

## JURNAL METAMORFOSA

### Journal of Biological Sciences

eISSN: 2655-8122

<http://ojs.unud.ac.id/index.php/metamorfosa>

#### Formulasi dan Aplikasi Konsorsium Bakteri Berbahan Dasar Molase untuk Mendegradasi Limbah Minyak dan Lemak di Lingkungan

#### Formulation and Application of Molasses-Based Bacterial Consortium to Degrade Waste Oil and Fat in the Environment

Retno Kawuri<sup>1\*</sup>, Ida Bagus Gede Darmayasa<sup>1</sup>, I Komang Adi Widyastama<sup>2</sup>, Rochmalia Juniarti Putri<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Ilmu Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Jalan Sudirman Denpasar

<sup>2</sup> Program Studi Magister Ilmu Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Jalan Sudirman Denpasar

\*Email: [microbiologylaboratory@yahoo.com](mailto:microbiologylaboratory@yahoo.com)

#### INTISARI

Semakin banyaknya lingkungan yang tercemar limbah lemak dan minyak merupakan masalah yang harus diatasi. Konsorsium mikroba merupakan campuran populasi mikroba dalam bentuk komunitas yang memiliki hubungan kooperatif, komensal, dan mutualistik. Pengujian di lapangan perlu dilakukan untuk menguji apakah hasil degradasi lemak dan minyak dari ketiga bakteri diatas mampu diaplikasikan di limbah lemak dan minyak di lingkungan. Tujuan dari penelitian untuk mencari formulasi media dan aplikasi yang tepat dari konsorsium bakteri berbahan dasar molase dan untuk mengetahui efektifitas dari formulasi media berbahan dasar molase. Penelitian ini menggunakan metode *Sequence Batch Reactor* (SBR), parameter fisika, kimia dan biologis meliputi pengukuran Total lemak, Pengujian Oksigen Terlarut (*Dissolve Oxygen/DO*), Pengujian BOD<sub>5</sub> (*Biological Oxygent Demant*), Pengujian Nitrat, Pengujian Nitrit Total padatan terlarut (*Total dissolve solid/TDS*), dan Penghitungan Mikroba TPC, (*Total Plate Count*). Hasil penelitian menunjukkan penurunan pada perlakuan pemberian konsorsium bakteri sebesar 80 mL/2L limbah lemak dan minyak pada pengukuran BOD<sub>5</sub>, TDS, total lemak, nitrit dan nitrat serta populasi bakteri yang tetap tinggi pada hari ke 5 setelah perlakuan. Studi ini mendemonstrasikan kemampuan konsorsium bakteri berbasis molase dapat digunakan sebagai bioremediasi limbah lemak

Kata kunci: limbah lemak, biodegradasi, lipase

#### ABSTRACT

The increasing number of environments polluted by fat and oil waste is a problem that must be overcome. The microbial consortium is a mixture of microbial populations in the form of communities that have cooperative, commensal, and mutualistic relationships. Field tests need to be carried out to test whether the results of the degradation of fats and oils from the three bacteria above can be applied to waste fats and oils in the environment. The purpose of this study was to find media formulations and proper applications from molasses-based bacterial consortia and to determine the effectiveness of molasses-based media formulations. This study used the *Sequence Batch Reactor* (SBR) method, physical, chemical and biological parameters including measurement of total fat, *Dissolve Oxygen/DO* Test, BOD<sub>5</sub> Test (*Biological Oxygent Demant*), Nitrate Test, Nitrite Test Total dissolved solids (*Total*

dissolve solid/TDS), and TPC Microbial Count, (Total Plate Count). The results showed a decrease in the treatment of bacterial consortium of 80 mL/2L of waste fats and oils on measurements of BOD5, TDS, total fat, nitrite and nitrate and the bacterial population remained high on the 5th day after treatment. This study demonstrated the ability of a molasses-based bacterial consortium can be used as bioremediation fat wasted

**Keyword:** fat waste, biodegradation, lipase

## PENDAHULUAN

Penanganan limbah lemak dan minyak saat ini perlu dilakukan mengingat banyaknya ditemukan sungai dan juga daratan yang tercemar limbah tersebut. Beberapa peneliti telah melaporkan beberapa mikroba yang diketahui memiliki kemampuan dalam mendegradasi minyak antara lain: *Pseudomonas aeruginosa*, *Serratia marcescens* (Wongsa, 2014), *Acinetobacter baumannii*, *Baccillus megaterium*, *Baccillus cereus*, *Fussarium verticilloide*, dan *Candida tropicalis* (Malatova, 2005). Jamur *Fussarium verticilloide*, dan *Candida tropicalis* dan bakteri *Pseudomonas aeruginosa*, *Serratia marcescens*, *Acinetobacter baumannii*, *Baccillus megaterium*, *Baccillus cereus* mampu mendegradasi lemak (Ugochukwu *et al.*, 2008). Wage (2009) melaporkan konsorsium bakteri yang diisolasi dari sumur minyak di daerah Cepu memunjukkan kemampuannya untuk digunakan sebagai bioremediasi limbah lemak. Bioremediasi campuran hidrokarbon kompleks biasanya membutuhkan kerjasama lebih dari satu spesies, karena mikroorganisme individu umumnya hanya dapat memetabolisme substrat hidrokarbon dalam kisaran terbatas. Mikroba tersebut dalam proses biodegradasi biasanya bekerja secara konsorsium.

Formulasi media sebagai sumber pertumbuhan bakteri sangatlah penting mengingat bakteri yang akan digunakan sebagai starter tersebut harus mampu hidup dan berkembang dengan baik tanpa mengurangi efektifitasnya. Penggunaan bahan molase sebagai substrat pertumbuhan bakteri saat ini banyak digunakan oleh industri mikroba. Molase adalah merupakan limbah dari pembuatan gula yang dapat digunakan sebagai sumber karbon untuk pertumbuhan bakteri.

Restoran maupun industri makanan yang membuang limbahnya di lingkungan merupakan masalah terpenting saat ini karena dapat mencemari lingkungan yang berakibat matinya hewan dan tanaman juga meningkatkan kandungan COD sta menurunkan laju transfer oksigen (Darby *et al.*, 2005). Pengolahan limbah cair oleh mikroba indigenous juga akan terganggu akibat adanya lemak pada limbah. Mikroba anaerob akan mengalami gangguan pada laju transfer oksigen, berkurangnya efisiensi kerja bagi bakteri dalam pengangkutan substrat yang larut terhadap biomassa (Maan *et al.*, 2015). Limbah lemak dapat berasal dari lemak hewan, gabungan dari gliserol dan asam lemak bebas serta minyak sayur. Phong *et al.*, 2014)

Bali sebagai kota pariwisata terbesar di Indonesia dengan banyak hotel dan villa tak luput dari permasalahan tersebut mengingat sampai saat ini pembuangan limbah lemak masih belum terkontrol dengan baik. Formulasi media sangatlah penting sebagai nutrisi bagi bakteri yang bertindak sebagai bioremediasi limbah lemak dan minyak pada lingkungan. Kemampuan hidup dari bakteri sebagai bioremediator sangatlah penting guna menjadi kualitas dan efektifitas bakteri selama penyimpanan.

## BAHAN DAN METODE

### Teknik pengambilan sampel

Sampel limbah lemak dan minyak diambil dari system pengolahan limbah minyak dan lemak dari beberapa hotel di Nusa dua Badung Bali menggunakan metode *Grab sampling* (Sampel diambil di satu waktu) sebanyak 62 Liter yang diambil pada bagian atas, tengah dan ujung kolam penampungan kemudian limbah

tersebut di homogenkan. *Bacillus licheniformis*, *Bacillus coagulans* dan *Pseudomonas diminuta* adalah bakteri yang digunakan sebagai starter

### Persiapan Suspensi Konsorsium Bakteri

Konsorsium bakteri ditumbuhkan pada media *Nutrien Broth* dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam dan di standarkan kekeruhan dengan standar kekeruhan Mc Farland  $1 \times 10^8$  sel/ml. (Aziz, 2010).

### Formulasi media berbahan dasar Molase

Bahan baku molase sebanyak 100 ml ditambahkan 250 gram rumput laut yang telah di blender dan disaring serta ditambahkan 3 gram yeast dan 50 gram formulasi adaptif dalam 1000 ml air. Direbus hingga mendidih dan didinginkan kemudian ditambahkan starter konsorsium bakteri.

### Aplikasi Konsorsium Bakteri

Dalam penelitian ini menggunakan 5 perlakuan 1 kontrol dan 5 kali pengulangan. Wadah yang digunakan adalah 30 buah fermentor yang terbuat dari galon air ukuran 10 liter yang dijadikan 6 kelompok. Galon (A) diisi dengan dua liter limbah dan ditambahkan 10 mL konsorsium mikroba, Galon (B) diisi dengan dua liter limbah dan ditambahkan dengan konsorsium mikroba sejumlah 20 mL, Galon (C) diisi dengan dua liter limbah dan ditambahkan dengan konsorsium mikroba sejumlah 30 mL, Galon (D) diisi dengan dua liter limbah dan ditambahkan dengan konsorsium mikroba sejumlah 40 mL, Galon (E) diisi dengan dua liter limbah dan ditambahkan dengan konsorsium mikroba sejumlah 50 mL dan Toples (F) (Kontrol) hanya diisi limbah sebanyak dua Liter tanpa penambahan konsorsium mikroba. Dengan pengulangan sebanyak 5 kali. Fermentasi dilakukan selama 5 hari pada temperature ruang (28°C) dengan menggunakan metoda *Squencing Batch Reactor* (SBR). Metoda ini adalah suatu system pengolahan air limbah dengan menggunakan wadah yang sama pada proses aerasi dan sedimentasi Parameter Suhu, pH, DO, serta jumlah bakteri diukur setiap hari sedangkan nilai BOD5, nitrit, nitrat dan TSS

diukur perubahannya pada hari pertama dan hari ke lima.

### Pengujian Oksigen Terlarut (*Dissolve Oxygen/DO*)

Pengujian kandungan oksigen terlarut (DO) menggunakan DO meter dan dilakukan pada penelitian jam ke 24,48,72,96 dan 120.

### Pengujian BOD5 (*Biological Oxygen Demand*)

Pengujian BOD5 dilakukan pada hari ke 0 dan hari ke 5. Sampel dimasukan ke dalam botol gelap dan diinkubasi pada suhu 20°C Perhitungan nilai DO5 dengan menggunakan rumus  $(DO_{H-0}) - (DO_{H-5}) \times \text{Pengenceran}$  (Angreni *et al.*, 2014).

### Pengujian Nitrit

Pengujian kandungan Nitrit dengan menggunakan alat spektrofotometri dengan Panjang gelombang 453 nm pada hari ke 0 dan hari ke 5. (Simon 2015).

Rumus perhitungan kadar Nitrit  
Mg/L Nitrit = (Absorbansi sampel X Konsentrasi standar) / Absorbansi blanko

### Pengujian Nitrat

Analisa nitrat dilakukan dengan menggunakan metode Spektrofotometri dengan Panjang gelombang 410 nm digunakan untuk menghitung kadar Nitrat dengan rumus  
Mg/L Nitrat = (Absorbansi sampel X Konsentrasi standar) / Absorbansi blanko

### Total padatan terlarut (*Total dissolve solid/TDS*)

Pengukuran kandungan total padatan terlarut dilakukan dengan cara tempat yang telah dilapisi aluminium foil dikeringkan dengan oven dan ditimbang (A). Sampel air limbah sebanyak 10 disaring menggunakan filter ukuran 5 um dan dimasukan kedalam tempat kering dan ditimbang (B) (B) (Wahyu, 2009). Perhitungan zat padat terlarut menggunakan rumus:  
Zat padat terlarut (mg/L) =  $\frac{(B-A)}{\text{Jumlah sampel}}$

### Penghitungan Mikroba TPC (*Total Plate Count*)

Penghitungan total mikroba dilakukan dengan cara sampel diambil sebanyak 10 ml dan diencerkan secara bertahap hingga pengenceran  $10^9$ . Diambil sebanyak 100 mikroliter dan dituangkan ke dalam cawan Petri steril dan ditambahkan media Nutrient Agar, diratakan dan diamkan membeku. Cawan Petri selanjutnya diinkubasi pada suhu  $28^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian uji total lemak menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar lemak dari limbah setelah pengamatan hari ke-5. Penurunan paling signifikan terjadi pada perlakuan limbah yang diinokulasi konsorsium bakteri 40 mL/2L dan 70 mL/2L (Tabel 1).

Tabel 1. Total lemak limbah setelah pengamatan hari ke-5

No	Perlakuan	Total Lemak (%BK)
1	Kontrol	$29.49 \pm 1.11^a$
2	40 mL/2L	$17.45 \pm 0.62^b$
3	50 mL/2L	$12.75 \pm 1.08^c$
4	60 mL/2L	$11.99 \pm 1.41^c$
5	70 mL/2L	$17.85 \pm 1.32^b$
6	80 mL/2L	$12.24 \pm 1.34^c$

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey 5%.

Total lemak (%BK) paling rendah ditemukan pada perlakuan 50 mL/2L, 60 mL/2L, dan 80 mL/2L yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey. Hal tersebut dapat disebabkan karena bakteri memiliki enzim lipase yang mampu mendegradasi lemak menjadi trigliserida yang lebih sederhana. Pada penelitian Matsumiya *et al.*, (2007), menunjukkan aktivitas enzim lipase dan biosurfaktan (BSF) strain DW2-1 setelah kultivasi 48 jam pada minyak salad masing-

masing adalah 1720 U/l dan 480 U/ml. Kemampuan degradasi lipid umumnya ditingkatkan dengan emulsifikasi dengan BSF, yang meningkatkan interaksi antara enzim mikroba dan lipid (Banat *et al.*, 2000).

Nilai  $\text{BOD}_5$  pada semua perlakuan menurun dibandingkan pada hari pertama pengamatan (Tabel 2). Hasil pengujian menunjukkan limbah yang diberi perlakuan konsorsium bakteri konsentrasi 60 mL/2L mengalami penurunan nilai BOD paling tinggi.  $\text{BOD}_5$  memberikan informasi tentang fraksi siap biodegradasi dari beban organik dalam air dan hasilnya dapat bervariasi menurut laboratorium, terutama karena fluktuasi keragaman mikroba dari inokulum yang digunakan (Jouanneau *et al.*, 2014). Hal tersebut berarti bakteri pengurai bekerja paling baik pada konsentrasi 60 mL/2L.

Tabel 2. Nilai  $\text{BOD}_5$  limbah minyak

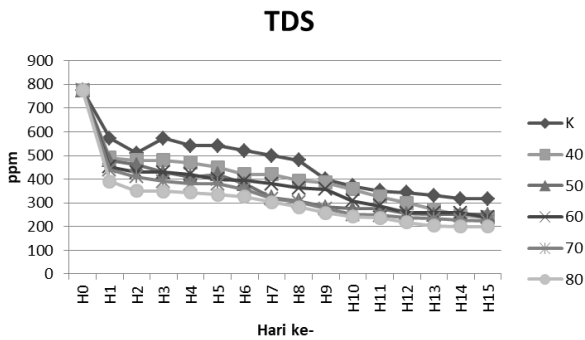
Perlakuan	H0	H5
Kontrol	364.50	344
40 mL/2L	364.50	334
50 mL/2L	364.50	324.04
60 mL/2L	364.50	274.78
70 mL/2L	364.50	344
80 mL/2L	364.50	309

Pada pengujian *total dissolve solid* (TDS) menunjukkan bahwa perlakuan 80 mL/2L mengalami penurunan TDS yang paling signifikan (Gambar 1). Nilai TDS perlakuan konsorsium dengan konsentrasi 80 mL/2L setelah pengamatan hari ke-15 adalah TDS 200 ppm (Tabel 3).

Tabel 3. Nilai TDS limbah minyak

Perlakuan	TDS (ppm)	
	H0	H15
K	775	317
40 mL/2L	775	239
50 mL/2L	775	250
60 mL/2L	775	239
70 mL/2L	775	223
80 mL/2L	775	200

Sementara hasil pengujian, perlakuan 80 mL/2L menunjukkan penurunan nitrat paling tinggi sedangkan penurunan nitrit paling tinggi terjadi pada perlakuan kontrol (Tabel 4). Nilai nitrat dan nitrit mengindikasikan terdapat aktivitas mikrobia yang menghidrolisis protein menjadi nitrat dan nitrit. Menurut Wang *et al.*, (2022), konsorsium mikroba pendegradasi lipid dapat dengan cepat mendegradasi minyak tingkat tinggi (efisiensi melebihi 93,0% pada 5,0 g/L) dengan meningkatkan kinerja lumpur aktif. Dengan inokulasi konsorsium mikroba pendegradasi lipid, kinerja pengolahan air AS meningkat secara signifikan, yang menghilangkan 36,10% dan 48,93% lebih banyak *chemical oxygen demand* (COD) dan nitrogen amonia dari air limbah.



Tabel 4. Nilai nitrat dan nitrit limbah minyak

Perlakuan	H0		H5	
	Nitrat	Nitrit	Nitrat	Nitrit
Kontrol	3.24	0.014	2.93	0.06
40 mL/2L	3.24	0.014	3.27	0.22
50 mL/2L	3.24	0.014	1.17	0.86
60 mL/2L	3.24	0.014	2.75	0.84
70 mL/2L	3.24	0.014	1.05	0.90
80 mL/2L	3.24	0.014	0.48	0.40

Setelah 15 hari, masing-masing perlakuan dihitung jumlah mikroorganisme cawan total (TPC). Nilai TPC paling tinggi terdapat pada perlakuan 80 mL/2L yaitu 179 CFU/mL (Tabel 5). Suhu dan pH dari lingkungan limbah lemak setelah 15 hari juga diukur yang menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan pada suhu dan pH semua perlakuan (Tabel 6). Suhu dan pH optimum konsorsium bakteri untuk mendegradasi lemak berdasarkan pengamatan adalah 26°C-28°C dan pada pH 6.

Tabel 5. Nilai TPC limbah minyak (CFU/mL)

Perlakuan	H0	H15
Kontrol	1285	61
40 mL/2L	1285	84
50 mL/2L	1285	145
60 mL/2L	1285	163
70 mL/2L	1285	170
80 mL/2L	1285	179

Tabel 6. Nilai suhu dan pH limbah minyak

Perlakuan	Suhu (°C)			pH		
	H0	H5	H15	H0	H5	H15
Kontrol	28	28	27	4	5	6
40 mL/2L	28	27	27	4	5.5	6
50 mL/2L	28	27	28	4	5.5	6
60 mL/2L	28	27	27	4	5.5	6
70 mL/2L	28	27	27	4	5.5	6
80 mL/2L	28	26	27	4	5.5	6

Menurut Hidayat (2011), menunjukkan bahwa kondisi optimal untuk *Bacillus cereus* N-09 mendegradasi lipid adalah pH 6,00, suhu 30°C dan kecepatan pengadukan 130 rpm. Pada kondisi tersebut degradasi lipid yang dicapai sebesar 73,5%.

**KESIMPULAN**

Perlakuan terbaik dalam menurunkan limbah minyak adalah pemberian konsorsium bakteri sebesar 80 mL/2L, ditunjukkan dengan kadar limbah lemak dan minyak pada pengukuran BOD<sub>5</sub>, TDS, total lemak, nitrit dan nitrat serta populasi bakteri yang tetap tinggi setelah inkubasi. Kemampuan konsorsium bakteri berbahan dasar molase dapat digunakan

sebagai bioremediasi limbah lemak di lingkungan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Al-Darbi, M. M., N. O. Saeed., M. R. Islam and K. Lee. 2005. Biodegradation of natural oils in seawater. *Energy Sources*. 27: 19–34.
- Aluyor, E. O., M. Ori-jesu and K. O. Obahiagbon. 2009. Biodegradation of vegetable oils: A review. *Scientific Research and Essay*. 4(6): 543-548.
- Angraeni, W. G., I. W. Budiarsa dan D. S. Wahyu. 2014. Pengaruh perlakuan biofiltrasi ekosistem buatan terhadap penurunan Cod, Nitrat, dan PH air limbah pencucian rumput Laut. *Jurnal kimia*. 8 (1): 97-103.
- Aziz, S. 2010. *Uji Antibakteri Ekstrak Etanol Daun dan Umbi Bakung Putih (Crinum asiaticum L.) terhadap Bakteri Penyebab Jerawat*. Skripsi. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Banat, I. M., R. S. Makkar and S. S. Cameotra. 2000. Potential commercial applications of microbial surfactants. *Applied Microbiology Biotechnology*. 53: 495–508.
- Brooksbank, A. W. 2007. Degradation and modification of fats, oils, and grease by commercial microbial supplements. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 23:977-985.
- Calvo, C., M. Manzanera., G. A. Silva-Castro., I. Uad and J. González-López. 2009. Application of bioemulsifiers in soil oil bioremediation processes: Future prospects. *Sciences Total Environment*. 407(12): 3634–3640.
- Čipinytė, A., S. Griškis and E. Baskys. 2009. Selection of fat-degrading microorganism for the treatment of lipid contaminated Environment. *Biologija*. 55(3): 84-92.
- El-Bestawy, B. H., M. El-Masry and E. N. El-Adl. 2005. The potentiality of free Gram-negative bacteria for removing oil and grease from contaminated industry effluents. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 21:815–822.
- Erguderet, T. H., E. Guven and G. N. Demirer. 2000. Anaerobic treatment of olive oil waste water in batch reactor, *Process Biochemistry*. 36(3): 234-248.
- Fermin, D., R. Fermin., A. Pina and A. Mena. 1994. Sugar cane juice as a substitute for maize and molasses in diets for fattening pigs. *Tropical Animal Production*. 9: 271-274.
- Ghazali, F., M., R. N. Z. A. Rahman., A. B. Salleh and M. Basri. 2004. Biodegradation of hydrocarbons in soil by microbial consortium. *International Biodeterior Biodegradation*. 54(1): 61–67.
- Harahap. 2003. Karya Ilmiah Produksi Alkohol. Perputakaan Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Hendricks, A. A. 2015. *Isolation and Characterisation of Lipolytic Bacteria and Investigation of their ability to Degrade Fats, Oils and Grease in Grain Distillery Wastewater*. Thesis. Food Science in the Faculty of Food Science at Stellenbosch University.
- Hidayat, N. 2011. Optimization of pH, temperature and agitation rate on biodegradation of lipids and detergents in food wastewater by *Bacillus sp N-09*. *Journal of Agriculture and Food Technology*. 1(5): 59-62.
- Jouanneau, S., L. Recoules., M. J. Durand., A. Boukabache., V. Picot., Y. Primault., A. Lakel., M. Sengelin., B. Barillon and G. Thouand. 2014. Methods for assessing biochemical oxygen demand (BOD): A review. *Water Research*. 49: 62-82.
- Kis A. L. K., S. Laczi., R. Zsíros., G. Akhely and K. Perei. 2015. Biodegradation of animal fats and vegetable oils by *Rhodococcus erythropolis* PR4. *International Biodeterioration and Biodegradation*. 105: 114-119.
- Ma'an F. M. A., M. Alkhatib., Z. Alam., F. Haytham and M. Shabana. 2015. Isolation of bacterial strain for biodegradation of fats, oil and grease. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*. 19 (1): 138 – 143.

- Malatova, K., 2005. *Isolation and characterization of hydrocarbon degrading bacteria from environmental habitats in western New York state*. Thesis. Department of Chemistry, Rochester Institute of Technology. New York.
- Okoh, A. I., 2006. Biodegradation alternative in the cleanup of petroleum hydrocarbon pollutants. *Biotechnology and Molecular Biology Review*. 1(2): 38- 50.
- Paturau, J. M. 1982. *By-Products of The Cane Sugar Industry: an Introduction to Their Industrial Utilization*. Elsevier Scientific Publishing Co. Amsterdam.
- Phong, N. T., N. T. Duyen and C. N. Diep. 2014. Isolation and characterization of lipid - degrading bacteria in wastewater of food processing plants and restaurants in Can Tho city, Vietnam. *American Journal of Life Sciences*. 2(6): 382-388
- Reyed, R and A. El-Diwany. 2008. Molasses as Bifidus Promoter on Bifidobacteria and lactic acid bacteria growing in skim milk. *The Internet Journal of Microbiology*. 5(1): 1 – 8.
- Ugochukwu, K. C., N. C. Agha and Ogbulie. 2008. Lipase activities of microbial isolates from soil contaminated with crude oil after bioremediation. *African Journal of Biotechnology*. 7(16):2881-2884.
- Wage, K. 2009. Karakteristik dan Pertumbuhan Konsorsium Mikroba Lokal dalam media mengandung Minyak Bumi. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 10 (1): 114 – 119
- Wahyu, A. I. 2009. *Pengaruh Aerasi Dan Penambahan Bakteri Bacillus Sp. Dalam Mereduksi Bahan Pencemar Organik Air Limbah Domestik*. Skripsi. Departemen Manajemen Sumber daya Perairan fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wang, C., J. Li., W. Fang., W. Chen., M. Zou., Z. Li., Z. Qiu and H. Xu. 2022. Lipid degrading microbe consortium driving micro-ecological evolvement of activated sludge for cooking wastewater treatment. *Science of the Total Environment*. 804: 1-10.
- Wongsa, P. 2004. Isolation and characterization of novel strains of *Pseudomonas aeruginosa* and *Serratia marcescens* possessing high efficiency to degrade gasoline, kerosene, diesel oil, and lubricating oil. *Current Microbiology*. 49(6): 415-422.