

**Penentuan Suhu dan Waktu Pasteurisasi terhadap
Kematian Sel *Enterobacter sakazakii*, *Enterobacter
cloacae*, *Proteus* sp yang Berasal dari Susu**

Skripsi



**Philip Hegan Eudia
31101238**

**Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana
Yogyakarta
2019**

Penentuan Suhu dan Waktu Pasteurisasi terhadap Kematian
Sel *Enterobacter sakazakii*, *Enterobacter cloacae*, *Proteus* sp
yang Berasal dari Susu

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains (S.Si)
pada Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana



Philip Hegan Eudia
31101238

Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana
Yogyakarta
2019

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul:

“Penentuan Suhu dan Waktu Pasteurisasi terhadap Kematian Sel *Enterobacter sakazakii*, *Enterobacter cloacae*, *Proteus* sp yang Berasal dari Susu”


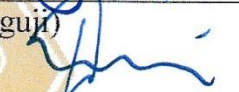
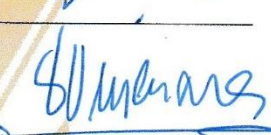
telah diajukan dan dipertahankan oleh:

PHILIP HEGAN EUDIA
31101238

dalam Ujian Skripsi Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana
dan dinyatakan DITERIMA untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh
gelar Sarjana Sains pada tanggal 20 Juni 2019

Nama Dosen


Tanda Tangan

1. Tri Yahya Budiarmo, S.Si., MP.
(Dosen Pembimbing I/Dosen Penguji/Ketua Penguji) 
2. Dr. Dhira Satwika, M.Sc.
(Dosen Pembimbing II/Dosen Penguji) 
3. Dr. Charis Amarantini, M.Si.
(Dosen Penguji) 

Yogyakarta, 20 Juni 2019

Disahkan Oleh:

Dekan


Drs. Kisworo, M.Sc.

Ketua Program Studi


Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si.

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Philip Hegan Eudia

NIM : 31101238

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

“Penentuan Suhu dan Waktu Pasteurisasi terhadap Kematian Sel *Enterobacter sakazakii*, *Enterobacter cloacae*, *Proteus* sp yang Berasal dari Susu”

adalah hasil karya saya dan bukan merupakan duplikasi sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu di dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya secara sadar dan bertanggung jawab dan saya bersedia menerima sanksi pembatalan skripsi apabila terbukti melakukan duplikasi terhadap skripsi atau karya ilmiah lain yang sudah ada.

Yogyakarta, November 2019



Philip Hegan Eudia
NIM : 31101238

KATA PENGANTAR

Puji dan rasa syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan, karena berkat limpahan rahmat dan karunianya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Penentuan Suhu dan Waktu Pasteurisasi terhadap Kematian Sel *Enterobacter Sakazakii*, *Enterobacter cloacae*, *Proteus* sp yang Berasal dari Susu”**

Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan yang harus ditempuh untuk mencapai gelar Sarjana Sains (S.Si.) pada Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta. Skripsi ini berhasil diselesaikan berkat bimbingan dan bantuan dari semua pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tri Yahya Budiarmo, S.Si., MP., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberi bimbingan, nasehat, masukan serta waktunya selama penelitian dan penulisan skripsi sehingga dapat menyelesaikan skripsi.
2. Dr. Dhira Satwika, M.Sc. sebagai Dosen Pembimbing ke-II yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi.
3. Dr. Charis Amarantini, M.Si. yang telah meluangkan waktu untuk memberikan masukan dan bimbingan menyelesaikan skripsi.
4. Dekan Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana.
5. Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si selaku Wali Dosen dan Ketua Program Studi Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana.
6. Seluruh Dosen Fakultas Biologi untuk semua yang telah diberikan.
7. Laboran Mikrobiologi UKDW, Mas Hari, terima kasih untuk bantuan, waktu, dan bimbingan selama penelitian di Lab.
8. Laboran Riset UKDW, Kak Dewi, yang telah memberikan masukan, bimbingan selama penelitian di Lab.
9. Orang tua yang tidak pernah lelah dalam mendidik, memberi kasih sayang, semangat dan dorongan untuk menyelesaikan skripsi ini.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan baik pengetahuan maupun kemampuan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga naskah skripsi ini bermanfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkannya.

Yogyakarta, November 2019

Penulis,

Philip Hegan Eudia

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL DEPAN	i
HALAMAN JUDUL BAGIAN DALAM	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PENGESAHAN NASKAH UJIAN SKRIPSI	iv
LEMBAR PERNYATAAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Karakteristik <i>Enterobacter sakazakii</i>	4
2.2 Ekologi <i>Enterobacter sakazakii</i>	6
2.3 Proses susu dengan cara pasteurisasi	6
2.4 Ketahanan <i>Enterobacter sakazakii</i> terhadap panas	7
2.4.1 Variasi resistensi dari strain <i>Enterobacter sakazakii</i> terhadap pemanasan	8
2.4.2 Pengaruh kondisi pertumbuhan: fase pertumbuhan, suhu pertumbuhan dan <i>heat shock</i>	9
2.5 Mekanisme ketahanan <i>Enterobacter sakazakii</i> terhadap panas	10
2.5.1 Pembentukan biofilm	10
2.5.2 Pembentukan protein <i>heat shock</i> (HSP) pada <i>Enterobacter sakazakii</i>	11
2.6 Dampak infeksi <i>Enterobacter sakazakii</i> terhadap kesehatan masyarakat	12

BAB III METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	14
3.2 Sampel	14
3.3 Alat Penelitian	14
3.4 Pemilihan Kultur	14
3.5 Tahapan Penentuan Suhu dan Waktu Pasteurisasi <i>E. sakazakii</i>	15
3.5.1 Pengambilan sampel	15
3.5.2 Tahap <i>enrichment</i> (pengkayaan)	15
3.5.3 Tahap isolasi	16
3.5.4 Perlakuan suhu	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	17
4.1 Hasil Penelitian	17
4.2 Pembahasan	23
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	29
5.1. Kesimpulan.....	29
5.2. Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA.....	30
LAMPIRAN	

© UKDW

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
4.1	Perbandingan pertumbuhan bakteri pada berbagai waktu dan suhu pasteurisasi 70°C	21

©UKDW

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	<i>Enterobacter sakazakii</i> pada mikroskop perbesaran 1000x	4
2.2	Kurva kelangsungan hidup pada suhu 58°C dari strain <i>E. sakazakii</i> yang berbeda	8
2.3	Pengaruh suhu pertumbuhan pada <i>decimal reduction time</i> (waktu pengurangan desimal) suhu 60°C dari <i>E. sakazakii</i> STCC 858	9
2.4	Kurva kelangsungan hidup <i>E. sakazakii</i> STCC 858 setelah dilakukan <i>heat shock</i>	10
4.1	Grafik laju penurunan terhadap suhu dan waktu pasteurisasi pada isolat <i>E. sakazakii</i> S8H5	17
4.2	Kurva laju penurunan terhadap suhu dan waktu pasteurisasi pada isolat <i>E. sakazakii</i> S8H7	18
4.3	Kurva laju penurunan terhadap suhu dan waktu pasteurisasi pada isolat <i>E. cloacae</i>	19
4.4	Kurva laju penurunan terhadap suhu dan waktu pasteurisasi pada isolat <i>Proteus</i> sp.	20
4.5	Kurva perbandingan laju penurunan berbagai isolat pada suhu pasteurisasi 70°C	22

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran
1.	Hasil identifikasi isolat dengan kode S12H3 teridentifikasi sebagai <i>Enterobacter cloacae</i>
2.	Hasil identifikasi isolat dengan kode S8H7 teridentifikasi sebagai <i>Enterobacter sakazakii</i>
3.	Hasil identifikasi isolat dengan kode S8H5 teridentifikasi sebagai <i>Enterobacter sakazakii</i>
4.	Tabel isolat yang digunakan dalam penelitian
5a.	Data perhitungan koloni pemilahan cepat isolat <i>E. sakazakii</i> S8H5
5b.	Data hasil perhitungan siklus log isolat <i>Enterobacter sakazakii</i> kode S8H5
5c.	Data perhitungan koloni pemilahan cepat isolat <i>E. sakazakii</i> S8H7
5d.	Data hasil perhitungan siklus log isolat <i>Enterobacter sakazakii</i> kode S8H7
5e.	Data perhitungan koloni pemilahan cepat isolat <i>E. cloacae</i>
5f.	Data hasil perhitungan siklus log isolat <i>E. cloacae</i>
5g.	Data perhitungan koloni pemilahan cepat isolat <i>Proteus</i> sp
5h.	Data hasil perhitungan siklus log isolat <i>Proteus</i> sp
6.	Nilai D dan Nilai Z berbagai strain <i>Enterobacter sakazakii</i> (FAO-WHO, 2006)
7.	Penentuan nilai D, nilai Z, nilai D72 dan D70

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Susu adalah bahan pangan yang memiliki kandungan gizi lengkap, protein tinggi, lemak, vitamin dan mineral. Terdapatnya kalsium didalam susu sangat baik untuk tulang. Laktosa dalam susu (karbohidrat) sebagai sumber energi mampu memberi efek baik pada sistem pencernaan. Oleh sebab itu susu baik dikonsumsi semua kalangan mulai dari anak hingga dewasa. Anak sangat membutuhkan nutrisi yang lengkap dalam masa, namun kandungan nutrisi yang tinggi pada susu ini juga optimal untuk pertumbuhan bakteri patogen dan mikrobia pembusuk (Haug, 2007; Lehner, 2006).

Banyaknya permintaan akan susu ini diperlukan proses produksi agar susu dapat bertahan lebih lama. Salah satunya dengan cara pasteurisasi. Dewasa ini tren konsumsi susu di Indonesia semakin bertambah, dengan banyaknya permintaan, produsen semakin giat menambahkan produk-produk olahan susu seperti susu pasteurisasi. Yogyakarta merupakan kota budaya, kota pelajar dan sekarang menjadi destinasi wisata unggulan di Indonesia, banyak masyarakat terutama kalangan muda seperti pelajar dan mahasiswa sadar akan gaya hidup sehat. Mengonsumsi susu juga menjadi tren gaya hidup sehat di kota Yogyakarta ini, dengan banyaknya di bukai gerai PKL ataupun café yang menjajakan menu olahan susu. Penelitian mengenai cemaran pada susu ini telah dilakukan pada tahun 2015 oleh Sari, D.R. salah satunya ditemukan cemaran *Enterobacter sakazakii*, *Enterobacter cloacae* dan *Proteus* sp pada susu segar dari pedagang kaki lima/ café. Walaupun susu yang dari PKL/café sudah mengalami proses pemanasan tetapi terbukti masih ditemukan cemaran *E. sakazakii* (Sari, 2015).

Enterobacter sakazakii merupakan bakteri *opportunistic* patogen penyebab penyakit infeksi *meningitis*, *bacterimia*, *sepsis*, dan *necrotizing enterocolitis*

(Iversen, 2008). Bakteri ini selalu ditemukan pada produk susu walaupun sudah diproses dengan pemanasan, untuk menghilangkan bakteri patogen susu yang akan dikonsumsi diolah dengan cara pasteurisasi. Teknologi dalam pengolahan susu yang terus dikembangkan nyatanya masih belum dapat menghilangkan kontaminasi dari bakteri ini, sampai saat ini masih terjadi kasus-kasus infeksi *Enterobacter* sp dari susu.

Kasus penyakit infeksi yang disebabkan oleh *Enterobacter sakazakii* telah terjadi dari tahun 1958 sampai tahun 2006 di berbagai negara (Jaradat, 2009). Diantaranya pada tahun 1982 di Belanda, terjadi kasus *neonatal meningitis* disebabkan oleh *Enterobacter sakazakii*, akibat mengkonsumsi susu formula pada bayi. Tahun 1986 dan 1987 di Islandia terjadi kasus *neonatal meningitis* disebabkan mengkonsumsi susu formula. Kasus lainnya dari Belgia diantara tahun 1992 - Agustus 2002, *Enterobacter aerogenes* menyebabkan infeksi pada aliran darah (Ronveaux, 1999). Estuningsih (2006) melaporkan hasil penelitiannya di Indonesia dan Malaysia. Mengambil 74 sampel makanan bayi, sebanyak 47% positif terkontaminasi *Enterobacteriaceae* dan sebanyak 13,5% nya positif terkontaminasi bakteri *E. sakazakii*.

Dikarenakan pemanasan atau proses pasteurisasi yang tidak sempurna menyebabkan bakteri ini masih bisa mengkontaminasi produk susu, oleh sebab itu dilakukan penelitian ini untuk mengevaluasi ketahanan panas isolat *E. sakazakii*, *E. cloacae*, *Proteus* sp agar pertumbuhannya dapat dihentikan secara sempurna.

1.2 Rumusan Masalah

Ditemukan bakteri patogen *E. sakazakii* pada susu segar PKL dan café di kota Yogyakarta (Sari, 2015). Proses pemanasan susu segar yang dijual belum sempurna sehingga tidak membunuh bakteri patogen *Enterobacter sakazakii*, *Enterobacter cloacae* dan *Proteus* sp. Suhu dan waktu sangat berpengaruh terhadap kematian sel bakteri.

1.3 Tujuan Penelitian

Mengevaluasi suhu dan waktu pasteurisasi yang tepat agar cemaran bakteri *Enterobacter sakazakii*, *Enterobacter cloacae*, dan *Proteus* sp yang berasal dari susu dapat dikurangi jumlahnya supaya aman dikonsumsi sesuai dengan standar nasional Indonesia.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian bertujuan untuk memberikan referensi dan informasi mengenai penentuan suhu dan waktu pasteurisasi yang tepat untuk membunuh cemaran *Enterobacter sakazakii*, *Enterobacter cloacae* dan *Proteus* sp.

©UKDW

BAB V

KESIMPULAN dan SARAN

A. Kesimpulan

Enterobacter sakazakii kode S8H5 paling cepat menunjukkan waktu kematian sel pada suhu 75°C dengan waktu 30 menit. Kematian sel *Enterobacter sakazakii* kode S8H7 di menit ke-30 dengan suhu 75°C. Isolat *Enterobacter cloacae* kematian sel paling cepat ditunjukkan pada perlakuan suhu 70 dan 75 °C dengan waktu 25 menit. Isolat *Proteus* sp menunjukkan kematian sel di menit ke-35 suhu 70°C. Suhu dan waktu yang tepat untuk melakukan pasteurisasi pada susu adalah minimal 70°C dengan lama waktu 35 menit, untuk memastikan semua bakteri patogen : *Enterobacter sakazakii* dengan kode S8H5 dan S8H7, *Enterobacter cloacae*, *Proteus* sp telah terhenti pertumbuhannya sehingga produk susu aman untuk dikonsumsi.

B. Saran

Berdasar data penelitian yang telah dilakukan, pembaca diharapkan mengerti dan memahami cara pasteurisasi yang efektif dan efisien dengan memperhatikan suhu dan waktu yang tepat untuk membunuh bakteri *Enterobacter sakazakii*, *Enterobacter cloacae*, *Proteus* sp. Pemanasan susu hendaknya dilakukan dengan cara tepat tidak hanya sebatas panas saja supaya tidak merusak kandungan susu tersebut, dan berdasarkan hasil penelitian disarankan untuk memanaskan 1 liter susu pada suhu minimal 70°C selama 35 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams MR, Moss MO. (2008). *Food Microbiology*, 3rd Edition. Cambridge: RSC Pub
- Adekunte, A., Valdramidis, V. P., Tiwari, B. K., Slone, N., Cullen, P. J., Donnell, C. P. O., Scannell, A. (2010). Resistance of *Cronobacter sakazakii* in reconstituted powdered infant formula during ultrasound at controlled temperatures: A quantitative approach on microbial responses. *International Journal of Food Microbiology*, 142(1-2), 53–59. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2010.05.028
- Arroyo, C., Condón, S., Pagán, R. (2009). Thermobacteriological characterization of *Enterobacter sakazakii*. *International Journal of Food Microbiology*, 136(1), 110–8. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2009.09.013
- Barbosa-Canovas, G.V., Tapia, M.S., Cano, M.P., (2005). Novel food processing technologies. CRC Press Inc., Boca Raton USA. xiv + 692 pp.
- Badan Standardisasi Nasional. (1995). Susu pasteurisasi. SNI 01-3951-1995
- Badan Standardisasi Nasional Indonesia. (2011). Susu segar pada Sapi. SNI 01-3141-2011.
- Bar-Oz, B., Preminger, A., Peleg, O., Block, C. Arad, I. (2001) *Enterobacter sakazakii* infection in the newborn. *Acta Paediatrica* 90, 356–358
- Bejan, Adrian, Alan Kraus. 2003. Heat Transfer Handbook. Canada : John Wiley and Sons, Inc.
- Beuchat, L. R., Kim, H., Gurtler, J. B., Lin, L.-C., Ryu, J.-H., Richards, G. M. (2009). *Cronobacter sakazakii* in foods and factors affecting its survival, growth, and inactivation. *International Journal of Food Microbiology*, 136(2), 204–213. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2009.02.029
- Biering, G., Karlsson, S., Clark, N. C., Jonsdottir, K. E., Ludvigsson, P., Steingrimsson, O. (1989). Three cases of neonatal meningitis caused by *Enterobacter sakazakii* in powdered milk. *Journal of Clinical Microbiology*, 27(9), 2054–2056.
- Block C, Peleg O, Minister N, Bar-Oz B, Simhon A, Aradi, Shapiro M. (2002). Cluster of Neonatal Infections in Jerusalem due to Unusual Biochemical Variant of *Enterobacter sakazakii*. *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 21(8): 613-616.

- Bowen, A. B., Braden, C. R. (2006). Invasive *Enterobacter sakazakii* disease in infants. *Emerging Infectious Diseases*, 12(8), 1185–9. doi:10.3201/eid1208.051509
- Breeuwer P, Lardeau A, Peterz M, Joosten HM. 2003. Dessication and heat tolerance of *Enterobacter sakazakii*. *Journal of Applied Microbiology* 95: 967- 973.
- Brooks, G.F., Janet, S.B., Stephen A.M. 2007. Jawetz, Melnick Adelbergs, *Mikrobiologi Kedokteran Edisi 23*, Alih Bahasa oleh Mudihardi, E., Kuntaman, Wasito, E.B., Mertaniasih, N.M., Harsono, S., Alimsardjono, L. Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran EGC. pp. 163, 170, 225-31, 253.
- Buckle, K.A. Edwards, R.A. Fleet, G.H., Wootton, M. 1987. *Food Science*. Australian Vice Chancellors' Committee. Australia
- Bunning, V. K., Crawford, R. G., Tierney, J. T., Peeler, J. T. (1990). Thermotolerance of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella typhimurium* after sublethal heat shock. *Applied and Environmental Microbiology*, 56(10), 3216–9.
- Caubilla-Barron, J., Hurrell, E., Townsend, S., Cheetham, P., Loc-Carrillo, C., Fayet, O., Forsythe, S. J. (2007). Genotypic and phenotypic analysis of *Enterobacter sakazakii* strains from an outbreak resulting in fatalities in a neonatal intensive care unit in France. *Journal of Clinical Microbiology*, 45(12), 3979–3985. doi:10.1128/JCM.01075-07
- Centers for Disease Control and Prevention (2001). *Enterobacter sakazakii* infections associated with the use of powdered infant formula – Tennessee. *Morb Mortal Weekly Report*. 51: 297–300.
- Centers for Disease Control and Prevention (2002). *Enterobacter sakazakii* infections associated with the use of powdered infant formula. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 51(14), 298–300.
- Chang, C.H., Chiang, M.L., Chou, C.C., (2009). The effect of temperature and length of heat shock treatment on the thermal tolerance and cell leakage of *Cronobacter sakazakii* BCRC 13988. *Int. J. Food Microbiol.* 134, 184-189.
- Chang, C.H., Chiang, M.L., Chou, C.C., (2010). The effect of heat shock on the response of *Cronobacter sakazakii* to subsequent lethal stresses. *Foodborne Pathog. Dis.* 7, 71-76.
- Costerone, J.W., Stewart, P.S., Greenberg, E.P., (1999). Bacterial biofilms: a common cause of persistent infections. *Science* 284, 1318-1322.
- Du, X., Wang, F., Lu, X., Rasco, B. A., Wang, S. (2012). Biochemical and genetic characteristics of *Cronobacter sakazakii* biofilm formation.

Research in Microbiology, 163(6-7), 448–56.
doi:10.1016/j.resmic.2012.06.002

- Estuningsih, S, C. Kress, A.A. Hassan, Ö. Akineden, E. Schneider, E. Usleber. (2006). *Enterobacteriaceae* in Dehydrated Powdered Infant Formula Manufactured in Indonesia and Malaysia. *Journal of Food Protection* 69: 3013-3017.
- Fardiaz S. (1992). Petunjuk Laboratorium Mikrobiologi Pengolahan Pangan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi , IPB, Bogor.
- Farmer, J. J., Asbury, M. A., Hickman, F. W., Brenner, D. J. (1980). *Enterobacter sakazakii*: A New Species of “*Enterobacteriaceae*” Isolated from Clinical Specimens. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 30(3), 569–584. doi:10.1099/00207713-30-3-569
- Food and Agriculture Organization-World Health Organization. (2004). *Enterobacter sakazakii* and other microorganisms in powdered infant formula: meeting report, MRA series6. WHO, Geneva, Switzerland.
- Food and Agriculture Organization-World Health Organization. (2006). *Enterobacter sakazakii* and *Salmonella* in powdered infant formula. Second Risk Assessment Workshop, 16-20 Januari 2006. WHO, Rome, Italy.
- Food and Agriculture Organization-World Health Organization Codex Alimentarius Commission. (2009). Code of Hygienic Practice for Powdered Formulae for Infants and Young Children, (2008), 1–29.
- FDA. (2009). Health Professionals Letter on *Enterobacter sakazakii* Infections Associated With Use of Powdered (Dry) Infant Formulas in Neonatal Intensive Care Units, 1–5.
- Furukawa, S., Kuchma, S. L., O’Toole, G. a. (2006). Keeping their options open: Acute versus persistent infections. *Journal of Bacteriology*, 188(4), 1211–1217. doi:10.1128/JB.188.4.1211-1217.2006
- Gassem MAA . (1999). Study of the microorganisms associated with the fermented bread (*khamir*) produced from sorghum in Gizan region, Saudi Arabia. *Journal of Applied Microbiology* 86: 221-225.
- Hariyadi, Purwiyatno dan Feri Kusnandar. 2008. Prinsip Teknik Pangan, Fateta. IPB Press, Bogor
- Hassel S. (2004). *Enterobacter sakazakii* in Powdered Infant Formula. FAO/WHO Regional Conference on Food Safety for Asia and the Pacific. May 26, Seremban, Malaysia.

- Haug, A., Høstmark, A. T., Harstad, O. M. (2007). Bovine milk in human nutrition a review. *Lipids in Health and Disease*, *BMC* 6:25. <http://doi.org/10.1186/1476-511X-6-25>
- Heredia, N., Irene, W., Santos, G. (2009). *Microbiologically Safe Foods*. Canada: Jhon Willey and Sons Inc Publication.
- Himelright I, Harris E, Lorch V, Anderson M. (2002). *Enterobacter sakazakii* infection associated with the use of powdered infant formula- Tennessee. 2001. *J Am Med Assoc* 287: 2204-2205.
- Hoffmann, H., Roggenkamp, A. (2003). Population genetics of the nomenespecies *Enterobacter cloacae*. *Applied and Environmental Microbiology*, 69(9), 5306–18. doi:10.1128/AEM.69.9.5306
- Hsiao, W.L., Ho, W.L., Chou, C.C., (2010a). Sub-lethal heat treatment affects the tolerance of *Cronobacter sakazakii* BCRC 13988 to various organic acids, simulated gastric juice and bile solution. *Int. J. Food Microbiol.* 144, 280-284.
- Hsiao, W.L., Chang, C.H., Chou, C.C., (2010b). Heat shock effects on the viability of *Cronobacter sakazakii* during the dehydration, fermentation, and storage of lactic cultured milk products. *Food Microbiol.* 27, 280-285.
- Huertas, J.-P., Álvarez-Ordóñez, A., Morrissey, R., Ros-Chumillas, M., Esteban, M.-D., Maté, J., Hill, C. (2015). Heat resistance of *Cronobacter sakazakii* DPC 6529 and its behavior in reconstituted powdered infant formula. *Food Research International*, 69(0), 401–409. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2015.01.010>
- Iversen, C., Forsythe, S. (2003). Risk profile of *Enterobacter sakazakii*, an emergent pathogen associated with infant milk formula. *Trends in Food Science and Technology*, 14(11), 443–454. doi:10.1016/S0924-2244(03)00155-9
- Iversen, C., Lane, M., Forsythe, S. J. (2004a). The growth profile, thermotolerance and biofilm formation of *Enterobacter sakazakii* grown in infant formula milk. *Letters in Applied Microbiology*, 38(5), 378–82. doi:10.1111/j.1472-765X.2004.01507.x
- Iversen, C., Lane, M. Forsythe, S.J. (2004b) The growth profile, thermotolerance and biofilm formation of *Enterobacter sakazakii* grown in infant formula milk. *Lett Appl Microbiol* 38, 378–382.
- Iversen, C., Mullane, N., McCardell, B., Tall, B. D., Lehner, A., Fanning, S., Joosten, H. (2008a). *Cronobacter* gen. nov., a new genus to accommodate the biogroups of *Enterobacter sakazakii*, and proposal of *Cronobacter sakazakii* gen. nov., comb. nov., *Cronobacter malonaticus*

sp. nov., *Cronobacter turicensis sp. nov.*, *Cronobacter muytjensii sp. nov.*, *Cro. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 58(6), 1442–1447. doi:10.1099/ijms.0.65577-0

- Iversen, C., Mullane, N., McCardell, B., Tall, B. D., Lehner, A., Fanning, S., ... Joosten, H. (2008b). *Cronobacter* gen. nov., a new genus to accommodate the biogroups of *Enterobacter sakazakii*, and proposal of *Cronobacter sakazakii* gen. nov., comb. nov., *Cronobacter malonaticus sp. nov.*, *Cronobacter turicensis sp. nov.*, *Cronobacter muytjensii sp. nov.* *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 58(6), 1442–1447. doi:10.1099/ijms.0.65577-0
- Jaradat, Z. W., Ababneh, Q. O., Saadoun, I. M., Samara, N. A., Rashdan, A. M. (2009) *Isolation of Cronobacter spp. (formerly Enterobacter sakazakii) from infant food, herbs and environmental samples and the subsequent identification and confirmation of the isolates using biochemical, chromogenic assays, PCR and 16S rRNA sequencing, BMC Micro.* 9:225. <http://doi.org/10.1186/1471-2180-9-225>.
- Kane V. (2004). *Faster Detection of Enterobacter sakazakii in Infant Formula.* Oxoid Ltd.
- Kim, S. H., Park, J. H. (2007). Thermal resistance and inactivation of *Enterobacter sakazakii* isolates during rehydration of powdered infant formula. *J Microbiol Biotechnol*, 17(2), 364–368.
- Kline MW. (1988). Pathogenesis of Brain Abscesses Caused by *Citrobacter diversus* or *Enterobacter sakazakii*. *The Pediatric Infectious Disease Journal*, 7: 891-892.
- Knabel SJ, Walker HW, Hartman PA, Mendonca AF. 1990. Effects of growth temperature and strictly anaerobic recovery on survival of *Listeria monocytogenes* during pasteurization. *Applied and Environmental Microbiology* 56: 370 – 376.
- Kolter, R., Greenberg, E. P. (2006). Microbial sciences: the superficial life of microbes. *Nature*, 441(7091), 300–302. doi:10.1038/441300a
- Kusnadi, Peristiwati, Syulasmi, Ammi, Rochnintaniawati. (2003). *Common Text Book Microbiology.* Bandung : JICA – IMSTEP FMIPA Universitas Pendidikan Bandung
- Law, J. W., Mutalib, N. A., Chan, K., Lee, L., Lee, L. (2015). An insight into the isolation , enumeration , and molecular detection of *Listeria monocytogenes* in food, 6(November), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01227>

- Lai, K. K. (2001). *Enterobacter sakazakii* infections among neonates, infants, children, and adults. Case reports and a review of the literature. *Medicine (Baltimore)*, 80(2), 113–122.
- Lehner, A., Nitzsche, S., Breeuwer, P., Diep, B., Thelen, K., Stephan, R. (2006) Comparison of two chromogenic media and evaluation of two molecular based identification systems for *Enterobacter sakazakii* detection, *BMC Micro*.6: 15. <http://doi.org/10.1186/1471-2180-6-15>
- Li, P. T., Hsiao, W. L., Yu, R. C., Chou, C. C. (2013). Effect of heat shock on the fatty acid and protein profiles of *Cronobacter sakazakii* BCRC 13988 as well as its growth and survival in the presence of various carbon, nitrogen sources and disinfectants. *Food Microbiol*, 36(2), 142–148. doi:10.1016/j.fm.2013.04.018
- Linton, R.H., Webster, J.B., Pierson, M.D., Hanckney, C.R., (1992). The effect of sublethal heat shock and growth atmosphere on the heat resistance of *Listeria monocytogenes*. *Journal of Food Protection*. 55, 84-87.
- Liwan, S.Y. (2016). *Pengaruh Suhu Dan Waktu Pasteurisasi Terhadap Pertumbuhan Isolat Salmonella Sp Yang Terdeteksi Positif InvA*. (Undergraduate thesis, Duta Wacana Christian University, 2016).
- Meutia YR. 2008. *Enterobacter sakazakii* Isolat Asal Susu Formula dan Makanan Bayi : karakterisasi Gen 16S rRNA dan Perilaku Bakteri Pasca Rekonstitusi. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana, IPB, Bogor.
- Mullane, N., Healy, B., Meade, J., Whyte, P., Wall, P. G., & Fanning, S. (2008). Dissemination of *Cronobacter* spp. (*Enterobacter sakazakii*) in a powdered milk protein manufacturing facility. *Applied and Environmental Microbiology*, 74(19), 5913–5917. doi:10.1128/AEM.00745-08
- Murano, E.A., Pierson, M.D., (1993). Effect of heat shock and incubation atmosphere on injury and recovery of *Escherichia coli* O157: H7. *J. Food Prot.* 56, 568-572
- Murdiati, T.B., A. Priadi., S. Rachmawati, Yuningsih. 2004. *Susu Pasteurisasi dan Penerapan HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point)*. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 9(3): 172 180.
- Muytjens, H. L., Zanen, H. C., Sonderkamp, H. J., Kollée, L. A, Wachsmuth, I. K., Farmer, J. J. (1983). Analysis of eight cases of neonatal meningitis and sepsis due to *Enterobacter sakazakii*. *Journal of Clinical Microbiology*, 18(1), 115–20.
- Muytjens, H.L., Kollée, L.A. (1990). *Enterobacter sakazakii* Meningitis in Neonates : Causative Role of Formula? . *Pediatric Infectious Disease* 9: 372-373.

- National Health Services, (2014). *UK Standards for Microbiology Investigations: Identification of Enterobacteriaceae*. Public Health England.
- Nazarowec, W., Farber, J.M. (1997). Incidence, Survival and Growth of *Enterobacter sakazakii* in Infant Formula. *Journal of Food Protection*, 60:226-230.
- Oh, S., W., Dong, H., K. 2006. Fluorogenic Selective and Differential Medium For Isolation of *Enterobacter sakazakii*. *Journal of Applied and Environmental Microbiology* 70: 5692–5694.
- Ophart, C.E., (2003). *Virtual Chembook*. Elmhurst College.
- Osaili, T., Forsythe, S. (2009). Desiccation resistance and persistence of *Cronobacter* species in infant formula. *International Journal of Food Microbiology*, 136(2), 214–220. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2009.08.006
- Osaili, T. M., Shaker, R. R., Ayyash, M. M., Al-Nabulsi, A. A., Forsythe, S. J. (2009). Survival and growth of *Cronobacter* species (*Enterobacter sakazakii*) in wheat-based infant follow-on formulas. *Letters in Applied Microbiology*, 48(4), 408–412. doi:10.1111/j.1472-765X.2008.02541.x
- Pagotto, F., J., Nazarowec-White, M., Bidiwadid, S., Farber, J.,M. (2003). *Enterobacter sakazakii*: Infectivity and Enterotoxin Production in vitro and in vivo. *Journal of Food Protection*, 66: 370-375.
- Pelczar, Michael J dan Chan, E. C. S. (2007). *Dasar-Dasar Mikrobiologi Jilid I*. Jakarta: UI Press.
- Pelczar, M.J. 2012. *Dasar – dasar mikrobiologi jilid 2*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Ronveaux, O., De Gheldre, Y., Glupczynski, Y., Struelens, M., De Mol, P. (1999). Emergence of *Enterobacter aerogenes* as a major antibiotic-resistant nosocomial pathogen in Belgian hospitals. *Clinical Microbiology and Infection*, 5(10), 622–627. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.1999.tb00419.x>
- Sari, D.R. (2015). *Tingkat Kontaminasi Salmonella Sp Pada Susu Segar Yang Dijual Oleh Pedagang Kaki Lima Di Yogyakarta*. (Undergraduate thesis, Duta Wacana Christian University, 2015).
- Simmons, B.P., Gelfand, M.S., Haas, M., Metts, L. Ferguson, J. (1989) *Enterobacter sakazakii* infections in neonates associated with intrinsic contamination of a powdered infant formula. *Infection Control and Hospital Epidemiology* 10, 398–401.

- Tham, J. (2010). *Extended-spectrum beta-lactamase producing-enterobacteriaceae: Epidemiology, Risk Factors, and Duration of Carriage. Archives of pediatrics* (Vol. 17 Suppl 4). [https://doi.org/10.1016/S0929-693X\(12\)71280-0](https://doi.org/10.1016/S0929-693X(12)71280-0)
- Ugarte-Romero, E., Feng, H., Martin, S.E., (2007). Inactivation of *Shigella boydii* 18 IDPH and *Listeria monocytogenes* Scott A with power ultrasound at different acoustic energy densities and temperatures. *Journal of Food Science* 72, M103–M107.
- Van Acker, J., De Smet, F., Muyltermans, G., Bougatef, A., Naessens, A., Lauwers, S. (2001). Outbreak of necrotizing enterocolitis associated with *Enterobacter sakazakii* in powdered milk formula. *Journal of Clinical Microbiology*, 39(1), 293–297. doi:10.1128/JCM.39.1.293
- Van Houdt, R., Michiels, C. W. (2010). Biofilm formation and the food industry, a focus on the bacterial outer surface. *Journal of Applied Microbiology*, 109(4), 1117–1131. doi:10.1111/j.1365-2672.2010.04756.x
- Winarno, F. G., dan I. E. Fernandez. 2007. *Susu dan Produk Fermentasinya*. M-Bio Press. Bogor.

© UKDW