

Laju Produksi dan Karakterisasi Polutan Organik Lindi dari TPA Kaliwlingi, Kabupaten Brebes

Production Rate and Organic Pollutant Characterization Leachate from Kaliwlingi Landfill, Brebes Region

WAHYU PURWANTA^{1*} DAN JOKO PRAYITNO SUSANTO¹

¹Pusat Teknologi Lingkungan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi Gedung Geostek 820, Kawasan Puspiptek, Serpong, Tangerang Selatan 15314
wahyu.purwanta@bppt.go.id

ABSTRACT

One result of the waste biodegradation process in the landfill is leachate, which is the organic pollutants that are harmful to the environment. Leachate potentially contaminate soil and groundwater. This study aims to determine the leachate quantity and quality of the solid waste in the Kaliwlingi landfill-Brebes through lysimeter test. The quantity of leachate is important to estimate and develop the design specifications of units processing include its treatment methods. While characterization of leachate is important to determine the efficiency of the treatment system or the target pollutant levels to match the desired the leachate quality standard. From the observations obtained that productivity of leachate per waste mass averaged 1,060liters /kg, while the pH value of leachate average of 7.6 or tends to alkaline. From the data, the higher the water content the higher productivity its leachate. Characterization of leachate for BOD₅, COD, NH₃-N and TKN produce varying values. The average value and the minimum-maximum range obtained; BOD₅ 90.7 mg/l (65 mg/l-130 mg/l), COD 9679.7 mg/l (6,300 mg/l-12,200 mg/l), NH₃-N 134.4 mg/l (80 mg/l-190 mg/l) and TKN 672.5 mg/l (540 mg/l-890 mg/l). The BOD₅/COD ratio of 0.01 indicates a low level of biodegradability in organic matter, due to the relatively short observation time and biological degradation process is still ongoing. The value of BOD₅/COD ratio that obtained has not shown representative value to solid waste condition in Kaliwlingi landfill. The results of leachate characterization to some parameters indicate that biomass or waste studied relatively young age and still in the process of decomposition.

Keywords: *characterization, production, organic, leachate, landfill*

ABSTRAK

Salah satu hasil proses biodegradasi sampah di TPA adalah lindi yang merupakan polutan organik yang berbahaya bagi lingkungan karena berpotensi mencemari tanah dan air tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuantitas dan kualitas lindi dari sampah di TPA Kaliwlingi Brebes melalui uji lisimeter. Kuantitas lindi penting untuk memperkirakan spesifikasi desain unit pengolahan termasuk metode pengolahannya. Sedangkan karakteristik lindi penting untuk menentukan efisiensi pengolahan atau target kadar polutan yang diinginkan agar sesuai standar baku mutu. Dari pengamatan diperoleh kuantitas lindi per massa sampah rata-rata mencapai 1.060 liter/kg, sedangkan nilai pH lindi rata-rata 7,6 atau cenderung alkaline. Dari data pengamatan, semakin tinggi kadar air akan semakin besar kuantitas lindi yang dihasilkan. Karakterisasi lindi terhadap parameter BOD₅, COD, NH₃-N dan TKN menghasilkan nilai yang bervariasi. Nilai rata-rata serta rentang minimal-maksimal yang didapat; BOD₅ 90,7 mg/l (65 mg/l-130 mg/l), COD 9.679,7 mg/l (6.300 mg/l-12.200 mg/l), NH₃-N 134,4 mg/l (80 mg/l-190 mg/l) dan TKN 672,5 mg/l (540 mg/l-890 mg/l). Rasio BOD₅/COD sebesar 0,01 menunjukkan tingkat *low biodegradability* dalam materi organiknya, hal ini disebabkan waktu pengamatan yang relatif singkat dan proses degradasi biologis masih berlangsung. Nilai rasio BOD₅/COD yang diperoleh belum menunjukkan nilai yang representatif untuk sampah di TPA Kaliwlingi. Hasil dari karakterisasi lindi untuk beberapa parameter menunjukkan bahwa biomassa atau sampah yang diteliti tergolong usia muda dan masih dalam proses dekomposisi.

Kata kunci : *karakterisasi, produksi, organik, lindi, TPA sampah*

1. PENDAHULUAN

Sistem pengelolaan sampah perkotaan selalu memerlukan adanya Tempat Pembuangan Akhir (TPA) baik sebagai tempat pemrosesan akhir dan atau tempat pembuangan akhir sampah. Kesuksesan pengelolaan sampah di hulu baik melalui penerapan Tempat Pengelolaan Sampah Reuse, Reduce, dan Recycle (TPS-3R) atau bank sampah tidak akan menghilangkan keberadaan TPA. Bahkan sebagian besar kota-kota di Indonesia saat ini sangat bergantung pada keberadaan TPA⁽¹⁾. Berdasar Undang-Undang no.18 tahun 2008 suatu TPA harus dikelola dengan prinsip-prinsip ramah lingkungan atau *sanitary landfill*.

Penerapan *sanitary landfill* umumnya terkendala dengan pembiayaan yang sangat tinggi, sehingga untuk kota kecil atau kota sedang dapat secara bertahap dengan merubah TPA *open dumping* menjadi *controlled landfill* sebelum menuju *sanitary landfill*. Seperti diketahui bahaya operasional dari TPA *open dumping* adalah adanya sumber pencemaran dari lindi (*leachate*) dan emisi gas-gas rumah kaca (GRK) yang dihasilkannya⁽²⁾. Selain itu TPA yang tidak tertutup juga sumber penyebaran vektor penyakit maupun bau. Secara umum telah diketahui bahwa lindi TPA sering mencemari air tanah dan air permukaan jika tidak diolah terlebih dahulu⁽³⁾.

Sebenarnya TPA di Indonesia banyak yang sudah dilengkapi unit pengolah lindi tetapi sayang karena pembiayaan yang mahal, maka banyak yang tidak dioperasikan sehingga pencemaran air tanah dan air permukaan terus berlanjut.

TPA Kaliwlingi Kabupaten Brebes dengan luas 4 Ha adalah salah satu TPA yang sejak berdirinya beroperasi dengan *open dumping* dan akan ditingkatkan sistem operasionalnya menjadi *controlled landfill*⁽⁴⁾. Perbedaan sistem yang baru adalah adanya lapisan pelindung dan penampung lindi berupa *geotextile*, ventilasi gasbio serta penutupan sampah dengan tanah secara mingguan^(2,3). TPA Kaliwlingi menampung sampah dari Kabupaten Brebes sebesar 240 m³/hari, atau hanya 7% dari total sampah yang dihasilkan di Kabupaten Brebes yang 3.544 m³/hari. Sampah di Kabupaten Brebes sebagian besar adalah sampah rumah tangga. Adapun sebagian yang lain diangkut ke TPA Kalijurang yang memiliki luas 2 Ha.

Secara umum komposisi sampahnya terdiri atas 55% organik dan 45% non-organik, dengan curah hujan rata-rata setahun 2.075,07 mm atau rata-rata curah hujan per bulan 173 mm, diperkirakan lindi yang terbentuk akan signifikan untuk diperhitungkan⁽⁵⁾. Posisi TPA Kaliwlingi yang hanya berjarak 2 km dari tepi pantai dengan ketinggian muka air tanah hanya 2 meter

akan memiliki tingkat risiko yang tinggi terkait polutan dari TPA terhadap badan air. Selain itu risiko terjadinya intrusi air laut ke aquifer air tanah di bawah TPA akan menimbulkan problema lingkungan tersendiri.

Peningkatan status TPA dari *open dumping* menjadi *controlled landfill* memerlukan pemeriksaan yang seksama seperti kualitas dan kuantitas lindi. Kuantitas lindi penting untuk memperkirakan spesifikasi disain unit pengolahan termasuk metode pengolahannya. Pengukuran kuantitas lindi dapat dilakukan dengan suatu pemodelan atau pendekatan formula (teoritis) berdasar data sampah yang masuk TPA, atau dapat diuji melalui lisimeter (*off site*). Sedangkan karakteristik lindi penting untuk menentukan efisiensi pengolahan atau target kadar parameter polutan yang diinginkan. Kualitas lindi akan bergantung pada beberapa faktor seperti variasi dan proporsi komponen sampah, curah hujan dan musim, usia timbunan, pola operasional serta waktu dilakukannya sampling⁽⁴⁾. Kualitas lindi adalah hasil interaksi dari jenis dan intensitas dekomposisi, kesetimbangan air serta rejim kelembaban⁽⁶⁾.

Salah satu kualitas lindi yang paling representatif adalah kandungan materi organik. Besarnya konsentrasi organik (sebagai COD) suatu lindi akan sangat bergantung pada proporsi nutrien, mineral atau organik pada sampah yang ada⁽⁷⁾. Pada umumnya lindi mengandung senyawa organik berbahaya seperti golongan aromatik, *chlorinated aliphatic*, *phenols*, *phthalates*, pestisida dan bahkan ammonia^(8,9). Oleh karena itu maka untuk mengantisipasi bahaya yang mungkin timbul akibat pencemaran lindi ke air permukaan dan air tanah diperlukan data karakteristik lindi sampah tersebut. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kuantitas (laju produksi) dan kualitas lindi TPA Kaliwlingi.

2. BAHAN DAN METODE

2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di dua tempat, yakni di TPA Kaliwlingi guna mengambil sampel sampah pada medio Februari 2014. Sedangkan uji melalui lysimeter serta pemeriksaan lindi dilakukan di laboratorium BTL Serpong antara Maret-Mei 2014.

2.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam kuantifikasi dan karakterisasi lindi ini adalah sampah yang disimulasikan bersumber dari rumah tangga, pasar tradisional dan komersial serta kotoran sapi 1 liter sebagai starter. Adapun peralatan yang digunakan berupa 4 buah lisimeter (tipikal) tinggi 2 meter dengan diameter 18 cm, alat

pemotong sampah, timbangan, termometer, pH meter dan peralatan standar laboratorium untuk pengukuran kadar BOD₅, COD, TKN dan NH₄-N.

2.3. Parameter yang Diukur

Kandungan polutan organik dalam lindi sampah dalam penelitian ini direpresentasikan dalam beberapa parameter yang diukur meliputi;

1. pH (derajat keasaman)
2. BOD₅ (*Biological Oxygen Demand*)
3. COD (*Chemical Oxygen Demand*)
4. TKN (*Total Kjeldahl Nitrogen*)
5. NH₄-N (*Ammonium*)

2.4. Proses Penelitian

Penelitian diawali dengan pengambilan sampel sampah di TPA Kaliwlingi dengan mengambil sampah dari truk sampah sebanyak 3 jalur asal sampah yakni dari permukiman, pasar tradisional dan pertokoan. Tiap truk sampah memiliki volume 10 m³ ditumpahkan menjadi satu hingga menjadi 30 m³ sampah lalu dicampur dengan pengadukan. Timbulan sampah ini selanjutnya dibagi empat sama rata dengan kode A1, A2, B1, B2 dimana untuk B1 dan B2 dilakukan penyiraman air sebagai simulasi kondisi musim hujan. Penyiraman dilakukan tiga kali sehari selama 48 jam, baru dilakukan pengambilan sampel pada hari ke-3. Sedangkan A1 dan A2 dilakukan pengeringan selama 24 jam sebagai simulasi musim kemarau. Tiap sampel diambil dari sepuluh titik suatu timbulan dan dilakukan pemotongan hingga diperoleh ukuran rata-rata sampah <400 mm. Untuk memastikan ukuran sampel sampah selain digunakan alat pemotong juga saringan dengan ukuran 400 mm. Sampel yang sudah seragam ukurannya dimasukkan ke dalam lisimeter dengan tinggi 2 meter diameter 18 cm, sedangkan berat sampah ditimbang sebelum dimasukkan lisimeter. Sisa sampah (> 400 mm) yang tidak masuk lisimeter dibuang.

Selanjutnya dilakukan penampungan lindi yang dihasilkan pada hari ke-20, 40, 60, 80 dan 100 untuk dilakukan pengukuran parameter BOD₅, COD, TKN dan NH₄-N. Adapun kuantitas lindi diukur secara akumulatif hingga hari ke-100. Lindi dialirkan melalui pipa outlet di dasar lisimeter untuk ditampung di gelas ukur, untuk selanjutnya dianalisis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kuantitas dan pH Lindi

Pengukuran jumlah lindi dilakukan dengan menampung dalam gelas ukur yang merupakan hasil akumulatif selama penelitian. Sumber lindi yang utama di alam adalah adanya air hujan serta kandungan air dalam komponen sampah.

Semakin tinggi kadar air semakin tinggi jumlah lindi, sumber lindi selain air hujan juga adanya proses penguraian sampah khususnya sisa makanan, sayuran dan tanaman⁽¹¹⁾. Hubungan antara kandungan air dalam massa sampah dengan produksi lindi ini juga diamati dalam penelitian ini. Dalam Tabel 1, terlihat bahwa sampel B1 dan B2 yang memiliki kadar air 84,23% dan 86,60% memproduksi lindi berturut-turut sebesar 19,51 liter dan 22,12 liter dalam 100 hari pengamatan. Hasil lebih rendah didapat pada sampel A1 dan A2 yang tidak disiram air, sebesar 11,78 liter dan 12,11 liter pada periode yang sama. Dari pengamatan juga diperoleh bahwa jumlah lindi selama penelitian relatif terhadap masa sampah adalah berkisar antara 0,775 liter/kg sampah hingga 1,417 liter/kg sampah. Dengan nilai rata-rata kuantitas lindi sebesar 1,060 liter/kg maka sampah dari Kaliwlingi ini termasuk moderat. Kondisi meteorologis yang berbeda di tiap wilayah dapat menentukan perbedaan kuantitas lindi suatu TPA. Dalam banyak penelitian, kuantitas lindi kadang tidak hanya dipengaruhi faktor kandungan air tetapi juga faktor kompaksi dalam operasional sampah di TPA. Semakin tinggi faktor kompaksi akan mengurangi celah antar sampah yang berpotensi menyimpan cadangan air. Hasil selengkapnya dalam studi ini diperlihatkan dalam Tabel 1.

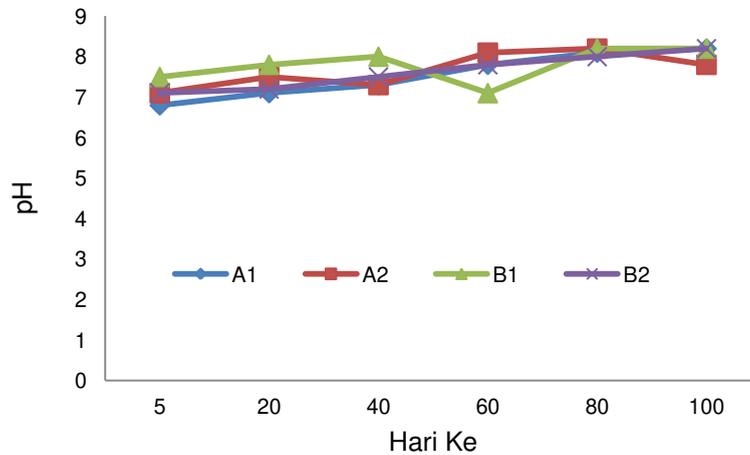
Tabel 1. Kadar air dan kuantitas lindi

Sampel	Kadar Air (%)	Volume lindi (liter)	Produksi lindi (l/kg sampah)
A1	72,41	11,78	0,775
A2	73,12	12,11	0,791
B1	84,23	19,51	1,258
B2	86,60	22,12	1,417

Selain itu setiap pengumpulan sampel lindi pada periode penelitian juga dilakukan pengukuran pH cairan lindi. Nilai pH merupakan faktor yang sangat penting dalam dekomposisi sampah organik⁽¹²⁾. Dari pengamatan diperoleh nilai pH lindi cenderung alkaline dimana rata-rata 7,66 dengan variasi 6,8 dan 8,2. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara sampel kering dan sampel basah. Berdasarkan berbagai penelitian, untuk TPA yang masih berusia muda nilai pH berkisar 4,5 hingga 7,5. Sedangkan pada TPA tua atau sudah matang/stabil nilai pH bisa berkisar 6,6 – 7,5⁽³⁾. Gambar 1 memperlihatkan pola nilai pH sepanjang pengamatan. Menurut Chiandan De Walle (1976), pH lindi menjadi basa di alam sebagai asam lemak volatil bebas digunakan oleh bakteri untuk menghasilkan CH₄⁽¹³⁾. Seperti diketahui penelitian ini juga menghasilkan kondisi anaerobik dimana salah satu produknya adalah gas CH₄. Peran pH sangat penting dalam

pengolahan lindi, seperti dalam penurunan nilai turbiditas lindi. Penurunan turbiditas akan efektif dengan nilai pH di bawah 6 sehingga nilai pH yang alkaline diatur dengan penambahan H_2SO_4 . Kondisi demikian juga berlaku pada penurunan

nilai COD lindi. Sepanjang pengamatan, pH lindi cenderung menuju sifat alkaline. Menurut Permen LHK no.59 tahun 2016 tentang Baku Mutu Lindi, rentang ambang batas pH adalah 6 – 9.

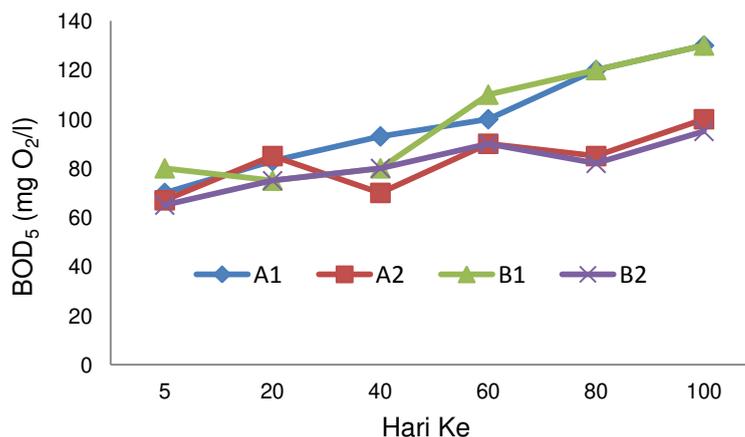


Gambar 1. Nilai pH lindi sepanjang pengamatan

3.2. BOD₅

BOD₅ secara umum digunakan untuk mengetahui tingkat pencemaran organik suatu limbah cair maupun air permukaan. Penentuan nilai BOD₅ meliputi pengukuran oksigen terlarut (*dissolved oxygen*) yang digunakan mikroorganisme dalam oksidasi biokimia pada material organik (limbah)⁽¹⁴⁾. Standar nilai BOD lima hari sangat umum digunakan untuk menggambarkan tingkat polutan organik dalam

limbah cair. Secara teoritis, nilai BOD₅ sangat bervariasi bergantung pada usia TPA. Untuk TPA baru atau usia masih di bawah setahun umumnya nilai BOD₅ berkisar 2.000 – 30.000 mg/l, sedangkan untuk TPA yang sudah tua (*mature landfill*) akan berkisar 100 – 200 mg/l^(3,15). Gambar 2 memperlihatkan nilai BOD₅ lindi selama periode pengamatan.



Gambar 2. Nilai BOD₅ lindi selama pengamatan

Berdasarkan penelitian ini, didapat nilai BOD₅ minimal 65 mg/l pada sampel B2 pada pengamatan hari ke-5 serta maksimal 130 mg/l pada sampel A1 dan B1 pada hari ke-100. Nilai BOD₅ yang rendah karena masih sangat singkatnya usia sampah. Dari grafik pada

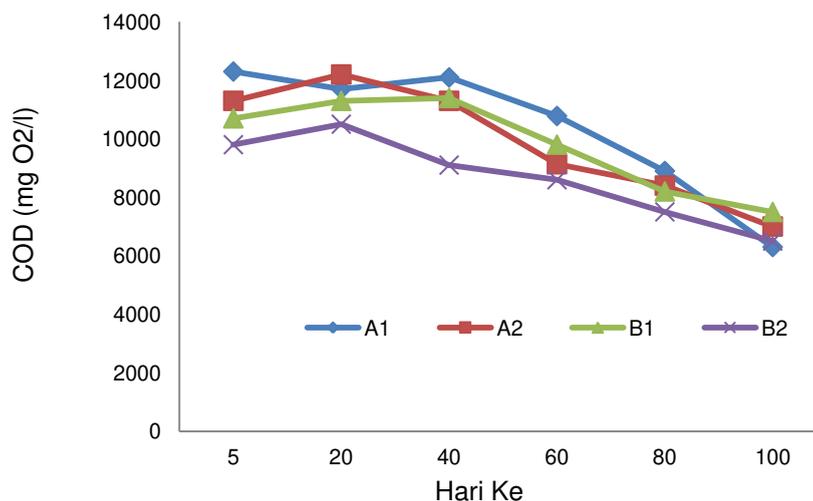
Gambar2 terlihat adanya kecenderungan nilai BOD₅ masih akan meningkat seiring usia sampah atau meningkatnya jumlah sampah organik yang terdekomposisi. Secara umum hasil pengukuran BOD₅ dalam penelitian ini untuk usia sampah yang sama, memiliki nilai yang mirip

dengan hasil penelitian Azis (2010)⁽¹⁰⁾ dan Al-Wabel (2011)⁽¹²⁾. Bervariasinya nilai BOD₅ dalam studi ini tidak menunjukkan adanya variasi dalam biodegradasi organik tetapi kemungkinan disebabkan pada teknik pengumpulan lindi sebelum dilakukan uji di laboratorium. Ambang batas dalam baku mutu lindi di Indonesia adalah 150 mg/l. Dari data yang ada jika dianalogikan pada BOD₅ dari sumber TPA sampah akan berada pada kisaran 2 – 5% dari potensi BOD₅ limbah cair perkotaan.

3.3. COD

Kebutuhan oksigen kimiawi (COD) adalah ukuran indikasi dari jumlah oksigen yang dapat dikonsumsi oleh reaksi dalam larutan yang diukur, umumnya dinyatakan dalam massa oksigen yang dikonsumsi miligram per liter (mg/l). Sebuah tes COD dapat digunakan untuk menghitung kandungan organik dalam larutan. Penggunaan paling umum dari COD adalah dalam mengukur jumlah polutan teroksidasi yang ditemukan dalam air permukaan (misalnya danau

dan sungai) atau air limbah⁽³⁾. Dalam berbagai literatur sebelumnya, lindi dari suatu TPA yang berusia muda akan memiliki konsentrasi organik (sebagai COD) di atas 10.000 mg/l, sedangkan pada TPA yang usianya di atas 10 tahun biasanya COD di bawah 3.000 mg/l^(15,16). Nilai COD juga dipengaruhi oleh tingkat ketersediaan oksigen. Dalam kondisi anaerob (tanpa oksigen) seperti halnya dalam lisimeter ini, kemungkinan akan lebih tinggi dibanding dalam kondisi aerob. Hasil pengukuran COD pada penelitian ini mendapatkan angka minimal 6.300 mg/l dan maksimal 12.200 mg/l dengan nilai rata-rata 9.679,7 mg/l. Fluktuasi nilai COD selama penelitian di tunjukkan dalam Gambar 2. Tingginya angka COD menunjukkan usia sampah yang masih muda dan seiring periode pengamatan didapati penurunan nilai COD. Hasil pengamatan COD dalam studi menunjukkan bahwa sampel sampah dalam fase methanogenik. Dalam peraturan baku mutu lindi, nilai COD maksimal yang diperbolehkan adalah 300 mg/l.



Gambar 3. Nilai COD lindi selama pengamatan

Kandungan material organik dalam lindi direpresentasikan dalam nilai BOD₅ dan COD. Sebagai tambahan rasio BOD₅/COD juga penting dalam menilai jenis degradasi anaerobik sehingga angka ini penting dalam menentukan jenis pengolahan limbah cairnya⁽¹⁷⁾. Pada TPA di tahun-tahun awal pengoperasian, nilai rasio BOD₅/COD berkisar 0,4 dan 0,8 memperlihatkan kondisi yang bagus bagi *biodegradability* kandungan organik dengan pengolahan anaerobik^(6,18). Seperti umum diketahui bahwa organik dalam lindi memiliki aneka *biodegradability*. Dengan demikian, ukuran *biodegradability* serta efektivitas metode penyisihan polutan organiknya digunakan rasio BOD₅/COD⁽¹⁸⁾. Dari sampel lindi yang diamati

pada penelitian ini didapatkan angka rasio BOD₅/COD sebesar 0,01, yang berarti secara teoritis lindi masih bisa diolah secara aerob. Rendahnya nilai rasio BOD₅/COD indikasi bahwa lindi berasal dari sampah yang belum matang (*mature*). Namun demikian angka ini belum mencerminkan kondisi polutan organik sepenuhnya dari sampah TPA Kaliwlingi karena singkatnya waktu pengamatan.

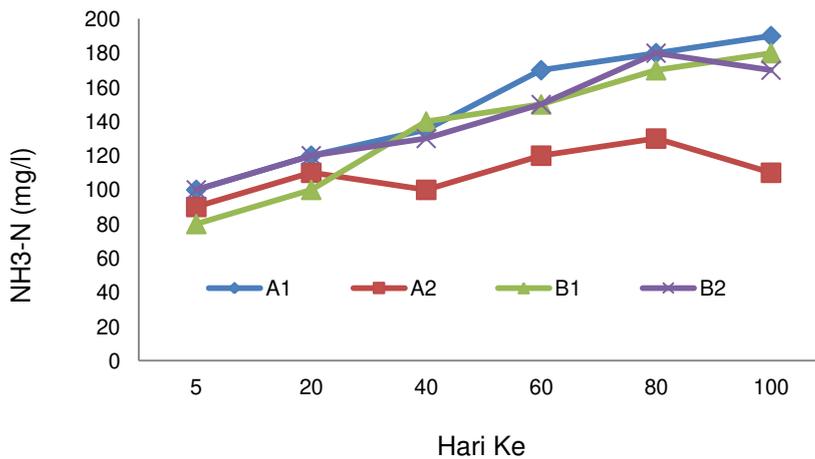
3.4. NH₃-N

Salah satu polutan organik yang umum di limbah cair adalah Nitrogen. Bentuk Nitrogen di limbah cair dapat berupa total Nitrogen (t-N), Total Kjeldahl Nitrogen (TKN), Ammonia (NH₄), Organik Nitrogen (NH₃-N), Nitrat (NO₃) dan Nitrit

(NO₂)⁽¹⁹⁾. Salah satu parameter kandungan Nitrogen dalam lindi pada penelitian ini adalah Ammonia (NH₃-N). Bila suatu limbah cair memiliki pH di bawah 7 umumnya akan banyak direpresentasikan kehadiran Ammonium (NH₄), sedangkan bila pH bergerak ke arah angka 8 maka akan didapati lebih banyak bentuk Ammonia (NH₃)⁽²⁰⁾.

Dalam penelitian ini diperoleh nilai parameter NH₃-N minimal 80 mg/l (sampel B1) serta maksimal 190 mg/l (sampel A1), atau nilai rata-rata 141,7 mg/l. Variasi nilai NH₃-N selama periode penelitian dapat dilihat pada Gambar 3. Rendahnya angka NH₃-N adalah karena masih

singkatnya usia sampah dalam lisimeter. De (2016) dalam penelitiannya dengan TPA tertutup mendapatkan angka NH₃-N sebesar 1.681,67 mg/l pada pH sekitar 8,3⁽¹³⁾. Secara umum dari berbagai literatur menunjukkan bahwa nilai NH₃-N pada lindi yang diambil dari TPA akan lebih tinggi bila dibanding dengan yang berasal dari lisimeter⁽²¹⁾. Hal ini dapat dipahami mengingat lindi dari TPA lebih beragam dalam jumlah dan jenis sampahnya. Sebaliknya lindi dari hasil lisimeter belum tentu semua sampahnya mengandung atau melepaskan unsure nitrogen.

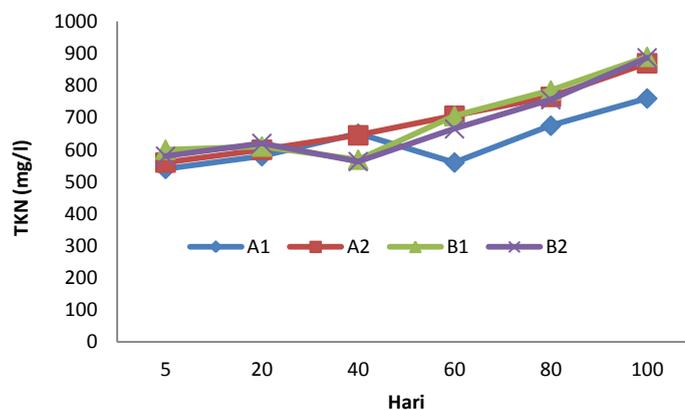


Gambar 4. Nilai NH₃-N lindi selama pengamatan

3.5. Total Kejeldahl Nitrogen

Total Kejeldahl Nitrogen (TKN) adalah parameter yang ditetapkan U.S EPA untuk mengukur kandungan organik Nitrogen (org-N, dalam hal ini NH₃-N dan Ammonia (NH₄)). TKN termasuk salah satu parameter yang harus diukur untuk monitoring instalasi pengolahan limbah cair saat ini. Berdasar penelitian yang telah ada, untuk TPA usia muda nilai TKN berkisar 100 mg/l sementara jika TPA sudah stabil maka bisa diperoleh TKN sekitar 2.000 mg/l⁽²²⁾. Dalam penelitian ini nilai TKN lindi

minimal 540 mg/l (sampel A1) dan maksimal 890 mg/l (sampel B1), dengan nilai rata-rata sebesar 672,54 mg/l (lihat Gambar 4). Mengingat konsentrasi awal TKN sulit diperkirakan serta diduga akan lebih besar dari 5 mg/l, maka penentuan TKN dengan metode titrasi. Nilai rata-rata TKN sebesar 672,54 mg/l yang lebih besar dari nilai NH₃-N yang sebesar 141,7 mg/l sudah sesuai teori dan diperkirakan selisih keduanya adalah kandungan Ammonia (NH₄) dalam lindi.



Gambar 5. Nilai total *kejeldahl* nitrogen lindi selama pengamatan

Hasil karakterisasi lindi secara umum menunjukkan bahwa kualitas lindi mencerminkan jika sampah yang diteliti masih terus melangsungkan proses dekomposisi atau masih usia muda. Pengamatan lindi dalam lisimeter idealnya selama minimal satu tahun. Rasio BOD₅/COD yang 0,01 konsisten dengan nilai TKN yang masih tergolong tinggi menunjukkan proses dekomposisi organik yang terus berlangsung. Semakin lama usia TPA atau semakin stabil suatu TPA akan meningkat pula rasio BOD₅/COD. Nilai rasio BOD₅/COD yang rendah mengindikasikan sulitnya pengolahan yang harus dilakukan untuk menurunkan

kandungan materi organik dalam lindi dibanding lindi pada TPA-TPA yang sudah stabil atau usia tua. Adapun nilai NH₃-N yang masih tergolong rendah menunjukkan bahwa dalam proses biodegradasi, kandungan protein dalam sampah belum sepenuhnya terlarut dalam lindi.

Dalam peraturan baku mutu lindi, kandungan Nitrogen diukur sebagai N-total yang merupakan jumlah TKN, NO₃ dan NO₂. Total-N maksimal yang diijinkan adalah 60 mg/l. Pengolahan secara biologi untuk nitrogen umumnya dilakukan dengan nitrifikasi dan denitrifikasi. Tabel 2 menunjukkan hasil karakterisasi lindi secara keseluruhan.

Tabel 2. Kualitas lindi TPA Kaliwlingi, Brebes

Parameter (mg/l) ⁾	A1	A2	B1	B2	Rerata
pH	7,5	7,6	7,8	7,6	7,6
BOD ₅	99,5	82,8	99,2	81,2	90,7
COD	10347	9888	9817	8667	9679,7
BOD ₅ /COD	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
NH ₃ -N	149,2	110	136,7	141,7	134,4
TKN	627,5	691	693,2	678,5	672,5

⁾kecuali pH

4. KESIMPULAN

1. Melalui percobaan lisimeter dalam penelitian ini, kuantitas lindi per massa sampah rata-rata mencapai 1.060 liter/kg, semakin tinggi kadar airmenunjukkan semakin besar kuantitas lindi yang dihasilkan serta nilai pH lindi rata-rata 7,6 cenderung alkaline.
2. Karakterisasi lindi didapatkan nilai rata-rata serta rentang minimal-maksimal sebagai berikut; BOD₅ 90,7 mg/l (65 mg/l-130 mg/l), COD 9.679,7 mg/l (6.300 mg/l-12.200 mg/l), NH₃-N 134,4 mg/l (80 mg/l-190 mg/l) dan TKN 672,5 mg/l (540 mg/l-890 mg/l). Secara umum dapat disimpulkan bahwa polutan utama dalam lindi adalah materi organik dan nitrogen-ammonia.
3. Rasio BOD₅/COD sebesar 0,01 menunjukkan tingkat *low biodegradability* dalam materi organiknya, hal ini disebabkan waktu pengamatan yang relatif singkat dan proses dekomposisi biologis masih berlangsung, sehingga belum menunjukkan karakter rasio BOD₅/COD yang representatif untuk sampah di TPA. Hasil yang diperoleh dalam studi ini masih mengindikasikan bahwa lindi yang ada masih sulit untuk diolah agar sesuai baku mutu.
4. Perlu dilakukan penelitian karakteristik lindi dalam periode yang lebih lama setidaknya setahun untuk mendapatkan data lindi yang dapat digunakan dalam menentukan metode pengolahannya di TPA.

PERSANTUNAN

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada tim Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang dan Kantor LH Kabupaten Brebes yang telah mendukung pelaksanaan observasi lapangan serta tim mahasiswa Teknik Lingkungan Universitas Winayamukti yang telah mendukung kerja laboratorium hingga terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Purwanta, W., R. W. Soemantojo, S. Widanarko, dan S. Bismo, (2012), Uji eliminasi gas metana (CH₄) dengan biofiltrasi pada unggunkompos dan tanah penutup landfill, *J. Tek. Ling.*, Edisi Khusus Hari Lingkungan Hidup : 1-10
2. Damanhuri, E., T. Padi, (2016), *Pengelolaan Sampah Terpadu*. Penerbit ITB, Bandung.
3. Tchobanoglous, G., F.Kreith (2002). *Handbook of Solid Waste Management*, 2nd Edition, MacGraw-Hill.
4. Dinas Pekerjaan Umum & Tata Ruang Kabupaten Brebes, (2012), *Rencana Pengembangan TPA Kaliwlingi*, Dokumen Teknis.
5. Hartono, E., (2006), *Peningkatan pelayanan pengelolaan sampah di Kota Brebes melalui peningkatan kemampuan pembiayaan*,

Thesis Magister, Universitas Diponegoro, Semarang.

6. Ehrig, H.J., (1983), Quality and quantity of sanitary landfill leachate, *Waste Management & Research*, 1, 53-68.
7. Kulikowska, D., E. Klimiuk, (2008), The effect of landfill age on municipal leachate composition, *Bioresource Technology*, 99 :5981–5985.
8. Paxe'us, N., (2000), Organic compounds in municipal landfill leachates, *Water Sci. Technol.*, 42 : 323–333.
9. Kurniawan, T.A., W.H.Lo, , G.W. Chan, (2006), Degradation of recalcitrant compounds from stabilized landfill leachate using a combination of ozone-GAC adsorption treatment, *J. Hazard. Mater*, B137 : 433–455.
10. Aziz, S. Q. , H. A. Aziz , M.S. Yusoff, M. J.K Bashir, M. Umar, (2010), Leachate characterization in semi-aerobic and anaerobic sanitary landfills: A comparative study, *Journal of Environmental Management*, 91 :2608-2614.
11. Baucom, I.K, C.H. Ruhl, (2013), CCP Landfill leachate generation and leachate management, 2013 World of Coal Ash (WOCA) Conference-April 22-25, 2013 in Lexington, KY.
12. Al-Wabel, M.I., W.S. Al Yehya, A.S. AL-Farraj, S.E. El-Maghraby, (2011), Characteristics of landfill leachates and bio-solids of municipal solid waste (MSW) in Riyadh City, Saudi Arabia, *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 10 (2) :65–70.
13. De, S., S.K. Maiti, T. Hazra, A. Debsarkar, A. Dutta, (2016), Leachate characterization and identification of dominant pollutants using leachate pollution index for an uncontrolled landfill site, *Global J. Environ. Sci. Manage.*, 2(2): 177-186.
14. Chian, E.W.K., and F. B. DeWelle, (1977), Evaluation of leachate treatment, Volume 1, Characterization of Leachate, *EPA-600/2-77-186a*, U.S Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio, USA
15. Chang, J.-E., (1989), Treatment of landfill leachate with an upflow anaerobic reactor combining a sludge bed and a filter, *Water Sci. Technol.*, 21 : 133–143.
16. Chen, P.H., (1996), Assessment of leachates from sanitary landfills: impact of age, rainfall and treatment, *Environ. Int.*, 22 : 225–237.
17. Putri, A. R., G. Samudro, D.S. Handayani, (2013), Penentuan rasio BOD/COD optimal pada reaktor aerob, fakultatif dan anaerob, *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2 (1) : 1-5.
18. Marttinen, S.K., R.H.Kettunen, J.A.Rintala, (2003), Occurrence and removal of organic pollutants in sewages and landfill leachates, *Sci. Total Environ.* 301 : 1–12.
19. Qifei, H., Y. Yufei, P. Xiangrui, W. Qi, (2008), Evolution on qualities of leachate and landfill gas in the semi-aerobic landfill, *Journal of Environmental Sciences*, 20 : 499–504
20. Karnchanawong, S., P. Yongpisalpop, (2009), Leachate generation from landfill lysimeter using different types of cover soil, *Int. J. of Civil and Env. Eng.*, 1 (3): 126-130
21. Timothy, G., (1998), Characteristic of leachate from construction and demolition waste landfills, Department of Environmental Science University of Florida, Gainesville
22. Qdais, A., A.A. Alsheiradeh, (2008), Kinetics of solid waste biodegradation in laboratory lysimeters, *Jordan Journal of Civil Engineering*, 2(1): 20-25.