

POTENSI PENETRALAN pH LIMBAH CAIR NANAS DENGAN BIOREMEDIASI OLEH BAKTERI INDIGEN

By Agus Sutanto

POTENSI PENETRANALAN pH LIMBAH CAIR NANAS DENGAN BIOREMEDIASI OLEH BAKTERI INDIGEN

5

Agus Sutanto

University of Muhammadiyah Metro Lampung Biology Education Teaching and Pedagogy Faculty
E-mail: sutanto11@gmail.com

ABSTRACT

Pineapple Liquid Waste has high acidity and still unfulfilled required quality standard. Processing occurred at the waste processing installation with pond system (Lagoon) required a wide space and keep long time so that less efficient. Based on this problem, it needs an waste management by utilizing bioprocess technology using indigenous bacteria's ability in degrading organic pollutant called Bioremediation. The objective of this research was to get isolated indigenous bacteria, enables to increase pH quality standard. It was divided into four stages. First, performed characteristic observation of isolated bacteria that potentially increase pH, secondly decomposition capability test in vitro, and thirdly scale bioremediation test pilot plan, fourthly bioremediation test in ex situ at the microbiology laboratory of Malang State University. Data were analyzed by Varian analysis to test the presence or absence of differences and regression test to analyze the link between variables. First phase result: 15 isolated indigenous bacteria were able to live at pH 2, and pH 4, and increased pH. Potential consortia bacteria consisting of more effective 4 species, indicated by 4 consortia bacteria increased highest pH in 6 days. Starter bacteria with a consortia K1's combination (ABCD), Volume: 5% (v/v) and 6 days were the most effective incubation time in increasing pH. Second phase result: 1) A significant link among the number of bacteria, a. *Bacillus cereus*, b. *Acinetobacter baumannii*, c. *Bacillus subtilis*, d. *Pseudomonas pseudomallei* and not abcd against pH with contribution of 72.7% and positively correlated, 2) Media treatment and incubation time gave distinctive outcome against pH, citric acid, malic acid, and succinic acid against pH indicated by negative correlation between organic acid against pH in PLW, 3) there was a link between organic acid level and PLW pH, organic acid concentration decrease would increase pH at scale bioremediation test Pilot plan, and ex situ scale. Threshold pH achievement limit value on 6th day (6.5) quality standard: 6-9. In accordance with ministry decree LH No. 05 year 2007 industrial wastewater quality standard, suggested to industry to use this study in processing its waste.

Key words: bioremediation, isolated indigenous bacteria, pineapple liquid waste

PENGANTAR

Salah satu masalah industri nanas adalah limbah cair nanas memiliki rerata kandungan derajat keasaman (pH) tinggi yaitu 3,44 sehingga belum memenuhi Baku Mutu Standar Limbah Industri. Volume limbah setiap hari berkisar 5.000–7.000 m³, sebelum dibuang limbah dikelola dengan cara ditampung dalam kolam IPAL (lagoon) selama kurun waktu 2–3 bulan, setelah itu baru dialirkan ke sungai (Julius, 2009, komunikasi pribadi). Pengelolaan ini menjadi kurang efisien karena diperlukan waktu lama dan penanganan dengan pembiayaan mahal. Limbah Cair Nanas (LCN) dengan kandungan keasaman dan bahan organik tinggi melebihi ambang batas baku mutu, dapat mempengaruhi ekosistem perairan. Eksosistem secara normal akan menyeimbangkan siklus ekologi yang ada, oleh karena itu secara alamiah proses pemulihan limbah oleh bakteri sudah terjadi dengan sendirinya (Atlas, 1993). Limbah Cair Nanas dengan kandungan bahan organik tinggi tidak mampu diuraikan oleh bakteri di perairan atau sungai secara alami karena volume dan kadar limbah yang tinggi serta jumlah dan jenis bakteri yang tidak memadai di perairan, untuk itu

kualitas LCN harus memenuhi standar baku mutu untuk emisinya.

Salah satu teknologi pengolahan air limbah yang aman dan berwawasan lingkungan adalah menggunakan bakteri yang berpotensi pengurai. Teknologi pengolahan ini biayanya lebih murah daripada menggunakan zat kimia maupun fisika (Droste, 1997). Secara alamiah untuk memperoleh bakteri yang berpotensi sebagai pengurai dapat dilakukan dengan mengisolasi limbah itu sendiri (bakteri indigen), kemudian dikultur secara murni di laboratorium secara *in vitro* (Labeda, 1990). Pemanfaatan konsorsia bakteri berpotensi yang telah diperbanyak di laboratorium dapat digunakan sebagai starter untuk pemulihan air limbah.

Reaksi enzimatik oleh bakteri merupakan kunci terselenggaranya proses transformasi bertahap dalam pengelolaan air limbah dari substrat yang umumnya berupa bahan-bahan organik dengan susunan molekul kompleks, menjadi unsur-unsur yang sederhana. Peran mikroba dalam proses pengolahan air limbah sudah banyak memberikan hasil yang menggembirakan. Senyawa organik yang terdapat dalam air limbah merupakan sumber nutrisi bagi mikroba.

Mikroba akan mengurai senyawa-senyawa tersebut menjadi bentuk yang lebih sederhana dan stabil sehingga kadar zat pencemar yang terkandung dalam air limbah tersebut menjadi turun. Bioremediasi merupakan teknik memperbaiki lingkungan melalui suatu proses yang memanfaatkan keberadaan organisme di alam untuk mentransformasikan substansi organik menjadi hasil samping yang tidak toksik (EPA, 2000; Encranta, 2001). Limbah Cair Nanas perlu ditangani melalui alternatif starter alamiah dengan mencari isolat bakteri indigen (bakteri strain lokal) yang memiliki kemampuan menaikkan pH.

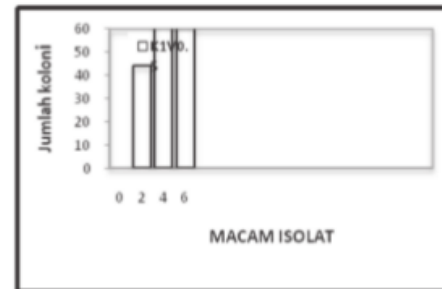
BAHAN DAN CARA KERJA

Penelitian terbagi menjadi empat tahap, tahap pertama dilakukan observasi karakteristik isolat bakteri yang berpotensi sebagai pengurai limbah organik nanas. Tahap pertama melakukan observasi ke PT *Great Giant Pineapple* (GGP) Lampung untuk menggali informasi mengenai PT GGP Lampung secara umum dan khusus mengenai IPAL yang dilakukan selama ini, termasuk pemanfaatan bakteri sebagai pengurai limbah. Selanjutnya pengambilan sampel air limbah sebelum masuk IPAL dan seluruh kolam ada. Sampel air limbah kemudian diisolasi dan diidentifikasi di laboratorium mikrobiologi Universitas Negeri Malang dan Fakultas Kedokteran Unibraw Malang. Tahap kedua pengujian kemampuan penguraian secara *in vitro*. Rancangan penelitian dilakukan dua tahap, pertama menguji konsorsia bakteri (2, 3 dan 4 isolat bakteri) terhadap Limbah Cair Nanas (LCN) steril untuk memperoleh konsorsia paling potensial dilanjutkan tahap kedua, diuji untuk menentukan bentuk konsorsia, volume starter dan waktu inkubasi paling efektif. Tahap ketiga dilanjutkan secara *pilot plan*, menguji konsorsia bakteri dengan limbah cair nanas volume 6 liter untuk mengamati degradasi bahan organik LCN dari parameter pH, keempat pengujian bioremediasi secara *ex situ* di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Negeri Malang. Objek penelitian *ex situ* LCN tanpa st¹⁴asi volume 1000 liter. Parameter yang diukur adalah *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Total Suspended Solid* (TSS). Data diuji menggunakan Analisis Varian untuk menguji ada tidaknya perbedaan dan uji regresi untuk menganalisis hubungan antar variabel.

HASIL

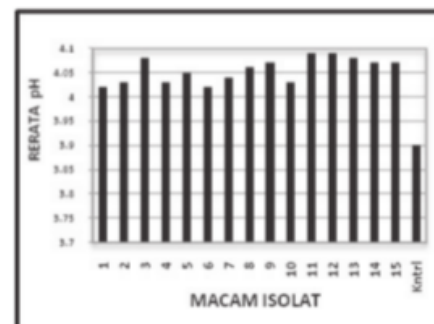
Hasil isolasi bakteri LCN isolat yang memiliki kemampuan hidup pada pH 2, pH 4 adalah Isolat 3, 8, 10, 11 dan 12. Isolat hidup pH 4 adalah Isolat 1, 2, 7, 14 dan

Isolat 15. Isolat dengan dua kemampuan yakni hidup pH 2 isolat 4, 5, 6, 7 dan 9. Perbedaan kemampuan hidup sangat nyata berbeda diperoleh $P = 0,000$ ($P < 0,01$) untuk kemampuan hidup pada pH 2, dan $P = 0,000$ ($P < 0,01$) untuk kemampuan hidup pada pH 4. Rerata kemampuan hidup pada pH 2 tinggi pada isolat bakteri 10 dan 8. Rerata kemampuan hidup pada pH 4 tinggi pada isolat bakteri 3 dan 10. Data hasil penelitian disajikan Gambar 1 berikut.



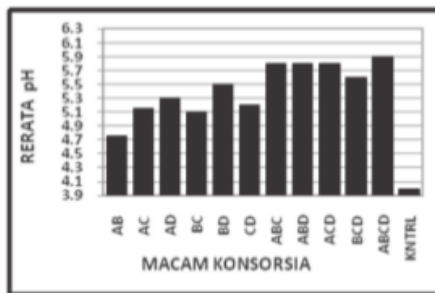
Gambar 1. Jumlah koloni isolat bakteri yang Hidup pada Media pH 2 dan pH 4.

Kemampu²³ menaikkan pH masing isolat berbeda sangat nyata $P = 0,000$ ($P < 0,01$). Hasil penelitian kemampuan isolat menaikkan pH Limbah Cair Nanas disajikan Gambar 2 berikut.



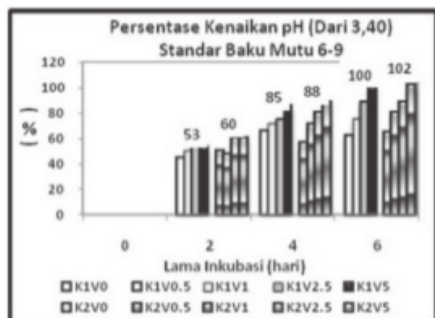
Grafik 2. Kemampuan Isolat Bakteri Mendegradasi Limbah Cair Nanas (LCN) dari Parameter Perubahan pH

Isolat bakteri potensial untuk degradasi, dipilih berdasarkan kemampuan hidup pada pH 2, pada pH 4, kemampuan menaikkan pH, terpilih isolat bakteri 3, 4, 10 dan 12. Spesies keempat isolat tersebut bakteri A (*Bacillus cereus*), Bakteri B (*Acinetobacter baumannii*), Bakteri C (*Bacillus subtilis*) dan bakteri D (*Pseudomonas pseudomallei*). Hasil uji kemampuan empat Isolat bakteri (ABCD) mendegradasi limbah cair nanas dari Parameter Perubahan pH disajikan Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Kemampuan Isolat Bakteri Mendegradasi Limbah Cair Nanas (LCN) dari Parameter Perubahan pH

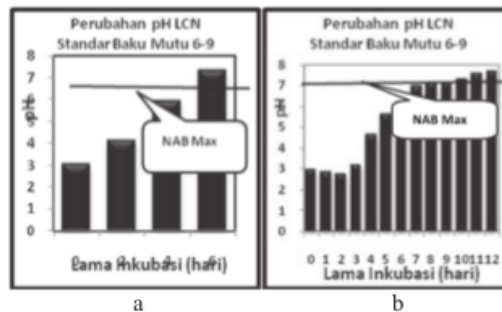
Variasi waktu (T0, T2, T4 dan T6) serta variasi volume starter (V0,5%, V1%, V2,5% dan V5%) berbeda sangat nyata $P=0,000$ ($P < 0,05$) terhadap kenaikan pH, sedangkan kombinasi konsorsia K1 (ABCD) dan K2 (2A2BCD) tidak berbeda nyata. Volume starter 5% dan waktu inkubasi 6 hari menunjukkan kenaikan pH paling potensial. Regresi antara pH dengan asam organik pada Limbah Cair Nanas. Secara bersama-sama $P=0,000$ ($P < 0,05$). Koefisien determinasi (R^2) 92,3% menunjukkan asam organik memengaruhi pH Limbah Cair Nanas sebesar 92,3%. Bentuk korelasi bertanda negatif yang berarti bahwa penurunan konsentrasi asam organik akan menaikkan pH. Hasil penelitian persentase penurunan pH limbah cair nanas oleh konsorsia bakteri disajikan Gambar 4 berikut.



Grafik 4. Persentase Penurunan pH Limbah Cair Nanas oleh Konsorsia Bakteri.

Penelitian skala *pilot plan* dan skala *ex situ* terhadap perubahan pH limbah cair nanas disajikan Gambar 5 berikut.

Percobaan skala *pilot plan* dan *ex situ* dapat perbedaan variasi waktu terhadap parameter pH, $P=0,000$ ($P < 0,01$). Hal ini menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata variasi waktu terhadap parameter pH. Ketercapaian Nilai



Gambar 5. Perubahan pH Limbah Cair Nanas oleh Konsorsia Bakteri skala *Pilot Plan* (a) dan *ex situ* (b)

Ambang Batas pH pada hari ke-6 sebesar 6,15 dibandingkan baku mutu pH 6-9.

PEMBAHASAN

Bakteri Indigen Limbah Cair Nanas (LCN) Dominan pada Instalasi Pengolahan Limbah (IPAL)

Limbah Cair Nanas yang bersifat asam memungkinkan bakteri teradaptasi dengan lingkungan asam. Lingkungan yang sangat asam merupakan lingkungan ekstrim bagi mikroorganisme, sehingga mikroorganisme yang berhasil beradaptasi dan tumbuh di lingkungan ini hanya bakteri ektrimofil. Contoh isolat pH ekstrim (pH 2-4) dapat diperoleh jenis isolat asidofil. Bakteri ektrimofil sudah sejak lama diketahui potensinya dan saat ini banyak dimanfaatkan bioteknologi dalam memproduksi berbagai macam enzim, juga untuk teknologi bioproses.

Pengujian beberapa karakteristik fisiologis menunjukkan bahwa Isolat 3 adalah spesies *Bacillus cereus*, Isolat 8 adalah spesies *Acinetobacter baumannii*, Isolat 10 adalah spesies *Bacillus subtilis* dan Isolat 12 adalah spesies *Pseudomonas pseudomallei*. Ciri spesifik *B. cereus* dan *B. subtilis* kemampuan hidup pada pH ekstrim serta menghasilkan enzim hidrolisis senyawa karbohidrat. Sedangkan *A. baumannii* memiliki kemampuan hidup pada asam organik yaitu asam sitrat dan asam malat, *P.pseudomallei* memiliki kemampuan hidup pH 2-5,9 dan hidup pada media asam organik (Bergey's, 1994).

Limbah Cair Nanas yang memiliki keasaman tinggi memungkinkan bakteri patogen terhambat pertumbuhannya. Sumiarsih (2003) menyatakan pH dapat mempengaruhi aktivitas enzim, daya katalisis enzim menjadi rendah pada pH rendah maupun tinggi, karena terdenaturasi protein enzim. Enzim mempunyai gugus aktif yang bermuatan positif (+) dan negatif (-). Aktivitas enzim

akan optimum kalau terdapat keseimbangan antara kedua muatannya. Pada keadaan masam muatannya cenderung positif, dan pada keadaan basis muatannya cenderung negatif sehingga aktivitas enzimnya menjadi berkurang atau bahkan menjadi tidak aktif.

Pemilihan keempat spesies bakteri dalam penelitian ini juga diuji untuk mengetahui apakah spesies terpilih tidak patogen. Berdasarkan Uji *Hemagglutination Inhibition Assay* (Barley and Scotts, 1986) dan kelompok bahaya II (Deptan, 1988) diperoleh hasil keempat spesies tidak patogen.

Bakteri Indigen Berpotensi Menetralkan pH dalam Bioremediasi

Spesies-spesies bakteri indigen LCN yang dipilih sebagai inokulan dalam uji biodegradasi adalah *Bacillus cereus*, *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas pseudomallei*. Kriteria pemilihan keempat spesies ini didasarkan spesies bersifat menetralkan pH. *Bacillus cereus*, *Acinetobacter baumannii* secara memiliki kemampuan degradasi asam organik. *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas pseudomallei* secara spesifik memiliki kemampuan degradasi bahan organik selain asam organik, hal ini ditunjukkan kemampuan degradasi *Biological Oxygen Demand* (BOD) yang dominan. Keempat bakteri juga memiliki korelasi positif terhadap kenaikan pH, *Acinetobacter baumannii* sangat memengaruhi kenaikan pH. Banyak bakteri menunjukkan kemampuan menguraikan senyawa asam organik secara aerob namun galur *Pseudomonas* dan *Bacillus* merupakan galur yang telah dipelajari secara intensif, baik kemampuan degradasinya (Shen and Wang, 1995) maupun genetiknya. *Pseudomonas* adalah bakteri yang penting dalam keseimbangan di alam, secara global aktif dalam dekomposisi secara aerobik dan biodegradasi karena memainkan kunci penting dalam siklus karbon. *Pseudomonas* termasuk bakteri Gram negatif, sel berbentuk batang yang berukuran $0,5-0,8 \times 1-3 \mu\text{m}$, respirasi secara aerobik, bergerak dengan flagel diujung, beberapa strain ada yang berflagel lateral, bersifat oksidatif, metabolismenya kemoorganotrofik, katalase-positif, oksidase-positif. Spesies *Pseudomonas* di laboratorium mudah tumbuh dengan baik pada media cair yang mengandung bahan organik, pada pH asam sampai netral, dan pada temperatur mesofilik (Madigan, 2003).

Limbah nanas mengandung asam sitrat di samping asam organik lain. Kandungan asam sitrat merupakan salah satu penyebab pH limbah cair nanas rendah. Proses ini secara prinsip merupakan proses aerobik di mana senyawa organik dioksidasi menjadi CO_2 , H_2O , NH_4

dan biomasa baru. Aktivitas bakteri asam memungkinkan terjadi kenaikan pH karena NH_4^+ akan berikatan dengan air sehingga terbentuk NH_4OH yang bersifat basa dengan reaksi sebagai berikut:

Enzim bakteri asam



Limbah Cair Nanas menjadi netral karena NH_4^+ merupakan senyawa konjugat yaitu senyawa yang berikatan dengan atom H bersifat basa (pH ke netral), pKa (konstanta keasaman > 2) untuk NH_4^+ , senyawa asam pKa < 2 atau 0. Selain itu peningkatan CO_2 karena aktivitas bakteri akan terjadi reaksi $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ menjadi H_2CO_3 , asam karbonat ini juga merupakan senyawa konjugat.

Enzim yang bekerja untuk menguraikan karbohidrat meliputi, enzim pemecah amilum seperti amilase, invertase, laktase, selulase, dan enzim-enzim pemecah pektin seperti poligalakturonase dan pektin metil esterase, sedangkan amilase merupakan enzim pemecah pati atau glikogen.

Irianto (2003) menyatakan amilum adalah senyawa yang memiliki berat molekul tinggi, terdiri atas polimer glukosa yang bercabang-cabang yang diikat dengan ikatan glikosidik. Degradasi amilum membutuhkan enzim amilase yang akan memecah atau menghidrolisis menjadi polisakarida yang lebih pendek (*dextrin*), dan selanjutnya menjadi maltosa. Hidrolisis akhir maltosa menghasilkan glukosa terlarut yang dapat ditransport masuk ke dalam sel.

Enzim amilase dibedakan menjadi tiga, pertama, α -amilase, merupakan endoenzim yang bekerja memutus ikatan α -1,4 secara acak di bagian tengah molekul amilosa maupun amilopektin. Enzim ini diisolasi dari *Bacillus subtilis*. Kedua, β -amilase, suatu eksoenzim yang mengurai unit-unit gula dari ujung molekul amilum. Ketiga, Glukoamilase, suatu enzim yang dapat memisahkan glukosa dari terminal gula non-pereduksi substrat amilum (Hidayat, 2008).

Proses mineralisasi protein tersebut akan terbentuk amonium yang merupakan bentuk nitrogen anorganik. Selanjutnya amonium dapat diubah oleh *Pseudomonas* menjadi bentuk-bentuk nitrit atau nitrat dalam proses nitrifikasi. Nitrat kemudian akan segera direduksi menjadi amonia begitu berada dalam sel bakteri dan bergabung sebagai senyawa organik. Beberapa senyawa organik yang mampu dipecah oleh bakteri *Pseudomonas* seperti selulosa hemiselulosa, pati, protein, asam nukleat kutin, lignin, pektin, inulin dan kitin (Rao, 1994).

Acinetobacter baumannii merupakan bakteri berbentuk batang, bersifat gram negatif dan aerob. Bakteri ini mampu

tumbuh pada berbagai media, dapat memanfaatkan sitrat maupun glukosa sebagai sumber karbon, dan mereduksi nitrat menjadi nitrit. Selama proses fermentasi selain adanya peruraian polimer juga terjadi pembentukan senyawa asam-asam organik sebagai hasil antara yang kemudian akan segera dibentuk menjadi senyawa lain atau gas yang sifatnya tidak asam, misal gas sulfida, fenol, ligno-proteinat, dan sebagainya (Jones and Brassington, 1998).

Judoamijoyo (1990) asam organik dapat digunakan mikroorganisme untuk biosintesis, bila bahan organik digunakan untuk pertumbuhan bakteri maka pH cenderung meningkat karena bahan tersebut akan terdeaminasi. Prescott (2002) deaminasi adalah proses mengkatalisasi pemindahan gugus amino (NH_2) dari asam amino dan molekul lainnya yang mengandung $-\text{NH}$. Selain itu, proses deaminasi menetralkan amin yang menghambat pertumbuhan. Bila mikroba mampu menggunakan sitrat, maka asam akan dihilangkan dari medium biakan, sehingga menyebabkan peningkatan pH.

Austin (1988) menyatakan bahwa *Pseudomonas* dan *Bacillus* memiliki kemampuan menghasilkan enzim tunggal maupun beberapa enzim untuk degradasi asam organik. Hasil penelitian memperoleh bakteri yang memiliki kemampuan mendegradasi protein. Protein adalah polipeptida dengan struktur tertentu, suatu hetero-polimer dari asam amino. Enzim protease (poli-peptidase, oligopeptidase, di-peptidase) merombak protein menjadi peptida yang lebih sederhana atau asam amino. Selanjutnya asam amino mengalami transaminasi, deaminasi, dekarboksilasi, atau dehidrogenasi menjadi zat lain yang lebih sederhana. Secara umum pemecahan bahan organik diperlukan untuk pembentukan energi dan biosintesis sebab dapat menyediakan karbon untuk berbagai senyawa penting dalam sel. Pada mayoritas bakteri, asam glutamat adalah asam amino kunci yang dibentuk dari sumber amonia dan karbon. Banyak pula bakteri yang dapat mereaksikan amonia dengan asam fumarat membentuk aspartat.

Potensi Konsorsia Bakteri Menetralkan pH dan Degradasi Bahan Organik

Temuan penelitian pada tahap uji biodegradasi *in vitro* adalah perlakuan penggunaan jenis konsorsia secara nyata berbeda dalam reduksi Limbah Cair Nanas, penggunaan empat konsorsia paling efektif mereduksi bahan organik LCN ditunjukkan dengan kenaikan pH. Konsorsia ABCD (A: *Bacillus cereus*, B: *Acinetobacter baumannii*, C: *Bacillus subtilis* dan D: *Pseudomonas pseudomallei*) diperoleh pH 5,9 (Nilai Ambang Batas/NAB: 19), Konsorsia ABCD dalam mendegradasi LCN selain pH memenuhi Nilai Ambang Batas yang dipersyaratkan.

Jumlah bakteri a. *Bacillus cereus*, b. *Acinetobacter baumannii*, c. *Bacillus subtilis*, d. *Pseudomonas pseudomallei* dan bukan abcd berpengaruh terhadap pH dengan kontribusi sebesar 72,7% dan berkorelasi positif, berarti kenaikan jumlah bakteri akan diikuti kenaikan pH. Secara parsial bakteri a, b, c, dan d berkorelasi positif, bakteri b. *Acinetobacter baumannii* memiliki koefisien determinasi tertinggi yaitu 68,7%. Bakteri selain a,b,c,d korelasi tidak signifikan dan negatif, penurunan bakteri bukan abcd akan menaikkan pH LCN. *Acinetobacter baumannii* bakteri ini mampu tumbuh pada berbagai media, mampu memanfaatkan sitrat maupun glukosa sebagai sumber karbon, dan mereduksi nitrat menjadi nitrit (Jones and Brassington, 1998).

Proses fermentasi Limbah Cair Nanas memberikan pengaruh yang cukup berarti bagi perubahan keasaman, dengan pola awal pH meningkat kemudian menurun. Fermentasi menggunakan EM-4 dan Bokashi (Jones and Brassington, 1998), perubahannya mempunyai pola yang mirip, yaitu mula-mula pH turun kemudian meningkat kembali. Ini membuktikan bahwa selama proses fermentasi selain adanya peruraian polimer juga terjadi pembentukan senyawa asam-asam organik sebagai hasil antara yang kemudian akan segera dibentuk menjadi senyawa lain atau gas yang sifatnya tidak asam, misal gas sulfida, fenol, ligno-proteinat, dan sebagainya, sehingga pH menjadi meningkat.

KESIMPULAN

Bakteri indigen Limbah Cair Nanas yang mampu menetralkan pH, yaitu: *Bacillus cereus*, *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas pseudomallei*. Starter bakteri dengan kombinasi konsorsia K1 (ABCD), volume 5% (v/v) dan waktu inkubasi 6 hari paling efektif menaikkan pH dan menurunkan, asam sitrat, asam malat dan asam suksinat.

Ada hubungan antara kadar asam organik dengan pH Limbah Cair Nanas, kadar asam organik memengaruhi pH Limbah Cair Nanas sebesar 84,2%. Koefisien korelasi bertanda negatif yang berarti bahwa penurunan konsentrasi asam organik akan menaikkan pH pada skala *pilot plan* dan *ex situ*. Ketercapaian Nilai Ambang Batas pH pada hari ke-6 (6,15) dan sesuai dengan Kepmen LH No. 05 Tahun 2007 Baku Mutu Air Limbah Industri sebesar 6–9.

KEPUSTAKAAN

Atlas R, and Bartha R, 1993. *Microbial Ecology, Fundamentals and Application*. Ed. ke-3. The Bencyamin Cummings Publishing Company Inc. New York.

- Austin B, 1988. *Methods in Aquatic Bacteriology*. John Wiley & Sons. Thomsosn Press (India) Ltd., New Delhi.
- Barley and Scott's, 1986. *Diagnostic Microbiology*, 7th edition. Mosby, Toronto.
- 17 Bergey's, *Manual of Systematic Bacteriology*. Vol. 2. Williams & Wilkins. Baltimore.
- Deptan, 1988. *Pedoman Pelaksanaan Pengujian Keamanan Hayati Produk Bioteknologi Seri Jasad Renik*. Departemen Pertanian, Jakarta.
- 7 Droste RL, 1997. *Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment*. John Wiley & Sons, Inc, USA.
- EPA, 1990. *Definition of Remediation; Technologies* (on line) http://www.epa_reachit.org/infohelp/defiehtyp.html. Diakses 12 April 2009.
- Encarta, 2001. *World Encyclopedia* (North American Edition) (On Line) (<http://dictionary.msn.com/find/entry.asp?refid=186199647>). Diakses 12 Mei 2009.
- Hidayat N, Masdiana, dan Suhartini S, 2008. *Mikrobiologi Industri*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Irianto A, 2003. *Petunjuk Praktikum Mikrobiologi*. Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto. <http://www.pdfqueen.com/mikrobiologiipangan> Diakses 12 April 2009.
- Jones DL and Brassington DD, 1998. Scorpion of original bacterial its implication in the rhizosphere. *Europ J. Soil. Sc.* 49:447–455.
- 10 Judoamidjojo M, Darwis AA, dan Sa'id EG, 1990. *Teknologi Fermentasi*. PAU Bioteknologi. IPB. Rajawali Pers, Jakarta.
- Labeda DP, 1990. *Environmental Biotechnology. Isolation of Biotechnological Organisms From Nature*. Mc. Graw Hill Publishi 9 Company, USA.
- Madigan MT, Martinko J.M., Parker J, 2003. *Brock Biology of Microorganism Tenth Edition*. Prentice-Hall International, Inc, USA.
- Prescott Harley, 2002. *Laboratory Exercises in Microbiology*. The McGraw-Hill Companies, New York.
- Rao JF, 1994. *Chemistry and technology. 2nd ed.*: Enzymes in the hydrolysis and oltobemig of starch dalam Whistler, R.L., J.N. Bemiller & E.F. Paschall. Orlando: Academic Press. Inc.
- 8 Sumarsih S, 2003. *Diklat Kuliah Mikrobiologi Dasar*. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UPN "Veteran" Yogyakarta.
- Shen H and Y Wang, 1995. Simultaneous Chromium Reduction and Phenol Degradation in a Coculture of *Escherichia coli* ATCC 33456 and *Pseudomonas putida* DMP-1. *Appl. Environ. Microbial* 61.

POTENSI PENETRALAN pH LIMBAH CAIR NANAS DENGAN BIOREMEDIASI OLEH BAKTERI INDIGEN

ORIGINALITY REPORT

18%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

- | | | |
|---|--|-----------------|
| 1 | Purwaning Budi Lestari. "Biodegradasi Limbah Cair Tahu Dari Mikroorganisme Indigen Sebagai Bahan Ajar Mikrobiologi Lingkungan Di Perguruan Tinggi", Jurnal Edukasi Matematika dan Sains, 2016
<small>Crossref</small> | 138 words — 4% |
| 2 | Agus Sutanto, Arifah Qurniani. "Variasi Dosis Pupuk Cair Lcn (Limbah Cair Nanas) terhadap Pertumbuhan Anggrek Dendrobium Sp untuk Menyusun Panduan Praktikum", JURNAL BIOEDUKATIKA, 2015
<small>Crossref</small> | 115 words — 3% |
| 3 | biologi.fmipa.unand.ac.id
<small>Internet</small> | 52 words — 2% |
| 4 | www.jourlib.org
<small>Internet</small> | 37 words — 1% |
| 5 | berkalahayati.org
<small>Internet</small> | 35 words — 1% |
| 6 | 202.124.205.111
<small>Internet</small> | 25 words — 1% |
| 7 | repository.up.ac.za
<small>Internet</small> | 16 words — < 1% |
| 8 | ritnipsdal10.blogspot.com
<small>Internet</small> | 15 words — < 1% |
| 9 | plus.si.cobiss.net
<small>Internet</small> | |

14 words — < 1%

10 kutankrobek.wordpress.com
Internet

14 words — < 1%

11 eprints.upnjatim.ac.id
Internet

14 words — < 1%

12 IFMAILY IFMAILY. "Penetapan Kadar Pati
PENETAPAN KADAR PATI PADA BUAH SUKUN
(Artocarpus altilis L) MENGGUNAKAN METODE LUFF
SCHOORL", CHEMPUBLISH JOURNAL, 2018
Crossref

14 words — < 1%

13 Abbondanzi, F.. "Assessing degradation capability
of aerobic indigenous microflora in PAH-
contaminated brackish sediments", Marine Environmental
Research, 200506
Crossref

13 words — < 1%

14 dspace.uui.ac.id
Internet

13 words — < 1%

15 psikologi.untag-sby.ac.id
Internet

12 words — < 1%

16 asosiasipascaptm.or.id
Internet

12 words — < 1%

17 cmr.asm.org
Internet

11 words — < 1%

18 Irma Yunita Sari Kartika Sari. "PERBANDINGAN
JENIS MEDIA TANAM TANAH ENTISOL YANG
TERPAPAR SATU KALI DAN DUA KALI OLEH LIMBAH CAIR
NANAS TERHADAP PERTUMBUHAN SELEDRI (Apium
graveolens L.) SEBAGAI SUMBER BELAJAR BIOLOGI",
BIOEDUKASI (Jurnal Pendidikan Biologi), 2015
Crossref

10 words — < 1%

19 Agus Sutanto. "PINEAPPLE LIQUID WASTE AS NATA DE PINA

20 www.pln-jaser.co.id
Internet

9 words — < 1%

21 forums.totalwar.org
Internet

8 words — < 1%

22 garuda.ristekdikti.go.id
Internet

8 words — < 1%

23 digilib.uin-suka.ac.id
Internet

8 words — < 1%

24 www.jualkolamterpal.co
Internet

8 words — < 1%

EXCLUDE QUOTES ON
EXCLUDE BIBLIOGRAPHY ON

EXCLUDE MATCHES OFF