H⁺ yang menyebabkan pH air turun. Reaksi sebaliknya terjadi dengan aktivitas fotosintesis yang membutuhkan banyak ion CO₂, menyebabkan pH air naik (Kordi, 2007). pH optimum pertumbuhan bagi kebanyakan bakteri terletak antara 6,5 dan 7,5 (Pelczar dan Chan, 2005).

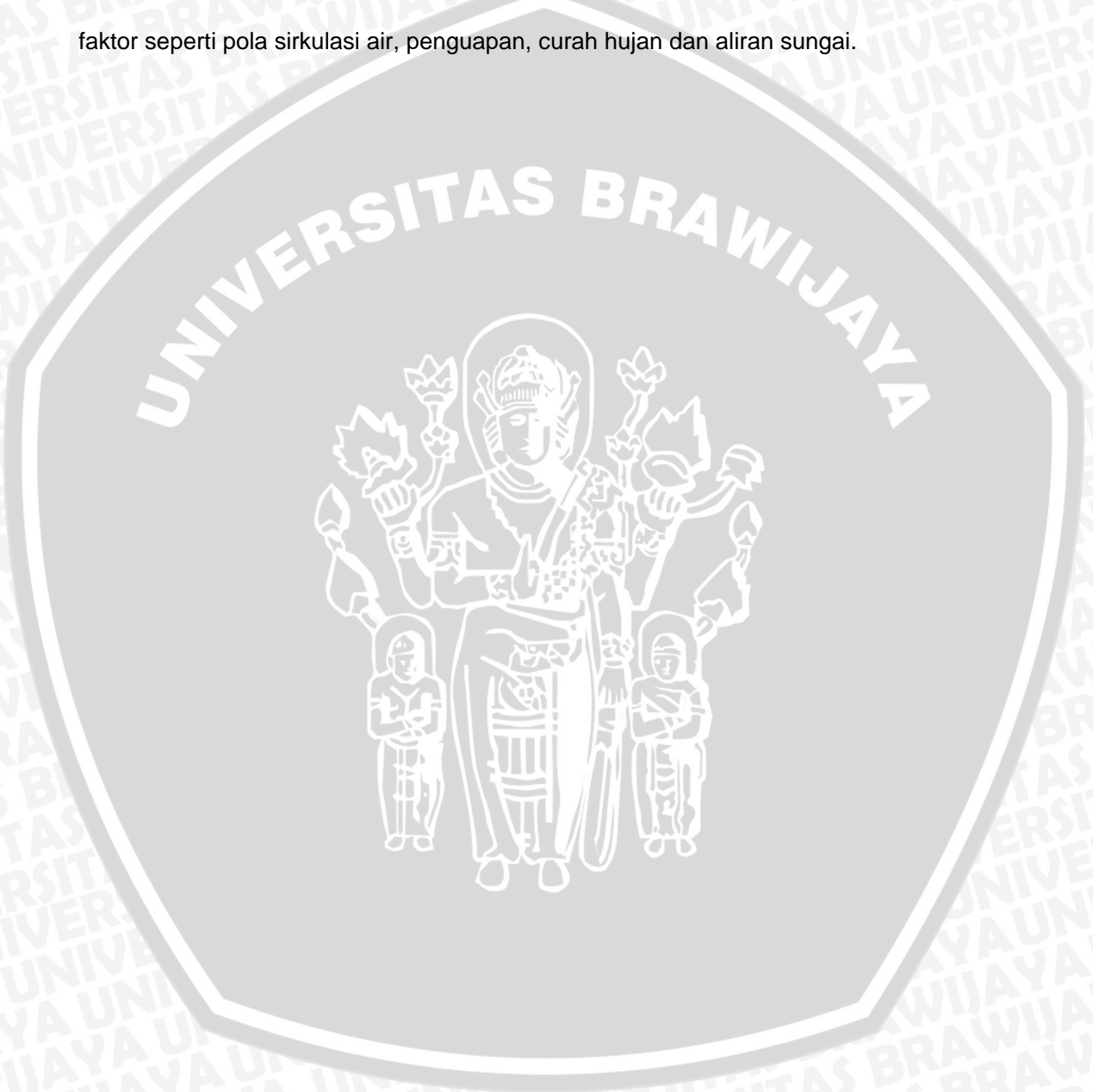
pH air mempengaruhi tingkat kesuburan perairan karena mempengaruhi kehidupan jasad renik. Perairan asam kurang produktif, malah dapat membunuh hewan budidaya. Pada tambak yang sudah beroperasi, umumnya pH air alkalis, dan stabil berkisar antara 7,5-8,5 (Kordi 2010).

B. pumilus merupakan bakteri gram positif yang selnya berbentuk batang dengan lebar 0,6-0,7 µm dan panjang 2-3 µm. Bakteri ini dapat tumbuh pada kisaran pH 5-7 dan suhu 55°C. Bakteri ini memiliki kemampuan untuk mendegradasi bahan organik, tahan terhadap tekanan yang tinggi, kadar garam yang tinggi ataupun tempat dengan kondisi yang ekstrim lainnya (Fardiaz, 1992).

4.1.9 Salinitas

Hasil salinitas mengalami perbedaan pada tiap perlakuan yang dapat dilihat pada Lampiran 13. Berdasarkan hasil salinitas menunjukkan bahwa nilai salinitas sebelum pemberian *B. pumilus* dalam sedimen tambak udang berkisar 0.16 ppt - 0.23 ppt, sedangkan setelah pemberian *B. pumilus* dalam sedimen tambak udang didapat hasil salinitas berkisar 0.2 ppt – 0.23 ppt. Perlakuan yang paling tinggi adalah perlakuan A (kontrol) dan perlakuan E (10⁷ sel/ml) memiliki nilai salinitas 0.23 ppt. Salinitas terendah terdapat pada perlakuan C (10⁵ sel/ml) yaitu nilai salinitas sebelum 0.16 ppt dan setelah pemberian *B. pumilus* yaitu 0.2 ppt.

Menurut Nontji (1989), salinitas dapat disebut dengan kadar garam atau kegaraman, yaitu jumlah berat garam (dalam gram) yang terlarut dalam satu liter air, biasanya dinyatakan dengan satuan % (per mil 1 g/l). Salinitas biasanya berkisar antara 34 – 35%. Sebaran salinitas dilaut dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai.



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian dan pembahasan ini maka dapat disimpulkan bahwa pemberian bakteri *B. pumilus* mampu menurunkan bahan organik yang terkandung dalam sedimen tambak udang.

Dapat disimpulkan bahwa pemberian bakteri *B. pumilus* mampu menurunkan bahan organik yang terkandung dalam sedimen tambak udang. Nilai degradasi dari setiap parameter: TOM yaitu 6.34747 ppm, ammonia yaitu 0.33006 ppm, nitrit yaitu 0.27427 ppm, nitrat yaitu 0.52124 ppm, BOD yaitu 0.52667 ppm, DO yaitu 0.36 ppm. Sedangkan hasil kualitas air dari parameter penunjang adalah: suhu yaitu berkisar antara 22.4°C – 25.4 °C, pH yaitu antara 7.7 – 8 dan salinitas antara 0.16 ppt - 0.23 ppt. Dari hasil parameter diatas kepadatan optimum *B. pumilus* dalam mendegrasi bahan organik dari sedimen tambak udang yaitu pada perlakuan D dengan kepadatan 10⁶ sel/ml.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka disarankan untuk diteliti lebih lanjut mengenai potensi *B. pumilus* dengan kepadatan 10⁶ sel/ml dalam mendegradasi bahan organik dari sedimen tambak udang secara *in vivo*. Perlu diteliti lebih lanjut mengenai potensi *B. pumilus* dalam mendegradasi bahan organik dari sedimen hasil budidaya komoditas lain.