

Potensi Mikroorganisme Sebagai Biofertilizer Dari Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit

(Potential of Microorganisms Palm Oil Mill Effluent (POME) as Biofertilizer)

Lusia Widiastuti¹, Y. Sulistiyanto², Adi Jaya², Yusurum Jagau², Liswara Neneng³

- 1) Doctoral Program Environmental Sciences, University of Palangka Raya, Indonesia
- 2) Departement of Agriculture, University of Palangka Raya, Indonesia
- 3) Departement of Biology Education, University of Palangka Raya, Indonesia

e-mail : lusia_widiastuti@pasca.upr.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini dilaksanakan di perkebunan kelapa sawit PT. Mulia Sawit Agro Lestari (PT. MSAL) Kabupaten Gunung Mas Provinsi Kalimantan Tengah selama 3 bulan yang dimulai pada Januari 2019 sampai Maret 2019. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi potensi mikroorganisme sebagai biofertilizer dari limbah cair pabrik kelapa sawit (PKS). Penelitian ini adalah penelitian eksploratif yang dilakukan di dalam Laboratorium Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Palangka Raya. Penelitian ini menggunakan 3 (tiga) media yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi mikroorganisme untuk biofertilizer dari limbah cair kelapa sawit dengan menghitung jumlah koloni bakteri yaitu media *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC), media *pykovskaya* dan media *Yeast Extract Mannitol Agar* (Yema). Hasil analisis juga menunjukkan bahwa limbah cair PKS mengandung mikroorganisme potensial yang ditemukan adalah bakteri pelarut fosfat, cendawan selulitik dan bakteri penambat nitrogen dengan jumlah koloni bakteri rata-rata 1.700.000 sel/mL. Mikroorganisme potensial dari hasil proporsi yang didapatkan menunjukkan kemampuan bakteri yang ditemukan pada limbah cair PKS untuk mendegradasi minyak. Sampel pertama dan kedua bentuk bakteri teridentifikasi adalah berupa basil dan merupakan bakteri gram positif, sedangkan sampel ketiga bakterinya berbentuk coccus dan bakterinya merupakan bakteri gram negatif.

Kata-kata kunci: Pupuk Hayati, Mikroorganisme, POME.

ABSTRACT

*This research was carried out in the oil palm plantation of PT. Mulia Sawit Agro Lestari (PT. MSAL) Gunung Mas Regency Central Kalimantan Province for 3 months starting in January 2019 until March 2019. The purpose of this study was to identify the potential of microorganisms as biofertilizers from palm oil mill effluent (PKS). This research is an exploratory study conducted in the Laboratory of the Faculty of Health Sciences of the Muhammadiyah University of Palangka Raya. This study used 3 (three) media used to identify the potential of microorganisms for biofertilizer from palm oil liquid waste by calculating the number of bacterial colonies namely *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC), *pykovskaya* media and *Yeast Extract Mannitol Agar* (Yema) media. The results of the analysis also showed that PKS liquid waste contained potential microorganisms found were phosphate solvent bacteria, cellulite fungi and nitrogen fixing bacteria with an average bacterial colony of 1,700,000 cells/mL. Potential microorganisms from the proportion obtained showed the ability of bacteria*

found in PKS liquid waste to degrade oil. The first and second samples of bacterial forms identified were in the form of bacilli and were gram-positive bacteria, while the samples of the three bacteria were in the form of coccus and the bacteria were gram-negative bacteria.

Keywords: Biofertilizer, Microorganisms, POME.

PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan tanaman ekspor terbesar di Indonesia, tanaman perkebunan yang terus menerus dikembangkan dalam rangka meningkatkan sumber devisa negara dari sektor non migas selain minyak dan gas bumi, sumber kesempatan kerja bagi masyarakat dan sebagai sumber energi terbarukan [1].

Kelapa sawit sendiri memiliki produk sampingan yaitu produk yang berasal dari pengolahan limbah cair PKS. Jumlah limbah cair yang dihasilkan oleh PKS berkisar antara 600-700 liter/ton tandan buah segar (TBS). Limbah ini merupakan sumber pencemaran yang potensial bagi manusia dan lingkungan karena berbau [2]. Pengolahan limbah cair kelapa sawit dapat dilakukan secara fisika, kimia dan biologi. Limbah cair hasil PKS mengandung senyawa anorganik dan organik yang dapat dan tidak dapat dirombak oleh mikroorganismen. Limbah yang mengandung senyawa organik umumnya dapat dirombak oleh bakteri dan dapat dikendalikan secara biologis [3].

Limbah cair industri minyak sawit mengandung zat organik dengan kadar yang tinggi, sehingga menyebabkan pencemaran di lingkungan sekitar PKS, dalam pengolahan limbah cair yang dihasilkan dengan

menerapkan sistem *lagoon* (kolam), namun pengoperasian sistem *lagoon* belum optimal sehingga outlet belum memenuhi baku mutu limbah cair. Dalam limbah cair industri minyak sawit terdapat mikroorganismen yang mempunyai potensi melakukan hidrolisis terhadap lemak dan minyak. Berdasarkan masalah ini perlu dilakukan penelitian terhadap bakteri pendegradasi limbah cair industri minyak sawit, sehingga hasilnya dapat digunakan dalam teknologi pengolahan limbah cair yang berwawasan lingkungan dikenal dengan teknologi bioremediasi atau penggunaan mikroorganismen untuk menguraikan polutan di limbah cair PKS.

Bioremediasi didefinisikan sebagai proses pemulihan secara biologi terhadap komponen lingkungan yang tercemar menjadi bentuk yang tidak mengandung racun [4]. Salah satu tahap dalam teknik bioremediasi adalah biodegradasi. Proses biodegradasi limbah pada umumnya memanfaatkan populasi mikroorganismen atau produk-produk lainnya seperti enzim yang dihasilkan oleh mikroorganismen itu sendiri dalam merombak senyawa organik yang ada di dalam lingkungan tercemar secara alami [5]. Limbah cair PKS merupakan nutrisi yang kaya akan senyawa organik dan karbon, dekomposisi dari senyawa-senyawa organik oleh bakteri anaerob dapat menghasilkan biogas [6].

Limbah cair PKS bila dibiarkan tanpa diolah lebih lanjut akan terbentuk ammonia, hal ini disebabkan oleh bahan organik yang terkandung dalam limbah cair tersebut terurai dan membentuk ammonia. Terbentuk ammonia ini akan mempengaruhi kehidupan biota air dan dapat menimbulkan bau busuk (Azwir, 2006). Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi potensi mikroorganisme untuk biofertilizer dari limbah cair pabrik kelapa sawit.

METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah cair PKS yang diambil dari kolam *contact pond* (kolam pembuangan akhir) instalasi pengolahan air limbah (IPAL) PT. Mulia Sawit Agro Lestari (PT. MSAL) Kabupaten Gunung Mas Provinsi Kalimantan Tengah. Sampel diambil secara *purposive sampling* menggunakan 3 (tiga) cuplikan sebagai titik sampel, masing-masing cuplikan diulang sebanyak 3 kali ketiga media, yaitu media CMC, media *pykovskaya* dan media Yema. Sampel tersebut diambil menggunakan botol steril dengan cara melepaskan tutup botol kemudian menenggelamkannya ke dalam kolam limbah, setelah terisi penuh segera diangkat ke permukaan dan ditutup kembali. Beberapa kriteria dari sampel yang diambil adalah berwarna kecoklatan dan terlihat seperti adanya lapisan minyak di permukaan air limbah.

Penelitian ini adalah penelitian eksploratif yang dilakukan di dalam Laboratorium Fakultas Ilmu Kesehatan

Universitas Muhammadiyah Palangka Raya. Cara menghitung jumlah koloni adalah sebagai berikut : mengambil air sampel sebanyak 1 ml, memasukkan sampel ke dalam tabung reaksi yang telah berisi 10 ml air aquades, menghomogenkan larutan dengan cara vortex tabung reaksi, mengambil larutan dalam tabung sebanyak 1 ml dengan menggunakan pipet volume, kemudian memasukkan larutan ke dalam tabung reaksi yang lain yang telah berisi air aquades. Dilakukan secara aseptis dan melakukan ulang kegiatan 4 kembali, hingga pengenceran ke-6. Setelah melakukan pengenceran, mengambil 1ml suspensi menggunakan volume pada pengenceran 10^{-6} , memasukkan suspensi ke dalam cawan petri yang berisi media Na, melakukan inkubasi pada cawan petri yang telah berisi suspensi selama 2 x 24 jam selanjutnya menghitung koloni bakteri dengan alat *colony counter*. Melakukan point 1 – 9 pada air sampel 2 dan 3.

HASIL DAN PEMBAHASAN

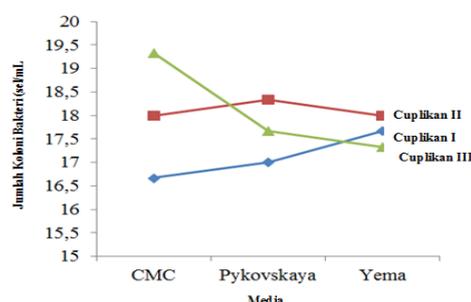
PT. Multi Sawit Agro Lestari (PT. MSAL) menggunakan teknologi pengolahan di IPAL dengan teknologi *Anaerobik Lagoon*, yaitu proses pengolahan anaerobik adalah proses pengolahan senyawa – senyawa organik yang terkandung dalam limbah menjadi gas metana dan karbon dioksida tanpa memerlukan oksigen [7]. Air limbah kelapa sawit ini diambil pada *contact pond* ini merupakan tempat pembuangan terakhir limbah, dimana proses yang terjadi pada kolam ini adalah proses penonaktifan bakteri

anaerobic dan prakondisi proses aerobic. Aktivitas ini dapat diketahui dengan indikasi pada permukaan kolam tidak dijumpai scum dan cairan tampak kehitam-hitaman dari seluruh rangkaian proses tersebut, masa tinggal limbah selama proses berlangsung mulai dari kolam pendinginan hingga air dibuang ke badan penerima membutuhkan masa waktu tinggal selama $\pm 120 - 150$ hari. Limbah cair diaplikasikan ke lahan dengan sistem flat bed yang sebelumnya limbah cair tersebut diolah dengan sistem kolam-kolam di IPAL. Hal tersebut bertujuan untuk menurunkan kadar bahan pencemar yang terkandung pada limbah cair.

Limbah cair PKS mengandung bahan organik dan anorganik sangat tinggi, untuk merombak bahan organik dilakukan fermentasi dengan memanfaatkan bakteri secara aerobik ataupun anaerobik. Bakteri fermentasi merombak senyawa organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Dengan proses biologis dalam suasana anaerobik dan aerobik terjadi biodegradasi bahan organik menjadi senyawa asam dan gas, sedangkan mineral sedikit berkurang dalam proses ini. Selain itu dilakukan pula perombakan asam organik menjadi gas metan oleh bakteri metanogenik [8].

Pembuatan pupuk organik cair dengan bahan baku utama limbah cair PKS ini melalui proses fermentasi di IPAL. Proses fermentasi secara sederhana dapat diartikan proses penguraian zat kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana. Proses fermentasi yang berlangsung dengan

bantuan mikroba dan bahan bioaktivator yang berfungsi untuk menguraikan senyawa terikat didalam tanah serta menjaga kelangsungan hidup mikroorganismes menguntungkan didalam tanah sehingga dengan penambahan aktivator ini maka pengomposan dapat berjalan dengan lebih cepat. Jumlah koloni bakteri pada air limbah pabrik kelapa sawit dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Jumlah koloni bakteri pada limbah cair pabrik kelapa sawit

Jumlah koloni pada limbah cair PKS Gambar 1 yang diperoleh dari hasil analisis laboratorium menunjukkan mikroorganismes potensial adanya kemampuan bakteri yang ditemukan pada limbah cair PKS dalam mendegradasi minyak. Hal ini juga membuktikan bahwa keberadaan bakteri pendegradasi limbah cair industri minyak sawit dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi yang terkandung di dalam medium. Selain faktor tersebut, juga dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan seperti suhu, pH, kadar oksigen dan kadar bahan organik, juga menambahkan tingginya kandungan bahan organik dapat menurunkan kadar oksigen sehingga dapat menghambat pertumbuhan organismes, proses fermentasi dapat berlangsung dalam keadaan kedap udara

(anaerob). Dalam proses fermentasi juga menghasilkan senyawa organik lain seperti asam laktat, asam nukleat, karbohidrat, protein, dan lain sebagainya. Senyawa-senyawa organik ini juga dapat melindungi tanaman dari serangan penyakit.

Bakteri selulolitik memiliki kemampuan mendegradasi selulosa dengan menghasilkan enzim selulase [8]. Bakteri ini dapat mendegradasi molekul kompleks pada substrat tidak larut dalam air dengan enzim selulase. Proses perombakan secara enzimatik bersifat spesifik untuk menghidrolisis ikatan β -(1,4)-glikosidik, rantai selulosa dan derivatnya [9]. Enzim ini merupakan enzim yang memegang peranan penting dalam proses biokonversi limbah-limbah organik berselulosa menjadi glukosa, makanan ternak, etanol dan lain-lain [11], [12]. Pada umumnya bakteri aerobik selulolitik termasuk dalam kelompok *Firmicutes*, *Actinobacteria*, *Bacteroidetes* dan *Proteobacteria*. Bakteri selulolitik merupakan salah satu mikroba yang paling banyak ditemukan di rumen sapi. Beberapa bakteri selulolitik yang ditemukan pada rumen sapi antara lain : *Bacillus*, *Cellulomonas*, *Streptomyces*, *Cytophaga*, *Cellvibrio* dan *Pseudomonas* [13].

Kemampuan bakteri pelarut fosfat untuk tumbuh pada media spesifik *Pikovskaya* dan mampu membentuk zona bening menunjukkan bahwa bakteri tersebut mampu melarutkan fosfat yang terikat pada unsur kalsium. Mikroorganismen yang termasuk dalam kelompok bakteri pelarut fosfat antara lain *Pseudomonas striata*, *P.*

diminuta, *P. fluorescens*, *P. cerevisia*, *P. aeruginosa*, *P. putida*, *P. denitrificans*, *P. rathhonis*, *Bacillus polymyxa*, *B. laevolacticus*, *B. megatherium*, *Thiobacillus sp.*, *Mycobacterium*, *Micrococcus*, *Flavobacterium*, *Escherichia freundii*, *Cunninghamella*, *Brevibacterium spp.*, dan *Thiobacillus sp.* Kelompok bakteri pelarut fosfat yang banyak terdapat pada lahan pertanian di Indonesia berasal dari genus *Enterobacter* dan *Mycobacterium*. Pelarutan fosfat oleh mikroba pelarut fosfat berlangsung secara kimia dan biologis. Mekanisme pelarutan fosfat secara kimia merupakan mekanisme utama yang dilakukan oleh bakteri. Bakteri tersebut mengekskresikan sejumlah asam organik berbobot molekul rendah seperti oksalat, suksinat, tartrat, sitrat, laktat, ketoglutarat, asetat, formiat, propionate, glikonat, glutamat, glioksilat, malat, fumarat [14].

Pada media yang ketiga menggunakan *Yeast Extract Mannitol Agar* (Yema) untuk mengidentifikasi mikroba penambat nitrogen, secara hayati yang non simbiotik dilakukan oleh jasad mikro yang hidup bebas. Menurut Refrensi [15], bakteri yang terdapat pada limbah cair kelapa sawit berfungsi sebagai pengikat N₂ bebas yang mempunyai pengaruh terhadap sifat fisik dan kimia tanah sehingga mampu meningkatkan kesuburan tanah.

Tabel 1. Hasil Analisis Jumlah Koloni Bakteri Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit

No	ode Sampe I	edia CMC	edia Pykovs kaya (sel/mL)	edia Yema
1.		6,67	7,00	7,67
2.	I	8,00	8,33	8,00
3.	II	9,33	7,67	7,33

Sumber :
Laboratorium Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Palangka Raya. Tahun 2019.

Pada Tabel 1 di atas menunjukkan bahwa untuk menghitung jumlah koloni bakteri yaitu media CMC untuk menghitung jumlah koloni mikroorganismes selulolitik, media pykovskaya bakteri pelarut fosfat dan media Yema untuk mikroba penambat nitrogen. Dari hasil analisis tersebut limbahcair PKS mengandung mikroorganismes potensial yang ditemukan adalah bakteri selulolitik, bakteri pelarut fosfat, dan bakteri penambat nitrogenjumlah koloni bakteriyaitu rata-rata 1.700.000 sel/mL.

Hasil analisis sidik ragam pada jumlah koloni bakteri limbah cair PKS pada Tabel 1 menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata antara media yang digunakan dengan nilai probF $0,98 < 0,05$. Dimana hal ini menyatakan mikroorganismes yang berasal dari limbahcair PKS itu sendiri lebih efektif daripada mikroorganismes yang dar luar air limbah [16]. Proses biodegradasi

limbah cair dengan bakteri yang diisolasi adalah spesies *Micrococcus*, spesies *Bacillus*, spesies *Pseudomonas*, dan *Staphylococcus aureus*, sedangkan jamur yang diisolasi adalah *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus*, spesies *Candida*, spesies *Fusarium*, spesies *Mucor*, dan spesies *Penicillium*. Refrensi [17] menjelaskan bahwa bakteri memanfaatkan bahan organik sebagai sumber makanan dari suatu rangkaian reaksi biokimia yang kompleks. Pada reaksi katabolisme, bahan organik dipecah untuk menghasilkan energi, sedangkan pada reaksi anabolisme, energi digunakan untuk sintesis sel baru.

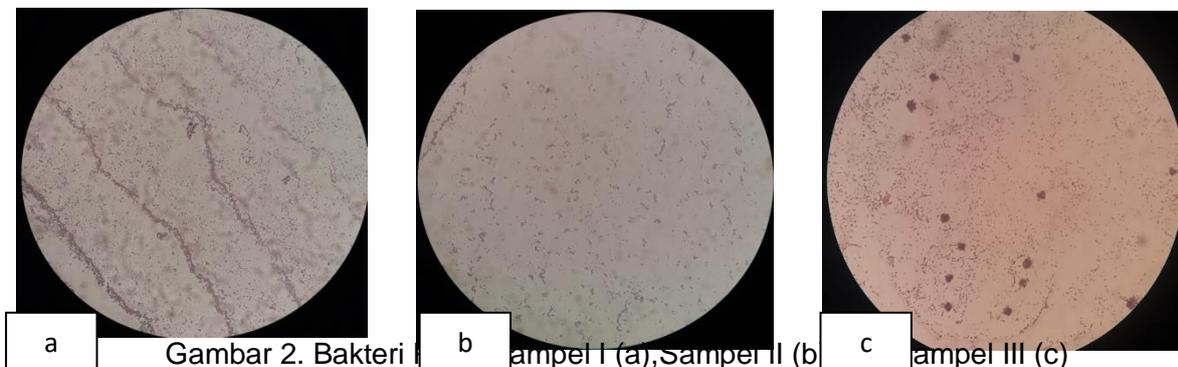
Limbah cair PKS menghasilkan zat organik dengan kadar yang tinggi, sehingga menyebabkan pencemaran di lingkungan sekitar. Proses IPAL telah mengupayakan pengolahan limbah cair yang dihasilkan dengan menerapkan sistem *Anaerobiclagoon* (kolam anaerobik). Dalam IPAL terdapat mikroorganismes yang mempunyai potensi melakukan hidrolisis terhadap lemak dan minyak, dalam teknologi pengolahan limbah cair yang berwawasan lingkungan yang dikenal dengan teknologi bioremediasi.

Bioremediasi didefinisikan sebagai proses pemulihan secara biologi terhadap komponen lingkungan yang tercemar menjadi bentuk yang tidak mengandung racun [4]. Salah satu tahap dalam teknik bioremediasi adalah biodegradasi. Proses biodegradasi limbah pada umumnya memanfaatkan populasi mikroorganismes atau produk-produk lainnya seperti enzim

yang dihasilkan oleh mikroorganismen itu sendiri dalam merombak senyawa organik yang ada didalam lingkungan tercemar secara alami [5].

Refrensi [18] menyatakan bahwa air limbah yang dihasilkan dari PKS dapat dimanfaatkan untuk pemupukan pada tanah perkebunan. Limbah tersebut pada kondisi tertentu masih mengandung unsur hara yang dapat dimanfaatkan untuk tanaman. Mikroorganismen secara alami mampu mendegradasi bahan-bahan organik yang ada pada air limbah sehingga dapat

meningkatkan kualitas air limbah. Limbah cair PKS mengandung unsur hara seperti : fosfor (P), kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan karbon (C), sehingga limbah ini maupun tidak langsung mempengaruhi ketersediaan hara bagi tanaman, dapat menjadi sumber pertumbuhan bakteri, dimana bakteri dapat juga digunakan dalam proses pengolahan limbah [19]. Bahan organik baik langsung maupun tidak langsung mempengaruhi ketersediaan hara bagi tanaman [18].



Pewarnaan Gram selain digunakan untuk membedakan antara bakteri Gram positif dan Gram negatif, juga digunakan untuk mengetahui bentuk bakteri dan susunan bakteri selulolitik. Sampel pertama dan kedua bentuk bakterinya adalah berupa basil dan merupakan bakteri tergolong bakteri gram positif. Bakteri pada Sampel pertama dan kedua bentuk bakterinya adalah berupa basil dan merupakan bakteri tergolong bakteri gram positif, dimana karakter morfologi mikroskopis sel bakteri yang didapatkan memiliki karakter yaitu bentuk sel bakteri basil dan memiliki sifat Gram positif yang ditandai dengan terbentuknya warna ungu pada sel bakteri. Sifat Gram positif ini diperkuat dengan hasil uji sifat Gram (uji KOH 3%) yang menghasilkan bahwa tidak berlendirnya bakteri setelah ditetesi KOH 3% pada kaca objek. Hal ini menandakan bahwa sifat Gram yang terdapat pada bakteri adalah Gram positif. Spora dibentuk oleh spesies bakteri yang termasuk dalam genera *Clostridium* dan *Bacillus* untuk mengatasi lingkungan yang tidak menguntungkan bagi bakteri. Prinsip dari pewarnaan endospora digunakan untuk membedakan spora dari sel vegetatif. Zat warna yang digunakan yaitu *malachite green* yang akan tetap diikat oleh spora bakteri dan sebagai *counterstain* digunakan safranin. Endospora yang masih terdapat di dalam sel vegetatif maupun spora bebas akan berwarna

hijau-biru, sedangkan sel vegetatif akan berwarna merah sampai merah muda.

Penelitian tentang bakteri limbah cair PKS telah dilakukan sebelumnya oleh Refrensi [20] yang mendapatkan 8 jenis bakteri lipolitik yang diisolasi dari limbah cair PKS di PT. AMP Plantation, Kabupaten Agam, Sumatera Barat. Refrensi [21] juga melaporkan pada limbah cair industri minyak sawit terdapat 9 isolat bakteri pendegradasi lipid dengan 1 isolat yang mampu menurunkan kadar lipid hingga 25%. Pada penelitian refrensi [22] juga mendapatkan strain *Bacillus cereus* 103PB memiliki kemampuan biodegradasi dan dapat mengurangi polutan dari limbah industri minyak sawit. Bakteri ini memproduksi enzim ekstraseluler lipase sehingga dapat menurunkan kadar minyak dan lemak pada limbah.

Bakteri yang berpotensi dalam mendegradasi limbah cair industri minyak sawit dapat dilihat dari kemampuan bakteri tersebut dalam mengubah substrat lipid yang terkandung di dalam medium NA modifikasi yang merupakan medium selektif untuk bakteri lipolitik. Bakteri lipolitik merupakan bakteri penghasil enzim lipase dalam menghidrolisis lipid menjadi asam lemak dan gliserol. Medium yang digunakan mengandung nutrisi yang dibutuhkan bakteri untuk pertumbuhannya, salah satunya minyak yang digunakan bakteri sebagai sumber karbon. Refrensi [23] menambahkan bahwa bakteri lipolitik dapat

ditemukan di banyak tempat yang mengandung minyak. Lingkungan yang mengandung minyak merupakan substrat yang baik terhadap bakteri lipolitik untuk tumbuh.

Pada proses pengolahan limbah, bakteri mengalami kesulitan dalam mendegradasi lipid karena prosesnya yang lambat dan membutuhkan jumlah oksigen yang banyak sehingga dibutuhkan suatu enzim hidrolitik yang dihasilkan dari bakteri tersebut. Selain itu, bakteri hanya dapat menyerap bahan yang terlarut dalam air. Jika limbah mengandung bahan yang bersifat tidak larut dalam air, maka diperlukannya suatu medium yang mengandung suatu pengemulsi sehingga mengurangi tegangan permukaan, agar minyak dapat tercampur dengan air dan digunakan oleh bakteri untuk nutrisi pertumbuhan. Margarin yang terkandung pada medium merupakan substrat yang dibutuhkan bakteri lipolitik karena berfungsi sebagai sumber karbon untuk nutrisi bagi pertumbuhannya dan juga sebagai pengemulsi untuk meningkatkan biodegradasi lipid. Menurut referensi [24], margarin merupakan emulsi air dalam minyak karena *lecithin* yang terkandung di dalam margarin berfungsi untuk mendispersikan molekul-molekul air ke dalam minyak/lemak. Bakteri yang hidup pada limbah cair industri minyak sawit adalah bakteri yang toleran terhadap minyak dan bakteri yang memanfaatkan sumber karbon dari minyak tersebut. Referensi

[22] menambahkan, bahwa kemampuan mikroorganismen dalam mendegradasi tergantung kepada kemampuan mikroorganismen tersebut untuk beradaptasi dengan lingkungan.

Sampel ketiga bakterinya berbentuk coccus dan bakterinya merupakan bakteri gram negatif Gambar 2, di dalam penelitian yang dilakukan oleh Refrensi [25] menemukan Isolasi bakteri dari limbah cair kelapa sawit berhasil memperoleh 15 isolat bakteri yang ditumbuhkan pada media *Nutrient Agar* (NA). dapat diketahui bahwa bentuk koloni dari isolat bakteri yang diperoleh yaitu, tidak beraturan (*irregular*) dan bulat beraturan (*circular*). Tepi koloni yaitu, bergelombang (*undulate*), berlekuk (*lobate*), rata (*entire*), keriting (*curled*) dan berfilamen (*filamentous*). Elevasi koloni dari 15 isolat yaitu datar (*flat*). Warna isolat yaitu, putih krem dan kuning. Hasil pengelompokkan sifat Gram dari 15 isolat yang paling mendominasi adalah gram negatif. Bentuk sel yang paling mendominasi adalah batang, sedangkan yang lainnya berbentuk bulat. Morfologi koloni isolat bakteri yang ditemukan pada penelitian ini sesuai dengan pernyataan referensi [26] bahwa pada umumnya bentuk koloni bakteri berbentuk *circular, irregular, filamentous, rhizoid*. Elevasi berbentuk *raised, convex, flat, umbonate, crateriform*. Tepian yang berbentuk *entire, undulate, filiform, curled dan lobate*. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh referensi [27] yang melaporkan bahwa isolat

bakteri yang diisolasi memiliki bentuk koloni bulat. Bentuk tepian koloni yang rata berjumlah empat isolat dan tiga yang bergerigi. Seluruh isolat berwarna putih susu dan hampir semuanya bersifat gram negatif serta bentuk sel basil dan bulat dan lebih banyak didapat bakteri gram negatif dengan bentuk sel basil dan kokus.

Penyimpanan limbah cair PKS mempunyai peranan yang baik terhadap komposisi unsur hara karena pada proses penyimpanan ini terjadi proses dekomposisi yang menyebabkan mikroorganismen yang hidup dalam limbah cair PKS dapat berkembang. Dekomposisi zat organik dalam lingkungan anaerobik hanya dapat dilakukan oleh mikroorganismen yang dapat menggunakan molekul selain oksigen sebagai akseptor hidrogen. Refrensi [28] berpendapat secara umum, bahwa bahan organik memperbesar ketersediaan P melalui dekomposisinya yang menghasilkan asam-asam organik dan gas CO₂. Gas CO₂ larut dalam air membentuk asam karbonat yang mampu melapukkan beberapa mineral tanah ataupun kompos. Beberapa penelitian mengemukakan, bahwa jamur seperti *Aspergillus* sp, *Penicillium* sp, dan bakteri seperti *Rhodopseudomonas* spp, dan *Lactobacillus* mampu meningkatkan ketersediaan P dan menghasilkan zat pengatur tumbuh [18].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa mikroorganismen secara alami mampu mendegradasi bahan-bahan organik yang ada pada air limbah sehingga dapat meningkatkan kualitas air limbah sebagai salah satu sumber unsur hara bagitanaman. Hal ini juga membuktikan bahwa keberadaan bakteri untuk biofertilizer limbah cair kelapa sawit dalam proses yang dilakukan di IPAL menggunakan mikroorganismen baik aerob maupun anaerob juga mampu mengubah atau mentransformasikan senyawa kimia kompleks menjadi lebih sederhana dan untuk mempercepat penyerapan nutrisi pada tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

1. Indriantoro, F.W, E. G. Said, dan P. Guritno. 2012. *Rantai Nilai Produksi Minyak Sawit Berkelanjutan*. Jurnal Manajemen dan Agribisnis. Vol. 9. No. 2:108-112.
2. Naibaho P, 2003. *Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit*, Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan
3. Swandi, Periadnadi dan Nurmiati, 2015. *Isolasi Bakteri Pendegradasi Limbah Cair Industri Minyak Sawit*. *Jurnal Biologi Universitas Andalas Jurnal Biologi, UA*. 4(1) : 71-76.
4. Munir, E. 2006. *Pemanfaatan Mikroba dalam Bioremediasi: Suatu Teknologi*

- Alternatif untuk Pelestarian Lingkungan.* Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap dalam Bidang Mikrobiologi FMIPA Universitas Sumatera Utara. Medan
5. Jusfah, J. 1995. *Peranan Mikroorganisme dalam Pengelolaan Limbah untuk Mengatasi Pencemaran Lingkungan.* Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap dalam Bidang Biologi FMIPA Universitas Andalas. Padang.
 6. Deublein D dan Steinhauster A, 2008. *Biogas from Waste and Renewable Resources. An Introduction.* WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
 7. Manurung. R. 2004. *Proses Anaerobik Sebagai Alternatif Untuk Mengolah Limbah Sawit.* Artikel. Repository Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara. Medan.
 8. Winarti, S dan Nenebg, L. 2013. Pengaruh pemberian limbah kelapa sawit terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah pada lahan kritis eks penambangan emas. *Jurnal AGRPEAT*, Vol. 14 No.2 September 2013:53-58
 9. Aklyosov. 2004. *Cellulase Enzyme That Degrades Celulose From Fungi. Application of Microbial.* 522-529.
 10. Ambriyanto, K. S. 2010. *Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Aerob Pendegradasi Selulosa dari Serasah Daun Rumput Gajah (Pennisetum purpureum schaum).* Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
 11. Silva, J.R., Silva, F. J. L, And I. Sazima. 2005. Rest, nurture, sex, release, and play: diurnal underwater behaviour of the spinner dolphin at Fernando de Noronha Archipelago, SW Atlantic. *Aqua Journal of Ichthyology and Aquatic Biology.* 9:161-176.
 12. Meryandini, A. 2009. *Isolasi bakteri selulolitik dan karakteristik enzimnya.* *Makara Sains* 13(1):32-38.
 13. Lynd, L.R, P.J. Weimer, W.H.V. Zyl. I.S. and Pretorius. 2002. *Microbial cellulose utilization: fundamental and biotechnology.* *Microbiol Mol. Biol.* 6(6): 506-577.
 14. Gunarto, L. dan L. Nurhayati. 1994. *Karakterisasi dan identifikasi bakteri pelarut fosfat pada tanah-tanah di Indonesia.* Makalah disampaikan pada Seminar Tahunan 1994 Hasil Penelitian Tanaman Pangan, Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor, 29-30 Maret 1994.
 15. Hastuti RD dan Gunarto L, 1993. *Interaksi Pemberian N dan Inokulasi Azospirillum Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung.* *Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan,* 1(3): 16-19.
 16. Soleimaninanadegani, M dan Manshad, S. 2014. *Enhancement of biodegradation of palm oil mill effluents by local isolated microorganisms.* Hindawi Publishing Corporation. International Scholarly research Notices. Vol 2014.8 page.

17. Nursanti, I. 2013. Karakteristik limbah cair pabrik kelapa sawit pada proses pengolahan anaerob dan aerob. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*. Vol. 13 No. 4.
18. Simanjuntak H, 2009. Studi Kolerasi Antara BOD dengan Unsur Hara N, P, dan K dari Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (PKS). (Tesis). Universitas Sumatera Utara, Medan.
19. Manusawai. H. A., Pengelolaan Limbah Padat Sabut Kelapa Sawit Sebagai Bahan Untuk Mengelola Limbah Cair, 2011, 6(12), 892.
20. Fandri, W. 2006. *Identifikasi Bakteri Lipolitik pada Instalasi Pengolahan Limbah Cair Industri Kelapa Sawit PT. AMP Plantation*. (Skripsi). Universitas Andalas. Padang.
21. Januar, W., S. Khotimah dan A. Mulyadi. 2013. Kemampuan Isolat Bakteri Pendegradasi Lipid dari Instalasi Pengolahan Limbah Cair PPKS PTPN-XIII Ngabang Kabupaten Landak. *Jurnal Protobiont 2013 Vol 2 (3): 136 – 140*.
22. Bala JD, Lalung J dan Ismail N, 2014. Biodegradation of Palm Oil Mill Effluent (POME) by Bacterial. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 4(3) : 2250-3153.
23. Nurdini, A.L. 2010. *Penapisan Bakteri Lipolitik Asal Fruktosfer Kelapa Sawit*. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
24. Hutagalung, L. E. 2009. *Penentuan Kadar Lemak dalam Margarin dengan Metode Ekstraksi Sokletasi di Balai Besar Pengawas Obat dan Makanan Medan*. Karya Ilmiah Program Studi Diploma-3 Kimia Analisis. FMIPA. Universitas Sumatera Utara. Medan.
25. Sarah, S. 2018. Isolasi Dan Uji Potensi Isolate Bakteri Dari Limbah Cair Kelapa Sawit Sebagai Agen Pengendali Hayati Jamur Patogen *Fusarium* sp. Pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.). Program Studi Biologi. Fakultas MIPA. Universitas Sumatera Utara. Skripsi.
26. Cappucino JG dan Sherman N, 2005. *Microbiology a Laboratory Manual 7thEd*. Pearson Education, Inc. Publishing as Benjamin Cummings. San Francisco.
27. Fitri L dan Yasmin Y, 2011. Isolasi Dan Pengamatan Morfologi Koloni Bakteri Kitinolitik. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 3(2): 20-25.
28. Konova MM, 1996. *Soil Organic Matter. It's Role in Soil Formation and in Soil Fertility* 2nd Ed. Pargamon Press. Oxford.