

Keragaman Bakteri pada Perairan Sabang, Provinsi Aceh

Lies Indah Sutiknowati¹

¹Puslit Oseanografi LIPI Jl. Pasir Putih I No. 1 Ancol Timur Jakarta Utara
Email : lies.indah.sutiknowati@gmail.com

Abstract

Sabang seawater have high diversity and its geographical condition allow hot springs to form, therefore, current research on this seawaters become important. The purpose of this study was to discover the quality and diversity of the seawaters based on microbiological aspects specifically the finding of coliform, heterotrophic, halotolerant and sulfur bacteria from several samples from the water and sediment sampling. Analysis and isolation process of the bacteria were using coliform and aerobic count plate petrifilm and specific media. The results indicated that there were coliform bacteria, heterotrophic and halotolerant bacteria and several of hot spring sources under the sea surface with extremely high density of sulfur bacteria as geothermal microbe.

Keywords: Sabang, bacteria, diversity, geothermal, sediment

Abstrak

Perairan Sabang memiliki keanekaragaman biota yang diperkirakan sangat tinggi dan keadaan geografisnya memungkinkan memiliki sumber air panas, sehingga penelitian terhadap perairan ini menjadi sangat penting. Tujuan penelitian untuk mengetahui kualitas perairan dan keanekaragaman perairan Sabang ditinjau dari segi mikrobiologi yaitu adanya bakteri koliform, bakteri heterotropik, halotoleran dan bakteri sulfur yang diambil dari beberapa titik stasiun pengambilan sampel air dan sedimen. Analisis dan isolasi bakteri menggunakan petrifilm 'aerobic count plate' dan media spesifik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada perairan Sabang terdapat kepadatan bakteri koliform yang rendah, kepadatan bakteri heterotropik dan halotoleran yang tinggi dan di sedimennya terdapat kepadatan bakteri sulfur yang tinggi sebagai mikroba geothermal sumber air panas dibawah permukaan laut.

Kata kunci : Sabang, bakteri, keanekaragaman, geothermal, sedimen.

Pendahuluan

Perairan Sabang yang terletak di Propinsi Aceh, Pulau Sumatera merupakan salah satu daerah di Indonesia yang memiliki potensi sumber daya alam yang melimpah termasuk keadaan geografis yang sangat dimungkinkan memiliki sumber air panas. Kondisi geologis wilayah ini terdiri dari 70% batuan vulkanis, 27% sedimen dan 3% endapan alluvial (Anonymous, 2016). Perairan Sabang dan sekitarnya meliputi Pulau Weh, Pulau Breueh, Pulau Deudap dan Pulau Rondo yang berbatasan dengan perairan Selat Malaka dan Samudra Indonesia merupakan perairan yang menampung aliran sungai. Pada umumnya air sungai tersebut digunakan sebagai sumber air untuk mencuci, mandi dan menampung limbah domestik. Sehingga berpotensi menimbulkan pencemaran air pada perairan Sabang dan menurunkan kualitas perairan. Bahan buangan organik yang umumnya berupa limbah dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme, sehingga bila dibuang ke perairan akan menaikkan populasi mikroorganisme.

Eksplorasi mikroba sebagai mikroorganisme di perairan laut dapat dilakukan dan digunakan sebagai informasi kondisi lingkungan. Beberapa macam mikroba digunakan sebagai parameter seperti bakteri indikator pencemar perairan, bakteri heterotrofik, bakteri

halotoleran dan bakteri sulfur dari sumber geothermal yang ada di perairan Sabang. Parameter mikrobiologi sebagai bioindikator pencemar perairan adalah merupakan salah satu bahan pencemar biologis berupa mikroorganisme yang berasal dari buangan domestik, industri pengolahan limbah, sampah dan limbah peternakan (Girard *et al.*, 2003). Air buangan kota dan desa yang berpenduduk padat akan meningkatkan pertumbuhan bakteri pencemar koliform. Bakteri heterotrofik merupakan indikator kesuburan perairan yang terdiri dari mikroba pengurai sehingga tersedia nutrisi di perairan termasuk bakteri sulfur dari geothermal yang ditemukan (Kasten & Jorgensen, 2000).

Bakteri koliform merupakan golongan mikroorganisme yang lazim digunakan sebagai indikator pencemar perairan untuk menentukan air/ perairan telah terkontaminasi oleh patogen atau tidak. Bakteri koliform menghasilkan zat etionin yang dapat menyebabkan kanker. Selain itu, bakteri pembusuk ini juga memproduksi bermacam-macam racun seperti indol dan skatol yang dapat menimbulkan penyakit bila jumlahnya berlebih di dalam tubuh (Murray *et al.*, 2009).

Bakteri koliform memiliki daya tahan yang lebih tinggi daripada bakteri patogen lain serta lebih mudah diisolasi dan ditumbuhkan. Ciri-ciri bakteri koliform antara lain dapat memfermentasi laktosa untuk menghasilkan asam dan gas pada suhu 35 °C-37 °C. Contoh bakteri koliform antara

lain *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Citrobacter* spp., *Enterobacter* spp., *Klebsiella* spp. Bakteri koliform tidak termasuk dalam taksonomi bakteri namun hanya istilah untuk menyebutkan kelompok mikroorganisme yang berada di air. Bakteri koliform memiliki enzim tambahan yaitu sitokrom oksidase dan beta-galaktosidase (Zhu *et al.*, 1994).

Bakteri sulfur merupakan mikroorganisme termofilik yang memiliki kemampuan pada suhu tinggi karena adanya enzim termostabil (Brock, 1986; Tika *et al.*, 2007)). Bakteri termofilik dapat dimanfaatkan dalam bidang bioteknologi karena memiliki efisiensi dalam keadaan suhu tinggi. Semakin tinggi temperatur maka semakin tinggi pula laju difusi. Enzim pada bakteri termofilik mampu mengkatalisis reaksi biokimia pada suhu tinggi dan umumnya lebih stabil. Mikroorganisme termofilik banyak ditemukan di sumber air panas sehingga biasanya hidup pada pH asam dan hidup di perairan yang banyak mengandung belerang. Beberapa bakteri termofilik yang berhasil diisolasi dari berbagai sumber air panas di Indonesia antara lain *Thermus* sp., *Acetogenium* sp., *Bacillus* sp., *Thermodesulfobacterium* sp., *Thermomicrobium* sp., *Thermotrix* sp., *Pseudomonas* sp. dan *Sulfobacillus* sp. (Asnawi, 2006). Enzim protease dari bakteri sulfur dapat digunakan untuk beberapa aplikasi seperti detergen, farmasi, pengempukan daging dan proses pengolahan limbah industry (Nascimento & Martin, 2006)

Keragaman bakteri perairan Sabang perlu dikaji lebih detail karena kondisi lingkungannya mendapat masukan bahan pencemar. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan menganalisa

bakteri heterotrofik, bakteri sulfur dan bakteri bioindikator pencemar perairan yang diambil dari Pulau Weh, Pulau Breueuh, Pulau Deudap dan Pulau Rondo pada beberapa titik stasiun pengambilan sampel air dan sedimen sebagai informasi jenis mikroba dan membuktikan bahwa terdapat pencemaran organik dan ada jalur geothermal di perairan Sabang.

Metode Penelitian

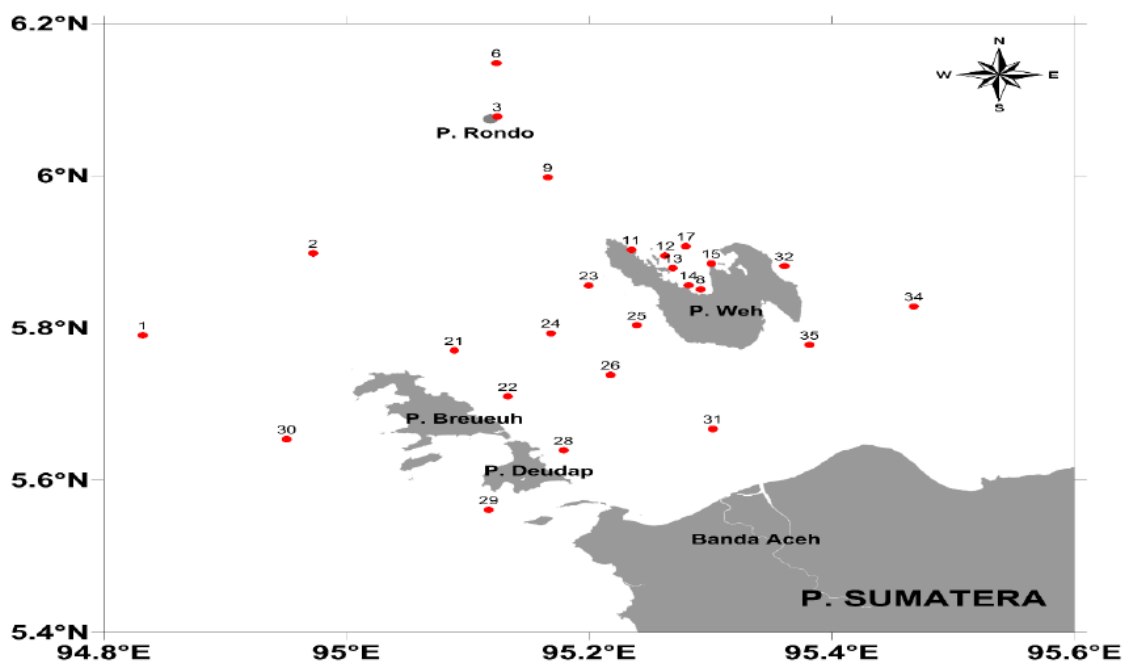
Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di perairan Sabang, Provinsi Aceh pada bulan Mei 2015 dengan menggunakan Kapal Riset Baruna Jaya VIII. Lokasi penelitian Ekspedisi Sabang berada di perairan P. Rondo, P. Weh, P. Breueh dan P. Deudap (Gambar 1). Sampel yang dianalisa adalah air laut pada lapisan permukaan dan sedimen pada 20 stasiun dengan kedalaman berbeda antara 80-1000 m.

Preparasi Media

Media yang digunakan dalam penelitian ini ada *Bacto Agar*, *Yeast Extract*, *Bacto Peptone*, *Coliform Petrifilm*, *NaCl*, *K₂HPO₄*, *C₂H₄O₂*, *API Sulfat*, alkohol 70%, air laut steril.

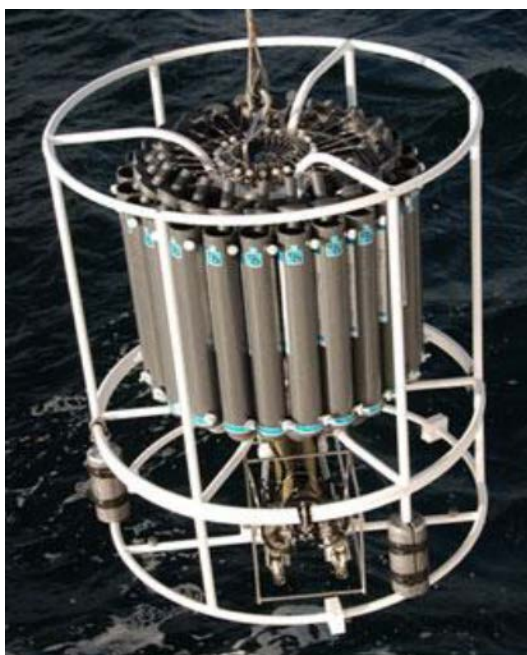
Alat yang digunakan adalah *CTD*, *Boxcore*, autoklaf, inkubator, *vacuum pump*, *hot plate*, petri plastik, *erlenmeyer* 100 ml, gelas ukur, tissue, *stirer steril*, *aluminium foil*, tabung reaksi, botol sampel steril, *micropipet*, rak tabung reaksi, label, spiritus, jarum ose, dan kertas tissue.



Gambar 1. Lokasi penelitian Ekspedisi Sabang di P. Rondo, P. Weh, P. Breueuh dan P. Deudap tahun 2015.

Pengambilan Sampel Air Laut dan Sedimen.

Sampel air laut diambil dengan menggunakan alat CTD (Gambar 2) pada perairan permukaan kemudian sebanyak 100 ml air dipindahkan ke dalam botol steril secara aseptis. Sedimen diambil dengan menggunakan 'boxcore'. Pengambilan sampel air laut dan sedimen dilakukan selama 6 hari perjalanan Ekspedisi Sabang dengan Kapal Riset Baruna Jaya VIII.



Gambar 2. Conductivity, Temperature, and Depth (CTD) Rosette.

Keterangan :

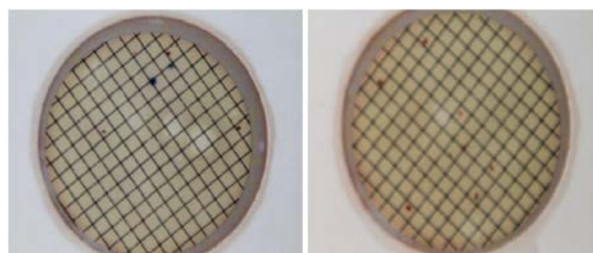
Alat untuk mengukur dan menentukan sifat fisik penting dari air laut antara lain Konduktivitas, Temperatur dan Kedalaman laut. Alat ini memberikan gambaran yang tepat dan komprehensif dari distribusi dan variasi suhu air, salinitas, dan densitas yang membantu kita untuk memahami bagaimana pengaruh lautan terhadap kehidupan di dalamnya. *Image courtesy of NOAA Okeanos Explorer Program, INDEX-SATAL 2010.*

Analisis bakteri indikator pencemar perairan (Coliform dan *E.coli*).

Analisa bakteri indikator pencemar dilakukan dengan menggunakan 'Compact Dry EC "Medquest" for Coliform and *E.coli*'. Contoh air laut sebanyak tiga volume yaitu 10 ml dan 25 ml disaring dengan filter polikarbonat berdiameter pori-pori 45 mikron. Filter berisi material mikroba diletakkan ke dalam petrifilm 'Medquest' berisi media spesifik untuk bakteri koliform dengan pengulangan sebanyak tiga kali. Sampel diinkubasi selama 24 jam pada suhu 35^o-37 °C. Pertumbuhan bakteri terlihat berupa koloni berwarna merah (koliform) dan biru (*E.coli*) (Gambar 3).

Analisis bakteri heterotrofik, bakteri halotoleran dan bakteri sulfur.

Sebanyak 1 ml contoh air dengan pengenceran sampai 10⁻³ atau 1 g sedimen dengan pengenceran sampai 10⁻⁴ diinokulasikan pada dua media berbeda menggunakan metode tuang dan dilakukan dua kali pengulangan. Media yang digunakan adalah Marine Agar untuk bakteri heterotrofik (bacto agar 15 g; yeast extract 3 g; bacto pepton 5 g; 1 liter air laut saring) dan untuk bakteri halotoleran (bacto agar 15 g; yeast extract 3 g; bacto pepton 5 g; 1 liter akuades). Inkubasi dilakukan pada suhu 25°C selama 10 hari, kemudian dilakukan perhitungan dengan metode *Total Plate Count* yaitu jumlah bakteri berdasar pada bentuk dan warna bakteri yang tumbuh menggunakan perhitungan Hadioetomo (1985) pada kisaran jumlah koloni antara 30-300 CFU/mL. Nilai yang diperoleh merupakan jumlah koloni bakteri dalam suatu sampel. Selanjutnya diambil 1 ose koloni bakteri sulfur berwarna ungu dan non ungu (menggunakan jarum ose), dipindahkan ke media spesifik API sulfat kemudian diinkubasi pada suhu 25-30 °C untuk keperluan purifikasi dan identifikasi.

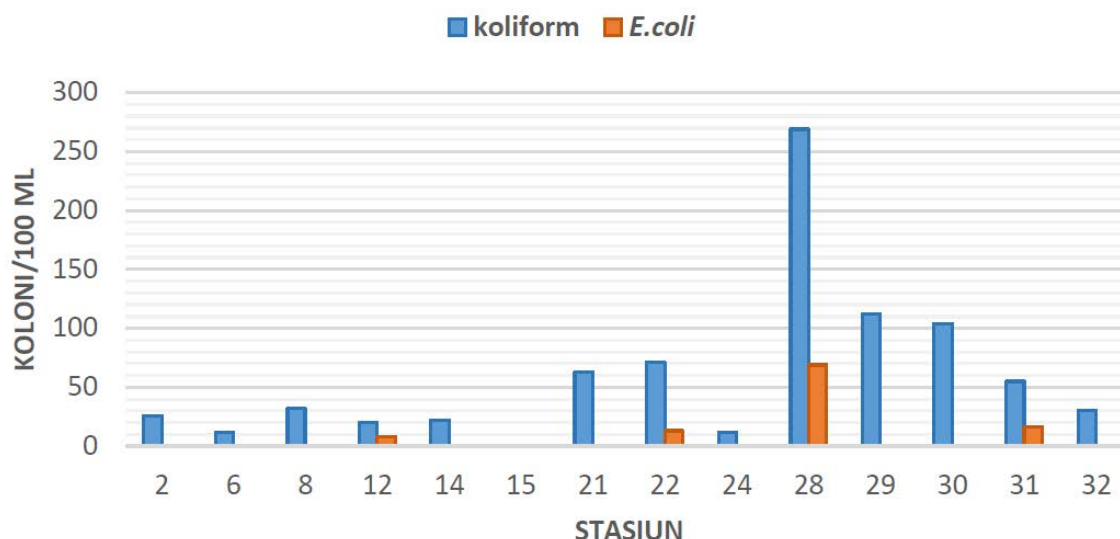


Gambar 3. Tampak koloni bakteri koliform (warna merah) dan bakteri *E. coli* (warna biru) pada petrifilm.

Hasil dan Pembahasan

Analisa Bakteri Indikator Pencemar (Koliform dan *Escherichia coli*)

Hasil analisis bakteri koliform di Perairan Sabang (Gambar 4) ditemukan pada semua sampel kecuali sampel dari perairan Teluk Sabang (st.15) sehingga Perairan Teluk Sabang dapat dinyatakan bersih dari buangan limbah domestik. Namun pesisir Teluk Sabang (st. 12) terdapat bakteri pencemar *E.coli*. Bakteri *E.coli* juga ditemukan di pesisir Pulau Breueuh (st.22), pesisir Pulau Deudap (st.28) dan perairan Banda Aceh (st.32). Kepadatan koliform tertinggi terdapat di pesisir Pulau Deudap (pada st.28, st.29 dan st.30) dan di st. 28 terdapat bakteri koliform dengan kepadatan yang tinggi dan paling banyak ditemukan bakteri *E.coli*. Umumnya bakteri bioindikator koliform dan *E.coli* ditemukan pada saat siang hari dan di wilayah pesisir.



Gambar 4. Kepadatan bakteri bioindikator koliform dan E.coli di perairan Sabang, Mei 2015.

Analisis interpretasi kepadatan bakteri koliform di Perairan Sabang menunjukkan bahwa semua stasiun penelitian masih memiliki kualitas perairan yang sangat baik, yaitu kepadatan bakteri koliform di bawah 1000 koloni/100 ml air laut menurut WHO (1982) atau 200 koloni/100 ml menurut APHA (2005). Perairan Sabang dan sekitarnya masih memenuhi kriteria baku mutu kualitas air laut untuk kepentingan budidaya biota laut dan wisata bahari. Menurut peraturan Kementerian Lingkungan Hidup (2006), air laut yang ditujukan untuk keperluan budidaya dan wisata bahari harus memiliki konsentrasi bakteri koliform di bawah 1000 koloni/100 ml. Gambar 4. menunjukkan kepadatan bakteri koliform tertinggi dijumpai di P. Deudap yaitu di st. 28, st. 29 dan st. 30 (berkisar antara 269-104 koloni/100 ml). Perairan P. Deudap (terutama st. 28) merupakan perairan yang memiliki kepadatan bakteri koliform lebih tinggi dari tempat lainnya dan banyak ditemukan bakteri *E.coli* (yaitu sekitar 69 koloni/100 ml).

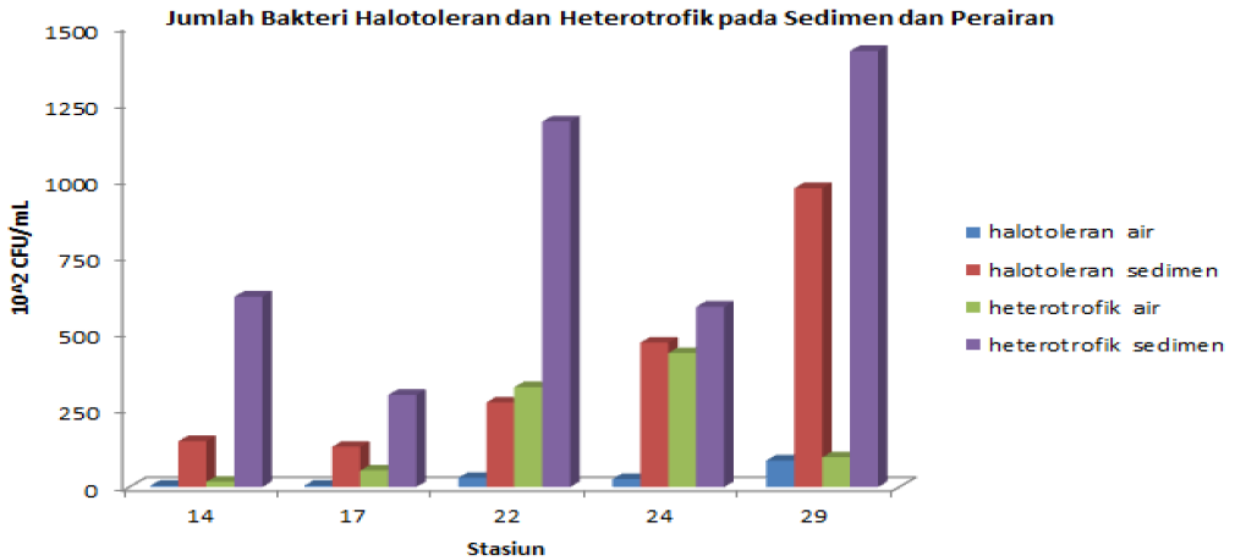
Stasiun yang terletak jauh dari daratan (yang berada di tengah laut atau dekat dengan pulau terluar) seperti perairan Teluk Sabang (st.15), umumnya memiliki konsentrasi bakteri koliform yang sangat kecil atau bahkan nihil, sedangkan beberapa stasiun yang dekat dengan daratan, umumnya ditemukan bakteri koliform meskipun dalam jumlah yang kecil. Adanya bakteri koliform ini bisa menjadi indikasi masuknya kontaminan fekal di lingkungan (Kunarso, 1989). Kecilnya kepadatan bakteri koliform di air laut wilayah pesisir, bisa disebabkan sedikitnya limbah fekal yang masuk ke perairan melalui sungai-sungai yang ada atau bakteri koliform yang masuk ke air laut tidak bisa bertahan lama karena salinitas yang cukup tinggi (> 30‰), pada salinitas ini, bakteri koliform hanya

mampu bertahan beberapa jam saja (Ruyitno, 2008).

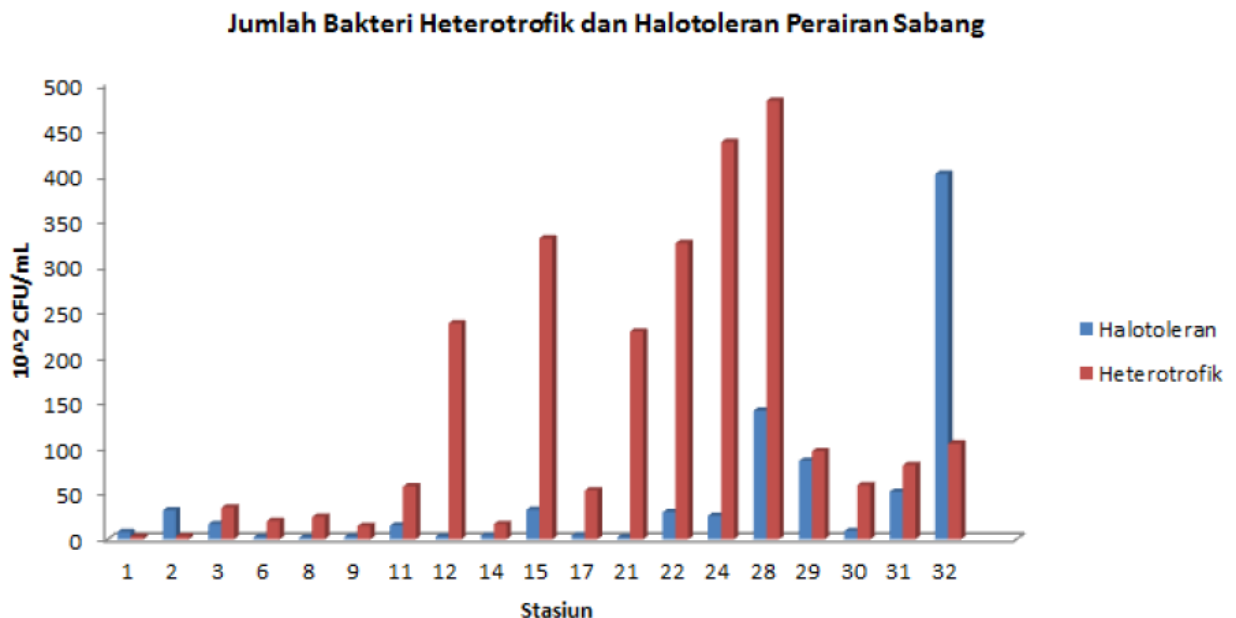
Analisa Bakteri Heterotrofik, Halotoleran dan Bakteri Sulfur.

Bakteri heterotrofik di laut berperan dalam rantai makanan sebagai pendegradasi bahan organik menjadi bahan anorganik yang dapat dimanfaatkan oleh biota lain seperti fitoplankton, dan merupakan piramida dasar dari sistem rantai makanan, sehingga kehidupan laut menjadi lestari. Bakteri heterotrofik (Gambar 7 & 8) digunakan sebagai salah satu indikator kesuburan suatu perairan karena kemampuannya menguraikan senyawa organik (Nealson, 1997).

Bakteri halotoleran (Gambar 7 & 8) termasuk bakteri heterotrofik yang keberadaannya menunjukkan adanya bahan organik berasal dari daratan yang masuk kedalam perairan laut. Selain itu bakteri halotoleran juga bersifat sebagai bakteri heterotrofik yaitu memiliki peran dalam menjaga keseimbangan ekosistem laut dan menyediakan nutrisi bagi kehidupan organisme laut (Sutiknowati, 2010). Kepadatan bakteri ini umumnya lebih rendah daripada bakteri heterotrofik laut (Gambar 5 & 6). Daratan memuat aliran sungai yang salinitas airnya lebih rendah dari perairan laut dan banyaknya bakteri yang berasal dari darat terbawa menuju perairan laut. Selanjutnya bakteri tersebut mampu menyesuaikan diri untuk hidup dalam air laut dengan salinitas yang tinggi. Contoh bakteri halotoleran adalah bakteri yang berasal dari genus *Halomonas* dan *Staphylococcus* (Singleton & Sainsbury, 2006).



Gambar 5. Kelimpahan bakteri halotoleran dan heterotrofik pada sedimen dan perairan Sabang



Gambar 6. Kelimpahan bakteri halotoleran dan heterotrofik pada Perairan Sabang

Hasil analisis kepadatan bakteri heterotrofik di perairan Sabang terdapat sekitar $(0,3-4) \times 10^5$ CFU/mL dan bakteri halotoleran sekitar $(0,2-4) \times 10^4$ CFU/mL (Gambar 5 & 6). Analisis bentuk koloni, warna koloni, makroskopis dan mikroskopis pada bakteri heterotrofik berupa pink bulat, coccus dan gram negative, bakteri halotoleran berupa kuning bulat, basil dan gram negative (Gambar 7).

Selain itu terdapat bakteri autotrofik yaitu bakteri sulfur (berwarna ungu dan non ungu) yang merupakan agen pendegradasi bahan organik menjadi bahan anorganik dengan melakukan fotosintesa sulfur. Selama proses degradasi, bakteri ungu mengabsorpsi racun H_2S dan mengubahnya menjadi bahan tidak beracun. Bakteri menjadi berwarna ungu disebabkan

adanya pigmen ungu dalam membrane sel yang terdiri dari karotenoid dan bakterioklorofil. Warna ungu terjadi selama proses fotosintesa anoksigen dan kebutuhan belerang (sulfur) untuk bakteri berasal dari senyawa sulfur organik (Brock *et al.*, 1994; Camacho, 2009; Sadi *et al.*, 2016). Analisis kepadatan bakteri sulfur dari sampel air yang tumbuh pada media spesifik API Sulfat, kepadatannya berkisar sekitar $(0,7-2) \times 10^3$ koloni/ml. Bentuk koloni, warna koloni, makroskopis dan mikroskopis berupa non ungu (orange bulat), basil dan gram negative (Gambar 7).

Analisis sedimennya terdapat kepadatan bakteri heterotrofik sebanyak $(0,002-14) \times 10^6$ CFU/mL dan bakteri halotoleran sekitar $(0,001-60) \times 10^5$ CFU/mL (Gambar 5). Dilakukan analisis

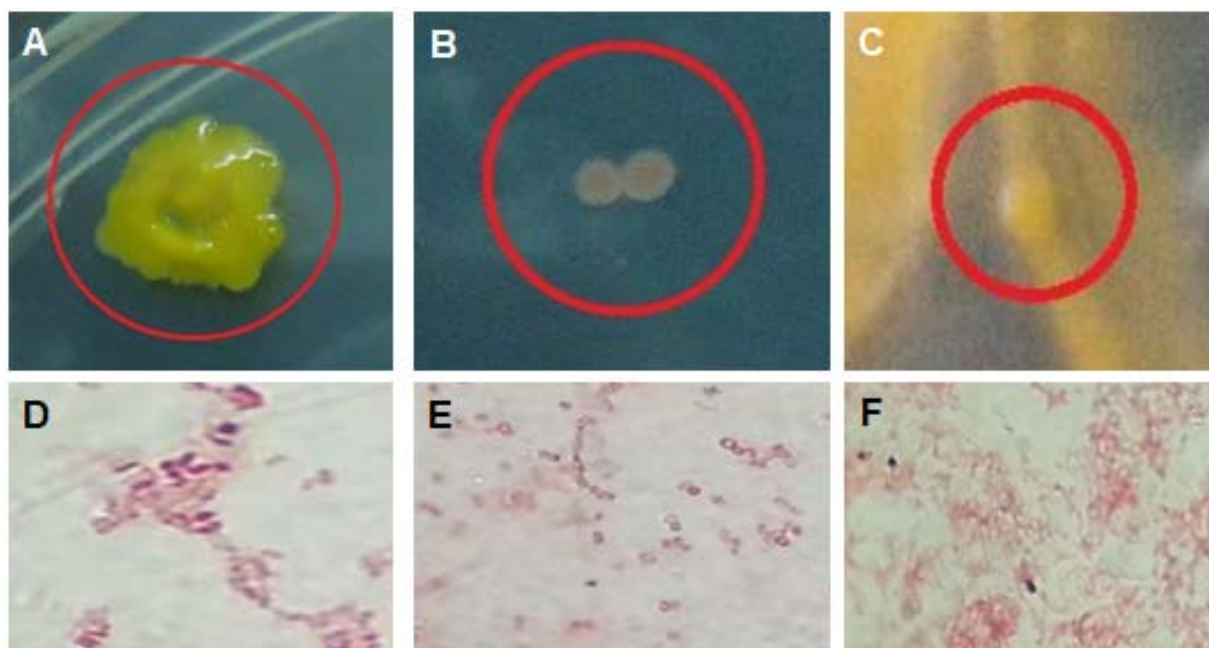
bentuk koloni, warna koloni, makroskopis dan mikroskopis pada bakteri heterotrofik berupa putih bulat, coccus dan gram negative, bakteri halotoleran berupa orange bulat, coccoid dan gram positif (Gambar 8). Bakteri sulfur dari sampel sedimen mempunyai kepadatan sekitar $(2-12) \times 10^4$ koloni/ml. Analisis bentuk koloni, warna koloni, makroskopis dan mikroskopis bakteri sulfur berupa ungu hitam bulat, coccoid dan gram positif (Gambar 8). Analisis kepadatan bakteri juga dilakukan pada sampel sedimen yang berasal dari pecahan koral (Gambar 9). Kepadatan bakteri heterotrofiknya sebesar $(0,2-5,3) \times 10^5$ koloni/ml, bakteri halotoleran sebesar $(0,08-5,8) \times 10^5$ koloni/ml dan bakteri sulfur sebesar $(0,2-14) \times 10^5$ koloni/ml. Analisa bentuk dan warna koloni bakteri sulfur pada coral dengan media API sulfat.

Hal ini dihitung berdasar kepadatan bakteri yang tumbuh pada cawan petri sebanyak 30-300 koloni/ml setiap pengenceran. Keanekaragaman bakteri sulfur tampak pada bentuk dan warna yaitu terdapat bakteri warna ungu dan non ungu. Uji gram positif atau negatif secara mikroskopis menunjukkan keragaman bakteri yang diperoleh pada Ekspedisi Sabang bulan Mei 2015 (Gambar 7 & 8). Secara umum berdasarkan hasil pengamatan dengan metode total plate count didapatkan hasil berupa kelimpahan bakteri heterotrofik dan halotoleran pada perairan Sabang (dari sampel sedimen, coral, dan air laut) secara berturut-turut yaitu bakteri heterotrofik berkisar antara 2×10^2 CFU/mL hingga $1,05 \times 10^6$ CFU/mL,

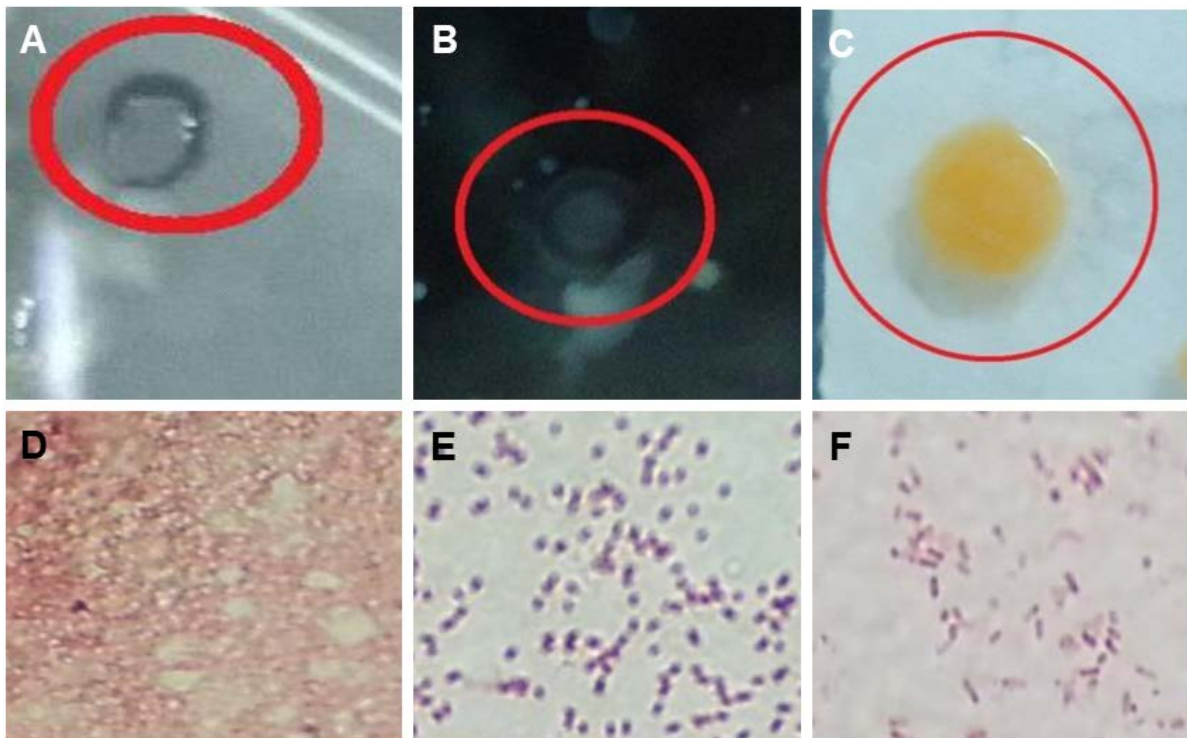
dan bakteri halotoleran berkisar antara $1,8 \times 10^2$ CFU/mL hingga 6×10^6 CFU/mL.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat stasiun yang mengandung bakteri heterotrofik dalam jumlah tinggi dan juga terdapat stasiun yang mengandung bakteri halotoleran dalam jumlah melimpah yaitu stasiun 29 (Pulau Deudap) yang memiliki kelimpahan bakteri heterotrofik, halotoleran dan bakteri pencemar koliform. Dominansi bakteri heretrofik pada perairan juga teramati pada stasiun-stasiun yang letaknya berdekatan dengan pulau (daratan) atau terletak di pesisir pantai. Stasiun tersebut adalah stasiun 3 yang terletak dekat dengan Pulau Rondo; stasiun 28 dan 29 yang terletak dekat dengan Pulau Deudap; stasiun 21, 22, dan 30 yang terletak dekat dengan Pulau Breueuh; serta stasiun 8, 11, 12, 14, dan 15 yang terletak dekat dengan Pulau Weh.

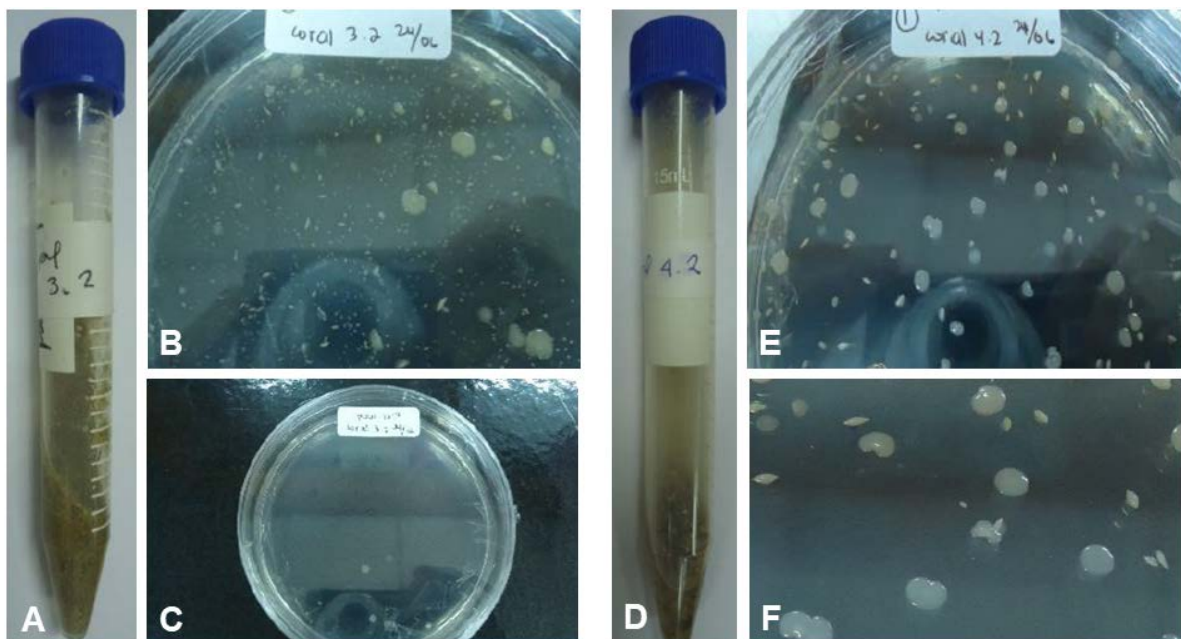
Kelimpahan bakteri heterotrofik menunjukkan bahwa perairan di sekitar pulau-pulau tersebut mengandung nutrisi berupa materi organik yang kemudian diubah menjadi materi anorganik, sehingga dapat menjaga keseimbangan persediaan materi organik dan anorganik di dalam laut. Materi anorganik yang dihasilkan merupakan unsur hara yang dimanfaatkan sebagai nutrisi oleh biota lain seperti fitoplankton yang merupakan piramida dasar dari sistem rantai makanan dan tumbuhan laut yang membutuhkan senyawa anorganik, sehingga kehidupan laut menjadi lestari (Sutiknowati, 2010).



Gambar 7. Koloni bakteri heterotrofik (A), bakteri halotoleran (B) dan bakteri sulfur (C) pada sampel air. Bentuk dan warna bakteri menunjukkan keragaman bakteri pada ekspedisi Sabang. Basil –Gram negatif (D), Coccus-Gram negatif (E) dan Basil-Gram negatif (F).



Gambar 8. Koloni bakteri heterotrofik (A), bakteri halotoleran (B) dan bakteri sulfur (C) pada sampel sedimen.. Bentuk dan warna bakteri menunjukkan keragaman bakteri pada ekspedisi Sabang. Coccoid-Gram negatif (D), Coccoid-Gram positif (E) dan Coccoid-Gram positif (F).



Gambar 9. Bentuk dan warna bakteri pada sampel korall ekspedisi Sabang. A dan D sampel; B,C,E,F hasil TPC.

Dominansi bakteri heterotrofik juga ditemukan pada stasiun 6 dan stasiun 9. Hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh perairan yang terletak lebih dekat dengan daratan memiliki materi organik lebih berlimpah dibandingkan stasiun yang letaknya cukup jauh dari daratan. Hal tersebut juga terjadi pada stasiun 28 dan 31, jumlah bakteri heterotrofik pada stasiun 28 lebih banyak dibandingkan stasiun 31. Fenomena

tersebut bisa disebabkan oleh stasiun 28 terletak lebih dekat dengan daratan, yaitu Pulau Deudap, dibandingkan dengan stasiun 31. Posisi stasiun 28 yang lebih dekat dengan daratan tersebut menyebabkan kandungan materi organiknya lebih berlimpah dibandingkan stasiun 31 yang letaknya cukup jauh dari daratan Pulau Deudap. Bakteri heterotrofik yang terdapat di perairan terbagi menjadi 2 berdasarkan sumber untuk

memperoleh energi, yaitu kemoheterotrof dan fotoheterotrof. Bakteri kemoheterotrof memanfaatkan senyawa kimia sebagai sumber energinya, sedangkan bakteri fotoheterotrof memanfaatkan cahaya matahari sebagai sumber energi (Madigan *et al.*, 2013). Stasiun 1, 2, dan 32 didominasi oleh bakteri halotoleran dibandingkan heterotrofik pada bagian permukaan dan dasar perairan.

Simpulan

Bakteri pencemar dan bakteri sulfur ditemukan di perairan Sabang dan sekitarnya. Bakteri pencemar koliform dan *Escherichia coli* ditemukan tertinggi kepadatannya pada pesisir P. Deudap. Secara keseluruhan perairan Sabang mempunyai beberapa macam mikroba dan disekitarnya dapat dikatakan bersih karena kepadatan bakteri pencemar sangat rendah.

Bakteri sulfur ditemukan pada sampel air hydrothermal, sedimen dan koral perairan Teluk Sabang, dan kepadatan tertinggi terdapat pada sedimen dan koralnya. Adanya kepadatan bakteri sulfur di sedimen sepanjang lokasi pengambilan sampel dari P. Rondo sampai Teluk Sabang menunjukkan bahwa terdapat sumber air panas di bawah permukaan laut, bakteri sulfur tersebar sampai perairan Samudera Hindia (st.30) dan Laut Banda Aceh (st.31).

Ucapan Terimakasih

Penelitian ini dilaksanakan melalui Ekspedisi Sabang EWIN Tahun 2015 dengan Koordinator Drs. Hasanudin, M.Si., dan menggunakan RV Baruna Jaya VIII.

Daftar Referensi

- American Public Health Association (APHA), 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (19th ed.), Washington, DC.
- Asnawi, H. 2006. Keanekaragaman Bakteri Thermofilik yang Terdapat dalam Sumber Mata Air Panas di Taman Wisata Padusan Pacet, Kabupaten Mojokerto, Jawa Timur. Biologi FMIPA, UM.
- Brock, T. D., Martinko, J. M. & Parker, J. 1994. Biology of Microorganisms. New jersey, Prentice Hall, 749-752.
- Brock, T. D. 1986. Thermophilic Microorganisms and Life at High Temperatures. Springer-Verlag, 316 pp.
- Camacho, A. 2009. Sulfur Bacteria. *Encyclopedia of Inland Waters*, Vol. Null, Issue Null: 261-278.
- Girard F, Batisson, I., Harel J., & Fairbrother, J.M. 2003. Use of Egg Yolk - Derived Immunoglobulins as an Alternative to Antibiotic Treatment for Control of Attaching and Effacing *Escherichia coli* Infection. 103rd General Meeting of American Society for Microbiology, Washington D.C. Virginie, USA. (Abstract).
- Hadioetomo, R.S. 1985. Mikrobiologi Dasar dalam Praktek. PT. Gramedia, Jakarta. pp: 74-76.
- Hajna, A.A. & Perry CA. 1943. Comparative Study of Presumptive and Confirmative Media for Bacteria of the Coliform Group and for Fecal Streptococci. *Am. J. Publ. Hlth.* 33:550-556.
- Kasten, S & Jorgensen, B.B. 2000. Sulfate Reduction in Marine Sediments. H.D. Schulz (eds). *Marine Geochemistry*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 263-281.
- KLH. 2006. Himpunan Peraturan Perundang-undangan di Bidang Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta, 1144 hal.
- Kunarso, D.H. 1989. Teknik Membran Filter untuk Mendeteksi Bakteri Pencemar. *Oseana* .4:133-143.
- Murray, P.R., Rosenthal K.S. & Pfaller, M.A.. 2009. Medical microbiology (6th Ed.). Philadelphia, PA: Mosby Elsevier. 307 pp.
- Madigan, M.T., Martinko, J.M., Stahl, D.A. & Clark, D.P. 2013. Biology of Microorganisms Thirteenth Edition. San Francisco: Pearson Education: 46, 129, 149
- Nascimento, W.C.A., & Martin, M.L.L. 2006. Studies on Stability of Protease from *Bacillus* sp and its Compatibility with Commercial Detergent. *Brazilia, Microbiol.* 37:307-311
- Nealson, K.H. 1997. Sediment Bacteria: Who's There, What Are They Doing and What's New. *Annu. Rev. Earth Planet Sci.* 25:403-434.
- Sadi, N. H., Maghfiroh, M. & Widiyanto, T. 2016. Potential Use of Purple Bacteria as Carotenoid Source in Ornamental Fish Feed. *ISTB Proceeding 2013*: 11-18

- Ruyitno, N. 2008. Kualitas Teluk Jakarta:Kajian bakteriologis (laporan penelitian), 10 hlm.
- Singleton, P. & Sainsbury, D.. 2006. Dictionary of Microbiology and Molecular Biology 3rd edition. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.: 356
- Sutiknowati, L.I. 2010. Kelimpahan Bakteri Fosfat di Padang Lamun Teluk Banten. Oseanologi dan Limnologi di Indonesia, vol. 36, No. 1: 21-35.
- Tika, I.N., Redhana, I.W. & Ristiati, N.P. 2007. Isolasi Enzim Lipase Termostabil dari Bakteri Termofilik Isolat Air Panas Banyuwedang Kecamatan Gerogak Buleleng Bali. *Akta Kimindo* 2(2): 109-112.
- WHO, 1982. Bacteriological examination. In: Examination of Water Pollution Control (M.J. Suess, ed.) 3:273-531.
- Zhu, C, Harel, J. Jacques, M. Desautels, C., Donnenberg, M. S. Beaudry, M. & Fairbrother, J. M. 1994. Virulence properties and attaching-effacing activity of *Escherichia coli* O45 associated from swine post weaning diarrhea. *Infection and Immunity* 62: 4153-4159.