

KEMAMPUAN BAKTERI HALOFILIK UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH INDUSTRI PEMINDANGAN IKAN

ABILITY HALOPHILIC BACTERIA TO TREATMENT WASTE WATER FROM SALT BOILED FISH PROCESSING INDUSTRIAL

Nilawati, Marihati, Susdawanita dan Nanik Indah Setianingsih

Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri

Jl. Ki Mangunsarkoro no. 6, Semarang

Email : nilawatibbtpi@yahoo.co.id

Naskah diterima tanggal 16 Maret 2015, disetujui tanggal 6 Mei 2015

ABSTRACT

Industry which produced salt fish boiled will get waste water in the processing it. The waste water directly discharged into the river, it can cause environmental pollution primarily due to the smell of decaying protein. The capacity is 150 m³ per day for 1 industry. Waste water containing boiled fish stew contamination load is high enough, the permanganate value was 15,073 ppm and 5,380 ppm BOD. Wastewater treatment in this study using batch and continuous systems were observed daily for 8 days (days 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7). The results showed a decrease in the value of the most optimal permanganate occurred on day 6th of 4,266 ppm or decline amounted to 2,401 ppm, or 36.01 per cent of the batch system. System continuous decline optimal on the 3rd day ie 5906 ppm down 13.47 percent. So the batch system is more effective than continuous system at the waste water salt boiled fish treatment with halophilic bacteria. BOD values decrease significantly, for processing by the system as a whole system BOD value is lower than the continuous system. Optimal reduction on day 6th to 496 ppm of a decline of 1,203 ppm or 70.81 percent, while the continuous system BOD values do not decline.

Keywords: *halophilic bacteria, processing, waste water boiled salt fish*

ABSTRAK

Industri pemindangan ikan dalam proses pengolahannya menghasilkan limbah cair. Limbah tersebut langsung dibuang ke sungai, hal ini dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama bau akibat dari pembusukan protein. Kapasitasnya 150 m³ per-hari untuk 1 industri. Limbah cair rebusan ikan pindang mengandung beban cemaran yang cukup tinggi, dengan nilai permanganat 15.073 ppm dan BOD 5.380 ppm. Pengolahan limbah cair dalam penelitian ini menggunakan sistem *batch* dan kontinyu yang diamati setiap hari selama 8 hari (hari ke 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 dan 7). Hasil penelitian menunjukkan penurunan nilai permanganat paling optimal terjadi pada hari ke 6 sebesar 4.266 ppm atau penurunannya sebesar 2.401 ppm, atau 36,01 persen untuk sistem *batch*. Sistem kontinyu penurunan optimal pada hari ke-3 yaitu 5.906 ppm turun 13,47 persen. Jadi sistem *batch* lebih efektif daripada sistem kontinyu pada pengolahan limbah pindang dengan bakteri halofilik. Nilai BOD terjadi penurunan yang signifikan, untuk pengolahan dengan sistem *batch* secara keseluruhan nilai BOD sistem *batch* lebih rendah daripada sistem kontinyu. Penurunan yang optimal pada hari ke-6 menjadi 496 ppm terjadi penurunan sebesar 1.203 ppm atau 70,81 persen, sedangkan sistem kontinyu nilai BOD tidak terjadi penurunan.

Kata kunci : bakteri halofilik, pengolahan, limbah pindang

PENDAHULUAN

Ikan merupakan bahan pangan sumber protein yang mudah rusak sehingga perlu dilakukan pengawetan, salah satunya

adalah dengan proses pemindangan. Masih banyak lagi proses pengawetan ikan agar masa simpannya lebih panjang seperti pembuatan ikan asin, ikan kering, presto dan ikan asap. Proses pembuatan ikan pindang

yaitu pertama-tama ikan dicuci dengan air sungai yang sebelumnya sudah diendapkan dengan tawas. Setelah dicuci maka ikan-ikan tersebut disusun dalam keranjang yang berisi 2-4 ekor ikan kemudian keranjang yang berisikan ikan direbus dengan air mendidih yang sudah ditambahkan garam krosok dengan perbandingan air dan garam 3:1 selama 15 menit pada suhu 100°C. kemudian pendinginan dan penirisan. Air rebusan ini merupakan limbah cairnya, didinginkan 1 malam kemudian dibuang ke sungai (informasi dari industri pengolahan ikan pindang TPI-2 Bayumulyo Pati Jawa Tengah). Hal ini dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama bau akibat dari pembusukan protein. Hasil uji limbah cair air rebusan adalah TSS 580 mg/l, sulfida 1,589 mg/l, minyak lemak 90,0 mg/l, COD 16.800 mg/l, Nilai Permanganat 15.073 dan BOD 5.380 mg/l. Industri kecil perikanan di Jawa Tengah yang mengolah pemindangan terdapat di beberapa daerah seperti Kabupaten Batang, Tegal, Cilacap dan Rembang. Sebagian besar mereka belum mengelola air limbahnya. Hal ini disebabkan karena keterbatasan pengetahuan dan biaya. Penelitian yang telah dilakukan oleh Nasuka, dkk (1995) dengan menggunakan bakteri anaerob untuk mengolah air limbah dimana hasil yang diperoleh, air limbah pindang ikan mengalami penurunan bahan organik sebesar 47,46% dan dengan lumpur aktif penurunan bahan organik 50,39%. Hasil penelitian tersebut juga dikatakan bahwa terhambatnya pertumbuhan mikroba karena kandungan NaCl air limbah tinggi sehingga mikroba mati semua.

Berdasarkan penelitian terdahulu bakteri tidak bertahan hidup pada limbah ikan pindang maka pada penelitian ini dipilih bakteri halofilik yang digunakan untuk pengolahan air limbah sisa rebusan pemindangan ikan, dengan pertimbangan karena bakteri halofilik tahan terhadap garam tinggi sehingga kondisi air limbah dengan kandungan garam tinggi mampu mendegradasi bahan organik yang ada pada air limbah, dengan demikian diharapkan BOD, COD (nilai permanganat) dapat turun beban cemarannya. Jadi dalam penelitian ini metode pengolahan air limbah yang mengandung klorida tinggi yang sangat cocok menggunakan bakteri halofilik. Penelitian-penelitian tentang bakteri halofilik sudah banyak dilakukan seperti penelitian yang dilakukan oleh Marihati, dkk, 2013; 2014. pemanfaatan bakteri halofilik untuk pembuatan garam guna meningkatkan kemurnian NaCl garam. Namun penelitian yang dilakukan oleh Sharghia, E., A., *et al*, 2014, menggunakan konsorsium bakteri halofilik didalam bioreaktor untuk pengolahan air hipersalinitas. Begitu

juga penelitian Ali, I., *et al*, 2014, menggunakan obligat halofilik aspergillus untuk air limbah yang asin secara remediasi. Namun pengolahan air limbah pemindangan ikan dengan bakteri halofilik belum pernah dilakukan. Bakteri halofilik memiliki daya resistensi dan toleransi terhadap zat pencemar yang ada disekitarnya. Bakteri ini tergolong arkaea (biasa dinamakan halofilik arkaea atau haloarkaea), termasuk famili *Halobacteriaceae*, (Facciotti, M., 2013)

Perbedaan mikroba halotoleran dengan halofilik adalah kemampuan hidup pada rentang konsentrasi garam 0 – 20% NaCl dan dapat hidup tanpa garam. Sedangkan mikroba halofilik ekstrem hanya dapat hidup pada rentang konsentrasi garam sempit (misal halofilik jenis sedang hanya dapat hidup pada rentang 5 –10% NaCl) dan tidak dapat hidup tanpa garam. Pengelompokan mikroba halotoleran dibedakan berdasarkan toleransinya terhadap konsentrasi garam yaitu halotoleran rendah (sekitar 1% w/v NaCl), sedang (6 – 18% NaCl) dan tinggi/ekstrem (18 –30% (jenuh) NaCl) (Simpson, A. 2013; Plemenitas, A., *et al*, 2013)

Saat ini para peneliti juga melihat potensi sangat besar dari bakteri halofilik moderat dan halotoleran dalam aplikasinya sebagai pendegradasi polutan organik. Kemampuan bakteri halofilik moderat *Marinobacter hydrocarbonoclasticus* dalam mendegradasi beberapa senyawa hidrokarbon alifatik dan aromatik (Manjoubi, M., *et al*, 2013).

Penelitian Irshad, A., *et al*, (2014) , keragaman bakteri halofilik di tanah tepi pantai dari Daechon, Chungnam, dan Saemangeum, Jeonbuk, Korea diperoleh lebih dari 200 bakteri halofilik diisolasi yang belum dimanfaatkan.

Perbedaan kemampuan hidup pada lingkungan kadar garam yang berbeda antara hidofilik ekstrem, moderat dan halotoleran menunjukkan adanya cara beradaptasi yang berbeda pula. Bakteri halofilik moderat dan halotoleran memiliki kemampuan hidup untuk menyeimbangkan tekanan osmotik agar terhindar dari pengaruh denaturasi oleh garam lingkungan yaitu dengan cara mengakumulasi garam dan osmolit (molekul organik) di dalam sitoplasmanya (DasSarma, S. dan DasSarma, P., 2012). Sedangkan arkaea dan bakteri hidofilik ekstrem beradaptasi hanya melalui akumulasi konsentrasi garam tinggi (terutama KCl) dalam sitoplasmanya (Oren, 2013).

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data sampai sejauh mana bakteri halofilik mampu mendegradasi limbah cair rebusan ikan pada industri pemindangan ikan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biologi, Laboratorium Air dan Laboratorium Makanan dan Minuman di Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri Semarang pada tahun 2014.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah limbah perebusan ikan pindang diperoleh dari industri ikan pindang TPI -2 Desa Bayumulyo, Kabupaten Pati, , NaOH, bakteri halofilik, bahan kimia untuk analisa kimia (BOD dan Nilai permanganat).

Alat yang digunakan adalah beker glass, erlemeyer, jar test, gelas ukur, hot plate, pH meter dan alat-alat untuk analisa kimia.

Metode

Cara Penelitian

Limbah air rebusan pindang ikan berasal dari proses perebusan ikan dengan garam. Berikut proses pengolahan limbah air rebusan pindang ikan dengan bakteri halofilik menggunakan sistem *batch* dan kontinyu secara laboratorium, yaitu : **pertama** dengan sistem *batch*, reaktor dengan kapasitas 10 liter ditambahkan lumpur aktif dan air sebanyak 1 liter dan bakteri halofilik sebanyak 10 persen dari volume cairan kemudian diaerasi. Selanjutnya ditambahkan limbah pindang hingga 70 persen dari volume reaktor hingga cairan 7 liter. Sisa 30 persen untuk space aerasi agar tidak tumpah ketika proses aerasi berlangsung. Aerasi dilakukan sampai 8 hari. Dan pengambilan sampel dilakukan setiap hari, sistem *batch* sampel diambil dari reaktor aerasi. **Kedua**, dengan sistem kontinyu, dimana prosesnya hampir sama seperti sistem *batch*, pertama-tama ditambahkan lumpur aktif, air dan bakteri halofilik sebanyak 10 persen dari volume cairan 7 liter kemudian diaerasi. Selanjutnya ditambahkan limbah pindang hingga 70 persen volume cairan hingga 7 liter. Dialiri limbah pindang terus menerus dari bak penampung limbah air rebusan pindang dihubungkan dengan selang dengan kecepatan 1 tetes per detik hingga 7 hari. Pengambilan sampel dilakukan setiap hari dimana sampel diambil dari bak penampungan setelah diaerasi. Selanjutnya dianalisa nilai permanganat dan BOD setiap hari. Untuk nutrisi bakteri halofilik diberikan larutan *Luria Berthani (LB)* dengan komposisi Tripton 50 gram, yeast extract 25 gram dilarutkan dalam 1 liter aquades kemudian dipanaskan pada suhu 60-70 °C hingga larut namun tidak perlu mendidih. Penggunaan nutrisi LB sebanyak 1 persen.

Analisa Data

Penelitian ini menggunakan variabel waktu pengamatan terdiri dari hari ke- 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 dengan sistem *batch* dan kontinyu. Parameter yang dianalisa yaitu nilai permanganat dengan metode titimetri (SNI 06-69809-22-2004) dan BOD dengan metode Winkler. Alasan menggunakan analisa nilai permanganat karena limbah pindang mengandung Cl tinggi, analisa lebih cepat dan limbah bahan kimia hasil analisa cemarannya lebih aman daripada menggunakan oksidator bicromat. Sedangkan nilai permanganat menggunakan oksidator KMnO₄. Hasil uji yang diperoleh dianalisa secara diskriptif .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Air Limbah Pindang

Hasil penelitian menunjukkan limbah cair rebusan ikan pindang ini banyak mengandung senyawa-senyawa organik. Senyawa organik ini merupakan senyawa kimia dengan unsur utama atom C yang berikatan membentuk molekul. Untuk mengetahui senyawa organik tersebut dapat dilakukan dengan pengujian nilai permanganat dan BOD. Hasil pengujian air limbah rebusan ikan pindang yang diambil dari industri pemindangan ikan di TPI-2 Bayumulyo-Pati beban cemarannya masih sangat tinggi. Dari hasil pengamatan dan informasi dari industri semua limbah cair dibuang langsung ke sungai. Jika dibandingkan dengan baku mutu air limbah perikanan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 tahun 2014 maka semua parameter tidak memenuhi syarat, nilainya sangat jauh dari ambang batas kecuali pH yang memenuhi syarat. Hasil analisisnya tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisa Air Limbah Rebusan Pemindangan Ikan

Parameter	Satuan	Hasil analisa	BMAL*
COD	ppm	16 800	150
Nilai permanganat	ppm	15 073	-
BOD	ppm	5380	75
TSS	ppm	580	100
H ₂ S	ppm	1,589	1
Cl ⁻	ppm	113 569	1
pH		5-6	6-9
Minyak lemak	mg/l	90,0	15
Protein	%	1,60	-

* Baku Mutu Air Limbah Perikanan kegiatan Pengolahan (Permen LH No 5 Tahun 2014)

Hasil Pengolahan Limbah Cair Rebusan Industri Pemandangan Ikan dengan Bakteri Halofilik

Hasil percobaan pengolahan limbah pindang dengan menggunakan bakteri halofilik BOD. Secara keseluruhan terjadi penurunan yang signifikan, hasil analisisnya tersaji pada Tabel 2 dan Gambar 1.

yang mampu beradaptasi dengan larutan limbah pindang dengan kandungan Cl 113.569 ppm ternyata dapat beradaptasi didalam limbah pindang sehingga dapat mendegradasi senyawa organik, hal ini ditunjukkan dengan terjadinya penurunan Nilai Permanganat dan

Tabel 2. Pengaruh Penambahan Bakteri Halofilik terhadap Nilai Permanganat dan BOD dengan sistem Batch dan kontinyu

Waktu Tinggal (hari)	Nilai Permanganat		BOD		pH		Sludge Volume (%)	
	Batch	Kontinyu	Batch	Kontinyu	Batch	Kontinyu	Batch	Kontinyu
0	6667	6825	1699	1689	8,7	7,4	25	25
1	7678	8155	1405	3340	6,2	8,1	20	23
2	7678	6749	1380	4061	7,3	8,2	20	20
3	6114	5906	1198	3909	8,1	8,0	20	20
4	5673	6468	1026	4099	8,4	8,1	12	15
5	5261	7031	1310	6793	8,6	7,6	12	15
6	4266	7593	496	6148	8,7	7,6	11	10
7	4550	10968	1026	3883	8,7	7,7	10	7
Limbah pindang	15073	15073	5380	5380	5,5	5,5	0	0

Nilai permanganat untuk larutan stater bakteri halofilik 3.318 ppm
larutan stater bakteri halofilik dan lumpur aktif sebesar 2.995 ppm

Penurunan Nilai Permanganat dengan Bakteri Halofilik

Hasil pengolahan limbah rebusan ikan pindang dengan menggunakan bakteri halofilik menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai permanganat dan BOD air limbah, hal ini terbukti bahwa bakteri halofilik dapat beradaptasi dan mendegradasi senyawa-senyawa yang ada di dalam limbah air rebusan pindang yang mana limbah tersebut mengandung protein sebesar 1,60 persen sehingga sumber protein tersebut menjadikan nutrisi bagi pertumbuhan bakteri halofilik. Bakteri halofilik moderat dan halotoleran memiliki kemampuan hidup untuk menyeimbangkan tekanan osmotik agar terhindar dari pengaruh denaturasi oleh garam lingkungan yaitu dengan cara mengakumulasi garam dan osmolit (molekul organik) di dalam sitoplasmanya (Oren, 2003; DasSarma, S. dan DasSarma, P., 2012.).

Faktor-faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri antara lain: suplai nutrisi yaitu karbon, nitrogen, hidrogen, oksigen, sulfur, fosfor, zat besi dan sejumlah kecil logam lainnya, suhu, pH dan ketersediaan oksigen (Todar, K., 2004).

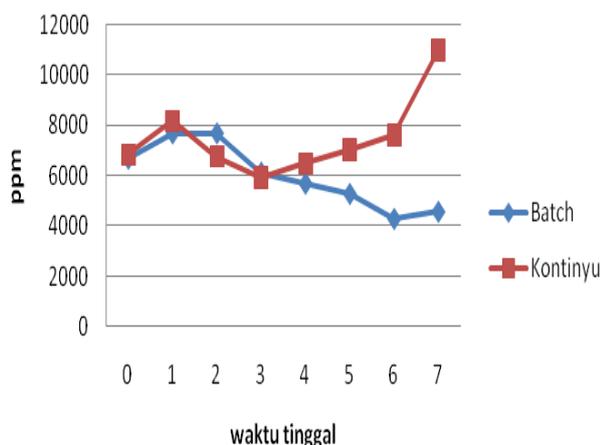
Hasil penelitian ini menunjukkan saat kondisi belum ditambahkan limbah pindang,

masih pengadaptasian lumpur aktif dan bakteri halofilik nilai permanganatnya 3.379 ppm dan BOD 3.291 ppm dengan MLSS 1.200 ppm dimana lumpur dan air sebanyak 850 ml dan stater bakteri halofilik 100 ml dan nutrisi LB 50 ml, kemudian hari berikutnya ditambahkan limbah pindang hingga mencapai 7 liter karena kapasitas reaktor 10 liter, sisanya untuk space aerasi agar tidak tumpah ketika proses aerasi berlangsung. Diaerasi lebih kurang 2 jam kemudian diambil sampelnya, ini dianggap hari ke-0. Kemudian diukur nilai permanganat diperoleh pada hari ke-0 adalah 6.667 ppm. Hasil yang diperoleh dibandingkan dengan nilai permanganat hari ke-0. Hasil penelitian menunjukkan pada hari ke-1 dan ke-2 terjadi kenaikan nilai permanganat, hal ini terjadi kemungkinan didalam sampel terikut serpihan ikan dan minyak ikan dari air limbah. Hari ke-3 sampai hari ke-6 terjadi penurunan nilai permanganat paling optimal sebesar 36,01 persen (dari 6.667 menjadi 4.266 ppm) namun hari ke-7 terjadi kenaikan lagi hingga 4.550 ppm, kemungkinan pada hari ke-7 ada sebagian bakteri yang sudah mati sehingga tidak mampu lagi mendegradasi bahan-bahan organik hal ini disebabkan dalam kehidupannya bakteri halofilik membutuhkan kadar kalium yang lebih tinggi untuk stabilitas

dan aktivitasnya (Oren, A., 2003). Disini dapat dikatakan bakteri sudah mulai mati dengan didukung dari data jumlah biomassa bakteri yang diukur dengan *sludge volume* yang terbentuk sudah berkurang yang awalnya 25 persen menjadi 10 persen, seperti tersaji pada Tabel 2. Kemungkinan unsur kaliumnya belum mencukupi atau sudah berkurang.

Untuk sistem kontinyu nilainya lebih tinggi daripada menggunakan sistem *batch*, hal ini karena pada sistem *batch* bakteri beradaptasi dengan lingkungan didalam larutan lebih lama. Dengan sistem kontinyu penurunan optimal pada hari ke-3 yaitu 5.906 ppm, hari ke-4 sampai ke-7 terjadi kenaikan hingga 10.968 ppm, tersaji pada Gambar 1. Hal ini terjadi disebabkan oleh jumlah biomassa yang berkurang karena bakterinya hilang (*wash-up*) bersama limbah yang telah diaerasi yang terikut didalam bak penampung, sedangkan di sistem *batch* hari ke-7 sebesar 4.550 ppm. Jadi sistem *batch* lebih efektif daripada sistem kontinyu pada pengolahan limbah pindang.

NILAI PERMANGANAT



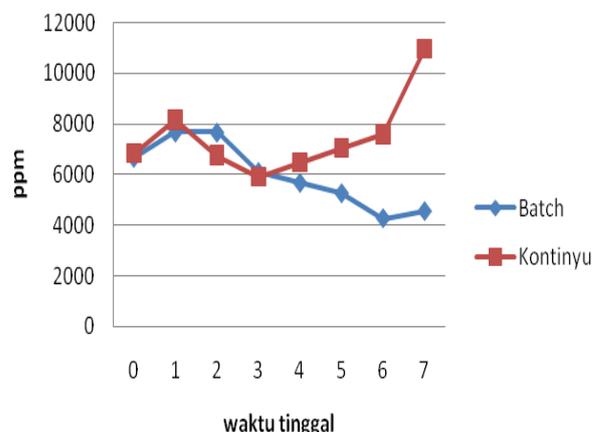
Gambar 1. Pengaruh Penggunaan Bakteri Halofilik terhadap Nilai Permanganat Limbah Cair Rebusan Ikan Pindang

Penurunan BOD dengan Bakteri Halofilik

Dalam penelitian ini nilai BOD yang diperoleh dibandingkan dengan nilai BOD hari ke-0. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mulai hari ke-1 terjadi penurunan sampai hari ke-6, seperti tersaji pada Gambar 2. Nilai BOD terjadi penurunan yang signifikan, untuk pengolahan dengan sistem *batch* secara keseluruhan nilai BOD lebih rendah daripada sistem kontinyu. Nilai awal BOD hari ke-0 sebesar 1699 ppm setelah diolah secara *batch* selama waktu tinggal 8 hari terjadi penurunan hingga menjadi penurunan yang optimal pada hari ke-6 yaitu 496 ppm terjadi penurunan sebesar 1.203 ppm atau 70,81

persen, sedangkan sistem kontinyu nilai BOD terjadi peningkatan dari 1.699 ppm menjadi 3.883 ppm pada hari ke-7. Jadi pengolahan limbah air perebusan ikan pindang yang optimal yaitu hari ke 6 dengan sistem *batch*.

NILAI PERMANGANAT



Gambar 2. Pengaruh Penggunaan Bakteri Halofilik terhadap BOD Limbah Cair Rebusan Ikan Pindang

KESIMPULAN

Limbah cair rebusan ikan pindang masih mengandung beban cemaran yang cukup tinggi, dengan nilai permanganat 15.073 ppm, BOD 5.280 ppm, maka pada penelitian ini dengan menggunakan bakteri halofilik menghasilkan kondisi proses :

1. Nilai permanganat terjadi penurunan sampai hari ke-6 paling optimal yaitu mencapai 4.266 ppm atau penurunannya sebesar 36,01 persen untuk sistem *batch*. Dengan sistem kontinyu penurunan optimal pada hari ke-3 yaitu 5.906 ppm (penurunan 13,47 persen).
2. BOD penurunan optimal pada hari ke-6 dengan penurunan 70,81 persen. Sistem kontinyu tidak terjadi penurunan.

Jadi sistem *batch* lebih efektif daripada sistem kontinyu pada pengolahan limbah pindang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Bapak Ir. Sartamtomo, Saudari Viara dan Agista yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, I., Ali A., Benjawan Y., Sehanat, P., Pongtharin L., dan Hunsu P., 2014. Purification, Characterization, and

- Potential of Saline Waste Water Remediation of a Polyextremophilic- Amylase from an Obligate Halophilic *Aspergillus gracilis*. BioMed Research International. Volume 2014 . <http://www.hindawi.com/journals/bmri/2014/106937/>
- DasSarma, S.** dan DasSarma, P., 2012. "Halophiles." In *Encyclopedia of Life Sciences*, Wiley, London.
- Facciotti, M., 2013. High-Resolution Phylogenomics of Halophilic Archaea . The proceedings from Halophilics. The International Congress on Halophilic Microorganism. Published in Frontiers in Miceobiology University Connecticut Storrs, CT, USA.
- Irshad, A., , Irshad A., and Seung, B. K., 2014. Culturable Diversity of Halophilic Bacteria in Foreshore Soils. Braz J. Microbiol. 2014; 45(2): 563–571. Brazilian jornal of Microbiology. Brazilia..
- Marihati, Nani H., Muryati, Nilawati, Syarifudin , E., dan Danny, W. K. H., 2013. Arthemia Sakina sebagai Bahan Utama Media Bakteri Halofilik dalam Pembuatan Garam NaCl Kemurnian Tinggi untuk Industri Garam Beryodium. Media Gizi Mikro Indonesia. Vol 4 No 2. P 86-93. Balai Penelitian dan Pengembangan Gangguan AkiaKekuratngan Iodium. Kemenkes. Magelang. Jawa Tengah.
- Marihati, tNani, H., Muryati, Nilawati, Syarifudin , E., dan Danny, W. K. H., 2014. Penggunaan Bakteri Halofilik sebagai Katalisator untuk Meningkatkan Kualitas dan Produktivitas Garam NaCl di Meja Kristalisasi. Jurnal Riset Industri. Vol. 6, No 3 Desember 2014. BPKIMI. Kemenperin RI. Jakarta.
- Manjoubi, M., Jaouan, A., Guesmi, A., Amor, S., B., Jouini, A., Najjari, A., Boudabous, A., Koubaa, N., Cherif, A., 2013. Hydrocarbonoclastic bacteria isolated from petroleum contaminated sites in Tunisia: isolation, identification and characterization of the biotechnological potential. Vol. 30. Issue 6 September 2013, page 723-733. Biotechnology for the Bio and Green Economy. Tunisia. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187167841300037X>
- Nasuka, Djarwanti, Rifai, Latifatul, Maniaryadi, D., Haryati, S, Ismail, T., 1995. Teknologi Pengolahan Air Limbah Industri Pengolahan Pemindangan/Pengasinan Ikan. Laporan. Penelitian. BPPI. Semarang.
- Oren. A., , 2003. Halophilic microorganisms and their environments. International Microbiology. Volume 6, Issue 2, pp 151-152. Official Journal of the Spanish Society for Microbiology.
- Oren, A., 2013. Life at high salt concentrations, intracellular KCl concentrations, and acidic proteomes. International Conference Halophilic. June 23-27 , 2013. University Connecticut Storrs, CT, USA.
- Permen Lingkungan Hidup 2014 Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan /atau Kegiatan Pengolah Hasil Perikanan No 5 Tahun 2014 Lampiran XIV . Jakarta
- Plemenitas, A., Lenassi, M., Konte, T., Kejxar, A., Zajc, J., Gostintar, C., Cimerman, N. G., 2013. Adaption to high Salt Concentration in Halotolerant/Halophilics Fungi a Moleccular Perspective.. The proceedings from Halophilics. The International Congress on Halophilic Microorganism. Published in Frontiers in Miceobiology University Connecticut Storrs, CT, USA.
- SNI 06-69809-22-2004. Air dan air limbah - Bagian 22: Cara uji nilai permanganat secara titrimetri. ICS 13.060.50. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta
- Sharghia, E., A., B., Bonakdarpour , M., Pakzadeh, 2014. Treatment of hypersaline produced water employing a moderately halophilic bacterial consortium in a membrane bioreactor: Effect of salt concentration on organic removal performance, mixed liquor characteristics and membrane fouling. Bioresource Technlogy Vol164 july 2014 page 203-213. Taheran. Iran.
- Simpson, A., 2013. The diversity and evolution of 'impressively' halophilic protozoa. .. The proceedings from Halophilics. The International Congress on Halophilic Microorganism. Published in Frontiers in Miceobiology University Connecticut Storrs, CT, USA.
- Todar, K., 2004, Stucture and Function of Procaryotic Cells", Todar's Online Texbook of Bacteriology, Wisconsin Madison