

---

# PENGOLAHAN LUMPUR (*SLUDGE*) LIMBAH PENCELUPAN DENGAN CARA KOMPOSTING

I W Budiarsa Suyasa

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana

## *Abstract*

*Sludge of waste treatment represent main problem of processing chemically because needing special handling. Processing of this mud cost money which quite a lot, at least 50% from expense of processing of waste water needed to to overcome yielded mud, as a result most in Indonesia this direct mud thrown to river or piled up.*

*Treatment of sludge was composting with inoculate mikroorganism from several of sediment and soil. Phase of seeding was conducted by addition of NPK and other micronutrient in 3 L of basin. Growth of microorganism was measured of each every 2 day during one week with measuring value of biomass till reach price 2000 mg / L. Actif mud as product inoculated to composting process of organic material with sludge. All active mud result of seed into each place of that is Place of A : active mud of river sediment of Badung, Place of B : active mud of moat sediment, place of C : active mud of fertile land, Place of D : without addition of active mud as control.*

*Change of fastest physical happened at sampel with addition of active mud from fertile land. Degradation of rate of C organic and highest total N happened at sampel with addition from active mud of moat, while highest available K happened at sampel with addition from active mud of fertile land. Rate of N highest total obtained by sampel with addition from active mud of River of Badung and from fertile land. Product of composting proces were fulfill SNI ( 19-7030-2004) for the parameter of physical that is temperature, colour and odour*

**Key words:** *sludge of waste treatment, composting, active mud*

## **1. Pendahuluan**

Usaha pencelupan skala besar umumnya telah melengkapi aktivitasnya dengan sistem pengolahan limbah. Cara pengolahan limbah cair yang lazim dilakukan oleh industri pencelupan adalah cara kimia yaitu koagulasi dengan menggunakan bahan kimia seperti ferrosulfat dan kapur. Kelemahan cara ini yaitu dihasilkannya lumpur (*sludge*) yang cukup banyak dan diperlukan pengolahan lebih lanjut (Siregar, S. A., 2005).

Lumpur yang dihasilkan merupakan masalah utama dari pengolahan secara kimia karena memerlukan penanganan khusus. Lumpur ini mengandung berbagai zat kimia yang berasal dari limbah cair pencelupan maupun zat kimia yang ditambahkan sebagai koagulan. Pengolahan lumpur ini memerlukan biaya yang cukup banyak, sedikitnya 50% dari biaya pengolahan air limbah diperlukan

untuk mengatasi lumpur yang dihasilkan, akibatnya kebanyakan di Indonesia lumpur ini langsung dibuang ke sungai atau ditimbun di TPA (Tempat Pembuangan Akhir) bersama dengan sampah lainnya (Sugiarto, T. A., 2003).

Teknik penanganan dan pemanfaatan lumpur yang telah dikembangkan dalam penelitian sebelumnya yaitu dengan penambahan bahan organik (dedaunan) pada lumpur untuk diolah menjadi kompos (Budiarta, & W.B. Suyasa, 2005). Akan tetapi pada metode ini tidak ada proses seleksi mikroorganism dalam bahan organik tersebut sehingga beberapa mikroorganism yang terkandung di dalamnya dapat mengalami kematian bila bercampur dengan lumpur yang mengandung zat kimia berbahaya.

Pelaksanaan penelitian ini bertujuan untuk menentukan inokulasi lumpur aktif terbaik pada

proses komposting serta mengetahui kualitas produk kompos yang dihasilkan dari proses tersebut.

## **2. Metode Penelitian**

### **2.1 Sampling**

Sampel lumpur diambil dari areal pengolahan limbah cair secara kimia perusahaan produksi batik PT. Cakra yang berlokasi di Jalan Pulau Bangka, Denpasar. Sampel ini berasal dari limbah cair hasil pencelupan ditambah dengan zat koagulan menghasilkan lumpur. Lumpur diambil dari bak pengolahan limbah pada bak 1, bak 2, dan bak 3.

Pengambilan sampel sedimen diambil dari Sungai Badung Jalan Gunung Sari dan selokan di Jalan Pulau Bangka dengan menentukan tiga titik pada badan sungai dan selokan yaitu bagian sisi kiri, sisi tengah, dan sisi kanan dengan asumsi dapat mewakili keseluruhan sungai dan selokan kemudian dicampur menjadi satu. Sedimen diambil menggunakan serokan pada permukaan dasar sungai. Pengambilan sampel tanah subur dilakukan di Jalan Cekomaria Peguyangan Kangin. Sampel tanah subur diambil pada permukaan tanah lembab dengan kedalaman sekitar 10 cm. Total sedimen yang diambil pada sungai dan selokan serta tanah subur sebanyak 18 gram diletakkan sementara pada plastik klip, kemudian disimpan pada box sampel.

### **2.1 Penentuan Inokulasi Lumpur Aktif Pada Pengolahan Dengan Cara Pengomposan Lumpur Limbah Pencelupan**

Sampel sedimen sungai, selokan dan tanah subur yang diambil masing-masing dibibit menggunakan media spesifik yang mengandung zat hara. Adapun tahapan dari pembiakan/pembibitan ini yaitu: media disiapkan yaitu N, P, K dalam bentuk padat dilarutkan dalam akuades hingga diperoleh larutan N, P, K 10% dan disiapkan enam buah gelas beker. Larutan yang dibuat dimasukkan ke dalam enam gelas beker masing-masing sebanyak 30 mL dan ditambah sedimen lumpur sebanyak 3 gram secara aseptik yaitu :

- 1) wadah A1 dan A2 : sedimen Sungai Badung ;
- 2) wadah B1 dan B2 : sedimen selokan;
- 3) wadah C1 dan C2 : tanah subur.

Selanjutnya ditambah akuades sampai volume 300 mL, dipasang aerator untuk suplai udara (aerasi),

dan ditutup dengan kain kasa. Pertumbuhan bakteri dapat dilihat dari kekeruhan pada gelas beker A1, B1, dan C1, dimana pertumbuhan bakteri yang dibiakkan sebanding dengan kekeruhan. Pengukuran kekeruhan dilakukan setiap hari. Pada saat kekeruhan mencapai maksimal lumpur aktif pada gelas beker A2, B2, dan C2 siap digunakan dengan asumsi kekeruhan pada lumpur aktif gelas beker A1 sama dengan lumpur aktif pada erlenmeyer A2, demikian pula pada gelas beker B dan C.

Sampah organik dimasukkan ke dalam masing-masing wadah A, B, C, dan D sebanyak 40% dari volume total wadah yaitu sebanyak 250 gram daun. Kemudian seluruh lumpur aktif hasil pembibitan dimasukkan ke dalam masing-masing wadah yaitu:

- 1) wadah A : lumpur aktif sedimen sungai Badung pada wadah A2;
- 2) wadah B : lumpur aktif sedimen selokan pada wadah B2;
- 3) wadah C : lumpur aktif tanah subur pada wadah C2 ;
- 4) wadah D : tanpa penambahan lumpur aktif sebagai kontrol .

Campuran diaduk hingga homogen, wadah ditutup dan dibiarkan selama 1 hari.

Setelah proses berjalan satu hari, ke dalam masing-masing wadah ditambah lumpur limbah pencelupan sebanyak 60% dari volume total wadah yaitu 10 kg lumpur. Campuran ini kemudian diaduk hingga homogen. Bahan yang telah bercampur ini kemudian dianalisis pH, kadar C, N, P tersedia, K tersedia di laboratorium serta diamati suhu, warna, bau, dan struktur. Data ini digunakan sebagai data awal komposter sebelum mengalami pengolahan. Wadah ditutup dan termometer dipasang. Pengadukan dilakukan setiap 48 jam sekali dan apabila campuran ini kering maka diperciki sedikit dengan akuades.

Masing-masing sampel diamati pengolahannya melalui pengamatan warna, bau, struktur setiap hari dan pengukuran pH kompos serta suhu pada hari ke-0, 1, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 35 dan 42 serta sampel dianalisis di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA Unud untuk mengetahui jumlah koloni mikroorganisme. Pengolahan berakhir ditandai oleh suhu kompos yang stabil, tidak berbau, dan berwarna hitam kecoklatan. Dalam penentuan perubahan kandungan C, N, P tersedia, dan K tersedia, setelah

pengolahan berakhir, sampel kompos dianalisis kadar C, N, P tersedia, dan K tersedia kemudian dibandingkan dengan data awal.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Perubahan Kekeruhan Selama Pembibitan

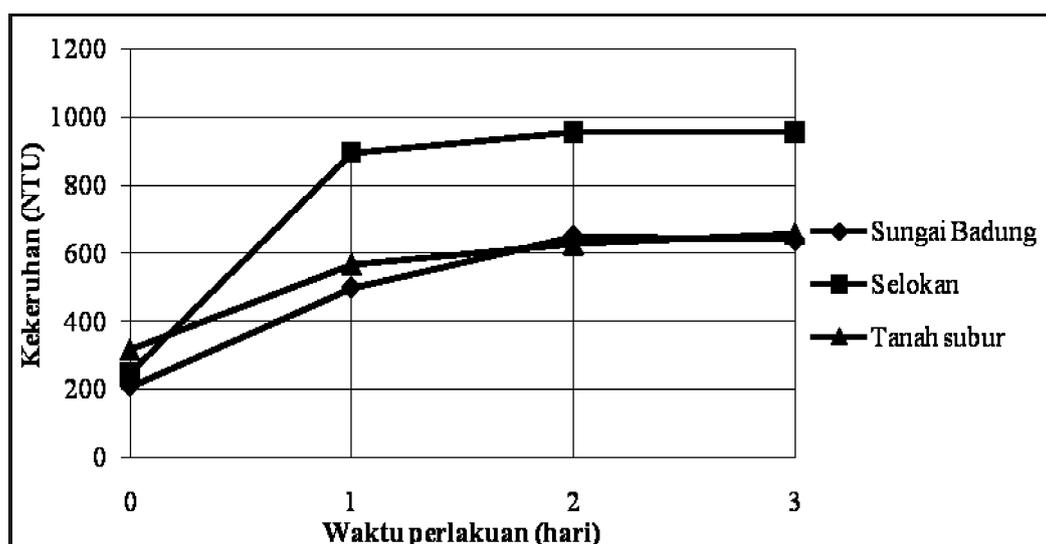
Peningkatan biomassa dan sel baru ini menyatakan peningkatan kekeruhan lumpur aktif. Terjadi perbedaan nilai kekeruhan dari ketiga sumber lumpur aktif. Perbedaan ini disebabkan oleh jenis dan keberagaman mikroorganisme yang terdapat pada tiap-tiap lumpur aktif berbeda tergantung pada tempat lumpur aktif ini berasal. Secara umum nilai kekeruhan lumpur aktif selokan mempunyai nilai paling tinggi dibandingkan dengan Sungai Badung dan tanah subur yaitu sebesar 960 NTU yang diperoleh pada hari ke-2. Pada hari yang sama nilai kekeruhan pada lumpur aktif Sungai Badung dan tanah subur masing-masing sebesar 650 NTU dan 630 NTU. Tingginya nilai kekeruhan lumpur aktif selokan kemungkinan disebabkan oleh kandungan dan aktivitas mikroorganisme yang tinggi sehingga selama pembibitan terjadi pertumbuhan yang cepat. Peningkatan nilai kekeruhan selama pembibitan dapat dilihat pada Gambar 1

Nilai kekeruhan ini digunakan untuk menentukan waktu pembibitan yang digunakan untuk pengolahan lebih lanjut.

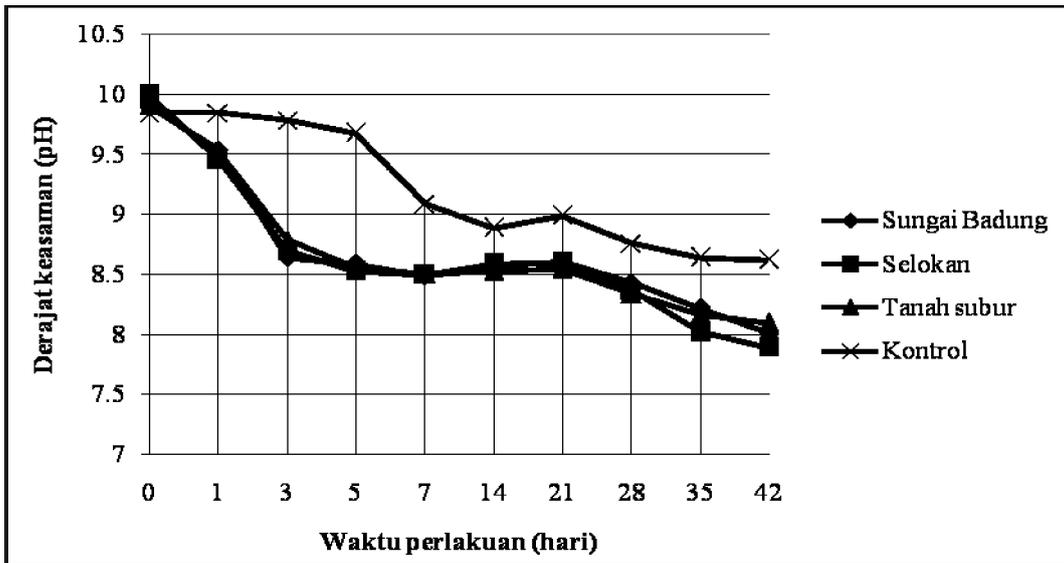
#### 3.2 Derajat Keasaman (pH) Selama Pengolahan

Perbedaan nilai derajat keasaman pada masing-masing sampel. Pada hari ke-0 sampel dengan penambahan lumpur aktif selokan memiliki nilai pH paling tinggi yaitu sebesar 10,0. Tingginya nilai pH ini kemungkinan disebabkan oleh adanya senyawa yang bersifat basa yang dihasilkan oleh mikroorganisme selama pembibitan. Pada hari ke-42 sampel dengan penambahan lumpur aktif selokan memiliki nilai pH paling rendah yaitu sebesar 7,89 sedangkan nilai pH tertinggi diperoleh pada kontrol yaitu sebesar 8,62. Nilai pH ini kemungkinan disebabkan oleh tingginya aktivitas mikroorganisme pada lumpur aktif selokan dalam mendekomposisi senyawa organik dalam sampel sehingga diperoleh nilai pH yang lebih rendah. Pada sampel dengan penambahan lumpur aktif Sungai Badung dan tanah subur diperoleh nilai pH masing-masing sebesar 8,01 dan 8,10. Perubahan nilai pH sampel selama pengolahan disajikan pada Gambar 2.

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa pada awal pengolahan, pH sampel mengalami penurunan pada hari ke-1 sampai hari ke-7 pada sampel dengan penambahan lumpur aktif Sungai Badung, selokan, dan tanah subur yaitu masing-masing sebesar 1,41, 1,50, dan 1,40. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi dekomposisi senyawa organik oleh mikroorganisme menghasilkan asam-asam organik seperti asam amino yang menyebabkan pH sampel menurun. Hal ini



Gambar 1 Kurva perubahan nilai kekeruhan lumpur aktif selama pembibitan

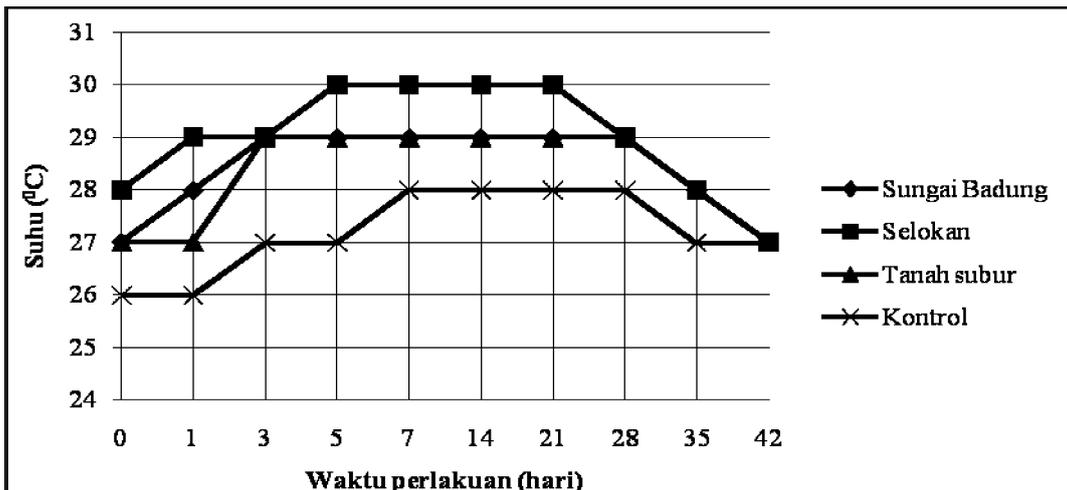


**Gambar 2. Kurva perubahan derajat keasaman (pH) sampel selama pengolahan**

didukung oleh Waluyo, (2005); Djuarnani, N. dkk, (2005) yang menyebutkan bahwa pada awal pengolahan, dekomposisi senyawa organik dapat menghasilkan pati, gula, asam amino, dan gas CO<sub>2</sub> sehingga pH menurun.

Pada hari ke-14 sampai ke-21 nilai pH sampel dengan penambahan lumpur aktif Sungai Badung, selokan, dan tanah subur mengalami kenaikan dan menurun kembali pada hari ke-28 sampai hari ke-42 sedangkan pada kontrol terjadi kenaikan pada hari ke-21 dan menurun pada hari ke-28. Hal ini

disebabkan oleh adanya amonifikasi selama pengolahan yaitu mikroorganisme dari jenis lain mengonversi asam organik yang telah terbentuk menghasilkan gas amoniak (NH<sub>3</sub>). Gas amoniak ini bila bereaksi dengan air dapat membentuk ammonium hidroksida (NH<sub>4</sub>OH) sehingga pH sampel mengalami peningkatan. Selanjutnya dengan dibebaskannya sebagian gas amoniak maka perlahan-lahan pH menurun mendekati netral. Hal ini sesuai dengan pendapat Dalzell, dkk (1991) yang menyatakan bahwa pola perubahan pH kompos berawal dari pH agak



**Gambar 4.3. Kurva perubahan nilai suhu sampel selama pengolahan**

asam karena terbentuknya asam-asam organik sederhana, kemudian pH meningkat pada pengolahan lebih lanjut akibat terurainya protein dan terjadinya pelepasan amoniak.

### 3.4 Suhu Selama Pengolahan

Perubahan suhu juga disebabkan oleh adanya aktivitas mikroorganisme dalam merombak sampel menghasilkan energi berupa panas. Secara umum dapat dilihat bahwa suhu tertinggi dicapai pada sampel dengan penambahan lumpur aktif selokan yaitu sebesar 30°C sedangkan yang terendah pada kontrol yaitu 26°C. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh mikroorganisme pada lumpur aktif selokan beraktivitas lebih maksimal dibandingkan pada

lumpur aktif. Sungai Badung dan tanah subur sehingga panas yang dihasilkan pada sampel dengan penambahan lumpur aktif selokan lebih tinggi. Menurut Waluyo, L. (2005) peningkatan suhu selama pengolahan dengan cara pengomposan dapat mencapai 40°C – 86°C, namun pada pengolahan ini suhu tertinggi hanya mencapai 30°C. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh dilakukannya pembalikan sampel yang cukup rutin sehingga panas yang dihasilkan mikroorganisme tidak cukup lama tersimpan dalam tumpukan sampel. Pada hari ke-42 dapat dilihat bahwa seluruh sampel memiliki suhu yang rendah yaitu 27°C. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas mikroorganisme telah berhenti dan kompos telah matang.

**Tabel 1. Data perbedaan kondisi fisik sampel selama pengolahan**

| Hari | Kondisi fisik sampel                                                   |                                                                          |                                                                |                                                                        |
|------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
|      | Sungai Badung                                                          | Selokan                                                                  | Tanah subur                                                    | Kontrol                                                                |
| 0    | Seperti lumpur, sangat basah                                           | Seperti lumpur, sangat basah                                             | Seperti lumpur, sangat basah                                   | Seperti lumpur, sangat basah                                           |
| 7    | Basah, volume berkurang                                                | Basah, volume berkurang                                                  | Basah, volume berkurang                                        | Basah, volume sedikit berkurang                                        |
| 14   | Sedikit basah, daun sedikit hancur, terdapat muring                    | Sedikit basah, daun sedikit hancur, terdapat muring                      | Sedikit basah, daun sedikit hancur, terdapat muring            | Sedikit basah, terdapat muring                                         |
| 21   | Sedikit kering, terdapat muring, volume berkurang, daun hancur         | Sedikit kering, terdapat muring dan semut, volume berkurang, daun hancur | Sedikit kering, terdapat muring, volume berkurang, daun hancur | Sedikit kering, terdapat muring                                        |
| 28   | Sedikit basah, menggumpal, terdapat muring, daun beberapa hancur       | Sedikit basah, menggumpal, terdapat muring, daun beberapa hancur         | Sedikit basah, sedikit remah, daun banyak hancur               | Sedikit kering, terdapat muring, daun banyak hancur                    |
| 35   | Sedikit kering, sedikit remah, daun banyak hancur, membentuk bola-bola | Sedikit kering, sedikit remah, daun banyak hancur, membentuk bola-bola   | Kering, remah, sedikit membentuk bola-bola, daun banyak hancur | Sedikit kering, sedikit remah, membentuk bola-bola, daun banyak hancur |
| 42   | Kering, sedikit membentuk bola-bola, remah, daun banyak hancur         | Kering, sedikit membentuk bola-bola, remah, daun banyak hancur           | Kering, remah, sedikit membentuk bola-bola, daun banyak hancur | Kering, sedikit remah, membentuk bola-bola, daun banyak hancur         |

### 3.5 Struktur Selama Pengolahan

Penentuan struktur selama pengolahan bertujuan untuk mengetahui perubahan struktur yang terjadi selama pengolahan. Data perbedaan struktur selama pengolahan disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1. dapat dilihat bahwa secara umum terjadi perbedaan struktur pada hari ke-7 yang ditandai dengan berkurangnya kandungan air pada seluruh sampel. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh pembalikan sampel secara rutin dan penguapan air akibat panas yang dihasilkan oleh aktivitas mikroorganisme. Pembalikan ini dilakukan secara rutin untuk memperlancar aerasi karena struktur lumpur yang banyak mengandung air sehingga dapat menghambat masuknya udara ke dalam tumpukan

bahan. Penyusutan volume terjadi cukup banyak pada sampel dengan penambahan lumpur aktif Sungai Badung, selokan, dan tanah subur. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh berkurangnya kandungan air pada sampel dan terjadi dekomposisi senyawa organik oleh mikroorganisme, sedangkan pada kontrol volume sampel mengalami sedikit penyusutan yang kemungkinan hanya disebabkan oleh berkurangnya kandungan air.

### 3.6 Warna dan Bau Selama Pengolahan

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa terjadi perbedaan warna pada hari ke-7 pada seluruh sampel yang menunjukkan bahwa proses dekomposisi sedang berlangsung. Menurut Subroto, dan Yusrani,

**Tabel 2 Data perbedaan warna sampel selama pengolahan**

| Hari | Perubahan warna        |                        |                        |                        |
|------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|      | Sungai Badung          | Selokan                | Tanah subur            | Kontrol                |
| 0    | Abu-abu - biru         | Abu-abu - biru         | Abu-abu - biru         | Abu-abu - biru         |
| 7    | Abu-abu - hitam        | Abu-abu - hitam        | Abu-abu - hitam        | Abu-abu - hitam        |
| 14   | Abu-abu - hitam        | Abu-abu - hitam        | Abu-abu - hitam        | Abu-abu - hitam        |
| 21   | Abu-abu gelap - coklat |
| 28   | Abu-abu gelap - coklat | Abu-abu gelap - coklat | Coklat - hitam         | Abu-abu gelap - coklat |
| 35   | Coklat - hitam         | Coklat - hitam         | Coklat - hitam         | Abu-abu gelap - coklat |
| 42   | Coklat - hitam         | Coklat - hitam         | Coklat - hitam         | Coklat - hitam         |

**Tabel 3 Data perbedaan bau sampel selama pengolahan**

| Hari | Perubahan bau        |                      |                      |                      |
|------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|      | Sungai Badung        | Selokan              | Tanah subur          | Kontrol              |
| 0    | Berbau busuk         | Berbau busuk         | Berbau busuk         | Berbau busuk         |
| 7    | Bau busuk berkurang  | Bau busuk berkurang  | Bau busuk berkurang  | Berbau busuk         |
| 14   | Bau busuk berkurang  | Bau busuk berkurang  | Bau busuk berkurang  | Berbau busuk         |
| 21   | Bau busuk berkurang  | Bau busuk berkurang  | Sedikit berbau busuk | Berbau busuk         |
| 28   | Sedikit berbau busuk | Sedikit berbau busuk | Bau seperti tanah    | Berbau busuk         |
| 35   | Bau seperti tanah    | Bau seperti tanah    | Bau seperti tanah    | Sedikit berbau busuk |
| 42   | Bau seperti tanah    | Bau seperti tanah    | Bau seperti tanah    | Bau seperti tanah    |

(2005) warna dipengaruhi oleh kehadiran bahan organik, mineral-mineral, dan kandungan air. Mineral-mineral memberi warna terang atau abu-abu sedangkan bahan organik memberi penampilan warna hitam atau gelap. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa sampel awal dominan mengandung mineral-mineral tertentu kemudian selama dekomposisi dihasilkan senyawa organik sederhana yang menyebabkan warna hitam atau gelap. Hal ini dapat dilihat dari perubahan warna yang semakin lama semakin gelap hingga mencapai warna coklat – hitam. Warna coklat ini kemungkinan dihasilkan dari pembusukan daun-daun yang ditambahkan.

Perubahan bau mengindikasikan bahwa telah terjadi proses dekomposisi pada sampel dimana semakin lama bau semakin berkurang dan bau busuk hilang digantikan oleh bau harum seperti tanah. Bau seperti tanah ini kemungkinan disebabkan oleh bau bahan-bahan organik yang telah mengalami dekomposisi sehingga memiliki bau menyerupai tanah.

Sampel yang paling cepat mengalami perubahan warna dan bau adalah sampel dengan penambahan lumpur aktif tanah subur selanjutnya sampel dengan penambahan lumpur aktif Sungai Badung.

### 3.7 Nilai C/N Sampel Sebelum Pengolahan

Hasil analisis laboratorium terhadap kandungan C dan N sampel ditunjukkan pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai C/N terendah diperoleh pada sampel dengan penambahan lumpur aktif tanah subur yaitu 54/1. Hal ini menunjukkan bahwa sampel dengan penambahan lumpur aktif tanah subur memiliki laju dekomposisi yang lebih cepat.

Hal ini didukung oleh perubahan parameter fisik berupa suhu, struktur, warna, dan bau yang lebih cepat menyerupai kompos matang menurut SNI (19-7030-2004) dibandingkan sampel lainnya. Sampel dengan penambahan lumpur aktif Sungai Badung

dan selokan memiliki nilai C/N yang sama yaitu sebesar 57/1 dan 57/1. Hal ini menunjukkan bahwa kedua sampel mengalami laju perubahan parameter fisik menyerupai kompos matang yang sama. Nilai C/N sampel awal tertinggi diperoleh pada kontrol yaitu 60/1. Hal ini menunjukkan bahwa laju perubahan parameter fisik sampel paling lambat diperoleh pada kontrol. Hal ini didukung oleh lambatnya perubahan parameter fisik sampel menyerupai kompos matang.

## 4. Simpulan dan Saran

### 4.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas dapat disimpulkan sebagai berikut.

- 1) Perubahan fisik paling cepat dilihat dari perubahan warna, bau, dan struktur terjadi pada sampel dengan penambahan lumpur aktif tanah subur sedangkan penurunan suhu paling cepat dan nilai pH paling rendah diperoleh pada sampel dengan penambahan lumpur aktif selokan.;
- 2) Penurunan kadar C organik dan N total paling tinggi terjadi pada sampel dengan penambahan lumpur aktif selokan sedangkan peningkatan kadar P tersedia dan K tersedia tertinggi terjadi pada sampel dengan penambahan lumpur aktif tanah subur.
- 3) Kadar N total tertinggi diperoleh pada sampel dengan penambahan lumpur aktif Sungai Badung dan sampel dengan penambahan lumpur aktif tanah subur.
- 4) Hasil pengolahan pada seluruh sampel memenuhi SNI (19-7030-2004) untuk parameter fisik yaitu suhu, bau dan warna.

### 4.1 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan simpulan, maka dapat disarankan sebagai berikut.

**Tabel 4. Nilai C/N sampel sebelum pengolahan**

| Sumber lumpur aktif yang digunakan | Kadar C organik (%) | Kadar N total (%) | Nilai C/N |
|------------------------------------|---------------------|-------------------|-----------|
| Sungai Badung                      | 13,67               | 0,24              | 57/1      |
| Selokan                            | 14,15               | 0,25              | 57/1      |
| Tanah subur                        | 13,49               | 0,25              | 54/1      |
| Kontrol                            | 10,84               | 0,18              | 60/1      |

- 1) Perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai jenis mikroorganisme yang terlibat dalam dekomposisi sampel lumpur limbah pencelupan.
- 2) Perlu dilakukan analisis lebih lanjut mengenai unsur-unsur lain yang terkandung dalam pengolahan lumpur limbah pencelupan.
- 3) Perlu dilakukan penelitian mengenai eksplorasi dan peningkatan kemampuan mikroorganisme dalam mempercepat dekomposisi.

#### **Daftar Pustaka**

- Budiarta, I. K & W.B. Suyasa. 2005. *Kajian Pemanfaatan Lumpur dari Proses Pengolahan Limbah Secara Kimia dan Biologi Sebagai Komposter Serta Analisis N, P, K dan Al-nya*. Skripsi, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Bukit Jimbaran.
- Dalzell, H.W., A.J. Biddlestone, K.R. Gray & K. Thurairajan. 1991. *Produksi dan Penggunaan Kompos pada Lingkungan Tropis dan Subtropis*. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta .
- Djuarnani, N., Kristian & Setiawan, B. S. 2005. *Cara Cepat Membuat Kompos*, Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Siregar, S. A. 2005. *Instalasi Pengolahan Air Limbah*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Subroto, H. & Yusrani, A. 2005. *Kesuburan dan Pemanfaatan Tanah*. Bayumedia, Jawa Timur.
- Sugiarto, T. A. 2003. *Daur Ulang Air Limbah*. Kompas.  
(Available at :<http://www.inovasi.lipi.go.id/anto.htm>), 21 September 2008
- Waluyo, L. 2005. *Mikrobiologi Lingkungan*. UMM Press, Universitas Muhammadiyah, Malang.