

ANALISIS BAKTERI *Clostridium perfringens* PADA SEDIMEN DI PERAIRAN BENGKALIS PROVINSI RIAU

Oleh:

Haris Daulay¹, Dessy Yoswaty², Rifardi²

ABSTRACK

The research was conducted in April 2012 in water of Bengkalis, Riau Province. This research aims to analyze of *Clostridium perfringens* on sediments of water in The Bengkalis coastal, Riau Provinces. Sediments of water were collected from Bengkalis coastal and then analyzed bacteriologically in The Marine Microbiology Laboratory of Marine Center. The data obtained by observation, measurement and sampling in the field, followed by the identification *C. perfringens*. The method used in this research is descriptive method. The *C. perfringens* counts varied according to types of sediments and location sampling. The inoculation thecnique is surface plate method on TSC Agar. The species identification included morphological, observation, fisical and biochemical test. The distribution of *C. perfringens* is connected of with coastal oceanography condition. The counts ranged from $3,9 \times 10^4$ - $6,1 \times 10^4$ cell/grams in sediments of water. The highest *C. perfringens* counts was found on water of Damon, Rimba Sekampung and Kelapa Pati Villages.

Keywords : *Clostridium perfringens*, Bakteri, Pencemaran.

- 1). Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau
- 2). Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau

PENDAHULUAN

Perairan Bengkalis merupakan salah satu perairan yang mempunyai tingkat aktivitas yang cukup tinggi, antara lain adalah pelabuhan kapal, jalur transportasi, industri perminyakan dari daerah sekitar dan aktivitas yang berasal dari pemukiman warga dan berdampak terhadap kualitas perairan tersebut. Untuk mengetahui kualitas perairan diperlukan kajian parameter fisika, kimia dan biologi. Kajian biologis dengan parameter mikroorganisme dilakukan untuk mendeteksi kualitas perairan disebut kajian bakteriologis.

Bakteri *C. perfringens* adalah salah satu bakteri patogen yang bisa digunakan sebagai indikator tercemarnya suatu perairan. Patogenitas adalah kesanggupan mikroorganisme untuk menimbulkan penyakit atau menghasilkan luka yang progresif. Bakteri ini dapat menyebabkan infeksi pada tubuh yang mengalami luka dan menyebabkan keracunan dengan tingkat patogenitas yang tinggi. Infeksi dan bahkan invasi sering terjadi tanpa timbul atau menampakkan suatu penyakit yang jelas.

Bakteri *C. perfringens* selain berfungsi sebagai mikroorganisme indikator, juga merupakan bakteri pathogen. Spora clostridium patogenik, terutama yang

menyebabkan gas gangrene. Spora tersebut dapat hidup di dalam sedimen dalam waktu yang relatif lama dan bahkan dapat berkembang biak pada kondisi tersebut. Adanya peningkatan pada keberadaan spora *C. perfringens* yang dapat menyerupai presistensi enterovirus di lingkungan laut, maka bakteri ini dapat dijadikan alternatif untuk memproteksi konsumen *shellfish* (Feliatra dan Nursyirwani, 2007).

Bakteri ini bersifat toksik, yaitu merugikan bagi manusia. Bakteri ini dapat menyebabkan keracunan makanan, terutama makanan yang bersumber dari perairan tercemar tersebut. Berdasarkan sifat-sifat klinis dari penyakit yang ditimbulkan maka bakteri penyebab keracunan makanan dapat dibedakan atas dua tipe. Tipe pertama adalah tipe infeksi yang ditimbulkan oleh *Salmonella* sp. *Vibrio parahaemolyticus*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni* dan *Yersinia enterocolitica*. Tipe kedua adalah tipe toksik seperti yang dihasilkan *C. perfringens*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* dan *C. botulinum*. Beberapa sifat dan toksin yang dihasilkan oleh bakteri tersebut dapat menimbulkan keracunan dan infeksi penyakit tertentu.

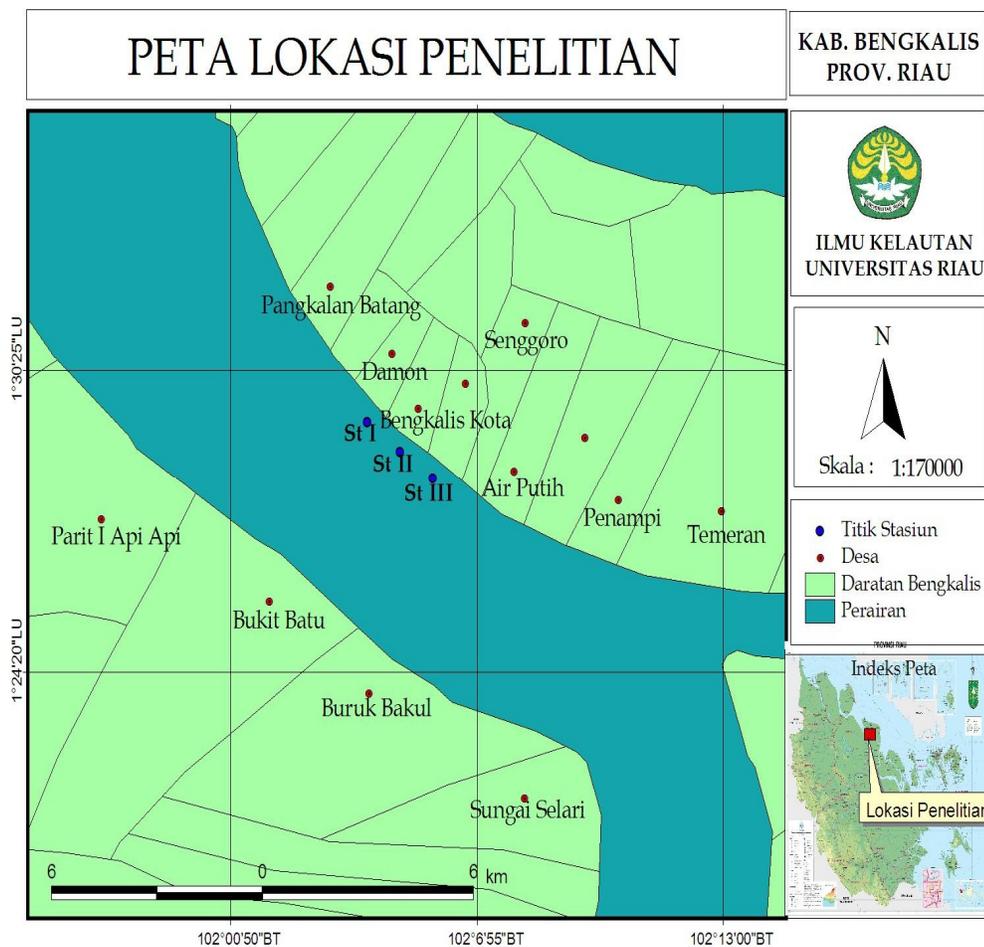
Perairan Bengkalis merupakan salah satu perairan yang mempunyai tingkat aktivitas yang cukup tinggi, antara lain adalah pelabuhan kapal, jalur transportasi, industri perminyakan dari daerah sekitar dan aktivitas yang berasal dari pemukiman warga dan berdampak terhadap kualitas perairan tersebut. Untuk mengetahui kualitas perairan diperlukan kajian parameter fisika, kimia dan biologi. Kajian biologis dengan parameter mikroorganisme dilakukan untuk mendeteksi kualitas perairan disebut kajian bakteriologis.

Pencemaran limbah domestik telah meningkatkan jumlah bakteri pathogen. Semakin tingginya pencemaran, maka akan berdampak terhadap kualitas perairan secara ekologis maupun ekonomis. Untuk memantau sejauh mana pencemaran limbah domestik dan sebaran bakteri pathogen di sepanjang pantai di perairan Bengkalis yaitu dengan cara mengevaluasi (menganalisis) sebaran *C. perfringens* pada sedimen di perairan Bengkalis.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui sebaran pencemaran pada sedimen perairan Bengkalis secara bakteriologis dengan cara menganalisis bakteri *C. perfringens* pada sedimen perairan tersebut. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi salah satu informasi keberadaan bakteri indikator pencemaran, khususnya *C. perfringens* di perairan Bengkalis, terutama untuk pemantauan kualitas bakteriologis hasil perikanan dan pantai. Dengan demikian dapat menjamin kesehatan, keamanan dan kenyamanan pada masyarakat di daerah tersebut. Selanjutnya, diharapkan hasil penelitian ini dapat bermanfaat sebagai bahan masukan guna penelitian lebih lanjut mengenai keadaan kualitas perairan tersebut.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2012 yang bertempat di perairan Bengkalis Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau (Gambar 1). Analisis dan identifikasi sampel dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau. Perairan ini merupakan daerah yang saling terhubung dengan panjang pantai sekitar 8 km dengan pemukiman yang padat dan daerah pelabuhan. Daerah ini secara geografis berada pada $108^{\circ} 81' \text{ BT} - 10^{\circ} 47' \text{ BT}$ dan $02^{\circ} 6' \text{ LU} - 02^{\circ} 27' \text{ LU}$. Topografi Kecamatan Bengkalis merupakan daerah dengan dataran rendah dengan kemiringan $5^{\circ} - 30^{\circ}$. Perairan Bengkalis memiliki panjang pantai $\pm 7 \text{ Km}$ yang memanjang melintasi perairan Kelurahan Rimba Sekampung, Kelurahan Damon hingga perairan Kelurahan Kelapa Pati.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Perairan Bengkalis)

Perairan ini memiliki peran yang sangat menonjol dalam menopang perekonomian masyarakat sekitar yang terlihat dari tingginya aktifitas disekitar perairan tersebut. Aktifitas tersebut selain penangkapan ikan juga terdapat aktifitas perkapalan serta buangan limbah (*sewage*) dari masyarakat lokal yang dapat mempengaruhi sifat-sifat dari perairan.pengamatan, pengukuran dan

pengambilan sampel langsung di lapangan, kemudian dilanjutkan dengan identifikasi sampel diatom di Laboratorium Terpadu Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau.

Penentuan titik sampling dilakukan dengan metode *purposive sampling*, dengan memperhatikan kondisi geografis dan tingkat campur tangan kegiatan masyarakat sekitar. Titik pengambilan sampel dibagi atas tiga titik sampling dengan masing-masing tiga titik subsampling. Titik sampling diletakkan pada lokasi perairan dengan surut terendah mengikuti garis pantai secara horizontal. Stasiun titik sampling satu diletakkan pada perairan yang tercemar dengan tingkat buangan limbah yang dominan. Titik sampling kedua diletakkan diantara titik sampling satu dan titik sampling tiga, dimana keadaan titik ini secara geografi merupakan daerah peralihan antara daerah tercemar dan daerah yang relatif baik secara ekologis. Titik sampling ketiga diletakkan pada daerah perairan dengan kondisi perairan yang jauh dari limbah dan aktivitas buangan manusia. Penentuan titik sampling ini dilakukan agar perbandingan sebaran *C. perfringens* dapat dilihat berdasarkan tingkat pencemaran karena aktivitas manusia. Masing-masing titik sampling diberikan jarak 500 meter. Sedangkan titik sub sampling dibagi menjadi tiga titik pada masing-masing titik sampling, sehingga sampel yang akan diperoleh nantinya sebanyak sembilan sampel sedimen.

Sampel sedimen diambil dari stasiun dengan titik surut terendah sebanyak 500 gr. Sampel sedimen diambil dengan cara dikerik menggunakan alat pengerik. Kemudian sampel yang diambil dari masing-masing titik sampling dimasukkan kedalam masing-masing plastik steril yang telah diberi penomoran. Semua sampel dimasukkan ke dalam *ice box* selama transportasi ke laboratorium.



Gambar 2. Proses Pengambilan Sampel dan Kondisi Lapangan

Perairan merupakan ekosistem kompleks yang mempunyai faktor-faktor yang saling terkait. Dengan keterkaitan antara berbagai aspek dalam perairan tersebut, maka untuk menentukan kualitas perairan diperlukan pula kajian-kajian yang saling terkait. Adapun kajian-kajian yang bisa digunakan untuk menentukan kualitas perairan adalah menentukan parameter fisika, kimia dan biologi. Adapun cara untuk menentukan kualitas perairan secara biologis adalah dengan menggunakan bakteri sebagai bio-indikator. Kajian fisika dan kimia dalam penelitian ini meliputi suhu, kecepatan arus, kecerahan, pH dan salinitas.

Sedangkan kajian biologi perairan dalam penelitian ini menyangkut kandungan bahan organik dan sebaran bakteri *C. perfringens*.

Data yang diperoleh dari pengambilan dan analisis sampel disajikan dalam bentuk tabel untuk dibahas secara deskriptif yang dihubungkan dengan kondisi perairan yang ada. Untuk kelimpahan bakteri dan analisis fisiologis dan kimia menggunakan rumus dan ketentuan berdasarkan Yoswaty (1999). Sedangkan data disusun dengan menggunakan software *Microsoft Excell* 2007.

HASIL DAN PEMBAHASAN

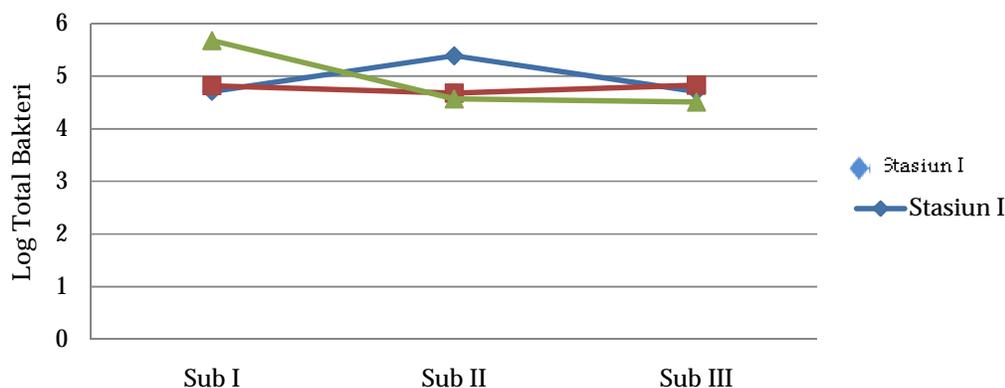
Hasil perhitungan bakteri saat analisis umumnya menunjukkan hasil dari kondisi dari perairan itu sendiri. Keadaan perairan biasanya selalu dapat diketahui dengan mengamati kondisi fisika dan kimia perairan tersebut. Tetapi faktor lain yang tidak kalah penting adalah aktifitas mikrobiologi yang merupakan organisme bio-indikator tingkat pencemaran perairan tersebut. Semakin distribusi bakteri *phatogen* melimpah di suatu perairan, maka bisa dikategorikan bahwa perairan tersebut sedang dalam kondisi tidak sehat/tercemar. Untuk mengetahui kondisi perairan Bengkalis dari hasil analisis bakteri *C. perfringens* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Total Bakteri *C. perfringens* Hasil Analisis Berdasarkan Lokasi Sampling

Substasiun	Total Bakteri (sel/gr)		
	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III
I	$5,2 \times 10^4$	$6,7 \times 10^4$	$4,8 \times 10^5$
II	$2,5 \times 10^5$	$4,8 \times 10^4$	$3,8 \times 10^4$
III	$5,2 \times 10^4$	$6,8 \times 10^4$	$3,3 \times 10^4$
Jumlah	$12,9 \times 10^4$	$18,3 \times 10^4$	$11,9 \times 10^4$
Rata- rata	$4,3 \times 10^4$	$6,1 \times 10^4$	$3,9 \times 10^4$

Sumber : Data Primer

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Tabel 5, terlihat adanya keragaman hasil analisis total bakteri pada berbagai stasiun. Hal ini menunjukkan bahwa sebaran konsentrasi bakteri *C. perfringens* relatif berbeda berdasarkan karakteristik dari lokasi masing-masing titik sampling. Karakteristik yang mempengaruhi sebaran bakteri ini antara lain keadaan cemaran, kandungan bahan organik, jenis fraksi sedimen dan parameter fisika maupun kimia perairan. Kisaran rata-rata total bakteri tertinggi terdapat pada Stasiun II Kelurahan Damon dengan nilai $6,1 \times 10^4$ sel/gr, jumlah terendah konsentrasi bakteri terdapat di stasiun III Kelurahan Kelapa Pati juga dengan nilai $3,9 \times 10^4$ sel/gr. Untuk lebih jelas dari gambaran konsentrasi bakteri dapat dilihat pada grafik histogram dari log total bakteri dibawah ini (Gambar 3).



Gambar 3. Log total bakteri masing-masing substasiun

Hasil perhitungan log total bakteri *C. perfringens* pada masing-masing stasiun di perairan Bengkalis bervariasi. Hasil perhitungan log total bakteri tertinggi terdapat pada stasiun III dengan nilai 5,68, sedangkan nilai terendah terdapat pada stasiun III juga dengan nilai 4,51.

Tabel 2. Hasil Identifikasi Bakteri *C. perfringens* Secara Visual pada Media TSC

Bakteri	Hasil Pengamatan Visual
<i>Clostridium perfringens</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Koloni berwarna hitam • Koloni berbentuk bulat agak menonjol • Warna berubah dari kuning menjadi kehitaman • Koloni umumnya terpisah • Diameter koloni umumnya 2-5 mm

Sumber : Data Primer

Selain pengamatan secara visual seperti warna, bentuk, dan ukuran koloni analisis bakteri ini juga memperhatikan sifat biologis maupun sifat kimia. Sifat biokimia ini dapat diketahui dengan perlakuan terhadap senyawa kimia. Untuk mengetahui sifat biokimia dari bakteri *C. perfringens* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Perlakuan dan Uji Identifikasi Pada Bakteri *C. perfringens*

No	Perlakuan dan Uji	Keterangan	ST I	ST II	ST III
1.	Pengecatan Gram	Gram Positif	+	+	+
2.	Motilitas	<i>In- metil</i>	-	-	-
3.	Oksidase	Gelembung gas	+	+	+
4.	Katalase	Kehitaman	+	+	+
5.	Uji Anaerobic	Masuk media	+	+	+
6.	Uji Thioglycolate	Berubah keruh	+	+	+

Keterangan : + = Uji Positif / terjadi perubahan / pergerakan

- = Uji Negatif / tidak terjadi perubahan / pergerakan

Hasil uji pengecatan gram menunjukkan isolat termasuk kedalam kelompok bakteri gram positif, dimana zat warna tambahan terhapus setelah dekolorisasi dengan alkohol. Menurut Dwidjoseputro (1994) menyatakan bahwa pewarnaan gram dilakukan dengan zat warna dua kali (ungu dan merah) dan diantaranya didekolorisasi dengan alkohol. Preparat setelah dicuci menggunakan akuades maka akan muncul 2 tipe gram bakteri, yaitu : 1). Zat warna tambahan merah terhapus dan timbul warna ungu maka termasuk kelompok bakteri Gram Positif, 2). Zat warna tambahan bertahan dan yang ungu tertutup jadi merah maka termasuk tipe bakteri Gram Negatif.

Uji motilitas dilakukan terhadap isolat yang telah dioleskan pada preparat dengan teknik tetes bergantung setelah itu diamati dibawah mikroskop untuk melihat pergerakan dari bakteri. Hasil yang diperoleh bahwa bakteri ini tidak bergerak (*Non-motil*). Motilitas negatif dan tidak mempunyai alat pergerakan merupakan ciri khusus dari bakteri *C. perfringens*.

C. perfringens merupakan bakteri patogen invasif yang berbentuk batang, non- motil, bersifat gram positif dan anaerob serta mempunyai spora yang relatif stabil terhadap panas. Sel vegetatif akan rusak melalui pemanasan pada suhu 60°C, namun sebagian spora masih ada yang mampu bertahan. Indikasi laboratorium bakteri ini adalah; tidak motil, letak spora tidak ditengah (*non terminal spore*), non aerotolerant, hemolisis zona ganda (BSNI, 2009). Pada hasil pengamatan isolat bakteri ditemukan bahwa setelah lebih dari 48 jam spora yang tampak pada koloni semakin banyak.

Pengamatan dari sisi atas menunjukkan pinggiran koloni melingkar rata, tidak bergerigi maupun berserabut. Sedangkan pengamatan permukaan koloni menampakkan bentuk koloni bersifat cembung, semakin ketepi ketebalan koloni semakin menipis. Permukaan tidak mengkilat melainkan kusam dan tidak terang. Pengamatan pertumbuhan koloni terlihat mengendap pada medium agar. Hal ini sesuai dengan sifatnya sebagai bakteri anaerobik. Ditambahkan Sayekti (1999) pertumbuhan koloni dari hasil pengamatan langsung menunjukkan koloni tumbuh dalam keadaan mengendap pada medium selektif.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Parameter Fisika- Kimia Perairan Bengkalis

Stasiun	Sub sampling	Suhu (°C)	Kec. Arus (m/s)	Kecerahan (cm)	Salinitas (‰)	pH
I R.Kampung	I	29,00		50,00	30,00	7,80
	II	30,00	0,02	50,50	29,67	7,30
	III	29,67		49,00	30,00	7,50
Rata- rata		29,55	0,02	49,83	29,89	7,53
II Damon	I	30,00		50,15	29,00	7,50
	II	29,67	0,03	50,00	29,33	7,00
	III	30,00		52,00	28,00	6,80
Rata- rata		29,89	0,03	50,71	28,77	7,10
III Kelapa Pati	I	28,67		50,30	28,00	7,80
	II	29,00	0,021	52,00	27,00	7,00
	III	28,00		51,50	28,67	7,30
Rata- rata		28,55	0,02	51,26	27,89	7,36

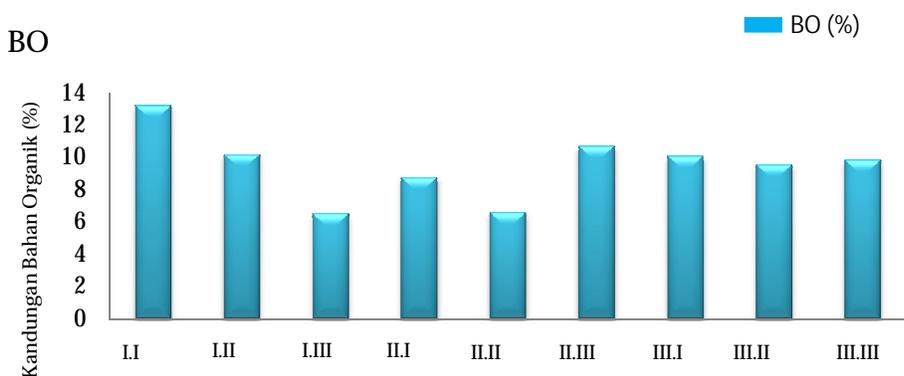
Keterangan : - Sub : SubStasiun, - pH : *Potential hydrogen*

Berdasarkan hasil pengukuran parameter fisika-kimia perairan Bengkalis diperoleh kisaran rata-rata suhu dari 28,55 - 29,89⁰C, rata-rata kecerahan dari 49,83- 51,26 cm, rata-rata salinitas 27,89 - 29,89 ‰, derajat keasaman 7,10 - 7,36 dan kecepatan arus dari 0,02 - 0,03 m/s.

Tabel 5. Analisis Kandungan Bahan Organik

Substasiun	Kandungan Bahan Organik (%)		
	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III
I	13,2047	8,7786	10,0886
II	10,1778	14,5989	9,5549
III	6,5162	10,6976	9,8457
Rata-rata	9,96623	11,35837	9,82973

Kandungan rata-rata bahan organik tertinggi terdapat pada stasiun II dengan nilai 9.9663 %, sedangkan rata-rata kandungan bahan organik terendah terdapat pada stasiun I dengan nilai 8.69176 %.



Hasil analisis fraksi sedimen di perairan Bengkalis terdiri dari fraksi pasir, lumpur dan sebagian kecil fraksi kerikil. Berdasarkan persentase fraksi sedimen yang dianalisa, terdapat sedimen pasir yang dominan untuk masing-masing stasiun penelitian. Persentase fraksi dan tipe sedimen di perairan Bengkalis dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Persentase Rata-Rata Fraksi Sedimen Masing- Masing Stasiun

Fraksi sedimen	Stasiun I (%)	Stasiun II (%)	Stasiun III (%)	Rata-rata (%)
Kerikil	3,96	0,33	4,48	2,92
Pasir	89,71	83,22	94,16	89,03
Lumpur	6,31	16,44	1,34	8,03
Fraksi Dominan	Pasir	Pasir Berlumpur	Pasir	Pasir

Pada Tabel 6 dapat dilihat persentase dari perolehan masing-masing fraksi yang terdapat pada stasiun penelitian. Perolehan fraksi dari seluruh stasiun dapat dilihat dari rata-rata untuk masing-masing fraksi. Perolehan analisis fraksi untuk sedimen kerikil terdapat 0,33 – 4,48 % dengan rata-rata 2,92 %. Sedimen lumpur

yang diperoleh untuk masing-masing stasiun berkisar 1,34 – 16,44 % dengan rata-rata untuk seluruh stasiun mencapai 8,03 %. Sedimen pasir untuk masing-masing stasiun merupakan fraksi yang tertinggi yang berkisar antara 83,22 – 94,16 % dengan rata-rata 89,03 %.

Total jumlah sebaran bakteri *C. perfringens* terbanyak terdapat pada stasiun II. Keadaan ini sebanding dengan tipe sedimen yang diperoleh pada stasiun ini juga termasuk pada sedimen dengan tipe pasir berlumpur. Dengan banyaknya kandungan lumpur yang terdapat pada stasiun ini memungkinkan akumulasi dari bahan organik yang tinggi. Dengan kandungan bahan organik yang tinggi, terdapat unsur hara nitrat yang kemudian dimanfaatkan oleh bakteri ini sebagai sumber makanan.

Kandungan bahan organik sedimen sangat berkaitan dengan karakteristik dari sedimen yang terdapat pada suatu perairan. Sedimen dengan fraksi yang lebih halus akan mengakumulasi bahan organik yang jauh lebih besar dari pada sedimen dengan fraksi yang cenderung lebih kasar. Perairan Bengkalis berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, memiliki sedimen dengan fraksi pasir yang dominan. Dengan keadaan tersebut berkaitan dengan kandungan bahan organik yang diperoleh dengan kisaran yang relatif rendah.

Sedimen dengan fraksi pasir yang dominan mempunyai kandungan bahan organik yang relatif rendah. Hubungan tipe fraksi sedimen dengan tingkat konsentrasi bakteri tidak memperlihatkan kaitan yang erat. Semakin banyak sedimen mengandung lumpur maka semakin banyak pula mengandung bahan organik. Semakin baik kandungan bahan organik terlihat kandungan sebaran bakteri semakin banyak. Hal ini terlihat pada stasiun II yang mengandung sedimen lumpur lebih banyak, mengandung sebaran bakteri yang lebih banyak.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di perairan Bengkalis Provinsi Riau, ditemukan distribusi bakteri *C. perfringens* pada perairan masing-masing stasiun dengan jumlah yang beragam dan perbedaan yang tidak terlalu signifikan antara masing-masing stasiun. Faktor penyebab distribusi bakteri ini berhubungan dengan keadaan parameter fisika-kimia, tipe dan karakteristik sedimen perairan serta kandungan bahan organik yang tersedia. Distribusi bakteri juga sangat terlihat dipengaruhi oleh karakteristik sedimen. Semakin halus diameter dari sedimen, semakin banyak bahan organik yang terakumulasi di dalamnya. Semakin banyak bahan organik maka terdapat banyak bakteri *C. perfringens*. Keadaan perairan Bengkalis secara bakteriologis sudah masuk dalam status ambang batas tercemar dimana keadaan bakteri *C. perfringens* dengan kisaran 10^6 (Fardiaz, 1992) dikatakan tercemar karena dapat mengakibatkan keracunan pada produk perairan. Keadaan karakteristik sedimen pada lokasi penelitian diperoleh partikel pasir yang dominan pada seluruh stasiun penelitian dengan kandungan serasah yang beragam.

UCAPAN TERIMAKASIH

Tulisan ini terwujud atas partisipasi, masukan dan arahan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang bersangkutan :

1. Ibu Dr. Dessy Yoswaty, S.Pi, M.Si dan Bapak Prof. Dr. Ir. Rifardi selaku Pembimbing I dan Pembimbing II.
2. Ketua Jurusan Beserta Staff Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Feliatra, DEA dan Ibu Ir. Hj. Irvina Nurrachmi, M.Sc selaku Dosen Penguji I dan Dosen Penguji II.
4. Adinda Desy Siahaan dan Sepdwilasari sebagai rekan Tim Penelitian.
5. Seluruh Civitas Akademika Ilmu Kelautan yang turut serta dalam mensukseskan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G. dan Santika, S.S. 1984. Metode Penelitian Air. Usaha Nasional. Surabaya. 309 hal
- Al- Khaldia. 2004. Identification and Characterization of Clostridium perfringens Using Single Target DNA Microarray Chip. International Journal of Food Microbiology 91 (289- 296). Center for Biologics Evaluation and Research, Food and Drug Administration, Rockville, MD, USA
- Alcamo, I.E. 1983. Laboratory Fundamentals of Microbiologi. Addison - Wesley Publishing Company, Inc, New York.
- Atlas, R.M. 1993. Handbook of Microbiological Media (Edited by Lawrence C. Parks). CRC Press USA.
- Atwa dan El Roos. 2011. SIncidence of Clostridium perfringens in Meat Products at Some Egyptian Governorates. International Journal of Microbiological Research 2 (3): 196-203. Department of Bacteriology, Animal Health Research Institute, Shebin El- Kom-Branch, Egypt.
- Austin, B. 1988. Marine Microbiology. Cambridge University Press. Cambridge.
- Bruce, E. Rittman, and Perry L. McCarty. 2001. Environmental Biotechnology: Principles and Application. Mc. Grawhill Companies, Inc. New York.
- BSNI. 2009. SNI : Batas Maksimum Cemaran Mikroba Dalam Pangan. SNI 7388. ICS 67.220.20
- Cappucino, James G. 1998. Microbiology : A Laboratory Manual. Benjamin Cummings Science Publishing. California.
- CEA (Canadian Executing Agency), 1992. Microbial Criteria for Seawater and Shellfish Tissue in Tropical Countries. ASEAN - Canada Cooperative Programme on Marine Science- Phase II (CPMS II).
- Crouch; N, Golden. 2005. Kajian Risiko untuk Clostridium perfringens di Siap Untuk Makan dan Parsial Dimasak Produk Daging dan Unggas, USDA Inspeksi Layanan Keamanan Pangan.
- Damhudy, Dedy. 1999. Analisis Bakteri Clostridium Perfringens Pada Sedimen d. Perairan Pantai Pasir Panjang Pulau Rupa Provinsi Riau. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau. Pekanbaru
- Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Bengkalis. 2009. Laporan Tahunan Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Bengkalis.

- Effendi, I. 1999. Pengantar Mikrobiologi Laut. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau Press. Pekanbaru.
- Effendi, I. 1999. Ekologi Mikroba. Universitas Lancang Kuning Press. Pekanbaru.
- Fardiaz, S. 1992. Mikrobiologi Pengolahan Pangan Lanjut. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Feliatra. 2001. Buku Ajar Mikrobiologi Laut. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau Press. Pekanbaru.
- Feliatra, Nursyirwani. 2007. Buku Ajar Mikrobiologi laut. Pusat Pengembangan Pendidikan Universitas Riau, Pekanbaru.
- Hadioetomo, R.S. 1993. Mikrobiologi Dasar Dalam Praktek. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Hauduroy, P., G. Ehringer, A. Urbain, G. Guillot, and J. Magrou. 1937. Dictionnaire des bactkries pathogenes. Masson and Co. Paris.
- Hazen, T.C. 1988. Fecal Coliform as Indicator in Tropical Waters: A Review. Toxicity Assessment 3.
- Hobbs, B.C. 1953. Clostridium Welchii Food Poisoning. J Hyg 51: 75- 101
- Irianto, Koes. 2006. Mikrobiologi : Menguak Dunia Mikroorganisme. Yrama Media. Bandung.
- Nursyirwani, Suparmi, D. Yoswaty. 1998. Sebaran Vibrio di Perairan Pantai Pasir Panjang Pulau Rupas, Riau. Lembaga Penelitian Universitas Riau, Pekanbaru.
- Purwoko, T. 2009. Fisiologi Mikroba. Bumi Aksara. Jakarta. 51
- Rheinheimer, G. 1991. Aquatic Microbiology: 4th Edition. Wiley. Great Bri . Biddles Ltd, Guild Ford.
- Riding, R., Awramik . 2000. Microbial Sediments. Springer Verlag Berlin Heidelberg. New York.
- Rifardi. 2008. Tekstur Sedimen: Sampling dan Analisis. Unri Press, Pekanbaru.
- Ruyitno. 1991. Pengantar Praktikum Bakteri. Petunjuk Pencemaran Laut di Suatu Perairan. PPPO-LIPI, Jakarta.
- Sayekti. 1999. Analisis Bakteri Clostridium Perfringens Pada Kolom Air di Perairan Pasir Panjang Pulau Rupas, Kab. Bengkalis, Provinsi Riau. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau. Pekanbaru
- West, P.A. 1989. Human Pathogens and Public Health Indicator Organisms in Shellfish. dalam Methods for The Microbiological Examination of Fish and Shellfish (Edited by B, Austin and D.A, Austin). Ellis Horwood Limited, Chichester, England. pp.
- Yoswaty, D. 1999. Analisis Clostridium perfringens Pada Air Laut di Perairan Pantai Pasir Panjang Pulau Rupas, Riau. Jurnal Natur Indonesia II : 69-74. Published