

**ANALISIS BAKTERI *Clostridium perfringens* PADA AIR LAUT
DI PERAIRAN PANTAI BENGKALIS PROVINSI RIAU**

MC-23

Dessy Yoswaty*¹ dan Deasy Melina Siahaan¹

Jurusan Ilmu Kelautan Faperika Universitas Riau
*e-mail: dyoswaty@yahoo.com

Abstrak

Perairan pantai Bengkalis telah mendapatkan tekanan yang tinggi akibat pembangunan infrastruktur, pemukiman, pertanian, perikanan, dan industri. Pengelolaan lingkungan yang tidak sempurna dan proses pembuangan limbah yang kurang baik juga dapat menimbulkan terjadinya pencemaran di sekitar perairan pantai tersebut. Hal ini akan berimplikasi terhadap penurunan kualitas perairan laut seperti pencemaran, erosi, dan intrusi air laut. Bakteri *C. perfringens* berperan sebagai indikator pencemaran perairan pantai secara bakteriologis untuk pemantauan kualitas air laut. Toksin yang dihasilkan oleh bakteri *C. perfringens* dapat menyebabkan penyakit seperti diare, sakit perut dan mual. Tujuan penelitian yaitu menganalisis sebaran bakteri *C. perfringens* pada air laut di perairan Bengkalis. Manfaat penelitian sebagai informasi tentang sebaran bakteri *C. perfringens* sehingga dapat menjaga keamanan konsumsi hasil perikanan laut. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode survei, menggunakan medium selektif TSC agar (*Tryptose sulphite cycloserine*). Isolasi dan identifikasi bakteri berdasarkan West (1989) dan Cowan & Stell's (1992). Pengambilan sampel air laut dilaksanakan di perairan pantai Selat Baru Kecamatan Bantan Kabupaten Bengkalis pada bulan Mei 2012 yang terdiri atas 3 stasiun, dimana dilakukan pengambilan sampel pada permukaan, pertengahan dan dasar perairan laut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah koloni bakteri *C. perfringens* rata-rata berkisar antara 7.3×10^4 – 3.9×10^6 cfu/ml. Jumlah koloni bakteri *C. perfringens* tertinggi pada stasiun 3 yaitu pada permukaan air laut 2.3×10^6 cfu/ml, pertengahan air laut 8.0×10^5 cfu/ml dan dasar perairan laut 3.9×10^6 cfu/ml. Sebaran bakteri *C. perfringens* pada air laut di perairan Bengkalis masih dibawah ambang batas bakteri indikator pencemaran ($10^6/100$ ml).

Kata kunci: air laut, indikator pencemaran, bakteri *C. perfringens*

Pengantar

Kabupaten Bengkalis berada di Pulau Bengkalis Provinsi Riau yang terpisah dari Pulau Sumatera. Hampir seluruh kecamatan yang berada di Kabupaten Bengkalis berhadapan dengan perairan laut, dimana Kabupaten Bengkalis memiliki luas wilayah sebesar 11.481,77 km² dengan garis pantai sepanjang 1.355 km. Kabupaten Bengkalis juga merupakan salah satu daerah penghasil ikan yang cukup besar di Provinsi Riau dengan jumlah produksi perikanan dari hasil penangkapan pada Tahun 2009 sebesar 9.443,80 ton (Dinas Kelautan dan Perikanan, 2010).

Perairan pantai yang terdapat di Kabupaten Bengkalis merupakan salah satu perairan dengan potensi yang unik, wilayah strategis yang ditinjau dari letak geografisnya karena berhadapan langsung dengan Selat Melaka, dan kawasan dengan pembangunan yang cukup pesat. Perairan pantai Bengkalis mengandung kekayaan sumberdaya alam yang beranekaragam baik sumberdaya alam yang dapat diperbaharui maupun yang tidak dapat diperbaharui; memiliki energi kelautan, transportasi laut seperti jalur pelayaran kapal baik nasional maupun internasional, dikembangkan sebagai kawasan pariwisata bahari, dan berbagai aktivitas perikanan dan kelautan. Pommerville (2004) menyatakan bahwa perairan pantai merupakan tempat hidup berbagai mikroorganisme dan makroorganisme. Antara mikroorganisme dan makroorganisme biasanya terjadi interaksi yaitu bakteri bersimbiosis dengan organisme yang hidup di perairan pantai seperti plankton, zooplankton, ikan, udang dan kerang.

Namun, perairan pantai Bengkalis juga mendapat tekanan yang sangat tinggi akibat pembangunan infrastruktur, pemukiman, pertanian, perikanan, dan industri. Salah satu tekanan yang menyebabkan kerusakan perairan pantai Bengkalis adalah aktivitas masyarakat, transportasi laut, dan reklamasi pantai demi pemenuhan kebutuhan manusia, dimana sebagian besar masyarakat lokal bermukim di wilayah pantai. Hal ini akan berimplikasi terhadap penurunan kualitas perairan pantai seperti



Pengelolaan lingkungan perairan pantai Bengkalis yang tidak sempurna dan proses pembuangan limbah yang kurang baik juga dapat menimbulkan terjadinya pencemaran di perairan pantai yang menampung limbah tersebut. Levine (2003) menyatakan bahwa ikan di perairan laut atau sungai dapat menerima ancaman berupa pencemaran dan penyakit. Menurut Feliatra (2000), pencemaran limbah suatu perairan mempunyai hubungan dengan jenis dan jumlah mikroorganisme dalam perairan tersebut. Oleh sebab itu, tempat pariwisata memerlukan pemantauan kualitas lingkungan secara bakteriologis, terutama untuk memelihara produksi perikanan dan wisatawan tidak ragu untuk memakan hasil laut di daerah tersebut.

Pencemaran limbah domestik atau industri, pembangunan yang pesat, dan berbagai aktivitas antropogenik yang dilakukan oleh masyarakat lokal di perairan pantai Bengkalis diduga dapat meningkatkan jumlah bakteri *Clostridium perfringens* pada air laut. Bakteri *C. perfringens* dapat mengeluarkan toksin tertentu dan menimbulkan gejala penyakit atau keracunan makanan. Menurut Lipp *et al.* (2001), bakteri *C. perfringens* bersama-sama dengan bakteri koliform, fekal coliform, Streptococcus dan Enterococci sering digunakan sebagai petunjuk atau indikator suatu pencemaran.

Pencemaran perairan pantai Bengkalis yang berasal dari buangan limbah domestik dan industri akan memicu pertumbuhan bakteri patogen secara meningkat seperti bakteri *C. perfringens*. Bakteri patogen dapat membahayakan manusia atau biota laut yang dibudidayakan seperti ikan, udang, kerang, siput dan kepiting. Johnny dan Prisdimminggo (2002) menyatakan bahwa penyakit infeksi bakteri patogen yaitu gejala klinis adanya borok pada bagian tubuh atau sirip ikan yang membusuk. Austin & Austin (2007) menyatakan bahwa beberapa bakteri patogen yang terdapat di perairan laut seperti *Vibrio*, *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Echerichia* dan *Clostridium*, *Mycobacterium* dan *Pseudomonas*. Bakteri patogen merupakan bakteri yang menyebabkan penyakit infeksi bakterial dan dapat mematikan biota laut.

Pengelolaan lingkungan perairan pantai Bengkalis menjadi prioritas yang utama, dimana dapat berperan dalam pembangunan yang berkelanjutan seperti dibidang perikanan, pertanian, pertambangan, industri, permukiman dan pariwisata. Menurut Wall dan Mathieson (2006), pengelolaan perlu dilakukan sebelum terjadi kerusakan sumberdaya alam dan menurunkan kualitas hidup masyarakat lokal.

Berdasarkan hal tersebut, data yang berkaitan dengan sebaran bakteri *C. perfringens* pada air laut di perairan pantai Bengkalis masih kurang tersedia. Pemantauan sejauhmana pencemaran di perairan pantai Bengkalis telah meningkatkan jumlah bakteri *C. perfringens* pada air laut yaitu dilakukan dengan cara menganalisis sebaran bakteri *C. perfringens*. Fujiaoka & Shizumjura dalam CEA (1992) menyatakan bahwa bakteri *C. perfringens* telah direkomendasikan untuk pemantauan air, sedimen dan jaringan karena keberadaan bakteri tersebut dalam air limbah dengan konsentrasi antara $10-10^2$ per ml.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi sebaran bakteri *C. perfringens* pada air laut di perairan pantai Bengkalis untuk mewujudkan pengelolaan lingkungan perairan pantai yang berkelanjutan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran keberadaan bakteri *C. perfringens* pada air laut sebagai indikator pencemaran di perairan pantai Bengkalis. Disamping itu, dapat digunakan sebagai informasi pemantauan kualitas perairan pantai secara bakteriologis untuk keamanan konsumsi hasil perikanan laut oleh masyarakat lokal.

Bahan dan Metode

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sampel air laut dari perairan pantai Bengkalis, media selektif agar TSC (*Tryptose Sulphite Cycloserine*), dan bahan untuk identifikasi isolat seperti pewarnaan Gram, bentuk, uji motilitas, katalase, anaerobik, Methyl red, H₂S dan oksidase. Peralatan yang digunakan dalam penelitian yaitu GPS, botol sampel steril, kamera, *cool box*, inkubator, autoklaf, cawan petri, jarum ose, gelas ukur, alat tulis dan alat pengukuran kualitas perairan laut untuk suhu, pH dan salinitas seperti termometer, pH indikator dan refraktometer.



Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode survai. Data primer tentang sebaran bakteri *C. perfringens* pada air laut diperoleh melalui pengamatan langsung di perairan pantai Bengkalis. Data sekunder diperoleh melalui berbagai sumber seperti jurnal, hasil laporan tahunan, buku, artikel, internet dan instansi yang berkaitan dengan penelitian.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret-April 2012 di perairan pantai Selat Baru Bengkalis, pengambilan sampel air laut pada permukaan, pertengahan dan dasar perairan dengan 3 Stasiun pengamatan yaitu Stasiun 1 dekat muara sungai; Stasiun 2 berada antara Stasiun 1 dan Stasiun 3; dan Stasiun 3 dekat permukiman penduduk.

Analisis total bakteri *C. perfringens* dan identifikasi bakteri berdasarkan West (1989), Fardiaz (1992) dan Cappuccino & Sherman (2001). Analisis bakteri *C. perfringens* dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Laut Faperika Universitas Riau. Data yang diperoleh, selanjutnya ditabulasikan kedalam bentuk tabel, grafik, gambar, dan dianalisis secara deskriptif. Proses analisis data menggunakan software SPSS versi 15.0.

Hasil dan Pembahasan

Total bakteri *C. perfringens*

Kualitas perairan pantai Bengkalis dapat ditentukan dengan melihat kondisi perairan yang sudah tercemar atau belum tercemar berdasarkan petunjuk atau indikator sebaran bakteri *C. perfringens* di perairan pantai tersebut. Hasil analisis total bakteri *C. perfringens* pada air laut di perairan pantai Bengkalis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Total bakteri *C. perfringens* pada air laut di perairan Pantai Bengkalis.

Stasiun	Pengambilan (sel/ml)		
	permukaan	pertengahan	Dasar
1	$4,7 \times 10^5$	$7,3 \times 10^4$	$3,5 \times 10^6$
2	$6,6 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$	$7,7 \times 10^5$
3	$2,3 \times 10^6$	$8,0 \times 10^5$	$3,9 \times 10^6$

Sumber: Data primer (2012)

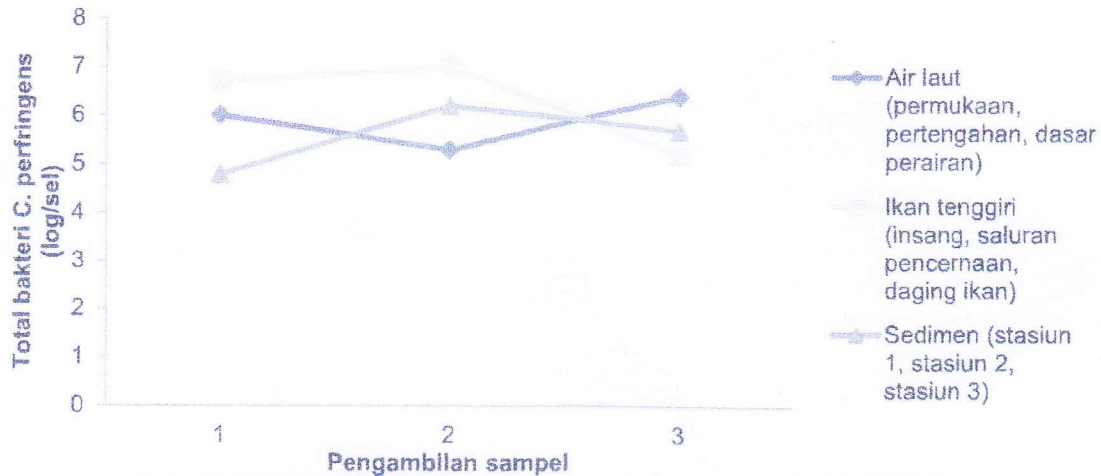
Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa jumlah koloni bakteri *C. perfringens* bervariasi. Total bakteri *C. perfringens* pada air laut berkisar antara $7,3 \times 10^4$ sampai dengan $3,9 \times 10^6$ sel/ml. Total bakteri *C. perfringens* yang paling banyak terdapat pada stasiun 3 di dasar perairan laut dan bakteri *C. perfringens* yang paling sedikit terdapat pada stasiun 1 di pertengahan perairan laut. Sebaran bakteri *C. perfringens* menunjukkan bahwa perairan pantai Bengkalis belum tercemar atau masih dibawah ambang batas pencemaran. Menurut fardiaz (1992), batas minimal suatu mikroorganisme yang menyebabkan penyakit (pathogen) antara lain *Salmonella* sp 10^5 sel, *E. Coli* 10^6 sel dan *Clostridium perfringens* 10^6 sel.

Sebaran bakteri *C. perfringens* yang paling banyak terdapat di dasar perairan pada Stasiun 3. Hal ini diduga karena Stasiun 3 lebih dekat dengan permukiman penduduk dengan berbagai aktivitas masyarakat. Berbagai aktivitas masyarakat berpotensi untuk menghasilkan buangan limbah domestik (seperti feses, urine, dan buangan air cucian), termasuk limbah industri. Limbah tersebut masuk ke perairan pantai dan mengendap di dasar perairan. Bahan pencemar dapat memicu pertumbuhan bakteri *C. perfringens* secara cepat. Sasongko (2006) menyatakan bahwa bahan organik yang terdapat dalam limbah seperti protein, karbohidrat dan lemak dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme sebagai sumber nutrisi untuk menghasilkan energi.

Croutch (2005) menyatakan bahwa keracunan bakteri *C. perfringens* dicirikan dengan gangguan kram perut dan diare dalam waktu 8-22 jam. Fardiaz (1992) menyatakan bahwa keracunan bakteri *C. perfringens* menyerang saluran pencernaan dan bakteri *C. botulinum* memproduksi neurotoksin yang menyerang syaraf dan menyebabkan kelumpuhan.



Hasil rata-rata total bakteri *C. perfringens* pada air laut dibandingkan dengan beberapa penelitian lain tentang sebaran bakteri *C. perfringens* pada sedimen dan ikan tenggiri di perairan pantai Bengkalis dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rata-rata total bakteri *C. perfringens* di perairan Pantai Bengkalis (Log x).

Hasil penelitian berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa sebaran bakteri *C. perfringens* di perairan pantai Bengkalis yaitu pada air laut yang tertinggi terdapat pada dasar perairan ($2,7 \times 10^6$ sel/ml), diikuti bagian permukaan dan pertengahan perairan laut. Penelitian yang telah dilakukan oleh Yoswaty (2012a) menunjukkan bahwa sebaran bakteri *C. perfringens* pada ikan tenggiri di perairan pantai Bengkalis yang tertinggi terdapat pada saluran pencernaan ($1,0 \times 10^7$ sel/gram), diikuti bagian insang dan daging ikan tenggiri. Selanjutnya Yoswaty (2012b) menemukan bahwa sebaran bakteri *C. perfringens* pada sedimen tertinggi terdapat pada stasiun 2 (Kelurahan Damon) sebesar $1,4 \times 10^6$ sel/gram, diikuti pada stasiun 3 (Kelurahan Kelapa Pati) dan stasiun 1 (Kelurahan Rimba Sekampung).

Sebaran bakteri *C. perfringens* di perairan Pantai Bengkalis pada air laut, ikan tenggiri dan sedimen menunjukkan bahwa masih dibawah ambang batas sehingga perairan pantai bengkalis berada dalam kondisi baik atau belum tercemar. Kazmi *et al.* (2006) menyatakan bahwa pemantauan kualitas perairan secara bakteriologis sangat diperlukan, terutama untuk melindungi sumberdaya yang ada di perairan tersebut.

Identifikasi Isolat Bakteri *C. perfringens*

Koloni bakteri yang telah tumbuh diamati berdasarkan warna, bentuk, dilakukan identifikasi dan beberapa uji biokimia. Hasil karakterisasi uji morfologi dan biokimia dari isolat bakteri *C. perfringens* seperti dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji biokimia bakteri *C. perfringens* pada air laut di perairan Pantai Bengkalis.

Uji Biokimia	Pengambilan sampel		
	Permukaan	Pertengahan	Dasar Perairan
Warna spora	Hitam	Hitam	Hitam
Bentuk	Batang	Batang	Batang
Pewarnaan Gram	+	+	+
Motilitas	-	-	-
Katalase	+	+	+
Oksidase	+	+	+
Anaerobik	+	+	+
H ₂ S	+	+	+
Methyl red	+	+	+

Sumber: Data primer (2012)



Hasil identifikasi atau uji biokimia bakteri *C. perfringens* seperti terlihat pada Tabel 2 menunjukkan bahwa koloni bakteri *C. perfringens* pada air laut (permukaan, pertengahan dan dasar perairan) di perairan pantai Bengkalis yaitu koloni bakteri berwarna hitam, berbentuk batang, sel Gram positif, insetil, berubah keruh, terbentuk gelembung gas dan bakteri bersifat anaerobik.

Hasil uji biokimia pada air laut permukaan, pertengahan dan dasar perairan menunjukkan bahwa bakteri *C. perfringens* mempunyai spora yang berwarna hitam. McClane (2007) menyatakan bahwa sel bakteri *C. perfringens* tidak dapat tumbuh di usus, tetapi dapat membentuk spora dengan menghasilkan sejumlah besar toksin yang dilepaskan ke usus. Toksin tersebut dapat menyebabkan penyakit diare yang berair dan sakit perut.

Bates & Bodnaruk (2003) menyatakan bahwa ada 5 jenis toksin yang dihasilkan oleh bakteri *C. perfringens* yaitu toksin A, B, C, D, dan E. Kasus keracunan makanan di negara maju sering disebabkan oleh jenis strain A. Menurut Li *et al.* (2009), jenis strain A dapat membawa gen kromosom enterotoksin dan menghasilkan spora dengan ketahanan yang luar biasa terhadap panas dan nitrit. Pelczar *et al.* (1986) menyatakan bahwa patogenitas adalah potensi bakteri dalam menimbulkan penyakit atau menginfeksi, sedangkan virulensi adalah derajat patogenitas. Virulensi bakteri dipengaruhi oleh faktor produksi toksin, (eksotoksin dan endotoksin), enzim, ketahanan inang dan kecepatan berkembang biak.

Hasil penelitian bakteri *C. perfringens* di perairan pantai bengkalis juga menunjukkan bahwa bakteri bersifat anaerobik. Biolat & Reysset (2002) menyatakan bahwa bakteri *C. perfringens* merupakan bakteri pathogen gram positif yang terdapat di udara, tanah, hewan, dan manusia. Meskipun *C. perfringens* dapat hidup pada kondisi anaerobik, namun sel vegetatif dan stasioner juga dapat bertahan dalam tahap pertumbuhan dengan kondisi ada oksigen atau konsentrasi rendah superoksida dan radikal hidroksil. Bakteri *C. perfringens* memiliki respon adaptif terhadap stres oksidatif sehingga dapat diaktifkan dalam kondisi baik aerobik dan anaerobik.

Parameter Kualitas Perairan Pantai Bengkalis

Hasil pengukuran parameter kualitas perairan pantai Selat Baru Bengkalis menunjukkan bahwa perairan pantai masih dalam kondisi baik dan mendukung untuk pertumbuhan bakteri *C. perfringens* (Tabel 3). Amaraneni (2002) menyatakan bahwa faktor lingkungan perairan dapat menyebabkan terjadinya pencemaran oleh mikroorganisme, residu toksik makhluk perusak dan pertumbuhan bakteri. Kunarso (1989) menyatakan bahwa pencemaran yang ditimbulkan oleh bakteri menyebabkan penurunan kualitas perairan laut.

Tabel 3. Pengukuran parameter kualitas perairan pantai Selat Baru Bengkalis.

Parameter	Stasiun		
	1	2	3
Suhu (°C)	30	31	32
Salinitas (‰)	25	27	25
Kecerahan (cm)	68	75	65
Kecepatan arus (m/detik)	0,12	0,12	0,11
Kedalaman (m)	2,5	3,5	2
pH	6	6	6

Sumber: Data primer (2012)

Parameter kualitas perairan pantai Bengkalis seperti terlihat pada Tabel 3 bervariasi yaitu suhu berkisar antara 30-32 °C, salinitas berkisar antara 25-27 ‰, kecerahan berkisar antara 65-75 cm, kecepatan arus berkisar antara 0,11-0,12 m/detik, kedalaman berkisar antara 2-3,5 m dan pH 6. Hadikusumah (1988) menyatakan bahwa sistem arus atau pola sirkulasi air laut merupakan suatu aspek dinamika air laut, berpengaruh terhadap jenis dan transportasi sedimen, proses pembentukan pantai dan erosi pantai.

Keberadaan bakteri *C. perfringens* di perairan pantai Bengkalis belum mempengaruhi kualitas perairan pantai secara fisik, kimiawi dan biologis. Kisaran suhu, salinitas dan pH di perairan pantai Bengkalis masih mendukung untuk pertumbuhan bakteri *C. perfringens* secara optimal. Fardiaz (1992) menyatakan bahwa jumlah dan jenis mikroorganisme di dalam air dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor dan kondisi seperti suhu, pH, tekanan osmotik, tekanan hidrostatik, aerasi dan penetrasi perairan tersebut. Clontz (2008) menyatakan



bahwa bakteri *C. perfringens* dapat tumbuh pada suhu 15-55 °C, pH 5-8,3 dan dapat memproduksi asam dari laktosa.

Kesimpulan

Analisis bakteri *C. perfringens* pada air laut (permukaan, pertengahan dan dasar perairan) di perairan pantai Bengkalis masih berada dalam kondisi baik atau belum tercemar oleh bakteri pathogen *C. perfringens*. Oleh sebab itu, perairan pantai Bengkalis sangat mendukung untuk pengelolaan lingkungan perairan pantai yang berkelanjutan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pemerintah daerah Kabupaten Bengkalis dan instansi terkait yang telah memberikan bantuan dan izin penelitian tentang analisis bakteri *C. perfringens* pada air laut di perairan pantai Bengkalis. Ucapan terima kasih juga diucapkan kepada kepala Laboratorium Mikrobiologi Laut Faperika dan Dekan Faperika Universitas Riau yang telah memberikan berbagai fasilitas selama penelitian.

Daftar Pustaka

- Amaraneni, S. R. 2002. Persistence of pesticides in water, sedimen and fish from fish farms in Kolleru Lake India. *Journal of Food Science and Technology* 82(8): 918-923.
- Austin, B. & D.A. Austin. 2007. *Bacterial Fish Pathogens: Diseases of Farm and Wild Fish*. Praxis Publishing Ltd, Chichester, UK. 552 p.
- Bates, J.R. & P.W. Bodnaruk. 2003. *Clostridium perfringens*. In *Foodborne Microorganisms of Public Health Significance*. 6th edition. Ed: AD Hocking. Australian Institute of Food Science and Technology Inc., Food Microbiology Group. Waterloo NSW. 505-542.
- Briolat, V. & G. Reysset. 2002. Identification of the *Clostridium perfringens* genes involved in the adaptive response to oxidative stress. *Journal of Bacteriology* vol 184.
- Cappuccino, J.G. & N. Sherman. 2001. *Microbiology: a laboratory manual*. State University of New York. New York.
- Clotntz, L. 2008. *Microbial limit and bioburden test: validation approaches and global requirements*. CRC Press.
- Dinas Kelautan dan Perikanan kabupaten Bengkalis. 2010. Data produksi perikanan tangkap perairan laut di Kabupaten Bengkalis. www.dkpbengkalis.pangkaladata.net. Diakses tanggal 19 Januari 2013.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi pengolahan pangan lanjut*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi dan Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Feliatra. 2000. Identifikasi bakteri pathogen (*Vibrio* sp.) di perairan Nongsa Batam Provinsi Riau. *Jurnal Natur Indonesia*. Volume II Nomor 1 Oktober 1999- Februari 2000. Lembaga Penelitian UNRI.
- Johnny, F. & Prisdininggo. 2002. Studi kasus penyakit fin rot pada ikan kerapu macan, *Epinephelus fuscoguttatus* di karamba jaring apung Teluk Ekas, Desa Batunampar, Lombok Timur, NTB. Laporan hasil penelitian Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut Gondol, Bali. 9.
- Kazmi, A.A., A. Kumar, V.K. Tyagi & A.K. Chopra. 2006. Alternative microbial indicators of faecal pollution: current perspective. *Journal of Environ. Health. Sc. Eng.* 3: 205-216.
- Kusano, D.H. 1999. Teknik membran filter untuk mendeteksi bakteri pencemar. *Oceana* 4:133-134.



- Levine, J.F. 2003. Aquaculture and pre-harvest food safety. Dalam Torrence, M. E & R. E. Issacson (eds). Microbial food safety in animal aquaculture: current topics. Iowa State Press, Washington.
- Li, J., D. Paredes-Sabja, M.R. Sarker & B.A. McClane. 2009. Further characterization of *Clostridium perfringens* small acid soluble protein-4 (Ssp4) properties and expression. PLoS ONE 4(7): e6249. doi:10.1371/journal.pone.0006249.
- Lipp, E.K., A.S. Farrah & J.B. Rose. 2001. Assessment and impact of microbial fecal pollution and human enteric pathogens in coastal community. Mar. Pollut. Bull. 42: 286-293.
- McClane B.A. 2007. *Clostridium perfringens*. In Food Microbiology: fundamentals and frontiers, 3rd edition. Eds: MP Doyle, LR Beuchat. ASM Press, Washington, D.C. 305-326.
- Pelczar, M.J.E., Chan, S.C. & N.R. Krieg. 1986. Microbiology, 5th Ed. McGraw Hill Book Company.
- Poltmerville, J.C. 2004. Alcamo's Fundamental of Microbiologi. Eds 7th. Jones & Bartlett Publisher. Canada.
- Sasongko, L.A. 2006. Kontribusi air limbah domestik penduduk di sekitar Sungai Tuk terhadap kualitas air Sungai Kaligarang serta upaya penanganannya. Studi kasus Kelurahan sampangan dan Bendan Ngisor Kecamatan Gajah Mungkur Kota Semarang. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Wall, G. & Mathieson, A. 2006. Tourism: change, impact and opportunities. Person Education Ltd. London.
- West, P.A. 1989. Human pathogens and public health indicator organism in selfish. Dalam Methods for the microbiological examination of fish and shellfish. Eds B. Austin & D.A. Austin. Ellis Horwood Ltd. England.
- Yoswaty, D. 2012a. Management of marine tourism in coastal waters of Bengkalis, Riau Province: analysis of *Clostridium perfringens* bacteria on fish mackerel (*Cybiium commersoni*). Proceeding International Seminar 1st Fisheries and Marine Industrialization, 27th September 2012. Riau University, Pekanbaru.
- Yoswaty, D. 2012b. Analisis bakteri *Clostridium perfringens* pada sedimen untuk mewujudkan pengelolaan wisata laut di perairan pantai Bengkalis Propinsi Riau. Prosiding Seminar Antarabangsa ke 5 tanggal 8-9 Oktober 2012. University Kebangsaan Malaysia dan Universitas Riau, Pekanbaru.

Tanya Jawab

