

POTENSI KONSORSIUM BAKTERI UNTUK BIOREMEDIASI LIMBAH CAIR RUMAH POTONG HEWAN PESANGGARAN BALI

BACTERIAL CONSORTIUM POTENCY FOR BIOREMEDIATION OF SEWAGE AT PESANGGARAN SLAUGHTERHOUSE BALI

Gusti Ngurah Wisnanda Putra¹ Retno Kawuri² Job Nico Subagio³

Program studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Kabupaten Badung, Bali-Indonesia.

ABSTRAK

Rumah potong hewan menghasilkan limbah padat dan limbah cair, limbah cair terdiri dari urine, darah, lemak, serta air cucian karkas yang menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan bila tidak dilakukan pengolahan dengan cara yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi konsorsium Bakteri (*Bacillus* sp., *Klebsiella* sp.) dalam meremediasi limbah cair rumah potong hewan. Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari hingga April 2021 di Laboratorium Mikrobiologi Program Studi Biologi Fakultas MIPA Universitas Udayana, serta Laboratorium Analitik Universitas Udayana. Menggunakan metode *Sequence Batch Reactor* (SBR), dengan pemberian perlakuan konsorsium bakteri (*Bacillus* sp. dan *Klebsiella* sp.) yang bervariasi (Kontrol (0), 10, 20, 30, 40, dan 50 mL) ke dalam 2 Liter limbah cair. Parameter yang diamati adalah perubahan parameter fisik, BOD⁵, Angka Lempeng Total (ALT) serta kandungan nitrit dan nitrat sampel limbah. Hasil dari penelitian ini menunjukkan perlakuan 5 yaitu pemberian dosis konsorsium bakteri sebanyak 50 mL/2 Liter air limbah sebagai dosis yang paling efektif dengan nilai BOD₅ 0,82 g/L, Warna dan Bau yaitu Kuning Bening tanpa bau, Nilai Akhir TDS 539,6 mg/L dan jumlah bakteri $9,54 \times 10^{10}$ serta penurunan nitrit dan nitrat sebesar -0.001 dan 1.743 mg/L

Kata kunci: *bioremediasi, konsorsium bakteri, limbah cair RPH, sequence batch reactor*

ABSTRACT

Slaughterhouses produce solid waste and liquid waste. The liquid waste consists of urine, blood, fat, and carcass washing water which causes pollution to the environment if not treated in a good way. This study aims to determine the potential of a consortium of bacteria (*Bacillus* sp., *Klebsiella* sp.) in remediating the abattoir wastewater. This research was conducted from January to April 2021 at the Microbiology Laboratory of the Biology Study Program, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Udayana University, and the Analytical Laboratory of Udayana University, using the *Sequence Batch Reactor* (SBR) method, with the varying treatment of a consortium of bacteria concentration i.e 0 (as control), 10, 20, 30, 40, and 50 mL in 2 liters of liquid waste. Parameters observed were changes in physical parameters, BOD₅, Total Plate Number (ALT), and nitrite and nitrate content of waste samples. The results of this study showed that treatment 5 is giving a bacterial consortium dose of 50 mL/2 liters of wastewater was the most effective dose with a BOD₅ value of 0.82 g/L, clear yellow without odor, TDS Final Value 539.6 mg/L, and the number of bacteria 9.54×10^{10} and a decrease in nitrite and nitrate by -0.001 and 1.743 mg/L

Keywords: *bioremediation, bacterial consortium, abattoir wastewater, sequence batch reactor*

PENDAHULUAN

Permintaan daging dari masyarakat yang semakin bertambah berbanding lurus dengan jumlah hewan yang perlu dipotong.

Seiring dengan meningkatnya banyak hewan yang potong maka akan menimbulkan masalah lain yaitu timbulnya limbah dari hasil pemotongan hewan

tersebut (Sepyana, *et al.*, 2013). Rumah Potong Hewan (RPH) adalah kompleks bangunan yang memiliki desain khusus yang memenuhi teknis dan higienis yang ditentukan oleh pemerintah sebagai tempat pemotongan hewan (PP Lingkungan Hidup. 2014).

Rumah potong hewan menghasilkan limbah padat maupun cair, limbah cair yang terdiri dari urine, darah, lemak, serta air cucian karkas akan menyebabkan pencemaran lingkungan, apabila tidak dilakukan pengolahan dengan cara yang baik dikarenakan didalamnya terkandung kadar lemak dan protein yang tinggi (Suryahadi *et al.*, 2010). Proses pengolahan limbah di rumah potong hewan masih dilakukan secara *konvensional* yaitu dengan menggunakan metode bak penampungan dan pengendapan. Terdapat dua buah kolam pengendapan yaitu kolam dimana limbah cair sapi dan babi dicampur, serta kolam pengendapan ke 2 merupakan kolam yang ditanami kangkong (Suardana, 2007).

Proses pengolahan air limbah secara sederhana umumnya masih memiliki kandungan limbah yang tinggi yang dikhawatirkan menyebabkan dampak pada lingkungan (Okoh, 2006). Permasalahan dalam lingkungan adalah hal kompleks yang berpengaruh terhadap seluruh komponen di dalam ekosistem. Masalah lingkungan ini salah satunya diakibatkan oleh produksi sampah yang tidak dikelola dengan baik (Ilmiah *et al.*, 2021).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan Dosis optimal konsorsium bakteri dalam bioremediasi limbah cair Rumah Potong Hewan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai bulan Januari sampai April 2021. Pengambilan sampel dilakukan di Rumah Potong Hewan (RPH) Pesanggaran, Denpasar Bali. Pengujian BOD₅, TDS, DO, dan perhitungan bakteri dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Program studi Biologi FMIPA UNUD, Analisa Nitrit, dan Nitrat dilakukan di laboratorium analitik Universitas Udayana. Konsorsium mikroba yang terdiri dari (*Bacillus* sp. dan *Klebsiela pneumonia*) yang digunakan adalah koleksi dari Laboratorium Mikrobiologi, FMIPA, Universitas Udayana.

Teknik pengambilan sampel

Sampel Limbah cair (campuran darah dan air cuci karkas dan lemak) diambil dari Rumah Potong Hewan Pesanggaran Kota Denpasar di Jl. Raya Benoa No.133, Sesetan, Denpasar Sel., Kota Denpasar, Bali menggunakan metode *Grab sampling* sebanyak 60 Liter yang kemudian dipelakukan dengan metode SBR (*Squencing Batch Reactor*). Identifikasi bakteri dilakukan dengan pengamatan makroskopis (Bentuk Koloni), Pengamatan Mikroskopis (Pewarnaan *gram* bakteri) serta uji gula-gula.

Perlakuan Sampel

Tempat yang digunakan adalah 30 buah toples yang dikelompokkan menjadi 6 perlakuan yang berbeda berdasarkan 5 konsentrasi konsorsium mikroba yang akan diujikan dan 1 kontrol dimana masing masing perlakuan dilakukan sebanyak lima kali pengulangan, menggunakan Rancangan penelitian acak lengkap. Toples sebelumnya disterilisasi dengan alkohol dan dicuci menggunakan limbah cair RPH. Masing-masing toples diberi 2 Liter air limbah dimana diberikan variasi perlakuan pada toples K, A, B, C, D, dan E masing masing variasi (K = 0, A = 10, B = 20, C =

30, D = 40, dan E =50 mL konsorsium mikroba).

Seluruh Sampel diinkubasi selama 15 x 24 jam dengan menggunakan metode SBR (Sistem pengolahan air limbah dimana proses aerasi dan sedimentasi dilakukan dalam wadah yang sama.) dimana dilakukan penambahan oksigen dengan menggunakan blower dengan kekuatan yang sama pada setiap sampelnya. Percobaan dilakukan pengulangan sebanyak lima kali. Setiap hari diamati parameter fisika dan kimianya yang meliputi Suhu, pH, DO, BOD₅, nitrit, nitrat dan TDS. BOD₅ dan TDS menggunakan metode Potensiometri menggunakan TDS meter dan DO meter, bau dan warna limbah diamati secara Organoleptik serta uji

Untuk memastikan jenis bakteri pada isolat konsorsium bakteri dilakukan beberapa uji dan dapat dilihat pada Tabel 1. Setelah dilakukan *Reidentifikasi* bakteri yang digunakan dalam penelitian ini teridentifikasi sebagai *Klebsiela* sp dan *Bacillus* sp.

Berdasarkan Gambar 2. perlakuan E (50 mL dalam 2 L air Limbah) menunjukkan hasil tertinggi dengan nilai 0,82 g/L, dan hasil terendah ditunjukkan oleh sampel limbah kontrol 0,22 mg/L. Seluruh perlakuan berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol.

Berdasarkan Gambar 3. parameter fisik TDS (*Total Dissolve Solid*) Perlakuan mengalami peningkatan kadar TDS hingga

spektrofotometri untuk mengukur kadar nitrit dan nitrat limbah.

Metode Pengambilan Data

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental yaitu: Pengukuran

Metode Pengolahan Data

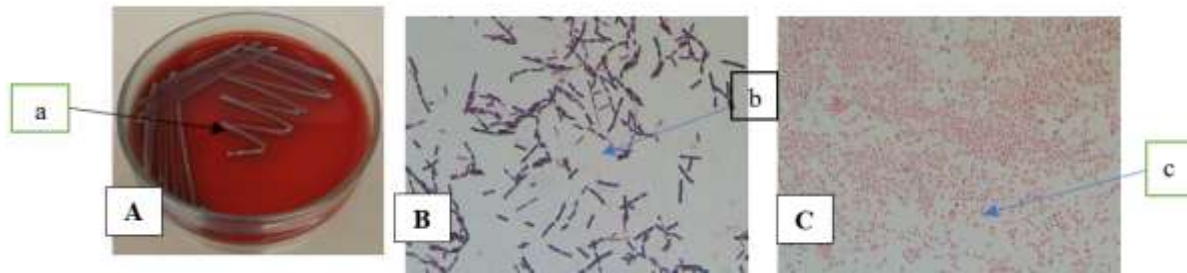
Data dari eksperimen Rancangan acak lengkap yang diperoleh pada penelitian ini akan dianalisis secara kuantitatif pada masing-masing perlakuan dengan menggunakan analisis sidik ragam (Anova) dengan bantuan software *SPSS For Windows* versi 22 kemudian di uji dengan uji *Duncan* dengan taraf signifikansi 5% .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

hari ke 5 dan kadar TDS kontrol meningkat sampai hari ke 10 pada hari ke 15 nilai TDS terendah muncul pada perlakuan 5 (E) dengan nilai 539,4 mg/L dan nilai paling tinggi terdapat pada kontrol dengan nilai TDS 851,6 mg/L.

Gambar 4. menunjukkan perubahan angka lempeng total selama 15 hari. Jumlah bakteri dari hari ke hari menunjukkan hasil yang fluktuatif dimana penurunan terjadi akibat adanya suksepsi bakteri akibat perubahan lingkungan dan nutrisi limbah. Hasil hari ke 15 menunjukkan perlakuan 3 memiliki nilai ALT paling tinggi yaitu $1,12 \times 10^{11}$ CFU/mL dan nilai terendah terdapat pada kontrol sebesar $1,02 \times 10^{10}$ CFU/mL.



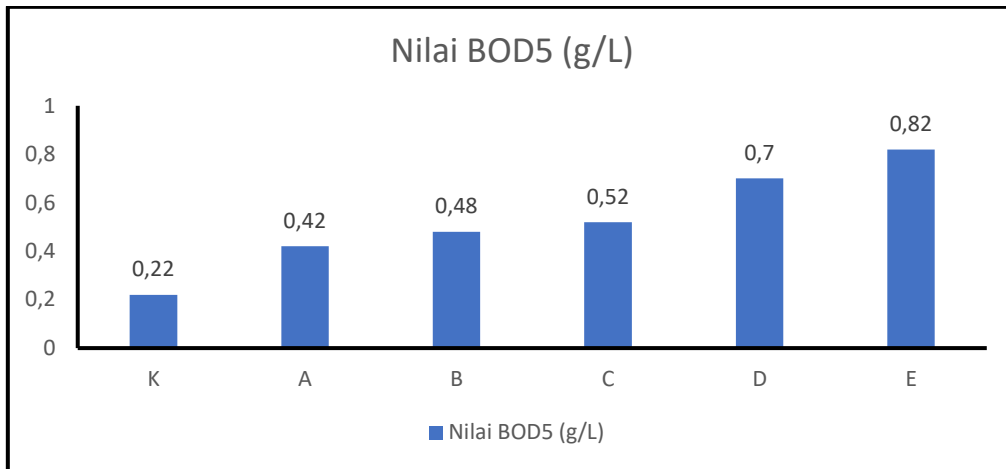
Gambar 1. (A) Morfologi koloni bakteri *Klebsiella* sp. pada media. *Blood agar* .
 (B) Morfologi mikroskopis sel bakteri *Bacillus* sp. dan (C) *Klebsiella* sp. uji pewarnaan Gram pembesaran (10 x 10)

Keterangan: (a) Koloni Bakteri bentuk bulat.
 (b) Bakteri *Bacillus* sp. memiliki bentuk batang Gram positif (+)
 (c) Bakteri *Klebsiella* sp. memiliki bentuk batang Gram negatif (-)

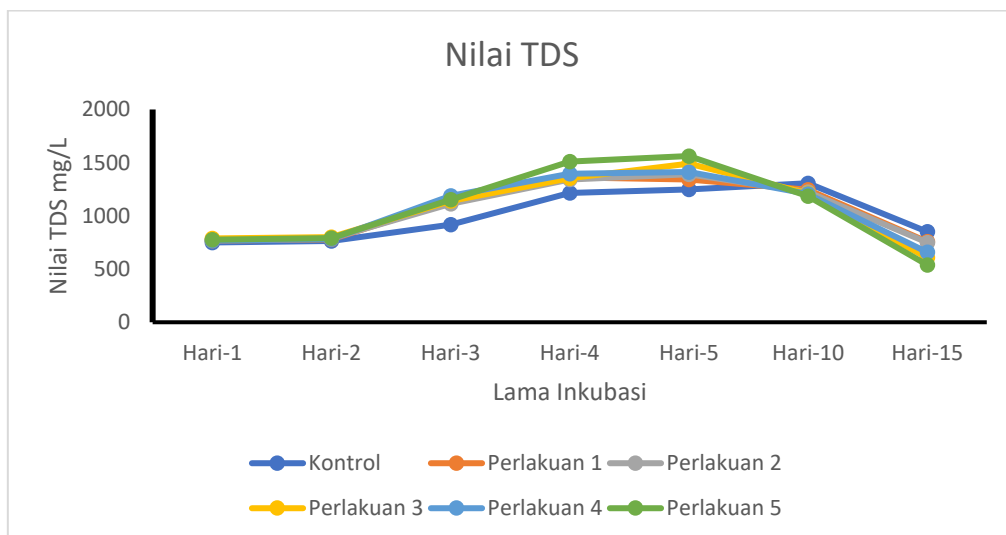
Tabel 1. Karakteristik isolat bakteri

Karakteristik Bakteri	<i>Klebsiella</i> sp.	<i>Bacillus</i> sp.
Morfologi makroskopik koloni		
Bentuk	Bulat	Iregular
Tepi	Rata	Rata
Elevasi	Cembung	Datar
Morfologi mikroskopik Bakteri		
Bentuk	Batang	Batang
Gram	Negatif (-)	Positif (+)
Sifat Biokimia		
Simon Sitrat	+	TD
Uji TSIA	-	TD
Uji Motilitas	+	TD
Uji Glukosa	+	TD
Uji Maltosa	+	TD
Uji Manitol	+	TD

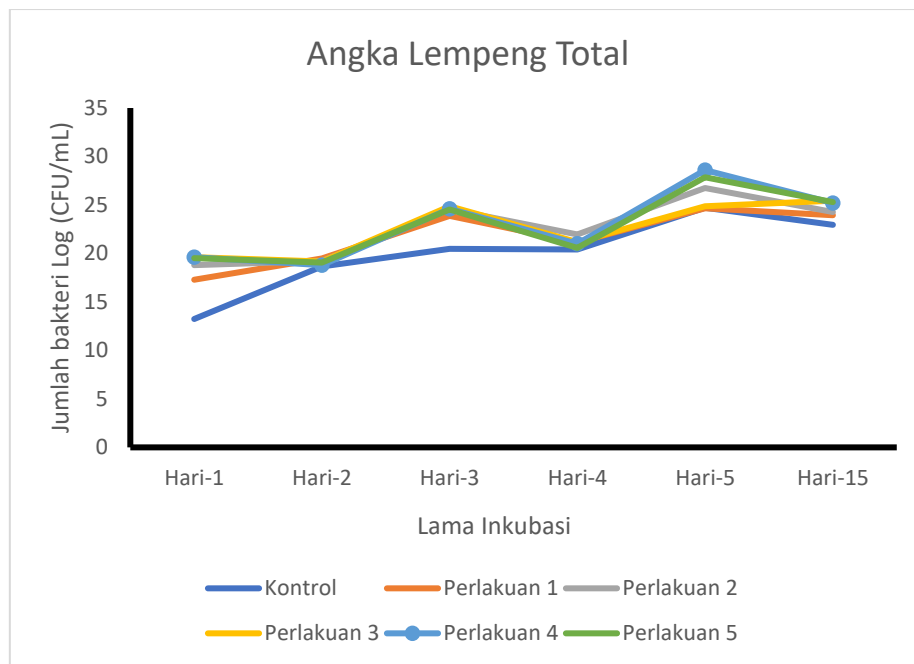
Keterangan: +: 90% atau lebih strain adalah positif, TD: Tidak dilakukan pengujian



Gambar 2. Nilai BOD⁵ limbah cair RPH



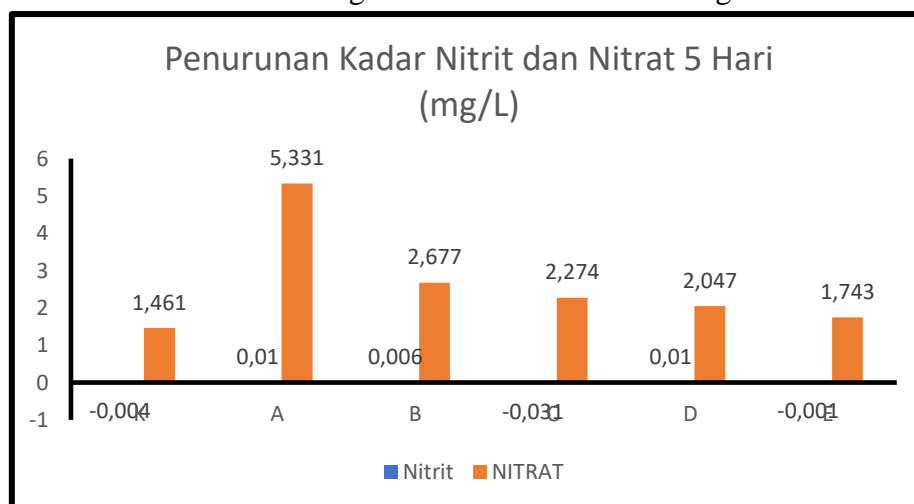
Gambar 3. Perkembangan Nilai TDS limbah cair selama 15 Hari



Gambar 4. Perubahan Angka Lempeng Total limbah cair selama 15 Hari

Gambar 5. menunjukkan penurunan kadar nitrit dan nitrat limbah selama 5 hari. Penurunan kadar nitrit dan nitrat dalam waktu 5 hari yang disebabkan oleh aktifitas bakteri menunjukkan hasil, fluktuatif, nitrat sebagai hasil akhir dari limbah organik

menunjukkan bahwa perlakuan menunjukkan penurunan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan 1 (A) memiliki nilai tertinggi sebesar 5.331 mg/L dan kontrol menunjukkan paling rendah 1.461 mg/L.



Gambar 5. Penurunan Kadar Nitrit dan Nitrat dalam 5 hari

Pembahasan

Bakteri yang ditemukan dari Re-isolasi konsorsium bakteri di laboratorium mikrobiologi Universitas Udayana, berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 1. dari proses re-isolasi, didapatkan bakteri

Bacillus sp. dan *Klebsiella* sp. *Bacillus* sp. merupakan bakteri bersifat aerob juga fakultatif anaerob, dimana bakteri ini bermanfaat dalam proses pengolahan air limbah. *Bacillus* sp. merupakan bakteri Gram positif dengan sel berbentuk batang.

Hasil penelitian Holt *et al.* (1994) menyatakan bahwa, *Bacillus* sp. memiliki ujung sel berbentuk persegi, bundar, meruncing, maupun lancip menyerupai ujung cerutu, Ujung sel terpisah dan adakalanya tetap saling melekat. *Bacillus* sp. tahan hidup dalam kondisi yang kurang baik menyebabkan distribusinya di alam bebas sangat luas. *Bacillus* sp. memiliki kemampuan degradasi lemak dalam limbah cair dengan konsentrasi yang cukup tinggi (Darmayasa, 2008).

Klebsiela sp. bersifat anaerob Fakultatif dimana bakteri ini dapat tumbuh dan menghasilkan energi di lingkungan yang mengandung oksigen maupun dalam keadaan tanpa oksigen. Berdasarkan pendapat Holt *et al.* (1994) *Klebsiella* sp. adalah bakteri berbentuk batang Gram negatif, tidak berspora, Non-motil dan berkapsul. Jika tumbuh pada media sederhana, dapat membentuk koloni yang mukoid. Pada Mac Conkey Agar akan tampak koloni besar, *muroid* (berlendir), cembung jika koloni ini diambil dengan ose akan kelihatan seperti benang. Berdasarkan penelitian Darmayasa (2008) menyatakan bahwa *Klebsiela* sp. berpotensi sebagai bioremediator dalam fungsinya mendegradasi kandungan lemak.

Bakteri menggunakan oksigen untuk metabolismenya dengan mengoksidasi benda-benda organik sebagai sumber energi. Kinerja bakteri dalam mengolah limbah organik akan berpengaruh terhadap kandungan oksigen yang dibutuhkan dalam pengolahan limbah. Kandungan bakteri yang semakin tinggi dalam limbah akan membuat BOD⁵ semakin tinggi (Rachma *et al.*, 2012). Berdasarkan Gambar 2. nilai BOD⁵ pada limbah ditemukan bahwa perlakuan E memiliki nilai BOD⁵ tertinggi sebesar 0,82 g/L Air. Hasil ini dapat menunjukkan

tingkat pertumbuhan dan kemampuan bakteri dalam bertahan hidup.

Berdasarkan Gambar 3. Perubahan kadar TDS pada perlakuan mengalami peningkatan dari hari 1 hingga hari ke lima, dimana jumlah TDS dalam perlakuan terdapat pada puncak / titik tertinggi kadar TDS dalam proses bioremediasi limbah cair ditandai dengan perubahan warna cairan limbah dari warna merah menjadi kuning. Rinawati *et al.* (2016) menyatakan penyebab terjadinya peningkatan TDS pada limbah cair adalah pemecahan zat organik makro yaitu darah dan lemak yang terkandung dalam limbah cair menjadi partikel yang lebih kecil. Hari ke 10 dan 15 terjadi penurunan angka TDS yang dikarenakan kandungan TDS dalam limbah diuraikan oleh bakteri dalam proses metabolismenya yang menyebabkan penurunan jumlah TDS yang terkandung dalam limbah. Bakteri ini juga dapat menguraikan bahan organik, ammonia nitrit dan nitrat dalam perairan yang tercemar (Priadie, 2012).

Kontrol mengalami kenaikan kandungan TDS dari hari pertama hingga hari ke 10, bila dibandingkan dengan perlakuan yang mengalami puncak kenaikan TDS pada hari ke 5, kontrol baru mendapatkan nilai tertinggi TDS sampel pada hari ke 10 sebelum mengalami penurunan pada hari ke 15. Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian perlakuan, memberikan dampak mempercepat laju bioremediasi limbah cair Rumah Potong Hewan (RPH) dibandingkan dengan tanpa pemberian perlakuan. Oktavia *et al.* (2012) dalam penelitiannya berpendapat bahwa, penurunan kadar cemaran pada air limbah yang diberikan tambahan konsorsium mikroba menunjukkan bahwa mikroba tersebut berpotensi sebagai bioremediator limbah.

Berdasarkan pendapat (Waluyo, 2005) faktor yang mempengaruhi kepadatan bakteri dalam limbah selain dari nutrisi dipengaruhi pula oleh kondisi lingkungan fisik seperti suhu, pH, dan salinitas. Dilihat dari Gambar 4. penurunan jumlah bakteri pada perlakuan lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan C, D, dan E memiliki hasil yang tidak berbeda nyata satu sama lain namun memiliki jumlah paling tinggi dibandingkan dengan sampel yang lain. Penambahan konsorsium bakteri pada perlakuan menyebabkan jumlah bakteri yang bertahan hidup pada perubahan kondisi lingkungan limbah cair lebih banyak dibandingkan kontrol. Bakteri konsorsium yang ditambahkan dalam limbah cair dapat bekerja secara sinergi dengan bakteri yang ada dalam limbah (*Mikroorganisme Lokal*) / MOL. Hasil ini didukung oleh penelitian Lizayana *et al.* (2016) proses kerja bakteri yang bekerja secara sinergis dalam pengolahan limbah dapat mempertahankan jumlah bakteri yang dominan.

Berdasarkan Gambar 5. Terjadi kenaikan jumlah nitrit pada perlakuan 3, 5 serta kontrol. Hal ini disebabkan, karena pada hari ke 5 masih terjadi degradasi protein yang ada pada limbah. Berdasarkan Taroreh *et al.* (2016) amonifikasi adalah proses pembentukan amonium oleh bakteri. Selain dari hasil fiksasi nitrogen, amonium juga dapat terbentuk dari dekomposisi (penguraian) organisme yang sudah mati baik tumbuhan ataupun hewan oleh bakteri. Amonifikasi juga dapat terjadi akibat aktivitas bakteri yang merubah nitrogen organik menjadi amonium. Proses amonifikasi dari senyawa *N*-organik pada prinsipnya merupakan reaksi penguraian protein. Secara umum reaksinya adalah: protein → asam amino → NH₃.

Konsorsium bakteri dalam sampel kemudian memanfaatkan ammonia ini untuk metabolisme tubuhnya. Ammonia kemudian akan dipecah menjadi nitrit dan nitrat oleh bakteri sehingga terjadi penurunan kadar nitrat pada hari ke 5 pada seluruh sampel. Namun dikarenakan masih adanya proses emecahan protein pada hari ke 5 ini maka perlu dilakukan uji pengukuran kadar nitrit dan nitrat pada hari ke 15.

Melihat hasil akhir pada parameter fisik limbah menunjukkan bahwa perlakuan telah menghasilkan hasil akhir yang berbeda nyata terhadap kontrol yaitu (warna, bau, TDS dan total bakteri). Perbedaan hasil akhir ini menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan terhadap limbah cair rumah potong hewan dapat mempercepat laju bioremediasi limbah bila dibandingkan dengan limbah cair tanpa perlakuan bakteri. Hasil ini didapatkan dikarenakan kinerja konsorsium bakteri. Menurut Buthelezi *et al.* (2009). Bakteri *Klebsiela* sp. maupun *Bacillus* sp. memiliki kemampuan untuk menurunkan kekeruhan air yang disebabkan oleh adanya limbah organik.

KESIMPULAN

Dosis optimal konsorsium bakteri dalam proses bioremediasi limbah cair Rumah Potong Hewan yaitu didapatkan dengan pemberian konsorsium bakteri sebanyak 50 mL / 2 Liter menghasilkan jumlah BOD yang paling tinggi dibandingkan dengan kontrol. Nilai TDS yang didapatkan paling rendah dibandingkan dengan perlakuan lain dan kontrol, jumlah bakteri juga mengalami peningkatan hingga hari ke 15. Hasil penurunan nitrit dan nitrat didapatkan hasil yang masih fluktuatif hingga hari ke 5. Hasil akhir bioremediasi pada hari ke 15

menunjukkan perubahan warna limbah dari merah keruh menjadi kuning jernih dan tidak berbau.

SARAN

Saran dari penelitian ini adalah perlu dilakukan pengujian jumlah nitrit dan nitrat hari ke 15 sehingga pengukuran nitrit dan nitrat perlu dilakukan sebelum hasil penelitian ini dapat di aplikasikan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, I. dan Khairul, A. 2018. Rancang Bagun Alat Pendeteksi Kelayakan Air Minum yang Diproduksi Depot Air Minum Isi Ulang (AMIU) berbasis Mikrokontroler AT89S51 dan LCD menggunakan Inframerah dan Photodiode sebagai Indikator. *Jurnal Einstein*. 6 (2): 39-44
- Aini, Made Sriasih, dan Djoko Kisworo. 2017. Studi Pendahuluan Cemaran Air Limbah Rumah Potong Hewan di Kota Mataram. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 15 (1): 42-48
- Andayani S. 2005. *Manajemen Kualitas Air Untuk Budidaya Perairan*. Universitas Brawijaya. Malang
- Andi, N., A.A, Patang, Ernawati., S. K. 2019. Pengaruh Eutrofikasi Terhadap Kualitas Air di Sungai Jeneberan. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian* 5 (1): 9 – 23
- Atima, Wa. 2005. BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah. *Jurnal Biology Science & Education*. 4 (1): 83-98
- Aziz, S. 2010. Uji Antibakteri Ekstrak Etanol Daun dan Umbi Bakung Putih (*Crinum asiaticum* L.) terhadap Bakteri Penyebab Jerawat. *Skripsi*. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 1999. SNI 01-6159-1999.S Rumah Pematangan Hewan. Badan Standarisasi Nasional-BSN. Jakarta.
- _____. 2003. *Kualitas air laut bagian 7: cara uji nitrat (NO₃-N) dengan reduksi kadmium secara spektrofotometri (SNI 19-6964.7-2003)*. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional
- _____. 2004. *Air dan air limbah – Bagian 9: Cara uji nitrit (NO₂ – N) secara spektrofotometri (SNI 06-6989.9-2004)*. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional
- Bailey. M. J, A. K. Lilley, T. M. Timms-Wilson, dan T. M. Spencer-Phillips. 2006 *Microbial ecology of aerial plant surface*. United Kingdom: CAB International.
- Bambang, P. 2012. Teknik Bioremediasi sebagai Alternatif dalam upaya Pengendalian Pencemaran Air. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 10(1): 38-48
- Buthelezi, S. P., Olaniran, A. O. and Pillay, B., 2009, Turbidity and microbial load removal from river water using bioflocculants from indigenous bacteria isolated from wastewater in South Africa, *African Journal of Biotechnology* Vol. 8 (14), pp. 3261-3266
- Coma, M., Verawaty, M., Pijuan, Yuan, M., Z., Bond, P.L., 2012, Enhancing aerobic granulation for biological nutrient removal from domestic wastewater, *Bioresource Technology* 103: 101–108
- Darmayasa. I. B. G. 2008. Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Lipid (Lemak) Pada Beberapa Tempat Pembuangan Limbah Dan Estuari DAM Denpasar. *Jurnal Bumi Lestari*. 8 (2): 122-127
- Darsono. 2006. *Pengaruh Proses Pelayuan Terhadap Kualitas Daging*. Disertasi Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Dharmawibawa, I.D. 2004. *Isolasi, Identifikasi dan Uji Kemampuan Bakteri Pengurai Minyak Solar dari Perairan Pelabuhan Benoa Bali*. Universitas Udayana, Bali.

- Heriyanto, N. M. 2012. Keragaman Plankton dan Kualitas Perairan di Hutan Mangrove. *Buletin Plasma Nutfah* 8(1): 38-44
- Holt, J. G., N. R. Krieg., P. H. A. Sneath., J. T. Staley., and S. T. Williams. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 9th Edition*. Williams and Wilkins. Baltimore, Maryland.
- Ilmiah. S., A.A.G. Raka Dalem, dan I K Muksin. 2021. Pengelolaan sampah anorganik pada Alila Villas Uluwatu, Bali. *Jurnal Biologi Udayana*. 25(1): 83-91
- Kardi, K.M.N.G dan Andi. B. T., 2007. *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan*. Jakarta. PT Bineka Cipta.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2010. *Panduan Adiwiyata*. Jakarta. Kementerian Negara Lingkungan Hidup.
- Lizayana- Mudatsir, Iswad. 2016. Densitas Bakteri pada Limbah Cair Pasar Tradisional. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Biologi*. 1 (1): 95-106.
- Madigan, M.T., Martiko J.M, Paker J. 2003. *Brock Biology of Microorganism Tenth Edition*. USA. Prentice-Hall Internasional, Inc :937-947
- Maturin L, Peeler JT. 2001. Aerobic Plate Count. In: *Bacteriological Analytical Manual Online. Center for Food Safety and Applied Nutrition*. Washington DC (US): US Food and Drug Administration.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2006. *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup tentang Baku Mutu air Limbah bagi kegiatan Rumah Pemotongan Hewan*. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta
- Okoh., A. I. 2006. Biodegradation alternative in the cleanup of petroleum hydrocarbon pollutants, *Biotechnol and Molecular Biology Review* 1 (2): 38-50.
- Oktavia, D. A., Mangunwidjaja, D., Wibowo, S., Sunarti, T. C., & Rahayuningsih, M. 2012. Pengolahan limbah cair perikanan menggunakan konsorsium mikroba indigenousproteolitik dan lipolitik. *Agrointek*, 6(2), 65-71.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup. 2014. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 5 Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Pada Sumber Air*. Kementrian Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Priadie. B. 2012. Teknik bioremediasi sebagai alternatif dalam upaya pengendalian pencemaran air. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 10(1): 38-48
- Rachma, R., I. W. R., Aryanta., I. W. Kasa. 2012. Penggunaan lumpur aktif untuk menurunkan kadar Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), dan Logam Berat jenis Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) pada limbah cair pencelupan industri batik. *ECOTROPHIC*. 7 (2): 164 – 172.
- Rinawati. Diky. H. R. Suprianto. Putri.S.D. 2016. Penentuan Kandungan Zat Padat (Total Dissolve Solid dan Total Suspended Solid) di Perairan Teluk Lampung. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*. 1 (1): 36-45
- Sepyana, I., Ganjar samodro., dan Mochtar Hadiwidodo. 2013. Pengaruh Variasi Debit Dan Jumlah Elektroda Terhadap Penurunan Cod Dan Produksi Listrik Dalam Reaktor Microbial Fuel Cells (Mfcs). *Jurnal Teknik*. Undip. 1 (1): 44-48
- Siahaan., S. M. Hutapea, dan Hasibuan R., 2013 Penentuan kondisi optimum suhu dan waktu karbonasi pada pembuatan arang dari sekam padi., *Jurnal Teknik Kimia USU*. 2 (1): 26-30.

- Simon I. Patty. 2015. Karakteristik Fosfat, Nitrat Dan Oksigen Terlarut Di Perairan Selat Lembeh, Sulawesi Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis* 2 (1): 1-7
- Suardana IW. 2007. Karakterisasi limbah cair rumah potong hewan pesanggaran. *Jurnal Anim Prod.*:9(2):116–122.
- Surat Keputusan Menteri Pertanian NO.555/KP/TS/TN.240/9/1986 Tentang Syarat-syarat Rumah Potong Hewan dan Usaha Pemotongan Hewan.
- Suryahadi, Nugraha A R, Bey A, dan Boer R. 2010. *Laju konversimetan dan faktor emisi metan pada kerbau yang diberi ragi tape lokal yang berbeda kadarnya yang mengandung Saccharomyces cerevisiae*. Ringkasan Seminar Program Pascasarjana IPB.
- Taroreh. L.R., Ferry. K dan Jubhar. M. 2016. *Transformasi Nitrogen secara Biologis di Air Panas Sarongsong Kota Tomohon*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”.
- 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.
- Waluyo, L. 2005. *Mikrobiologi Lingkungan*. Malang: UMM Press.
- Waluyo, Lud dan Ainur Rofieq. 2016. Pengembangan Produk Formula Konsorsium Pengurai Limbah Cair Rumah Tangga. *Seminar Nasional dan Gelar Produk*. :47-54
- Yulina., S. W. Yusuf., M dan Muslim. 2014. Kajian Konsentrasi dan Sebaran Parameter Kualitas Air di Perairan Pantai Genuk, Semarang. *Buletin Oseanografi Marina* 3 (1): 9 - 19