

**BEBERAPA CATATAN TENTANG BAKTERI SALMONELLA**

oleh

**Djoko Hadi Kunarso<sup>1)</sup>****ABSTRACT**

NOTES ON THE *SALMONELLA* BACTERIA. *The Salmonella bacteria belong to the family of Enterobacteriaceae. Generally, they have pathogenic characteristic that cause disease called salmonellosis. The mode of Salmonella infection is not only through water but also by eating the infected seafood organisms such as fish, shrimp and shellfish. One of the Salmonella species which is hazardous for human health as well as marine organisms in Salmonella typhi The presence of Salmonella in marine environment is brought by river and estuarine flows which is contaminated by domestic waste. The occurrence of Salmonella in the coastal environment, therefore indicates the decrease in its quality and reflecting bad sanitation of urban area. The examination of Salmonella is carried out by isolating and by conducting several bacteriological tests which include various culture methods as well as biochemical and serological test.*

**PENDAHULUAN**

Bakteri *Salmonella* adalah bakteri yang tergolong dalam suku Enterobacteriaceae. Pada umumnya bakteri *Salmonella* ini bersifat patogen karena dapat menyebabkan penyakit pada manusia, hewan piaraan atau ternak dan hewan air seperti ikan, udang dan kerang-kerangan. Menurut PELCZAT & REID (1958) berdasarkan patogenitasnya suku Enterobacteriaceae ada yang bersifat patogen dan apatogen. Bakteri yang bersifat patogen ialah *Salmonella* dan *Shigella*, sedangkan yang apatogen ialah bakteri *Klebsiella* dan *Proteus*. Walaupun bakteri yang apatogen tidak menimbulkan penyakit, tetapi kadang-kadang dapat bersifat patogen apabila terjadi luka dalam jaringan tubuh manusia atau hewan sebagai hospesnya, sehingga bakteri akan menyebar ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah. Menurut BONANG & KOESWARDONO (1982) bakteri apatogen umumnya bersifat simbiosis yaitu hidup saling menguntungkan di dalam

tubuh manusia atau hewan. Bakteri apatogen ini di dalam saluran pencernaan makanan dapat berfungsi melakukan proses metabolisme yaitu dalam pembentukan vitamin K, perombakan pigmen empedu dan asam empedu, absorpsi zat-zat makanan dan berperan sebagai antagonis terhadap bakteri patogen.

Penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Salmonella* disebut salmonellosis, yaitu infeksi bakteri yang timbul dikarenakan terelangnya sel-sel *Salmonella* yang masih hidup (FARDIAZ *et al.* 1981). Menurut JAWETZ *et al.* (dalam BONANG 1982) penyakit yang ditimbulkan oleh bakteri *Salmonella* ini dapat dibagi 3 macam yaitu :

1. Demam enterik yaitu demam yang disebabkan oleh bakteri *Salmonella typhi* disebut demam typhoid, sedangkan yang disebabkan oleh bakteri *Salmonella paratyphi* dan *Salmonella enteridis* disebut demam paratyphoid.
2. Septikemia yaitu demam yang disebabkan

---

1). Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Laut, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi-LIPI, Jakarta.

kan oleh bakteri *Salmonella choleraesuis*.

3. Gastroenteritis yaitu penyakit saluran pencernaan makanan yang disebabkan keracunan makanan yang mengandung bakteri *Salmonella typhimurium*.

Penularan penyakit salmonellosis ini dengan cara melalui makanan atau minuman yang terkontaminasi bakteri *Salmonella*, dari manusia atau hewan yang terkena salmonellosis serta dari pembawa (carrier) penyakit tersebut sebagai vektornya. Hasil pengamatan yang dilakukan oleh FARDIAZ *et al.* (1981) menunjukkan bahwa gejala-gejala penyakit salmonellosis sangat dipengaruhi oleh jenis bakteri *Salmonella*, strain mikrobial dan jumlah sel-sel bakteri yang tertelan. Wabah penyakit ini juga ditandai oleh beberapa penyakit lain seperti leukopenia, malaise, bronchitis dan pneumonia.

Adanya bakteri *Salmonella* di perairan tawar atau laut dapat berasal dari limbah domestik dan industri yang bersifat organik, serta dari tempat-tempat pemandian (rekreasi) seperti sumber mata air, danau dan pantai. Bakteri *Salmonella* di laut umumnya ditemukan di perairan estuaria atau pantai, tetapi di perairan laut yang jauh dari pantai kadang-kadang bakteri ini dapat juga ditemukan. Faktor ini disebabkan oleh arus, nutrisi, populasi dan ketahanan hidup bakteri (RHEINHEIMER 1980). Keberadaan bakteri *Salmonella* dalam suatu perairan laut merupakan indikator ada tidaknya bakteri pencemar fecal (fecal pollution), yaitu bakteri *Escherichia coli* karena bakteri ini sangat erat hubungannya dengan bakteri *Salmonella*. Hasil penelitian yang dilakukan oleh GRUNNET (1975) dan CABELLI (1978) menunjukkan ada korelasi positif antara densitas bakteri *Escherichia coli* dengan bakteri *Salmonella* yang diisolasi, semakin tinggi kandungan bakteri *Escherichia coli* maka semakin positif peluang bakteri *Salmonella* yang dapat diisolasi. Oleh karena itu di dalam tulisan ini dimaksudkan untuk

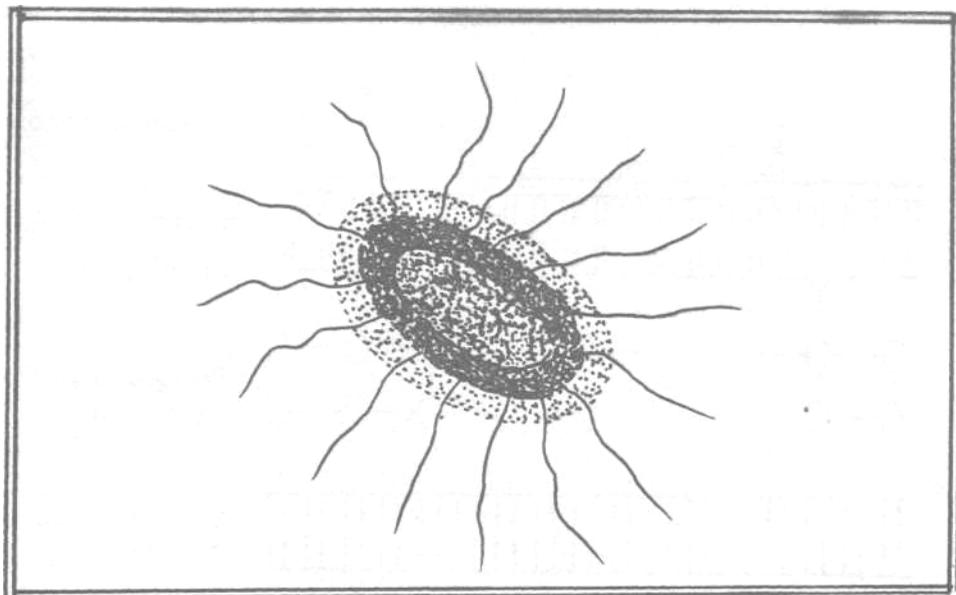
memberi informasi tentang bakteri *Salmonella* secara umum yang dapat di isolasi dari perairan laut.

### MORFOLOGI, STRUCTURAL SEL DAN SISTEMATIKA BAKTERI SALMONELLA

Morfologi bakteri *Salmonella* mempunyai ciri-ciri umum sebagai berikut (Gambar 1): berbentuk batang atau silindris, ukurannya tergantung dari jenis bakteri (umumnya mempunyai panjang  $\pm 2 \mu\text{m} - 3 \mu\text{m}$  dan bergaris tengah  $\pm 0,3 \mu\text{m} - 0,6 \mu\text{m}$ ), tidak berspora, motil, bersifat aerob, mempunyai flagella peritrich di seluruh permukaan selnya (kecuali pada jenis bakteri *Salmonella gallinarum* dan *Salmonella pullorum*), bersifat gram negatif berkembang biak dengan cara membelah diri. Pada temperatur kamar bakteri *Salmonella* ini dapat berkembang dengan cepat.

Struktur sel bakteri *Salmonella* terdiri atas bagian inti (nucleus), sitoplasma dan dinding sel. Dinding sel bakteri ini bersifat gram negatif, sehingga mempunyai struktur kimia yang berbeda dengan bakteri gram positif. JAWETZ *et al.* (dalam BONANG 1982) mengemukakan bahwa struktur dinding sel bakteri gram negatif mengandung 3 polimer senyawa mukokompleks yang terletak di luar lapisan peptidoglikan (murein). Ketiga polimer ini terdiri dari:

1. **Lipoprotein** adalah senyawa protein yang mempunyai fungsi menghubungkan antara selaput luar dengan lapisan peptidoglikan (murein).
2. **Selaput luar** adalah merupakan selaput ganda yang mengandung senyawa fosfolipid dan sebagian besar dari senyawa fosfolipid ini terikat oleh molekul-molekul lipopolisakarida pada lapisan atasnya.
3. **Lipopolisakarida** adalah senyawa yang mengandung lipid yang kompleks. Molekul-molekul lipopolisakarida ini berfungsi sebagai penyusun dinding sel bakteri gram negatif yang dapat menge-



Gambar 1. Morfologi bakteri *Salmonella* (JAWETZ *et al.* dalam BONANG 1982).

luarkan sejenis racun (toxin) yang disebut endotoksin. Endotoksin ini dikeluarkan apabila terjadi luka pada permukaan sel bakteri gram negatif tersebut (Gambar 2).

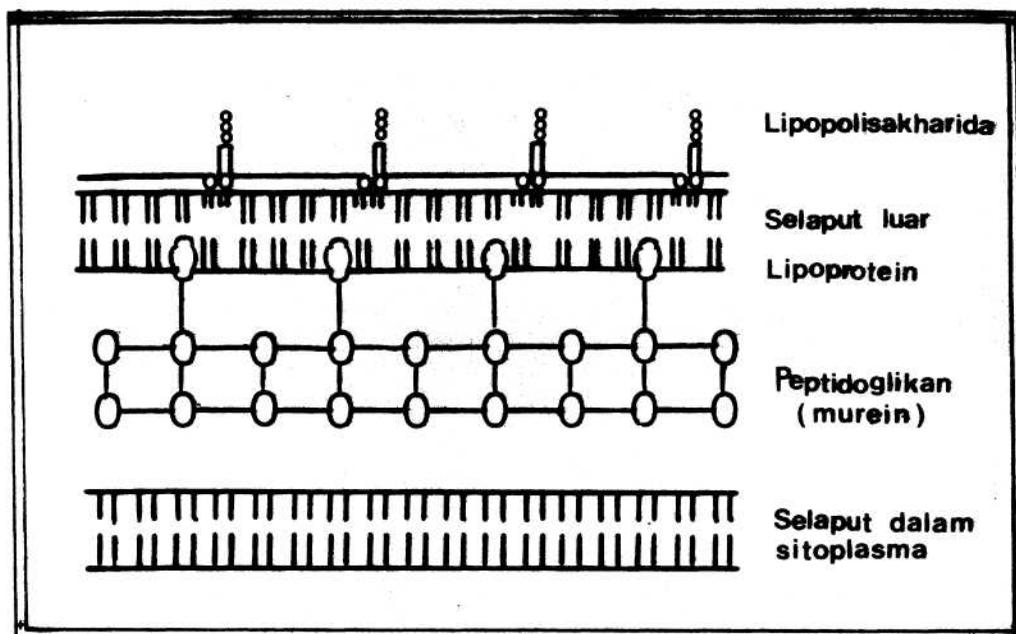
Berdasarkan klasifikasi sistematikanya pada umumnya bakteri digolongkan ke dalam divisio Protophyta, karena merupakan organisme yang sangat sederhana bila dibandingkan dengan makhluk hidup lainnya seperti manusia, hewan dan tumbuhan yang tingkat perkembangannya lebih maju. Menurut STEWART (1962) divisio Protophyta ini terbagi menjadi 3 kelas yaitu kelas Schizomyceae, kelas Schimycetes dan kelas Microtatiotes. Pembagian kelas ini berdasarkan ada tidaknya chlorophyl sebagai pigmen untuk proses fotosintesisnya. Oleh karena itu STEWART (1962) memasukkan bakteri *Salmonella* ke dalam kelas Schizomycetes, karena merupakan mikroorganisme uniseluler dan tidak mempunyai chlorophyl sebagai pigmen untuk proses fotosintesisnya. Klasifikasi bakteri yang sampai sekarang dipakai ialah menurut petunjuk dari "Bergey's Manual of Determinative Bacteriology"

(lazimnya disingkat "Bergey's Manual"). Sedangkan tatanamannya didasarkan atas "International Code Of Nomenclature of Bacteria and Viruses" yang ditetapkan oleh International Committee on Bacteriological Nomenclature pada tahun 1947. Seperti yang dikemukakan oleh PELCZAR & REID (1958) dan STEWART (1962) membagi lagi kelas Schizomycetes menjadi 10 ordo, berdasarkan tanda-tanda karakteristik dari masing-masing ordo yaitu tipe pergerakannya (flagella). Susunan klasifikasi bakteri *Salmonella* secara sistematis menurut Bergey's Manual (dalam PELCZAR & REID 1958) sebagai berikut :

Divisio	Protophyta
Class	Schizomycetes
Ordo	Eubacteriales
Family	Enterobacteriaceae
Tribus	Salmonelleae
Genus	<i>Salmonella</i>

#### HABITAT DAN PENYEBARAN

Berdasarkan habitatnya sebagian besar bakteri *Salmonella* hidup sebagai parasit



Gambar 2. Struktur dinding sel bakteri gram negatif (JAWETZ *et al.* dalam BONANG1982).

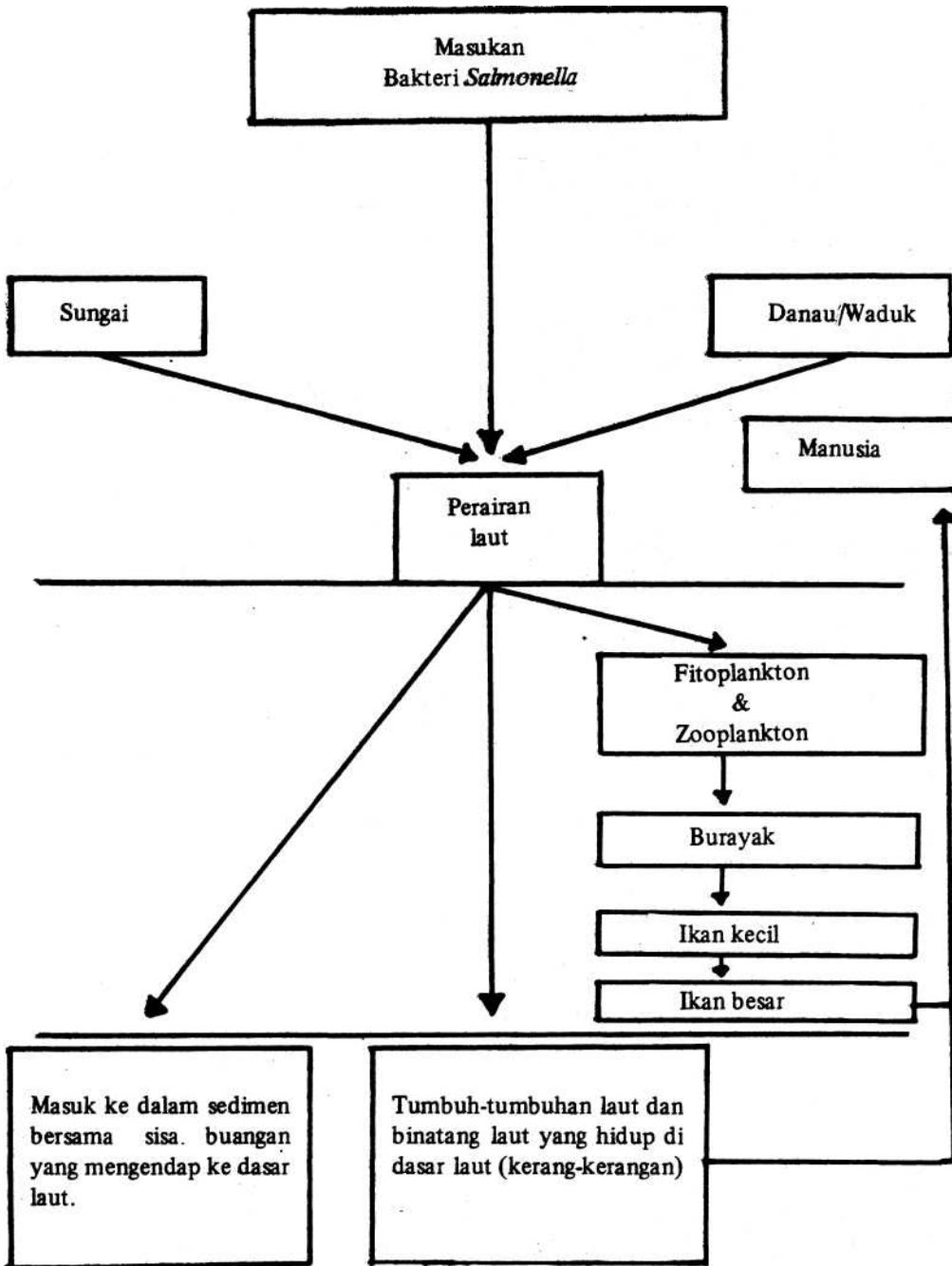
di dalam saluran pencernaan manusia, hewan ternak dan ikan, tetapi pada ikan selain dalam saluran pencernaan juga terdapat pada insang dan permukaan kulitnya. Di dalam kehidupan bakteri *Salmonella* sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan nutrisi (RHEINHEIMER 1980). Pada daerah tropik seperti Indonesia, bakteri ini dapat berkembang dengan cepat akan tetapi ada juga jenis bakteri *Salmonella* yang dapat hidup di perairan pada temperatur rendah yaitu *Salmonella typhimurium* (GALLAGHER & SPINO dalam GRUNNET 1975). Selain itu habitat bakteri *Salmonella* di perairan pantai dan estuaria umumnya dapat diisolasi dari pada perairan laut terbuka. Hal ini disebabkan karena perairan pantai dan estuaria banyak mengandung material-material organik yang berasal dari limbah domestik atau industri sebagai sumber nutrisinya. Walaupun demikian hasil pengamatan yang dilakukan oleh STEINIGER (dalam GRUNNET 1975) menunjukkan bahwa bakteri *Salmonella paratyphi B*, masih

dapat hidup di perairan laut yang mengandung kadar protein rendah yaitu 60 mg/l - 70 mg/l.

Pada umumnya bakteri *Salmonella* penyebarannya ke dalam ekosistem laut mendiami daerah estuaria dan pantai, tetapi kehadiran bakteri tersebut di perairan laut sangat di pengaruhi oleh faktor fisik seperti arus, gelombang dan turbulensi. Selain faktor fisik juga nutrisi dan kondisi lingkungan yang sesuai sangat mendukung kehidupannya untuk berkembang biak. Bakteri *Salmonella* ini merupakan bakteri asal darat atau air tawar yang penyebarannya ke perairan laut melalui berbagai cara antara lain (Gambar 3) :

### 1. Aliran sungai

Bakteri *Salmonella* yang terdapat dalam limbah domestik yang bersifat organik seperti sampah, tinja manusia atau hewan dan bangkai akan terbawa oleh aliran sungai yang akhirnya masuk ke dalam lingkungan laut. Dalam perairan laut bakteri *Salmonella*



Gambar 3. Skema penyebaran bakteri *Salmonella* di laut.

akan disebarkan oleh arus atau gelombang dan turbulensi. Beberapa jenis bakteri *Salmonella* yang berasal dari sungai dan dapat diisolasi dari perairan laut ialah *Salmonella javiana*, *Salmonella paratyphi* B, *Salmonella typhimurium*, *Salmonella oranienburg* dan *Salmonella arizona* (MURAD & MURAD 1981).

## 2. Mikroflora perairan laut

Dalam perairan laut yang bersifat alami terdapat beberapa jenis bakteri *Salmonella* yang merupakan mikroflora perairan tersebut, di antaranya yang dapat menimbulkan penyakit ialah bakteri *Salmonella typhi* (WORLD HEALTH ORGANIZATION 1977). Selain itu juga adanya masukan bakteri *Salmonella* yang berasal dari aliran sungai ke lingkungan perairan laut, dapat menyebabkan bertambahnya jenis-jenis bakteri *Salmonella* dalam mikroflora laut. Oleh karena faktor adaptasi yang kuat terhadap kadar garam dan nutrisi yang baik, sehingga bakteri *Salmonella* ini dapat hidup untuk sementara waktu.

## 3. Biota laut

Kehadiran mikroorganisme yang bersifat parasit atau patogen di perairan laut seperti virus, bakteri, jamur dan protozoa sangat tergantung pada kualitas air yang didiaminya. Oleh karena itu kualitas perairan sangat berpengaruh terhadap kehadiran mikroorganisme patogen yang dapat mengkontaminasi biota laut. Biota laut yang terkontaminasi mikroorganisme patogen dapat sebagai vektor penyebab penyakit terhadap biota laut dan juga manusia. Salah satu yang disebabkan oleh bakteri ialah bakteri *Salmonella*. Kontaminasi bakteri ini diakibatkan kontak langsung antara biota yang tercemar dengan biota lainnya yang tidak tercemar. Pengaruh saling mencemari secara bakterial antara biota dan biota serta biota dan lingkungannya disebut kontaminasi silang mikrobial atau disebut "microbial cross-contamination" (ILYAS 1983).

## KEHADIRAN BAKTERI SALMONELLA DI LAUT

Di lingkungan laut bakteri uniseluler sangat banyak jenisnya, ada yang patogen dan ada pula yang tidak. Beberapa jenis yang patogen pada biota laut dan juga pada manusia yaitu bakteri *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio*, *Achromobacter* dan *Gostridium*. Salah satu di antaranya ialah bakteri *Salmonella*. Menurut MCOY (dalam SYKES & SKINNER 1971) bahwa kehadiran bakteri *Salmonella* di lingkungan laut terutama di daerah estuaria atau pantai terbawa oleh arus sungai bersama-sama benda-benda partikel dan benda-benda yang tersuspensi. Oleh karena itu perairan estuaria dan pantai lebih mudah mengisolasi bakteri *Salmonella* bila dibandingkan perairan laut terbuka (oseanik). Hal ini karena faktor nutrisi yang terkonsentrasi di daerah estuaria sehingga dapat menstimulasi perkembangan bakteri *Salmonella*. Tetapi THOMSEN 1964 (dalam GRUNNET 1975) melaporkan hasil penelitiannya di perairan Esbjerg — Denmark, bahwa ada 2 strain bakteri *Echerichia* dan 4 bakteri *Salmonella* yaitu *Salmonella paratyphi* B, *Salmonella typhimurium*, *Salmonella baidon* dan *Salmonella senftenberg* yang tahan terhadap salinitas yang tinggi. Kehadiran bakteri *Salmonella* di perairan Indonesia, juga dilaporkan oleh THAYIB (1982) dari perairan Selat Bangka tahun 1977. Menurut RHEINHEIMER (1980) bahwa kehadiran bakteri *Salmonella* di lingkungan perairan laut sangat dipengaruhi oleh arus, populasi, ketahanan hidup dan nutrisi.

Untuk kelangsungan hidup dan perkembangan bakteri *Salmonella* di lingkungan laut sangat tergantung oleh faktor lingkungan seperti pH, temperatur, nutrisi dan kadar garam. Telah diketahui bahwa mikroorganisme yang hidup di lingkungan perairan berkadar garam disebut mikroorganisme halofilik. Oleh karena itu untuk membedakan antara mikroorganisme air tawar dan

laut faktor konsentrasi kadar garam sangat berpengaruh. Seperti yang dilakukan oleh BUTTIAUX & LEURS 1953 (dalam GRUNNET 1975) pada penelitiannya yaitu pengaruh toleransi terhadap kadar garam dengan pertumbuhan bakteri *Salmonella* yang diisolasi, bahwa bakteri *Salmonella enteridis* dan *Salmonella paratyphi* B kurva pertumbuhan di air tawar akan menurun selama 48 jam, sebaliknya di air laut bakteri-bakteri tersebut pertumbuhannya tetap stabil sedangkan bakteri *Salmonella typhi* pada awalnya kurva pertumbuhan di air laut menurun selama 11 jam tetapi setelah itu pertumbuhannya akan menaik lagi.

Selanjutnya faktor derajat keasaman atau pH, menurut JAWETZ *et al.* (dalam BONANG 1982) menjelaskan sebagian besar bakteri mempunyai toleransi untuk pertumbuhan dan kematian yang berbeda. Penentuan pH optimal untuk setiap jenis bakteri harus ditentukan secara empirik, seperti pada umumnya bakteri tumbuh baik di antara pH 6 — 8 meskipun demikian ada pula bakteri yang tumbuh pada pH 2 yaitu bakteri *Thiobacillus thiooxidans* dan pH 8,5 yaitu *Alcaligenes faecalis*. Sedangkan bakteri *Salmonella* pada umumnya hidup berasosiasi sebagai parasit pada biota laut terutama ikan. Menurut ILYAS (1983) bahwa pada ikan hidup menunjukkan angka pH 7 tetapi setelah mati angka pH tersebut menurun mencapai minimum antara pH 5,8 — 6,2. Keadaan yang demikian ini pada ikan akan terjadi kekejangan (rigor mortis) sehingga penurunan pH pada fase ini dapat menyebabkan bakteri berkembang biak. Distribusi bakteri *Salmonella* pada ikan yang telah mati terpusat di tiga tempat yaitu permukaan kulit, insang dan isi perut. Sehingga setelah proses kematian ikan infeksi bakteri *Salmonella* dapat menyebabkan perubahan morfologi atau pembusukan yang meliputi perubahan dalam rasa, bau, warna dan terjadi pembentukan lendir. Selanjutnya JAWETZ *et al.* (dalam BONANG 1982) menjelaskan bahwa pembusukan pada ikan selain oleh bakteri *Salmonella*, bakteri laut yang lain juga berpengaruh ialah *Achromo-*

*bacter*, *Pseudomonas* dan *Gostridium*.

Salah satu faktor yang terpenting untuk kehidupan bakteri pada umumnya ialah temperatur. Bakteri *Salmonella* termasuk bakteri mesophilic yaitu bakteri yang dapat hidup pada temperatur antara 30°C sampai 37°C. Menurut JAWETZ *et al.* (dalam BONANG 1982) menerangkan bahwa sebagian besar bakteri yang bersifat mesophilic, temperatur optimumnya adalah 30°C. Oleh karena itu bakteri tersebut dapat hidup bebas dan bersembiose dengan hewan yang berdarah panas. Pada umumnya hewan dan manusia merupakan makhluk berdarah panas, sehingga faktor tercemar oleh bakteri *Salmonella* dari makanan dan minum yang terkontaminasi akan sangat berpengaruh terhadap hospesnya. Pada ikan yang telah mati temperatur sangat berpengaruh, oleh karena itu untuk menghambat bakteri laut yang patogen harus dilakukan pencegahan dengan penurunan temperatur. Menurut ILYAS (1983) bahwa pada temperatur 0°C sampai 1°C, laju pertumbuhan bakterial yang dapat menyebabkan pembusukan dapat dihindari, karena proses kegiatan kimiawi dan enzimatis pada ikan dapat dihambat.

#### **BEBERAPA JENIS BAKTERI SALMONELLA YANG FATOGEN**

Sebagian besar bakteri *Salmonella* umumnya hidup sebagai parasit dan dapat menimbulkan penyakit pada manusia dan biota laut. Penularan bakteri *Salmonella* pada manusia dapat melalui air atau makanan (food and water borne infection), yaitu dengan jalan tertelannya sel-sel *Salmonella* yang masuk ke dalam saluran pencernaan makanan. Jenis-jenis bakteri *Salmonella* yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia adalah *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi*, *Salmonella choleraesuis* dan *Salmonella typhimurium*. Bakteri *Salmonella typhi* dapat menyebabkan penyakit typhus, sedangkan *Salmonella paratyphi* menyebabkan penyakit paratyphus. Kedua jenis *Salmonella* ini menyerang usus halus manusia. Bakteri *Salmonella choleraesuis* dapat

menyebabkan penyakit septikemia, dan bagian tubuh manusia yang diserang adalah darah. Kemudian bakteri *Salmonella typhimurium* dapat menyebabkan penyakit gastroenteritis, yaitu penyakit saluran pencernaan makanan dikarenakan keracunan makanan yang mengandung bakteri *Salmonella* (JAWEIZ *et al.* dalam BONANG 1982).

Selanjutnya menurut AZWAR (1981) dan JAWETZ *et al.* (dalam BONANG 1982) mengemukakan bahwa pemanfaatan biota hasil laut yang telah terkontaminasi oleh bakteri *Salmonella*, sebagai bahan makanan dapat menyebabkan penyakit demam typhoid, disentri dan hepatitis pada manusia. Beberapa jenis bakteri *Salmonella* yang sering terdapat pada ikan ialah *Salmonella typhi*, *Salmonella typhimurium* dan *Salmonella enteridis*. Jenis-jenis bakteri *Salmonella* ini biasanya hidup dalam mikroflora saluran pencernaan makanan, kulit, insang dan daging ikan. Sedangkan pada udang dan kerang-kerangan bakteri *Salmonella* umumnya terkonsentrasi dalam tubuhnya dan permukaan kulitnya. Hasil penelitian yang dilakukan oleh THAYIB & SUHADI (1975) dan THAYIB *et al.* 1977 (dalam THAYIB 1982) menunjukkan bahwa dari sejumlah 500 kerang *Anadara sp.* yang

biasal dari Teluk Jakarta ternyata 52,3% telah terkontaminasi oleh bakteri *Salmonella*; 6,3% oleh bakteri *Shigella*; 8,3% oleh bakteri *Escherichia coli* dan 3% oleh bakteri *Staphylococcus*. Sedangkan dari 250 tiram *Crassostrea sp.* sebanyak 46% telah terkontaminasi oleh bakteri *Salmonella*; 1,2% oleh *Shigella*; 16% oleh bakteri *Escherichia coli* dan 3% oleh *Staphylococcus*. Untuk contoh ikan seperti *Mugil sp.*, *Euthymus sp.* dan *Chanos chanos* persentase terkontaminasi oleh bakteri *Salmonella* sangat kecil (Tabel 1). Berdasarkan RPP BAKU MUTU LINGKUNGAN LAUT 1984 bahwa kehadiran bakteri patogen *Salmonella* di perairan tidak boleh ada (nihil) bagi peruntukan budidaya biota laut dan kehidupan biota laut. Hal ini jika perairan tersebut terkontaminasi oleh bakteri *Salmonella* akan menyebabkan menurunnya kualitas perairannya.

#### BAKTERI SALMONELLA SEBAGAI SALAH SATU INDIKATOR BAKTERI PENCEMAR DI PERAIRAN

Perairan laut merupakan badan air terakhir yang akan menampung air limbah yang berasal dari kegiatan industri, pertanian dan domestik. Keberadaan bakteri *Salmo-*

Tabel 1. Persentase hasil laut dari Teluk Jakarta yang telah terkontaminasi oleh bakteri *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia coli* dan *Staphylococcus* (THAYIB & SUHADI 1975 dan THAYIB *et al.* dalam THAYIB 1982).

Contoh	n	<i>Salmonella</i>	<i>Shigella</i>	<i>E. coli</i>	<i>Staphylococcus</i>
<i>Anadara sp</i> (Kerang)	300	52,3%	6,3%	8,3%	3%
<i>Crassostrea sp</i> (Tiram)	250	46%	1,2%	16%	37,1%
<i>Mugil sp</i> (Belanak)	12	0	7,5%	0	0
<i>Euthymus sp</i> (Tongkol)	12	0	0	0	0
<i>Chanos chanos</i> (Bandeng)	40	7%	2,5%	2,5%	0

*nella* di lingkungan laut umumnya berasal dari limbah domestik yang bersifat organik seperti sampah, tinja manusia atau hewan dan bangkai. Sedangkan dari limbah industri berasal dari pengolahan bahan makanan kaleng seperti ikan, udang, kerang-kerangan dan daging. Adanya bakteri *Salmonella* yang masuk ke dalam lingkungan laut akan mempengaruhi terhadap kualitas perairannya. Hal ini mengingat bahwa perairan laut mempunyai peranan penting bagi beberapa peruntukan yaitu tempat hidup biota laut, sebagai daerah budidaya biota laut dan rekreasi (mandi/renang). Untuk menjaga kelestarian hidup biota laut, maka perlu dilakukan penelitian adanya bakteri *Salmonella* yang terkandung dalam air laut. Ada beberapa jenis bakteri *Salmonella* yang dapat dipakai sebagai indikator bakteri kualitas perairan. Menurut rekomendasi dari WORLD HEALTH ORGANIZATION (1977) salah satu jenis bakteri *Salmonella* sebagai indikator kualitas perairan ialah bakteri *Salmonella typhi*. Bakteri *Salmonella typhi* diperairan merupakan bakteri patogen, karena dapat menimbulkan penyakit pada manusia setelah memakan makanan hasil laut (ikan, udang dan kerang-kerangan) yang telah terkontaminasi oleh bakteri tersebut. Selai itu akibat dari kontak langsung bagi orang yang telah melakukan mandi/renang (rekreasi) di perairan. Di Indonesia juga telah ada peraturan yang menetapkan persyaratan keamanan berbagai peruntukan rekreasi (mandi dan renang), habitat bagi biota laut dan budidaya biota laut ialah hams bebas dari bakteri patogen *Salmonella* (RPP BAKU MUTU LINGKUNGAN LAUT 1984).

#### **PROSEDUR ISOLASI DAN PEMERIKSAAN BAKTERI SALMONELLA**

Prosedur untuk mendapatkan strain bakteri *Salmonella* yang murni pada dasarnya harus dilakukan dengan cara mengisolasi. Mengisolasi bakteri berarti memisahkan bakteri dari suatu media, dan menum-

buhkannya sebagai biakan murni dalam media buatan yang selektif. Isolasi ini harus dilakukan karena bakteri *Salmonella* yang hidup di alam sering kali bercampur dengan populasi bakteri lain. Prosedur isolasi bakteri *Salmonella* dan pemeriksaan penegasan didasarkan pada gabungan metode dari AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1976); WORLD HEALTH ORGANIZATION (1977) dan BONANG & KOESWARDONO (1982) yang pentahapannya adalah sebagai berikut (Gambar 4):

1. Penanaman contoh pada media pengaya.
2. Pemeriksaan biokemik.
3. Pemeriksaan mikroskopik.
4. Pemeriksaan serologik.

#### **1. Penanaman contoh pada media pengaya**

Penanaman ini dimaksudkan untuk membiakan bakteri *Salmonella* pada media selektif, tetapi dapat menghambat bakteri lain selain bakteri *Salmonella*. Media yang dipakai ialah "Tetrathionate Broth", "Hajna GN Broth" atau "Selenith Broth". Pada umumnya media yang sering digunakan adalah media selenith broth. Hal ini disebabkan media selenith broth mempunyai sifat khusus yaitu dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif, *Proteus* dan *Coliform*, sedangkan untuk pertumbuhan bakteri *Salmonella* dan *Shigelia* dapat menjadi subur. Reaksi positif ditunjukkan oleh perubahan warna dari kuning menjadi merah bata setelah diinkubasikan pada temperatur 37°C selama 24 jam. Untuk menegaskan hasil biakan dari media selenith broth, kemudian ditanam pada media agar Xilosalisin Desoxikholat (XLD) selanjutnya diinkubasikan lagi selama 24 jam pada temperatur 37°C sehingga diperoleh koloni bakteri murni.

#### **2. Pemeriksaan biokemik**

Beberapa koloni bakteri yang telah dimurnikan dari hasil isolasi pada media agar XLD, selanjutnya dilakukan pemeriksaan sifat-sifat biokemiknya berdasarkan metode yang dilaloikan oleh AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1976) dan BO-

NANG & KOESWARDONO (1982) meliputi : Test Motility, Indol, TSI agar, Metil Red, Voges proskauer, Simon Citrat Agar, Urease, LDB, Arginin dan Ornitin dekarboxilase (Tabel 2). Di samping itu dilakukan pula serangkaian uji gula-gula yang meliputi: Adonitol, Dulsitoli, Glukosa, Inositol, Laktosa, Mannitol, Salisin dan Sukrosa. Uji gula-gula ini didasarkan pada kemampuan bakteri untuk mengfermentasi senyawa gula.

### 3. Pemeriksaan mikroskopik

Dari masing-masing contoh yang ditanam pada media kultur biakan bakteri murni, diambil beberapa koloni yang kemudian dibuat preparat pewarnaan gram. Pemeriksaan pewarnaan gram ini diamati secara mikroskopik dengan metode pewarnaan menurut GURR (dalam BONANG & KOESWARDONO 1982) dan WORLD HEALTH ORGANIZATION (1977). Reaksi pewarnaan ini dimaksudkan pada kemampuan bak-

teri *Salmonella* mengikat zat warna secara kimiawi dengan bagian protoplasmanya.

### 4. Pemeriksaan serologik

Pemeriksaan secara serologik yaitu dengan mengambil biakan murni yang mengandung bakteri *Salmonella*, kemudian diberi larutan yang mengandung antibodi-antibodi yang spesifik. Serum yang mengandung antibodi ini disebut anti serum. Jika larutan antigen bertemu dengan anti serumnya maka akan terjadi reaksi positif yaitu adanya aglutinasi. Antigen untuk mengidentifikasi bakteri *Salmonella* digunakan metode KAUFMANN & WHITE (dalam BONANG & KOESWARDONO 1982) yaitu berdasarkan atas kemampuan bakteri mengabsorpsi antigen H (antigen flagella) dan antigen O (antigen sel bakteri). Reaksi positif adanya bakteri *Salmonella* terjadi aglutinasi, karena adanya reaksi antara antigen tersebut dengan anti serum bakteri *Salmonella*.

Tabel 2. Uji-uji biokemik untuk menentukan jenis-jenis bakteri Enterobacteriaceae (BONANG & KOESWARDONO 1982).

No.	Uji/Reagen	<i>Salmonella</i>	<i>Shigella</i>	<i>Escherichia</i>	<i>Klebsiella</i>	<i>Proteus</i>
Uji biokemik						
1.	T.S.I. Agar	+	-	-	-	+
2.	Indol	-	-/+	-/+	-	-/+
3.	Metil Red	+	+	-	+	-/+
4.	Voges proskauer	-	-	-	+	-/+
5.	Simon Citrat Agar	+	-	-	+	-/+
6.	Urease	-	-	-	+	+
7.	Lysine Decarboxylase (LDB)	+	-	-	+	
8.	Arginin	+	-	-	-	-
9.	Motility	+	-	-/+	-	+
10.	Ornitin dekarboxilase	+	-	-	-	-/+
Uji gula-gula						
1.	Adonitol	-	-	-	-/+	-/+
2.	Dulsitol	+		-/+	-/+	-
3.	Glukosa	+ / gas	+	+ / gas	+ / gas	+ / gas
4.	Inositol	-/+	-	-	+ / gas	-/+
5.	Laktosa	-	-/+	+	+	-
6.	Manitol	+	-/+	+		-/+
7.	Salisin	-	-	-/+	+	-/+
8.	Sukrosa	-	-	+	+	-/+

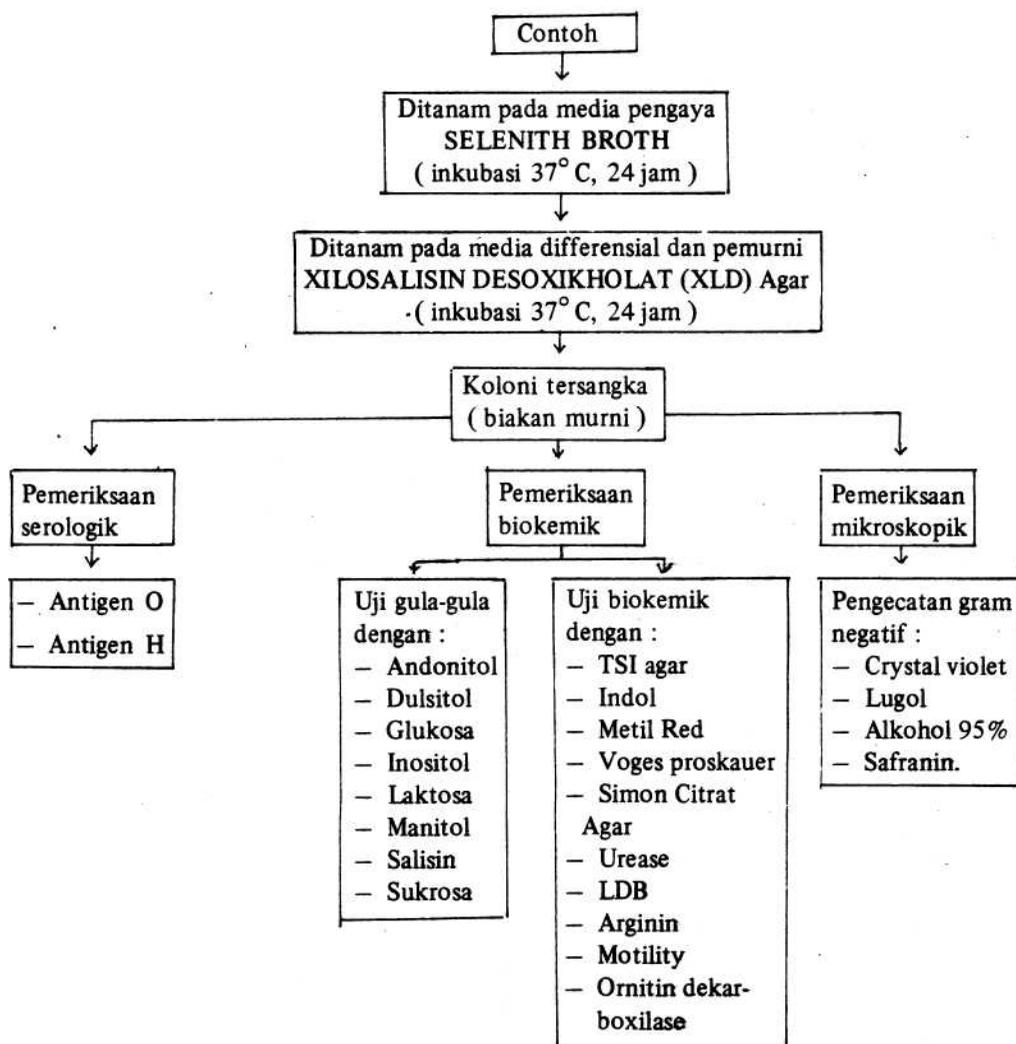
Keterangan : (+) = Reaksi positif (-) = Reaksi negatif  
 (-/+) = Reaksi berubah-ubah (+/gas) = Reaksi positif dan timbul gas

## PENCEGAHAN DAN PENGAWETAN

Tindakan sanitasi harus dilakukan untuk mencegah kontaminasi air dan makanan oleh bakteri *Salmonella*, karena pada umumnya air dan makanan merupakan substrat yang mengandung protein, karbohidrat dan lemak untuk pertumbuhan dan perkembangan bakteri *Salmonella*. Untuk menjaga agar makanan tidak terkontaminasi oleh bakteri *Salmonella*, maka bahan makanan seperti ikan, udang dan kerang-kerangan haruslah dilakukan tindakan pencegahan dan pengawetan.

Menurut AZWAR (1981) dan SURIAWIRIA (1983) bahwa untuk menanggulangi terjadinya penyakit yang ditimbulkan oleh bakteri *Salmonella* ada beberapa macam cara yaitu:

1. Pemberian zat-zat kimia dengan cara merendamkan bahan makanan seperti ikan, udang dan kerang-kerangan dalam larutan yang mengandung Chlor, misalnya larutan Natrium hipoklorit.
2. Cara radiasi yaitu dengan penyinaran sinar Ultra Violet atau sinar Gamma, kedua sinar ini dipakai untuk mematikan bakteri sehingga dapat memper-



Gambar 4. Prosedur isolasi dan pemeriksaan bakteri *Salmonella* (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION 1976; WORLD HEALTH ORGANIZATION 1977; BONANG & KOESWARDONO 1982).

panjang daya simpan bahan makanan tanpa merusak nilai gizi dan rasanya.

3. Dengan cara membekukan bahan makan terutama daging dan ikan pada temperatur rendah, yaitu dilakukan proses pendinginan di bawah titik beku sehingga akan terjadi perubahan intraselluler pada sel bakteri tersebut.
4. Mengasinkan bahan makanan terutama ikan, yaitu dengan member ikan garam dimaksudkan untuk memperkecil kemungkinan hidup bakteri pada konsentrasi garam yang tinggi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION and WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION 1975. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 14th ed. APHA-AWWA-WPCF, Washington D.C.: 1193 pp.
- AZWAR, A. 1981. *Pengantar ilmu kesehatan lingkungan*. Mutiara, Jakarta, 180 hal.
- BONANG, G. 1982. *Mikrobiologi untuk profesi kedokteran* 14 eds. EGC, Jakarta, 846 hal.
- BONANG, G. dan E.S. KOESWARDONO 1982. *Mikrobiologi kedokteran untuk laboratorium dan klinik*. Gramedia, Jakarta, 199 hal.
- CABELU, V. 1978. New standards for enteric bacteria. In: *Water Pollution Microbiology* (MITCHELL ed.). John Wiley & Son, New York: 450 pp.
- FARDIAZ, S., S. BETTY dan L. JENIE 1981. Masalah keamanan pangan dalam hubungannya dengan mikrobiologi veterineri. *Kumpulan makalah Kongres Nasional Mikrobiologi ke III* Jakarta, 26 - 28 Nopember 1981 : 307 - 310.
- GRUNNET, K. 1975. *Salmonella in sewage and receiving waters*, Fadl's Forlag Copenhagen : 107 pp.
- ILYAS, S. 1983. *Teknologi refrigerasi hasil perikanan jilid I. Teknik pendinginan ikan*. Paripurna, Jakarta 237 hal.
- LEMBAGA OSEANOLOGI NASIONAL-LIPI dan KANTOR MENTERI NEGARA KEPENDUDUKAN DAN LINGKUNGAN HIDUP 1984. *Bahan penyusunan RPP baku mutu air laut untuk mandi dan renang, biota laut dan budidaya biota laut* Hasil Lokakarya Baku Mutu Lingkungan Laut. Bogor, 32 hal.
- MURAD, J.N. dan S. MURAD 1981. Studi pendahuluan dari bakteri *Coliform* dan *Salmonella* dalam air sungai Cikapundung daerah Babakan Sukaati dan Sukapura. *Kumpulan makalah Kongres Nasional Mikrobiologi ke III*. Jakarta, 26 - 28 Nopember 1981 : 106- 109.
- PELCZAR, M.J. and R.D. REID 1958. *Microbiology*. Mc Graw Hill Book Company, Inc. New York, 564 pp.
- RHEINHEIMER, G. 1980. *Aquatic microbiology*. 2nd. A Wiley Inter Science Publication. Chichester, 225 pp.
- STEWART 1982. *Bigger's handbook of Bacteriology*. 8th ed. The Williams and Wilkins Company, Baltimore : 640 pp.
- SURIAWIRIA, U. 1981. Pengawetan ikan secara biologis dan peranan bakteri laktat di dalamnya. *Kumpulan makalah Kongres Nasional Mikrobiologi ke III* Jakarta, 26 - 28 Nopember 1981 : 546-548.
- SYKES, G. and F. A. SKINNER 1971. *Microbial aspects of pollution*. Academic Press London : 289 pp.
- THAYIB, S. S. 1982. Mikrobiologi laut. *Dalam: Kondisi lingkungan pesisir dan laut di Indonesia*. (K. ROMIMOHTARTO & S. THAYIB eds.) Lembaga Oseanologi Nasional-LIPI, Jakarta: 246 hal.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION 1977 *Guidelines for health related monitoring of coastal water quality*. W.H.O. Regional office for Europe. Copenhagen: 165 pp.