

PAIR./P. 52.6/1992



EFEK IRADIASI PADA LUMPUR TINJA DAN
KOTORAN AYAM*

Harsojo, Suwirna, S, dan
Nazly, H*

BADAN TENAGA ATOM NASIONAL
PUSAT APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI

JL. CINERE PASAR JUMAT, KOTAK POS 2. KEBAYORAN LAMA, JAKARTA SELATAN

EFEK IRADIASI PADA LUMPUR TINJA DAN KOTORAN AYAM*

Harsojo**, Suwirna, S**, dan Nazly, H**.

ABSTRAK

EFEK IRADIASI PADA LUMPUR TINJA DAN KOTORAN AYAM.

Efek iradiasi pada tinja padat, cair dan kotoran ayam telah dipelajari di PAIR-BATAN. Jumlah total bakteri tinja padat, cair dan kotoran ayam yang tidak diiradiasi masing-masing $1,1 \times 10^8$, $1,3 \times 10^6$ dan $1,0 \times 10^6$ per g, sedang bakteri koliform masing-masing sebesar $6,0 \times 10^4$, $7,7 \times 10^5$ dan $1,0 \times 10^6$ per g. Dosis iradiasi 4 kGy dapat membumah *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, dan *Salmonella* dalam semua sampel. Protein kasar yang terkandung dalam tinja padat, cair, dan kotoran ayam masing-masing sebesar 10,38%; 2,44%; dan 13,31%. Logam berat yang ditemukan pada semua sampel masih dalam jumlah yang sangat rendah sehingga tinja maupun kotoran ayam tersebut masih dapat digunakan dengan aman sebagai pakan tambahan untuk hewan atau pupuk. Ukuran partikel tinja cair rata-rata 0,0014 mm dan kecepatan sedimentasinya 11,30 cm/minggu.

ABSTRAK

IRRADIATION EFFECT ON SEWAGE SLUDGE AND MANURE. Irradiation effect on dewatered sludge, liquid sludge and manure have been investigated. Total bacterial counts per gram of unirradiated dewatered sludge, liquid sludge and manure were found to be 6.0×10^8 ; 1.3×10^6 ; and 1.0×10^6 , while coliforms were found to be 6.0×10^4 ; 7.7×10^5 , respectively. Irradiation dose of 4 kGy could eliminate *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, and *Salmonella* from all samples observed. Total nitrogen contents of the dewatered sludge, liquid sludge and manure were 10.38% , 2.44% , and 13.31%, respectively. Heavy metal elements were found only in very small amounts, hence the dewatered sludge, liquid sludge or manure could be used as animal feed or soil conditioner. The particle size of unirradiated liquid sludge was found to be 0.0014 mm, and its sedimentation rate was 11,30 cm/week.

PENDAHULUAN

Jumlah penduduk Jakarta yang semakin bertambah (10,19 juta pada tahun 1989) akan menyebabkan limbah kotoran manusia berupa tinja dari rumah-rumah penduduk semakin meningkat pula. Sebagian besar lumpur tinja dari rumah-rumah yang masih bersifat individu (yaitu menggunakan septik tank) disedot secara berkala oleh Dinas Kebersihan DKI Jakarta. Lumpur tinja tersebut kemudian dibawa untuk diolah di Instalasi Pengolahan Air Kotor di Pulo Gebang Jakarta Timur. Lumpur hasil pengolahan (sludge) ternyata masih banyak mengandung bahan organik yang mengandung

* Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi

unsur nitrogen, fosfor, dan kalium, sehingga dapat digunakan kembali sebagai pupuk atau makanan tambahan hewan (1-4). Disamping itu *sludge* juga dapat digunakan sebagai *soil conditioner*. Hasil penelitian terdahulu (5) menunjukkan bahwa kandungan nutrisi kotoran ayam juga hampir sama dengan *sludge* sehingga dapat digunakan untuk pupuk.

Akan tetapi, baik *sludge* maupun kotoran ayam mengandung logam berat kadmium, timah hitam, raksa dan lain-lain yang dapat terakumulasi di dalam tanah dan terserap oleh tanaman. Tanaman yang menyerap logam berat tersebut akan menjadi racun bagi hewan maupun manusia yang mengkonsumsinya bila kadarnya cukup tinggi. Menurut SUWIRMA (6), keracunan raksa dapat mengakibatkan kerusakan syaraf pusat (otak) yang tidak dapat di sembuhkan, sedang kadmium akan terakumulasi dalam hati dan ginjal sehingga mengganggu fungsi kedua organ tersebut.

Di samping itu, *sludge* ada kemungkinan mengandung bakteri patogen seperti *Escherichia coli* dan *Salmonella* (7). Oleh karena itu sebelum *sludge* atau kotoran hewan didistribusikan atau dibuang ke lingkungan, harus proses desinfeksi dapan dilakukan dengan cara menggunakan radiasi pengion, pasteurisasi, atau pengomposan seperti yang dilakukan di Jepang (7-9). Untuk mengurangi dosis iradiasi, telah dicoba kombinasi perlakuan antara pemanasan dengan sinar matahari dan iradiasi gamma (10). Penggunaan iradiasi memberikan beberapa keuntungan yaitu hemat energi, ruangan dan bahan dikontrol, dan tidak merusak lingkungan (9,11, 12).

Di Indonesia, penggunaan limbah kotoran manusia maupun hewan sebagai sumber nutrisi telah dikenal masyarakat, tetapi hingga kini belum ada peraturan yang membatasi penggunaan tersebut yang berkaitan dengan kandungan logam berat dan zat beracun.

Tujuan peneliti ini ialah untuk mengetahui kandungan nutrisi, logam berat, distribusi mikroba, ukuran partikel dan kecepatan sedimentasi lumpur tinja dan kotoran ayam sebelum dan sesudah diiradiasi dengan sinar gamma dari 60Co.

BAHAN DAN METODE

Sampel limbah kotoran manusia yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari tempat pengolahan air kotor/tinja di Pulo Gebang, Jakarta Timur, sedang kotoran ayam diperoleh dari peternakan ayam di sekitar Ciputat, Tangerang. *Sludge* cair dengan air antara 70 dan 90% diletakkan dalam suatu bak untuk diangin-anginkan selama 3

hari, kemudian dikeringkan dengan bantuan sinar matahari selama ± 4 hari sampai mencapai kadar air $\pm 20\%$. Pengeringan kotoran ayam dilakukan sama seperti diatas. Setelah kering masing-masing sampel diaduk sampai rata dan kemudian dibungkus dalam kantong plastik polietilen tebal 0,1 mm. Selanjutnya diiradiasi dengan sinar gamma di Gamma Cell 220 dan kemudian disimpan pada suhu kamar ($30 \pm 2^{\circ}\text{C}$) Untuk *sludge* cair, sampel dimasukkan ke dalam drum (100 l) dan selanjutnya diiradiasi di IRPASENA sambil diaduk. Penyimpanan dilakukan seperti pada *sludge* padat /kotoran ayam.

Pengukuran Kadar Air. Kadar air diukur dengan metode toluol dan *moisture determination balance*.

Pengukuran pH. Ke dalam 10 g sampel ditambahkan 25 ml air suling lalu dikocok. pH diukur dengan Karl Kolb pH-meter type 113.

Pengukuran Kandungan Total N. Total N diukur dengan metode Kjeldahl.

Pengukuran Kandungan "Trace Element" dan Logam Berat. Pengukuran kandungan "trace element" dan logam berat dilakukan seperti pada penelitian terdahulu (5).

Pengukuran Ukuran Partikel. Ukuran partikel diukur sesuai dengan prosedur ANDREASEN dalam BOWLES (14) dan

pengamatan dilakukan setelah 1, 5, 24 dan 48 jam .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan mineral dan logam berat dalam *sludge* padat, cair dan kotoran ayam dapat dilihat pada Tabel 1. Kandungan protein tertinggi didapatkan pada kotoran ayam yaitu 13,31% dan terendah pada *sludge* cair yaitu 2,44%. Kandungan protein yang tinggi dalam kotoran ayam mungkin berasal dari sisa-sisa pakan yang tercampur dalam kotoran ayam. Kandungan logam berat dalam *sludge* padat, cair dan kotoran ayam yang diteliti ternyata jauh lebih rendah daripada hasil penelitian SMITH dkk. (1). Menurut SMITH dkk. (1), *sludge* di Amerika masih dapat digunakan sebagai pakan tambahan hewan atau pupuk. Iradiasi tidak mempunyai pengaruh yang nyata pada komposisi kimia sampel. pH *sludge* padat, cair dan kotoran ayam masing-masing 7,05; 7,43; dan 7,30. Kadar air *sludge* padat, cair dan kotoran ayam masing-masing adalah 22,3%, 90,3% dan 20%.

Jumlah total bakteri pada *sludge* padat, cair, dan kotoran ayam yang tidak diiradiasi masing-masing sebesar $1,1 \times 10^8$, $1,3 \times 10^6$, dan $1,0 \times 10^6$ per g, sedang jumlah bakteri koli masing-masing $6,0 \times 10^4$, $7,7 \times 10^5$, dan $1,0 \times 10^6$ per g. (Tabel 2 dan 3). Dengan iradiasi 4 kGy, jumlah total bakteri dan bakteri koli menurun sebesar 1-3 desimal.

Pengaruh iradiasi pada jumlah total *Staphylococcus* dapat dilihat pada Tabel 4. Jumlah total *Staphylococcus* pada *sludge* padat, cair, dan kotoran ayam yang tidak diiradiasi masing-masing sebesar $2,1 \times 10^4$, $4,7 \times 10^4$, dan $4,0 \times 10^3$ per g. Dengan dosis 4 kGy pertumbuhan *Staphylococcus* tidak ada lagi.

Tabel 5 menunjukkan pengaruh iradiasi pada *Pseudomonas* Bakteri, *Pseudomonas* ditemukan pada semua sampel yang diperiksa. Pada *sludge* padat, cair dan kotoran ayam ditemukan masing-masing $5,0 \times 10^3$, $2,0 \times 10^4$ dan $1,0 \times 10^2$ per g. Dengan dosis 2 kGy, tidak ditemukan lagi *Pseudomonas* pada semua sampel.

Hasil pemeriksaan *Salmonella* pada *sludge* padat, cair dan kotoran ayam dilihat pada Tabel 6. *Salmonella* didapatkan pada semua sampel, lalu setelah diiradiasi dengan dosis 4 kGy tidak terdeteksi lagi.

Tabel 7 dan 8 menunjukkan pengaruh iradiasi dan penyimpanan pada ukuran partikel dan kecepatan sedimentasi *sludge* cair. Ukuran partikel *sludge* cair yang tidak diiradiasi pada penyimpanan 0 minggu sekitar 0,0014 mm. Pada pengamatan dengan interval waktu 5 jam pada penyimpanan 0 minggu terlihat bahwa partikel yang berukuran besar akan mengendap lebih cepat baik yang tidak diiradiasi maupun yang diiradiasi. Penyimpanan selama 2 dan 4 minggu dengan interval waktu pengamatan 5 jam pada *sludge* cair yang tidak diiradiasi maupun yang diiradiasi menunjukkan hal yang sama seperti diatas. Kombinasi perlakuan antara

iradiasi dan penyimpanan pada ukuran partikel tidak menunjukkan perbedaan yang nyata (Tabel 7).

Kecepatan sedimentasi *sludge* cair yang tidak diiradiasi ialah 11,30 cm/minggu, lalu setelah disimpan selama 4 minggu menjadi 12,06 cm/minggu. Makin tinggi dosis iradiasi yang diberikan, ukuran partikel menjadi semakin kecil, sehingga partikel tersebut lebih mudah tersuspensi. Akibatnya partikel memerlukan waktu yang lebih lama untuk mengendap (Tabel 8).

KESIMPULAN

Koliform, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, dan *Salmonella* pada *sludge* padat, cair dan kotoran ayam dapat dieliminasi dengan dosis 4 kGy. *Sludge* padat, cair dan kotoran ayam yang diiradiasi 4 Kgy dapat digunakan dengan aman sebagai pakan tambahan hewan, karena logam berat yang dikandungnya masih cukup rendah.

DAFTAR PUSTAKA

1. SMITH, G.S., KIESLING, H.E., ORCASBERRO, R., TRUJILLO, P., C.H., and SIVINSKI, J.S., "Dried irradiated sewage solids as supplemental feed for cattle", Irradiation of Organic Wastes for the Purpose of Animal Food, ESNA, Hanover (1979) 2.
2. STRAK, H., ROSOPULO, A., HENKELMANN, R., and HAHN, M., "Chemical analysis in sewage sludge after different treatment", Radiation for Pollution Abatement, ESNA, Munich (1976) 231.
3. REGULLA, D.F., "Need and concept for high level dosimetry in sludge irradiation", Irradiation of Organic Wastes for the Purpose of Animal Food, ESNA, Honover (1979) 32.
4. LESSEL, t., SUESS, A., and SCHURMANN, G., "New investigations at the sludge irradiation plant in Geiselbullach", Radiation for Control Environmental, ESNA, BRNO, (1978) 77.

5. HARSOJO, ANDINI, L.S., NAZLY, H., SUWIRMA, S., dan
LENTIS, J., Radiation disinfection of manure for
animal feed supplement, Atom Indonesia 152 (1989) 13.
6. SUWIRMA, S., Pengaruh logam berat, Bulletin Lingkungan
Hidup Amerta 52 (1990) 14.
7. HASHIMOTO, S., Radiation disinfection of sewage sludge
and composting of the irradiated sludge, dibawakan pada
seminar "Radiation Disinfection of Sewage Sludge for Safe
Disposal", Jakarta, 15 November 1990 (1990).
8. HUGHES, W., and GUNTHER, W., "Influence of gamma
irradiation on the behaviour of sewage sludge", Radiation
for Pollution Abatement, ESNA, Munich (1976) 108.
9. CROWEAN, A.F., "Effect of gamma irradiation on physi-
cal chemical properties and dewatering characteristics of
sludges", Radiation for Pollution Abatement, ESNA, Munich
(1976) 95.
10. HILMY, N., HARSOJO, and SUWIRMA, S., Combined treatment
of solar energy and gamma irradiation to eliminate patho-
genic bacteria in dewatered sludge, Atom Indonesia 132
(1987) 15.
11. HILMY, N., Proses radiasi dalam industri, dibawakan
dalam seminar "Radiation Disinfection of sewage sludge for
Safe Disposal, Jakarta, 15 November 1990 (1990).
12. WATANABE, H., and TAKEHISA, M., Disinfection of sewage
sludge cake by gamma irradiation, Rad. Phys. Chem. 241
(1984) 41.
13. HARSOJO, HILMY, N., dan SUWIRMA, S., Radiation disin-
fection of liquid sewage sludge for safe reutilization, to
be published.
14. BOWLES, J.E., Engineering Properties of soils and Their
Measurement, 2nd ed. Int, Student Edition, Mc Graw-will
Int. Book Company (1984).