

Influence of Potential Hydrogen (pH) on the Growth of *Bacillus cereus* IMB-11 during Hydrocarbon Degradation *in vitro*

Pengaruh pH terhadap Pertumbuhan *Bacillus cereus* IMB-11 selama Degradasi Hidrokarbon secara *in vitro*

Irda Sayuti(*), Zulfarina, Teguh Juliantani Widodo

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Riau, Pekanbaru 28293, Indonesia.

*Corresponding author: irda.sayuti@lecturer.unri.ac.id

Diterima 03 September 2022 dan disetujui 30 Oktober 2022

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi pH pertumbuhan bakteri *Bacillus cereus* Strain IMB-11 dalam mendegradasi bahan bakar solar. Penelitian dilakukan di laboratorium PMIPA FKIP, Universitas Riau dan pengujian TPH dilaksanakan di laboratorium buangan padat dan B3 Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan ITB. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan November 2019 hingga Maret 2020. Penelitian menggunakan desain percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dengan 3 perlakuan dan 3 kelompok ulangan. Media yang digunakan diantaranya media SMSS dengan perlakuan penambahan variasi pH 6,5; pH 7,0; dan pH 7,5, yang ditambahkan dengan bahan bakar solar sebanyak 5% dan isolat bakteri *Bacillus cereus* Strain IMB-11. Parameter uji adalah OD pertumbuhan bakteri *Bacillus cereus* Strain IMB-11 yang dilihat menggunakan alat Spektrofotometer selama 6 hari pengukuran dan pengukuran tingkat degradasi (*Total Petroleum Hydrocarbon*) TPH bahan bakar solar menggunakan metode Gravimetri. Berdasarkan penelitian didapatkan pH 7.0 sebagai pH terbaik dalam pertumbuhan bakteri *Bacillus cereus* Strain IMB-11 dengan kerapatan optik (OD) yang menunjukkan pertumbuhan bakteri sebesar 5.8 OD pada hari ke-5 dan tingkat degradasi bahan bakar solar sebesar 26,95%.

Kata Kunci: *Bacillus cereus*, biodegradasi, pH, solar

Abstract

This study aims to determine the pH variation of the growth of *Bacillus cereus* strain IMB-11 in degrading diesel fuel. The research was conducted in the Laboratory of PMIPA, FKIP, Universitas Riau while total petroleum hydrocarbon (TPH) was measured in the solid residue in the Laboratory of the Faculty of Civil and Environmental Engineering, ITB. This research was conducted in November 2019 – March 2020. The study was designed in a completely randomized design with 3 treatments and 3 replication groups. The media used are SMSS media with the addition of pH 6.5; pH 7.0; and pH 7.5, which was added with diesel fuel as much as 5% and bacterial isolates of *Bacillus cereus* strain IMB-11. The test parameter was the optical density (OD) of bacterial growth of *Bacillus cereus* Strain IMB-11 which was monitored using a spectrophotometer for 6 days and the measurement on the level of degradation or TPH diesel fuel using the Gravimetric method. Based on the research, the moderate pH of 7.0 was the best condition for strain growth with an OD of 5.8 with 26.95% of degradation rate of diesel fuel *in vitro*.

Keywords: *Bacillus cereus*, biodegradation, diesel fuel, pH



Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus is Licensed Under a CC BY SA Creative Commons Attribution-Share a like 4.0 International License. [doi https://doi.org/10.36987/jpbnu.v8i3.3230](https://doi.org/10.36987/jpbnu.v8i3.3230)

PENDAHULUAN

Manfaat dari komoditas berbasis minyak bumi atau *petroleum* sangat signifikan untuk pemenuhan energi bagi kebutuhan industri dan manusia. Salah satu produk turunan dari hasil proses pengolahan minyak bumi ialah solar yang berwarna kuning kecoklatan dengan rentang titik didih berkisar antara 175 hingga 350°C. Bahan bakar solar tersusun dari tiga komponen utama diantaranya Benzena, Toluena, dan Xylena, serta ragam gugus alkil pada kelompok Hidrokarbon Poliaromatik dengan rumus kimia C₉ hingga C₂₀ (Saxena & Ghosh, 2012). Senyawa-senyawa ini dapat menyebabkan pencemaran lingkungan apabila secara langsung mengkontaminasi lingkungan (El-Naas *et al.*, 2014).

Selama eksplorasi minyak bumi yang melibatkan pemurnian dan transportasi bahan bakar solar, sering terjadi kasus kebocoran dan tumpahan yang tidak disengaja sehingga menyebabkan pencemaran yang serius terhadap lingkungan, termasuk habitat darat dan perairan (Das & Chandran, 2011). Dalam kasus tumpahan minyak bumi yang berlangsung dalam volume besar, kerap kali sulit untuk ditanggulangi sehingga menyebabkan polutan persisten di lingkungan yang terus-menerus terakumulasi oleh organisme. Akumulasi polutan atau xenobiotik ini pada jaringan hewan dan tumbuhan dapat menyebabkan terjadinya mutasi genetik yang mengganggu bahkan kematian (Leahy & Colwell, 1990). Oleh karena itu, diperlukan penerapan teknologi dan teknik remediasi untuk mengurangi dampak kerusakan lingkungan akibat pencemaran hidrokarbon tersebut (Adipah, 2018).

Pencemaran lingkungan dapat dikurangi dampaknya dengan bioremediasi. Bioremediasi didefinisikan sebagai proses pemulihan secara biologi terhadap komponen lingkungan tercemar. Bioremediasi mikroba adalah teknik yang melibatkan integrasi mikroorganisme untuk mendetoksifikasi dan menurunkan polutan target, dan mengubahnya menjadi produk yang kurang berbahaya atau lebih aman. Metode ini dianggap ramah lingkungan dan hemat biaya karena dapat digunakan kembali. Metode dapat bervariasi berdasarkan mikroorganisme asli/ *indigenous* (*natural attenuation*) hingga aplikasi mikroba biodegradatif dalam skala inokulum besar (bioaugmentasi) secara eksogen, untuk mempercepat penghapusan produk minyak bumi ini dan kontaminan lainnya (Brooijmans *et al.*, 2009; Dvorak *et al.*, 2017). Bioremediasi menggunakan teknologi yang ramah lingkungan yang mana bakteri memegang peranan penting dalam proses ini (Chauhan *et al.*, 2008). Bakteri ini menguraikan limbah penyebab pencemaran yang telah dikondisikan sedemikian rupa sehingga sesuai dengan kebutuhan hidup bakteri tersebut. Dengan kondisi tersebut bakteri dapat mendegradasi bahan pencemar akan berkurang dan akhirnya mengurangi derajat pencemaran di lokasi tercemar.

Bakteri pendegradasi hidrokarbon atau hidrokarbonoklastik di lingkungan yang terkontaminasi minyak bumi, beradaptasi dengan baik terhadap tekanan kontaminan karena elemen enzim dan genetiknya yang kompatibel (Djahnit *et al.*, 2019). Kondisi hidup bakteri dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan antara lain pH, suhu, salinitas dan lain-lain. Nilai pH merupakan faktor penting dalam proses bioremediasi (Dong *et al.*, 2010). Kondisi pH akan berpengaruh dengan metabolisme dalam pertumbuhan bakteri, dengan pH yang sesuai dengan tempat hidup bakteri maka bakteri dapat hidup dan berkembang dengan baik dan apabila pH tidak sesuai maka metabolisme bakteri akan terganggu dan pertumbuhan akan terhambat ataupun terhenti. Kisaran pH optimum yang

digunakan berkisar antara 6.5 hingga 8.0 dalam kisaran tersebut bakteri dapat tumbuh dengan baik (Jin & Kirk, 2018).

Bakteri mendegradasi senyawa hidrokarbon dengan cara memotong rantai hidrokarbon tersebut menjadi lebih pendek dan mampu diterima oleh lingkungan. Salah satu bakteri *indigenous* yang mampu mendegradasi yang mampu mendegradasi minyak bumi diantaranya *Bacillus cereus* IMB-11, *Lysinibacillus fusiformis* IMB-12, dan *Pseudomonas stutzerii* IMB-15 yang diisolasi dari situs pertambangan PT. Chevron Pacific Indonesia (CPI), Riau (Sayuti *et al.*, 2021). Berdasarkan investigasi terdahulu yang mengkaji efektifitas biodegradasi dari tiap strain bakteri tersebut, telah dilaporkan formulasi media pertumbuhan dalam rasio C:N:P yang optimum untuk pertumbuhan *B. cereus* IMB-11 (Syafitri *et al.*, 2022). Tujuan dari penelitian ini ialah untuk melihat pengaruh pH terhadap pertumbuhan *B. cereus* IMB-11 dan kemampuan biodegradasi bahan bakar hidrokarbon secara *in vitro*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif, dengan rancangan berupa Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari 3 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang diberikan adalah variasi pH 6.5, 7.0 dan 7.5 pada media *Stone Mineral Salt Solution* (SMSS) + Bahan Bakar Solar 5%. Bentuk pengulangan perlakuan diatas yaitu: M1B1 (SMSS+Bahan Bakar Solar + pH 6.5 dan Isolat *Bacillus cereus* IMB-11), M2B2 (SMSS+Bahan Bakar Solar + pH 7.0 dan Isolat *Bacillus cereus* IMB-11), dan M3B3 (SMSS+Bahan Bakar Solar + pH 7.5 dan Isolat *Bacillus cereus* IMB-11). Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium PMIPA, FKIP, Universitas Riau untuk pengukuran pertumbuhan bakteri *Bacillus cereus* IMB-11 pada pH yang berbeda dalam mendegradasi bahan bakar solar. Pengujian tingkat degradasi TPH bahan bakar solar dilakukan di laboratorium buangan padat dan B3 Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan pada bulan November 2019-Maret 2020.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah: Neraca Analitik, Spektrofotometer Spectrumlab 22 PC, pH meter, Hotplate, laminar Airflow, Beaker glass, Gelas ukur, Erlenmeyer, Inkubator, Autoclave, cawan Petri, Pipet tetes, Mikropipet, dan kertas label. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah Media SMSS, Bahan Bakar Solar, Aquades, dan Alkohol 96%. Prosedur penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan dimulai dari, sampling, sterilisasi alat dan bahan, pengukuran TPH awal bahan bakar solar, peremajaan dan perbanyakan inokulum bakteri *Bacillus cereus* Strain IMB-11, pembuatan kurva pertumbuhan, penghitungan kerapatan optik (OD) *Bacillus cereus* IMB-11, penghitungan *total petroleum hydrocarbon* (TPH) akhir dan penghitungan tingkat degradasi bahan bakar solar oleh bakteri dengan metode Gravimetri.

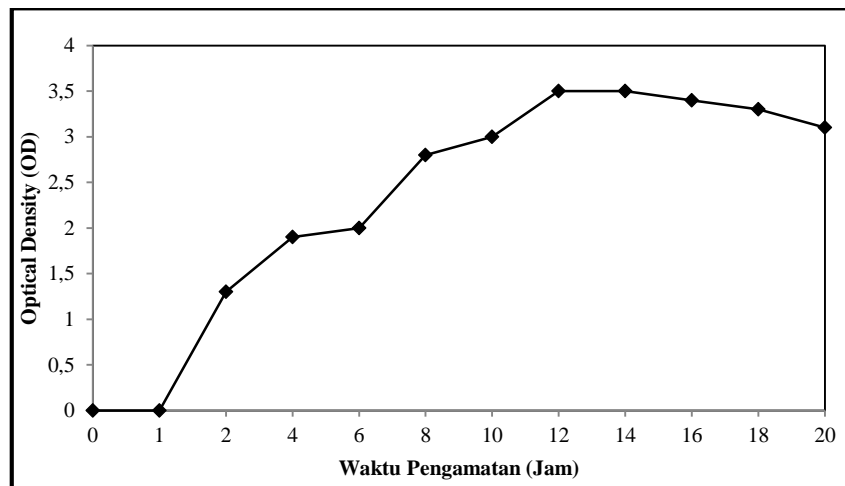
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran TPH awal dan Preparasi Inokulum *Bacillus cereus* IMB-11

Hasil penelitian ini mengacu pada kadar TPH di akhir perlakuan sebagai parameter untuk menunjukkan persentase rantai hidrokarbon yang tersisa selama fermentasi oleh bakteri uji. TPH awal bahan bakar solar sampel ialah 10,72%. Pengukuran TPH awal ini berguna

untuk melihat berapa persen tingkat degradasi yang dihasilkan oleh bakteri *Bacillus cereus* IMB-11 dalam mendegradasi bahan bakar solar. Kultivasi isolat dilakukan untuk meremajakan dan mengaktifkan kembali bakteri agar dapat mendapatkan hasil maksimal dalam penelitian. Kultivasi isolat dilakukan pada media cair didalam Erlenmeyer menggunakan media SMSS 65 ml dengan pH 7,0. Isolat bakteri dikultivasi ke dalam medium SMSS dalam tabung Erlenmeyer 100 ml, dan di inkubasi selama 1 x 24 jam pada suhu ruang.

Selama inkubasi, pertumbuhan bakteri dimonitor selama 24 jam menggunakan alat Spektrofotometer dengan pengamatan OD per 2 jam sekali untuk melihat dinamika pertumbuhan dan puncak populasi tertinggi yang digambarkan sebagai kurva pertumbuhan bakteri (Gambar 1). Kurva pertumbuhan ini digunakan sebagai pedoman dalam melihat waktu terbaik pertumbuhan bakteri dan menjadi acuan saat menginokulasikan bakteri kedalam media tumbuh, agar nantinya bakteri yang diinokulasikan merupakan kepadatan bakteri yang terukur sehingga proses biodegradasi dapat berjalan dengan optimal.

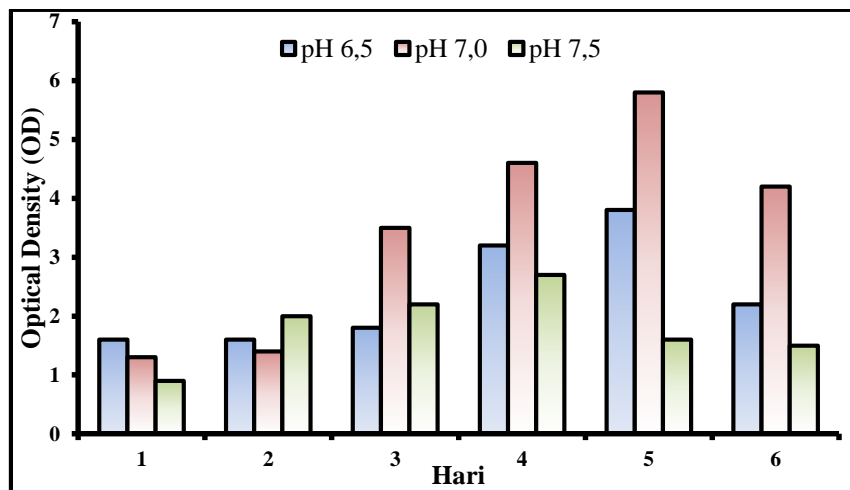


Gambar 1. Kurva pertumbuhan *Bacillus cereus* IMB-11 pada media SMSS cair

Pengaruh pH terhadap dinamika pertumbuhan *Bacillus cereus* IMB-11

Pengamatan pertumbuhan bakteri *Bacillus cereus* strain IMB-11 dalam medium dihitung menggunakan OD 1 hari sekali dengan hari pertama pengukuran OD pada pH 6,5; 7,0 dan 7,5 berurutan sebanyak 1,6; 1,3 dan 0,9 menunjukkan trend seperti yang terlihat pada Gambar 2. Berdasarkan gambar 2 dapat dilihat bahwa kondisi pH terbaik yang dibutuhkan oleh bakteri *Bacillus cereus* Strain IMB-11 berlangsung pada pH 7,0. Penelitian lainnya menggunakan strain dari *Acinetobacter* sp, *Enterobacter* sp, dan *Pseudomonas* sp pada media diesel (10 μ L/mL) dengan pH 6–8 juga memperoleh pertumbuhan tertinggi pada pH 7,0 dengan OD > 1,0 (Hossain *et al.*, 2022). Pada kondisi pH ini bakteri pertumbuhan bakteri terlihat konstan mulai hari ke-3 sampai hari ke-5 dan mengalami penurunan pada hari ke-6. Optimasi pH dilakukan sebanyak 3 perlakuan yaitu pada pH 6,5; 7,0 dan 7,5.

Penentuan rentang pH uji dalam penelitian ini menyesuaikan dengan kondisi habitat yang cenderung netral atau berkisar antara 6,5 hingga 7,5. Sedangkan proses bioremediasi pada umumnya berlangsung pada kondisi pH 6,5–8, dan bila merujuk pada aplikasi *Microbe Enhanced Oil Recovery* (MEOR), maka daerah dengan salinitas rendah rentang pH mendekati 8 dapat meningkatkan proses mineralisasi polutan (Qin *et al.*, 2012). Nilai pH secara umum mempengaruhi pertumbuhan bakteri terutama terhadap reaksi enzimatik dari enzim-enzim hidrolitik yang berhubungan dengan pertumbuhan bakteri (Surendra *et al.*, 2017). Kondisi pH pertumbuhan yang kurang optimum akan berdampak pada terhambatnya asimilasi nutrisi dari lingkungan yang berakibat pada terhambatnya pertumbuhan sehingga fungsi bakteri sebagai agen biodegradasi terhadap senyawa hidrokarbon juga menurun. Selain itu, fungsi respon seluler, transpor membran, dan kesetimbangan reaksi dalam sel bakteri juga dipengaruhi pH sehingga mempengaruhi pertumbuhan bakteri (Krulwich, 2011).



Gambar 2. Dinamika pertumbuhan *B. cereus* IMB-11 pada kondisi pH yang berbeda selama 6 hari waktu pengamatan pada media SMSS cair.

Pengaruh pH terhadap kemampuan biodegradasi *Bacillus cereus* IMB-11

Pengaruh pH terhadap kemampuan degradasi hidrokarbon oleh *B. cereus* IMB-11 ditunjukkan pada Tabel 1. *Bacillus cereus* Strain IMB-11 mampu mendegradasi hidrokarbon pada solar dengan pH 6,5 sebanyak 24,41% dan dalam medium dengan pH 7,0 sebanyak 26,95% selama masa inkubasi 6 hari. Hidrokarbon dalam minyak mentah pada medium dengan pH 7,5 menunjukkan tingkat biodegradasi sebanyak 13,24%. Serupa dengan hasil yang diperoleh pada parameter pertumbuhan, nilai pH sebesar 7,0 merupakan kondisi optimum untuk proses biodegradasi oleh *B. cereus* IMB-11. Sementara itu, nilai pH 6,5 dan 7,5 memberikan tingkat degradasi TPH yang rendah.

Tabel 1. Hasil analisis kadar TPH akhir

No	pH	Kadar (%)		Biodegradasi (%)
		TPH awal	TPH akhir	
1	6,5	10,72	8,21	23,41
2	7,0	10,72	7,83	26,95
3	7,5	10,72	9,30	13,24

Derajat keasaman (pH) sangat berpengaruh terhadap kestabilan mikroorganisme dalam proses biodegradasi hidrokarbon. Efektifitas biodegradasi senyawa hidrokarbon pada pH 7,0 oleh *B. cereus* IMB-11 merupakan ciri khas fenotipik dari strain tersebut dan kemungkinan aktivitas metabolisme senyawa tersebut diperantarai oleh kerja enzim monooksigenase dan dioksigenase selama berada dalam media pertumbuhan yang disuplementasi dengan minyak bumi (Wongbunmak *et al.*, 2020). Kondisi lingkungan yang ideal, terutama pH dan konsentrasi inokulum, membantu memfasilitasi proses penyerapan substrat. Substrat yang diserap dengan baik mempercepat proses metabolisme dalam sel dan mendorong pertumbuhan sel. Beberapa penelitian telah melaporkan penggunaan ragam strain *B. cereus* sebagai agen biodegradasi hidrokarbon secara *in vitro*.

Penelitian mengenai eksplorasi ragam jenis bakteri tanah dari Sumatera Selatan memperoleh suatu strain *B. cereus* yang mampu tumbuh pada media hidrokarbon sebesar 300 ppm yang potensial untuk dikembangkan pada uji skala lapang (Napoleon & Probowati, 2014). Strain *B. cereus* BN66 yang diisolasi dari tanah tercemar hidrokarbon di Bulgaria memiliki toleransi pertumbuhan di bawah media minyak mentah dimana strain tersebut menghasilkan biosurfaktan sebagai adaptasi pertumbuhan dalam cekaman (Christova *et al.*, 2018). Strain *B. cereus* yang berasal dari lingkungan rumah sakit juga dilaporkan memiliki kemampuan untuk tumbuh pada media hidrokarbon yaitu heksana, dekana, heksadekana, dan heptana (Adetitun *et al.*, 2020).

KESIMPULAN

Studi mengenai pengaruh pH terhadap pertumbuhan *Bacillus cereus* IMB-11 telah memperoleh nilai pH untuk aktivitas biodegradasi optimum pada nilai 7,0. Kemampuan biodegradasi pada pH tersebut memiliki persentasi pengurangan TPH sebesar 26,95% atau tertinggi sekaligus menunjukkan kepadatan sel atau OD sebesar 5,8. Berdasarkan informasi terdahulu mengenai kajian nutrisi digabung dengan hasil penelitian ini maka kondisi optimasi pertumbuhan *B. cereus* IMB-11 lainnya dapat dievaluasi lebih lanjut misalnya pengaruh sumber C dan N.

DAFTAR PUSTAKA

- Adetitun, D. O., Tomilayo, R. B., Oguntoye, M. B., & Raheem, A. A. (2020). Biodegradation of hydrocarbons by *Bacillus cereus* isolated from indoor and outdoor air of selected hospitals in Ilorin, Kwara State, Nigeria. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 24(6), 985–989. <https://doi.org/10.4314/jasem.v24i6.7>.
- Adipah, S. (2018). Introduction of petroleum hydrocarbons contaminants and its human effects. *Journal of Environmental Science and Public Health*, 3, 1–9.
- Brooijmans, R. J. W., Pastink, M. I., & Siezen, R. J. (2009). Hydrocarbon-degrading bacteria: the oil-spill clean-up crew. *Microbial Biotechnology*, 6, 587–594. <https://doi.org/10.1111/j.1751-7915.2009.00151.x>.

- Chauhan, A., Fazlurrahman, Oakeshott, J. G., & Jain, R. K. (2008). Bacterial metabolism of polycyclic aromatic hydrocarbons: strategies for bioremediation. *Indian Journal of Microbiology*, *48*, 95–113. <https://doi.org/10.1007/s12088-008-0010-9>.
- Christova, N., Kabaivanova, L., Nacheva, L., Petrov, P., & Stoineva, I. (2019). Biodegradation of crude oil hydrocarbons by a newly isolated biosurfactant producing strain. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, *33*(1), 863–872. <https://doi.org/10.1080/13102818.2019.1625725>.
- Das, N. & Chandran, P. (2011). Microbial degradation of petroleum hydrocarbon contaminants: A Review. *Biotechnology Research International*, *2011*, 941810. <https://doi.org/10.4061/2011/941810>.
- Djahnit, N., Chernai, S., Catania, V., Hamdi, B., China, B., Cappello, S., & Quatrini, P. (2019). Isolation, characterization and determination of biotechnological potential of oil-degrading bacteria from Algerian centre coast. *Journal of Applied Microbiology*, *126*(3), 780–795. <https://doi.org/10.1111/jam.14185>.
- Dvorak, P., Nikel, P. I., Damborsky, J., & de Lorenzo, V. (2017). Bioremediation 3.0: Engineering pollutant-removing bacteria in the times of systemic biology. *Biotechnology Advances*, *35*(7), 845–866. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2017.08.001>.
- El-Naas, M. H., Acio, J. A., & El-Telib, A. E. (2014). Aerobic biodegradation of BTEX: Progresses and reports. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, *2*(2), 1104–1122. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2014.04.009>.
- Fang, H., Dong, B., Yan, H., Tang, F., & Yu, Y. (2010). Characterization of a bacterial strain capable of degrading DDT congeners and its use in bioremediation of contaminated soil. *Journal of Hazardous Materials*, *184*(1–3), 281–289. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.08.034>.
- Hossain, M. F., Akter, A. M., Sohan, M. S. R., Sultana, N., Reza, M. A., & Hoque, K. M. F. (2022). Bioremediation potential of hydrocarbon degrading bacteria: isolation, characterization, and assessment. *Saudi Journal of Biological Sciences*, *29*(1), 211–216. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.08.069>.
- Jin, Q. & Kirk, M. F. (2018). pH as a primary control in environmental microbiology: 1. Thermodynamic perspective. *Frontiers in Environmental Science*, *6*, 21. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2018.00021>.
- Krulwich, T. A., Sachs, G., & Padan, E. (2011). Molecular aspects of bacterial pH sensing and homeostasis. *Natural Reviews Microbiology*, *9*(5), 330–343. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2549>.
- Leahy, J. G. & Colwell, R. R. (1990). Microbial degradation of hydrocarbons in the environment. *Microbiology Reviews*, *54*(3), 305–315. <https://doi.org/10.1128/mr.54.3.305-315.1990>.
- Napoleon, A. & Probowati, D. S. (2014). Exploration of hydrocarbon degrading bacteria on soils contaminated by crude oil from South Sumatera. *Journal of Degraded and*

- Mining Lands Management*, 1(4), 201–206.
<https://doi.org/10.1111/10.15243/jdmlm.2014.014.201>.
- Qin, X., Tang, J. C., Li, D. S., & Zhang, Q. M. (2012). Effect of salinity on the bioremediation of petroleum hydrocarbons in a saline-alkaline soil. *Letters in Applied Microbiology*, 55(3), 210–217. <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2012.03280.x>.
- Sayuti, I., Siregar, Y. I., Amin, B., Agustien, A., & Hartanto, A. (2021). Molecular typing of crude-oil-degrading bacterial strains from Riau, Indonesia. *Asia-Pacific Journal of Science and Technology*, 25(2), 1–9.
- Saxena, P. & Ghosh, C. (2012). A review of assessment of benzene, toluene, ethylbenzene and xylene (BTEX) concentration in urban atmosphere of Delhi. *International Journal of the Physical Sciences*, 7(6), 850–860. <https://doi.org/10.5897/IJPSX11.010>.
- Surendra, S. V., Mahalingam, B. L., & Velan, M. (2017). Degradation of monoaromatics by *Bacillus pumilus* MVSV3. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 60, e17160319. <https://doi.org/10.1590/1678-4324-2017160319>.
- Syafitri, D., Sayuti, I., & Mahadi, M. (2022). Efektifitas rasio nutrien bakteri *Bacillus cereus* strain IMB-11 dalam mendegradasi pencemaran biosolar sebagai rancangan poster biologi SMA. *Jurnal Biogenesis*, 18(1), 54–67. <https://doi.org/10.31258/biogenesis.18.1.54-67>.
- Wongbunmak, A., Khiawjan, S., Suphantharika, M., & Pongtharangkul, T. (2020). BTEX biodegradation by *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* W1 and its proposed BTEX biodegradation pathways. *Scientific Reports*, 10, 17408. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-74570-3>.

How To Cite This Article, with APA style :

Sayuti I., Zulfarina., & Widodo T J. (2022). Influence of Potential Hydrogen (pH) on the Growth of *Bacillus cereus* IMB-11 During Hydrocarbon Degradation *in vitro* . *Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus*, 8(3), 686-693. <https://doi.org/10.36987/jpbn.v8i3.3230>