

ANALISIS LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT PADA INSTALASI PENGELOLAAN AIR LIMBAH (IPAL) DI PT. PERKEBUNAN LEMBAH BHAKTI -2

Sinta Aulia Bancin

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia

*E-mail: shintaauullia@gmail.com

Diterima: 15 Juli 2024

Disetujui : 25 Agustus 2024

Diterbitkan: 30 Agustus 2024

Abstract: *Liquid waste from the palm oil industry contains high organic matter and has the potential to be utilized to support the growth of oil palm, while reducing the impact of environmental pollution. This study aims to evaluate the parameters of Alkalinity, Volatile Fatty Acids (VFA), pH, and Biological Oxygen Demand (BOD) in palm oil liquid waste using quantitative analysis methods. The analysis results show that the VFA, Alkalinity, and BOD parameters have met the standards set by the company. However, the pH parameter does not meet the standard because it is influenced by the high content of protein, lipid, carotenoid, and salt in the waste. This pH non-conformity can affect the overall management of the effluent, so adjustments are needed to achieve a standardized value. This study shows the importance of managing effluent parameters to be optimal for the environment and its utilization as a nutrient source for oil palm.*

Keywords: *Liquid waste, Palm Oil, processing plant.*

Abstrak: Limbah cair dari industri kelapa sawit mengandung bahan organik yang tinggi dan berpotensi dimanfaatkan untuk mendukung pertumbuhan kelapa sawit, sekaligus mengurangi dampak pencemaran lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi parameter Alkalinitas, *Volatile Fatty Acids* (VFA), pH, dan (BOD) pada limbah cair kelapa sawit menggunakan metode analisis kuantitatif. Hasil analisis menunjukkan bahwa *Biological Oxygen Demand* parameter VFA, Alkalinitas, dan BOD telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh perusahaan. Namun, parameter pH tidak memenuhi standar karena dipengaruhi oleh tingginya kandungan protein, lipid, karotenoid, dan garam pada limbah tersebut. Ketidakesesuaian pH ini dapat mempengaruhi pengelolaan limbah secara keseluruhan, sehingga diperlukan penyesuaian untuk mencapai nilai yang sesuai standar. Penelitian ini menunjukkan pentingnya pengelolaan parameter limbah cair agar optimal untuk lingkungan dan pemanfaatannya sebagai sumber nutrisi bagi kelapa sawit.

Kata Kunci: Limbah cair, Kelapa sawit, Instalasi pengelolaan

PENDAHULUAN

Pengolahan industri minyak kelapa sawit merupakan salah satu sektor penting dalam hasil pertanian di Indonesia, yang terus berkembang seiring waktu. Namun, perkembangan industri ini juga membawa dampak negatif berupa peningkatan pencemaran lingkungan. Limbah yang dihasilkan, khususnya limbah cair, dapat mencemari lingkungan perairan dan membahayakan kesehatan manusia (Maulinda, 2017). Proses pengolahan tandan buah segar (TBS) menjadi minyak kelapa sawit menghasilkan limbah cair dalam jumlah besar. Limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) atau *palm oil mill effluent* (POME) mengandung bahan organik yang tinggi, bau tidak sedap, serta padatan tersuspensi dalam jumlah besar, yang dapat mencemari badan air jika dibuang sembarangan (Yulia dkk., 2016).

LCPKS merupakan limbah organik yang terdiri dari air, minyak, dan padatan organik, yang berasal dari sisa proses pengolahan TBS menjadi minyak kelapa sawit mentah (*crude palm oil* atau CPO). Proses ini menghasilkan limbah cair dalam jumlah yang signifikan (Nasution & Chairani, 2004). Kandungan bahan organik yang tinggi, mencapai 80%, membuat limbah ini memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku produksi lain, seperti biogas. Namun, meskipun LCPKS dapat digunakan untuk menghasilkan biogas, penelitian menunjukkan bahwa hasil olahannya masih belum memenuhi standar kualitas yang ditetapkan (Hanum dkk., 2015).

Asam karboksilat ini dikenal sebagai *Volatile Fatty Acids* (VFA) atau asam lemak rantai pendek (SCFA). VFA berperan penting dalam pengolahan anaerobik. VFA adalah kelompok asam organik dengan berat molekul rendah yang larut dalam air dan lumpur (*sludge*). Tujuh VFA paling umum ditemukan dalam bioreaktor anaerobik adalah asam format, asam asetat, asam propionat, asam butirat, asam valerat, asam iso-valerat dan asam kaproat (Appels dkk., 2008).

Alkalinitas adalah ukuran kapasitas untuk menetralkan asam dan terutama disebabkan oleh garam-garam dari asam lemah. Alkalinitas merupakan salah satu konsep yang paling sentral karena mengontrol pH. Alkalinitas harus diakui sebagai salah satu faktor utama dalam semua perlakuan anaerobik terdiri dari spesies yang berbeda dari garam asam lemah, sehingga sangat nyaman dan konvensional untuk mengungkapkan semua alkalinitas sebagai CaCO_3 dalam satuan mg/L. Karena CO_2 sering melebihi asam lemah lainnya dalam sistem anaerobik dengan aktivitas mikroba, alkalinitas bikarbonat yang cukup harus hadir untuk menetralkan dan karena itu sangat penting. Dalam sistem anaerobik garam asam volatil juga berkontribusi terhadap alkalinitas pada pH netral, tetapi tidak tersedia untuk netralisasi penambahan asam volatil meskipun mereka mungkin merupakan sebagian besar dari total alkalinitas (Sembiring, 2019).

pH mempunyai dampak langsung pada kemajuan pencernaan dan produk. pH efluen dari reaktor menunjukkan stabilitas sistem dan variasinya menunjukkan kurangnya kapasitas buffer sistem. Bakteri hidrolitik, asidogen, dan metanogen memiliki pH optimal sendiri untuk laju reaksi maksimum. pH mempengaruhi kesetimbangan kimia NH_3 , H_2S dan Asam Lemak Volatil (VFA), yang dapat menghambat aktivitas mikroorganisme. Kisaran pH ideal untuk pencernaan anaerob ialah 6,8-7,4. Penambahan natrium hidroksida atau natrium bikarbonat dapat mengontrol penurunan nilai pH dan meningkatkan alkalinitas campuran (Irvan, 2020).

BOD (*Biological Oxygen Demand*) merupakan banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan semua zat organik (pengotor) yang tersuspensi dalam air. Kadar BOD dapat dilihat dari sumber bahan yang digunakan dalam proses pengolahan minyak industri sawit. TSS (*Total Suspended Solid*) banyaknya lumpur kering dalam limbah (Jumiati, 2022).

METODE

Dalam penelitian ini, analisis kuantitatif digunakan untuk mengevaluasi empat parameter utama: VFA, alkalinitas, pH, dan BOD dalam pengolahan limbah cair kelapa sawit (POME).

Analisis Volatile Fatty Acid (VFA)

Masukkan 100 mL sampel limbah cair (menggunakan gelas ukur) ke dalam labu distilasi. Ditambahkan 50 mL akuades (menggunakan gelas ukur). Ditambahkan 5 mL H₂SO₄, 6N (menggunakan pipet volume). Dilakukan proses distilasi, tampung distilat dengan *beaker glass* 100 mL yang ditutup plastik sebanyak 100 mL pertama, pipet 100 mL dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL. Ditambahkan 2-3 tetes indikator PP 1%. Dititrasi dengan NaOH 0.1N hingga titik akhir berwarna merah muda. Kadar VFA dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\text{ppm VFA} = V \times N \text{ NaOH} \times 500 \text{ as CaCO}_3$$

Note:

V = Volume NaOH

N = Normalitas NaOH yang sudah distandardisasi

Analisa Alkalinitas

Diambil sampel sebanyak 10 mL menggunakan pipet gondok kemudian masukkan ke dalam *beaker glass*. Ditambahkan akuades 90 mL menggunakan gelas ukur 100 mL. Di letakkan diatas *hot plate stirrer*, masukan *magnetik stirrer*, setting dengan putaran lambat. Dichelupkan elektroda, titrasi dengan H₂SO₄, 0.1N, hingga menunjukkan pH 4.50, catat volume penitar (Vp). Kadar alkalinitas dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{Alkalinitas} = \frac{V \text{ NaOH} \times N \text{ H}_2\text{SO}_4}{V \text{ Sampel} \times 50.000}$$

Analisa pH

Tekan "ON/OFF" untuk menghidupkan unit pH meter. Dibilas elektroda dengan akuades, dan keringkan menggunakan tisu. Celupkan elektroda ke dalam larutan sampel hingga bagian rongga udara

tercelup. Diamati hasil pembacaan pH, diamkan dan celupkan kembali hingga diperoleh pembacaan tetap. Ditambahkan dengan hasil koreksi kalibrasi (sesuai rekomendasi). Dibilas elektroda dengan aquadest, keringkan menggunakan tisu dengan hati-hati. Simpan kembali elektroda ke dalam tempatnya.

Analisa Biological Oxygen Demand (BOD)

Sebelum melakukan analisa terlebih dahulu melakukan pengenceran sampel dengan cara, dilakukan estimasi nilai BOD yang terkandung dalam sampel. Untuk sampel dengan nilai BOD 4000 ppm maka sample harus diencerkan terlebih dahulu. Dipipet 25 mL sampel limbah dengan menggunakan pipet volume (pipet gondok). Di masukkan ke dalam labu ukur 250 mL. Ditambahkan akuades hingga garis tanda (pengenceran 10 kali). Dilakukan pengocokkan hingga homogen. Pengukuran volume menggunakan labu ukur yang merupakan perlengkapan dari BOD meter sesuai dengan kapasitasnya masing-masing. Pengisian dilakukan dari bibir botol dengan posisi botol dimiringkan. Masukan magnetic stirrer kedalam botol. Dimasukan 2 atau 3 tablet NaOH. Tutup dengan tabung karet. Ditutup botol BOD dengan memutar penutup plastik tetapi jangan terialu rapat. Dihidupkan inkubator 1 jam untuk menyesuaikan temperatur. Setelah 1 jam, segera tutup botol BOD rapat-rapat. Diatur posisi air raksa dengan menurunkan atau menaikkan skala sampai permukaan air raksa menunjukkan angka 0. Catat hari, tanggal, jam dimulainya pengukuran. Baca setiap hari ketinggian air raksa pada tabung dan catat pada *logsheet*. Lakukan pengamatan dan pencatatan selama 5 hari. Setelah pencatatan hari kelima analisa telah dianggap selesai, buka botol BOD dan tabung air raksa. Cuci dengan air hangat tabung karet, botol dan *magnetic stirrer*.

Perhitungan:

Dengan Pengenceran

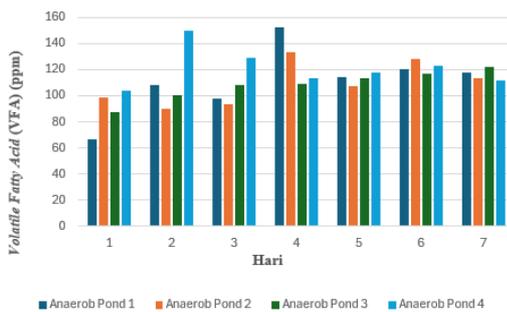
Nilai BOD=Nilai tertinggi pembacaan skala selama 5 hari x Faktor konversi x faktor pengenceran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

VFA merupakan produk akhir fermentasi karbohidrat dan sumber energi utama bagi ternak ruminansia. Analisa VFA pada kolam anaerobik dilakukan untuk mengontrol kadar dari VFA tersebut agar kolam anaerobik bekerja dengan maksimal. Adapun perbandingan nilai VFA pada setiap kolam anaerobik dapat dilihat pada Tabel 1. dan Gambar 1.

Tabel 1. Hasil parameter uji VFA

Hari	A.P 1	A.P 2	A.P 3	A.P 4
1	67	99	87	104
2	108	90	100	150
3	98	93	108	129
4	152	133	109	113
5	114	107	113	118
6	120	128	117	123
7	118	113	122	112



Gambar 1. Perbandingan kadar VFA pada kolam anaerobik.

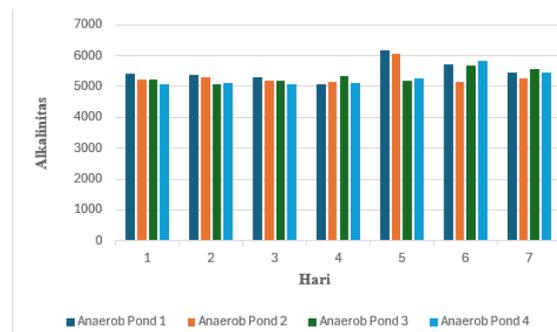
Dari Gambar 1. dapat dilihat perbandingan nilai VFA dari kolam anaerobik 1,2,3, dan 4. Gambar diatas menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan nilai VFA pada semua kolam. Secara keseluruhan, nilai VFA yang diperoleh sudah sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh perusahaan yaitu tidak melewati 1000 ppm. *Volatile Fatty*

Acid dalam limbah cair kelapa sawit akan diruban menjadi biogas. Kandungan VFA yang terlalu tinggi akan menyebabkan produksi biogas semakin tinggi pula dan menimbulkan masalah lain seperti bahaya terbakar serta pencemaran udara. Oleh karena itu, sangat penting untuk menjaga kadar VFA tetap pada standar yang telah ditetapkan (Siallagan, 2010).

Alkalinitas adalah ukuran kemampuan suatu larutan untuk menetralkan asam, yang biasanya diukur dengan pH. Peningkatan alkalinitas dapat disebabkan oleh garam CaCO₃ ataupun garam alkali tanah lain. Fungsi utama alkalinitas adalah sebagai penyangga fluktuasi pH air. Adapun kandungan alkalinitas pada setiap kolam anaerobik ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 2.

Tabel 2. Hasil parameter uji Alkalinitas

Hari	A.P 1	A.P 2	A.P 3	A.P 4
1	5427	5226	5226	5075
2	5386	5306	5075	5115
3	5286	5205	5180	5070
4	5060	5150	5351	5130
5	6157	6075	5191	5273
6	5718	5150	5687	5837
7	5452	5248	5575	5463



Gambar 2. Perbandingan kadar alkalinitas pada kolam anaerobik

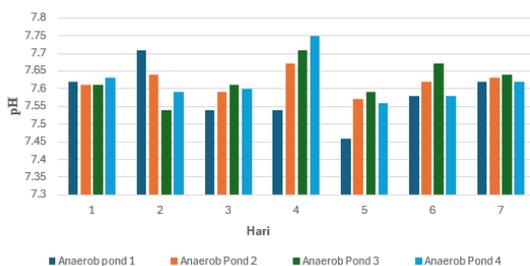
Dari Gambar 2. dapat dilihat bahwa perbandingan nilai alkalinitas dari setiap kolam anaerobik tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan. Secara keseluruhan, nilai alkalinitas yang diperoleh sudah

memenuhi standar yang ditetapkan oleh perusahaan yaitu tidak kurang dari 4000 ppm. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi nilai alkalinitas dalam kolam anaerobik, salah satunya adalah waktu tinggal (Hidayat dkk., 2006).

Potential of Hydrogen (pH) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat keasaman suatu larutan. Analisa pH pada kolam anaerobik bertujuan untuk mengontrol kondisi keasaman dari kolam anaerobik agar dapat beroperasi secara maksimal. Adapun perbandingan nilai pH pada setiap kolam anaerobik dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 3.

Tabel 3. Hasil parameter uji pH

Hari	A.P 1	A.P 2	A.P 3	A.P 4
1	7,62	7,61	7,61	7,63
2	7,71	7,64	7,54	7,59
3	7,54	7,59	7,60	7,60
4	7,54	7,67	7,70	7,75
5	7,46	7,57	7,59	7,56
6	7,58	7,62	7,67	7,58
7	7,62	7,63	7,64	7,62



Gambar 3. Perbandingan kadar pH pada kolam anaerobik

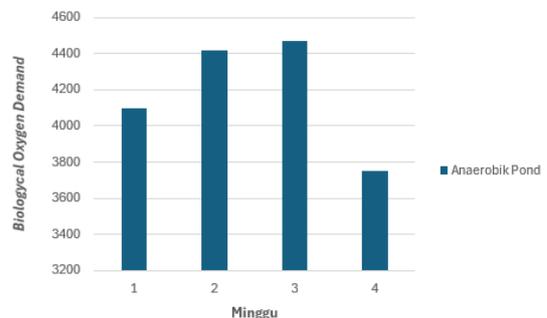
Dari Gambar 3. dapat dilihat perbandingan pH pada kolam anaerobik 1,2,3, dan 4. Jika dilihat dari gambar, perbedaan pH pada setiap kolam tidak menunjukkan selisih yang signifikan. Namun, secara keseluruhan, pH yang diperoleh telah melewati standar yang ditetapkan oleh perusahaan yaitu 7,0 - 7,4. Kondisi pH yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada

lingkungan tempat pembuangan limbah. Adapun contoh kerusakan yang dapat disebabkan adalah terikatnya unsur magnesium, kalsium, dan fosfor sehingga tidak dapat diserap oleh tanaman dan akan menjadi racun bagi tanaman tersebut. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal seperti tingginya kandungan protein, lipid, karotenoid, dan garam pada limbah cair kelapa sawit (Susilawati, 2012). Oleh karena itu diperlukan langkah penanganan agar pH dari limbah cair bisa sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh perusahaan.

Biological Oxygen Demand (BOD) adalah suatu pengukuran pendekatan jumlah biokimia yang terdegradasi di perairan. Hal ini didefinisikan sebagai jumlah oksigen yang diperlukan oleh proses mikroorganisme aerob untuk mengoksidasi menjadi bahan organik. Adapun perbandingan nilai pH pada kolam penyimpanan sementara (*buffer pond*) dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 4.

Tabel 4. Hasil parameter uji BOD

Minggu	A.P 1
1	4100
2	4420
3	4500
4	3750



Gambar 4. Perbandingan nilai BOD pada kolam periode juli 2024

Dari gambar 4. dapat dilihat perbandingan nilai BOD pada minggu ke-

1 sampai minggu ke-4. Gambar diatas menunjukkan bahwa nilai BOD tertinggi diperoleh pada minggu ke-2 dan minggu ke-3 yaitu sebesar 4.400 ppm. Secara keseluruhan, nilai BOD sudah sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh perusahaan yaitu tidak lebih dari 5000 ppm. Kandungan BOD yang terlalu tinggi menandakan minimnya oksigen terlarut yang terdapat dalam limbah. Kondisi tersebut dapat mengakibatkan kematian organisme perairan dan terganggunya aktivitas mikroorganisme di dalam perairan (Salim, 2005).

KESIMPULAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa parameter VFA, Alkalinitas, dan BOD telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh perusahaan. Namun, parameter pH tidak memenuhi standar karena dipengaruhi oleh tingginya kandungan protein, lipid, karotenoid, dan garam pada limbah tersebut. Ketidaksesuaian pH mempengaruhi pengelolaan limbah secara keseluruhan, sehingga diperlukan penyesuaian untuk mencapai nilai yang sesuai standar. Jika disetiap parameter tidak memenuhi standar maka limbah tersebut dijadikan limbah padat/solid (*sludge*) sebagai pupuk untuk petani.

DAFTAR RUJUKAN

- Appels, L., Baeyens, J., Degre`ve, J., & Dewil, R. (2018). Principles and Potential of the Anaerobic digestion of waste-activated sludge. *Proges in Energy and Combustion Science*, 34, 755-781.
- Hanum, R. T., M. Yusuf R., & William W. K. (2015). Aplikasi Elektrokoagulasi dalam Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara*. Vol. 4, No.2.
- Hidayat, N., Padaga, M. C. & Suhartini, S., (2006). Mikrobiologi Industri, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Irvan. (2020). Pengaruh Laju Pengadukan Terhadap Stabilitas Digester Anaerobik Satu Tahap pada Pembentukan Biogas dari Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Menggunakan *Lab Scale Reaktor Batch*. *Jurnal Teknik Kimia USU*. Vol.9(1).
- Jumiati, E. (2022). Analisis BOD, COD, dan TSS pada Limbah Industri Minyak Sawit dengan Metode Filtrasi Menggunakan Karbon Aktif Tempurung Biji Karet. *Jurnal Komunikasi Fisika Indonesia*. Universitas Riau Pekanbaru. Vol.19(3).
- Maulinda, L. (2017). Pengolahan awal limbah Cair pabrik minyak kelaapa sawit secara fisika. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 2(2), 31-41.
- Nasution, S. H., & Chairani, H (2014). Pertumbuhan bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis jacq*) Pada berbagai Perbandingan Media Tanam Solid Decanter dan Tandan Kosong Kelapa Sawit Pada Sistem Single Stage. *Jurnal Online Agroteknologi*. 2(2): 691-701.
- Salim, O. T. (2005). Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*. 30(30), 21-26.
- Sembiring. S., D. (2019). Stabilitas Reaktor *Upflow Anaerobic Sludge Blank-Hollow Centered Packed Bed* dalam Produksi Biogas pada Kondisi Ruangan. *Jurnal Teknik Kimia USU*. Vol.8(2).
- Siallagan, N. S. R., (2010). Pengaruh Waktu Tinggal dan Komposisi Bahan Baku Pada Proses

- Fermentasi Limbah Cair Industri Tahu Terhadap Produksi Biogas. *Tesis Fakultas Teknik*. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Susillawati. (2012). Pengelolaan Limbah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Teluk Siak Estate PT Aneka Intipersada, Minamas Plantation, Riau, *skripsi*, Fakultas Pertanian, IPB, Bogor. 10-11.
- Yulia,R., Meilina, H., Adisalamun, A., & Darmadi, D. (2016). Aplikasi metode Advance Oxidation Process (AOP) Fenton pada pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*. 11(1),1-9.