



dapat diakses melalui <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmuo>



Analisis Pengaruh Buangan Organik Limbah Cair Rumah Sakit Umum Pancaran Kasih Manado Terhadap Lingkungan Perairan

Benyamin Limbong Tampang^{a*}

^aFakultas Teknik, Universitas Negeri Manado

KATA KUNCI

Buangan Organik, Limbah Cair, Rumah Sakit

ABSTRAK

Masalah pencemaran bahan organik naik pesat sejak berkembangnya metode sintesis zat-zat organik dan dengan dipergunakannya berbagai zat organik untuk industri, obat-obatan, pertanian, makanan dan lain-lain. Penelitian bertujuan untuk menganalisis: (1) Buangan organik limbah cair rumah sakit di lingkungan perairan. (2) Persepsi masyarakat tentang buangan organik limbah cair rumah sakit di lingkungan perairan. (3) Pengaruh keberadaan rumah sakit terhadap kondisi sosial ekonomi masyarakat sekitar. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: (1) Buangan organik limbah cair Rumah Sakit Umum Pancaran Kasih Manado di lingkungan perairan mempunyai nilai kekeruhan yang masih rendah, sementara nilai BOD, COD, koliform, dan *E. coli* sudah masuk kategori sedang. Untuk itu disarankan supaya: Pengelolaan limbah cair rumah sakit perlu didukung oleh instansi terkait dengan sarana dan prasarana yang sesuai dengan kondisi rumah sakit, termasuk penegakan peraturan dan penyuluhan untuk meningkatkan kesadaran akan lingkungan yang bersih, aman, dan nyaman, dengan prinsip: "Lingkungan Rumah Sakit Tempat Penyembuhan Penyakit, bukan Tempat Penyebaran Penyakit".

KEYWORDS

Organic waste, liquid waste, hospital.

ABSTRACT

The problem of pollution of organic matter has risen rapidly since the development of methods for synthesis of organic substances and by the use of various organic substances for industry, medicine, agriculture, food and others. The study aims to analyze: (1) Organic waste from hospital wastewater in aquatic environments. (2) Public perception of hospital liquid waste discharges in the aquatic environment. (3) The effect of the existence of the hospital on the socio-economic conditions of the surrounding community. Based on the results of the study it can be concluded that: (1) Organic wastewater from the Pancaran Kasih General Hospital Manado in the aquatic environment has a low turbidity value, while the BOD, COD, coliform, and *E. coli* values are in the medium category. For this reason, it is suggested that: Hospital wastewater management needs to be supported by agencies related to facilities and infrastructure that are in accordance with hospital conditions, including enforcement of regulations and counseling to increase awareness of a clean, safe and comfortable environment, with the principle: "Home Environment Pain, a place to heal disease, not a place for spreading disease.

TERSEDIA ONLINE

31 Oktober 2019

Pendahuluan

Rumah Sakit Umum Pancaran Kasih berada di tengah-tengah kota Manado, saat ini mengoperasikan tempat tidur dengan BOR (*Bed Occupation Rate*), serta pasien rawat jalan sekitar

250 orang per hari. Buangan organik limbah cair Rumah Sakit Umum Pancaran Kasih yang dibuang ke lingkungan perairan dapat mewakili kondisi produsen pencemaran lingkungan perairan kota Manado dan sekitarnya. Menurut (Kendeigh, 2005), dengan adanya masukan limbah yang merupakan

*Corresponding author: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Manado;

Email address: benlinitampang58@gmail.com

Published by FMIPA UNSRAT (2019)

bahan asing bagi perairan alami akibat aktivitas manusia, akan menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan perairan yang dapat mengakibatkan perubahan sifat fisika, kimia dan biologi perairan tersebut.

Air merupakan kebutuhan utama bagi proses kehidupan di bumi ini. Tidak akan ada kehidupan seandainya di bumi ini tidak ada air. Air yang relatif bersih sangat didambakan oleh manusia, baik untuk keperluan hidup sehari-hari, keperluan industri, kebersihan sanitasi kota, maupun untuk keperluan pertanian dan lain sebagainya. Itulah sebabnya, sehingga air bersih sudah menjadi barang ekonomi atau sebagai "economic goods" semenjak air digunakan untuk berbagai keperluan kegiatan masyarakat.

Konsep untuk mengukur potensi pencemaran dari suatu limbah yang mengandung sumber karbon organik yang tersedia bagi mikroba adalah dengan cara mengukur banyaknya oksigen yang digunakan selama pertumbuhan organisme pada contoh air limbah. Kandungan oksigen yang digunakan secara biologis maupun secara kimiawi dapat digunakan untuk menduga jumlah senyawa organik yang ada dalam suatu perairan, yaitu melalui pengukuran BOD (*Biochemical Oxygen Demand*, kebutuhan oksigen biokimia), COD (*Chemical Oxygen Demand*, kebutuhan oksigen kimia) dan DO (*Dissolved Oxygen*, oksigen terlarut).

Berdasarkan uraian-uraian tersebut, maka rumusan masalah adalah: (1) Bagaimana kualitas perairan dan tingkat pencemaran buangan organik limbah cair rumah sakit? (2) Bagaimana persepsi masyarakat tentang buangan organik limbah cair rumah sakit di lingkungan perairan? (3) Bagaimana pengaruh keberadaan rumah sakit terhadap kondisi sosial ekonomi masyarakat sekitar?

Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis: (1) Buangan organik limbah cair rumah sakit di lingkungan perairan. (2) Persepsi masyarakat tentang buangan organik limbah cair rumah sakit di lingkungan perairan. (3) pengaruh keberadaan rumah sakit terhadap kondisi sosial ekonomi masyarakat sekitar.

Material dan Metode

Sesuai dengan tujuan penelitian, lokasi pengambilan contoh air ditentukan berdasarkan lokasi rumah sakit dan tempat penyebaran air buangan dari rumah sakit, yaitu (1) Pada titik sebelum diproses (*inlet*), (2) Pada titik sesudah diproses (*outlet*) sesuai dengan tempat pembuangan limbah. Pengambilan contoh dilakukan sebanyak 6 kali, dengan interval waktu setiap 2 minggu. Adapun waktu pengambilan contoh dilakukan sekitar pukul 09.00 - 11.00. Analisis kualitas air selain dilakukan langsung di lapangan, juga dilakukan di laboratorium Laboratorium Biologi FMIPA UNIMA.

Analisis parameter air yang meliputi fisik, kimia dan biologi perairan. Jenis parameter dan cara

pengukuran kualitas air mengacu kepada keputusan MENLH Nomor: KEP-58/MENLH/12/1995, tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Rumah Sakit dan KEP-02/MENKLH/1/1998. Dalam penelitian ini jenis data yang dikumpulkan terdiri dari dua macam, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer mengenai parameter kualitas air : fisik, kimia dan biologi dikumpulkan dengan menggunakan alat sesuai dengan yang sudah diuraikan pada alat penelitian. Data primer untuk kondisi sosial ekonomi masyarakat dikumpulkan dengan cara mengedarkan kuesioner, wawancara kepada responden, yaitu masyarakat yang ada di sekitar rumah sakit, serta pengamatan langsung di lokasi penelitian. Untuk menganalisis data dengan statistik menggunakan program komputer *Statistical Programe Social Science* (SPSS). Model analisis yang digunakan adalah: untuk menganalisis perbedaan kandungan zat organik dan plankton di lingkungan perairan di sekitar rumah sakit pada masing-masing stasiun (titik) pengamatan, digunakan rancangan acak kelompok melalui analisis ragam (ANOVA) satu arah. Untuk menganalisis persepsi masyarakat tentang buangan organik limbah cair rumah sakit di lingkungan perairan dan hubungan keberadaan rumah sakit dengan kondisi sosial ekonomi masyarakat sekitar, dianalisis dengan metode Chi-square; (Siegal, 2015, dan Walpole 2012), dengan persamaan:

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Keterangan:

O_i = Frekuensi yang diamati, kategori ke-i

E_i = Frekuensi yang diharapkan dari populasi ke-i

k = Jumlah contoh

Hasil dan Pembahasan

Sifat Fisik Perairan

Berdasarkan hasil analisis diperoleh nilai sifat fisik perairan di lingkungan perairan di sekitar Rumah Sakit Umum Pancaran Kasih Manado.

Suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam proses metabolisme organisme di perairan. Suhu air sangat berpengaruh terhadap kelarutan oksigen dalam perairan. Air yang suhunya naik akan mengganggu kehidupan hewan air dan organisme air lainnya karena kadar oksigen yang terlarut dalam air akan turun. Padahal setiap kehidupan memerlukan oksigen untuk bernafas. Oksigen yang terlarut dalam air berasal dari udara yang secara lambat terdifusi ke dalam air. Makin tinggi kenaikan suhu air makin sedikit oksigen yang terlarut di dalamnya.

Berdasarkan hasil penelitian, data yang diperoleh menunjukkan bahwa suhu di Rumah Sakit Umum Pancaran Kasih Manado, adalah berkisar antara 29,1-25,1°C, sesuai dengan hasil analisis varians ($p > 0,05$). Kondisi iklim saat ini tidak teratur, sehingga perbedaan suhu yang mencolok antara musim penghujan dan kemarau tidak berbeda

secara signifikan. Demikian juga dengan aturan musim yang berlaku telah mengalami sedikit pergeseran, yaitu musim kemarau sangat panjang dan musim penghujan relatif singkat. Oleh sebab itu, suhu yang teramati selama penelitian tidak menunjukkan perbedaan nyata. Mahida (1993), dan Darsono (2005), menyatakan suhu memberi pengaruh yang berarti terhadap kebanyakan reaksi biokimia. Aktivitas biologis ditingkatkan dengan meningkatnya suhu sampai 60°C.

Kekeruhan air disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik maupun yang organik. Zat anorganik, biasanya berasal dari lapukan batuan dan logam, sedangkan yang organik dapat berasal dari lapukan tanaman atau hewan. Buangan industri dapat juga merupakan sumber kekeruhan. Zat organik dapat menjadi makanan bakteri, sehingga mendukung perkembangbiakannya. Bakteri ini juga merupakan zat organik tersuspensi, sehingga pertambahannya akan menambah pula kekeruhan air. Demikian pula dengan algae yang berkembang biak karena adanya zat hara N, P, K akan menambah kekeruhan air. Air yang keruh sulit didesinfeksi, karena mikroba terlindung oleh zat tersuspensi tersebut. Hal ini tentu berbahaya bagi kesehatan, bila mikroba itu patogen.

Berdasarkan hasil analisis di laboratorium diperoleh nilai kekeruhan di sekitar Rumah Sakit Umum Pancaran Kasih Manado, berkisar antara 26-29 NTU. Nilai kekeruhan di rumah sakit tersebut, belum melampaui Baku Mutu yang ditentukan menurut Kep-51/MENLH/1995, karena belum melebihi 30 NTU. Saeni (2004), menyatakan air yang keruh tidak dapat menjadi sumber biomassa yang sangat produktif, walaupun perairan mempunyai zat-zat makanan cukup, suhu optimum, dan keadaan lainnya yang diperlukan.

Sifat Kimia Perairan

Berdasarkan hasil analisis, nilai sifat kimia perairan (pH, BOD, COD, DO) di lingkungan perairan di sekitar Rumah Sakit Umum Pancaran Kasih Manado. Keasaman suatu perairan mencirikan keseimbangan antara asam dan basa dalam air. pH didefinisikan sebagai logaritma dari konsentrasi ion hydrogen (H) dalam mol per liter. Air murni pada suhu 25°C mengandung ion H⁺ dan OH⁻ sebesar 10⁻⁷ mol per liter, sehingga pH air yang netral adalah 7. Jika nilai pH kurang dari 7 air bersifat asam dan bila pH lebih besar dari 7 air bersifat basa atau alkalis, (Manik, 2003). Saeni (2004), menyatakan pH perairan tawar berkisar dari 5,0-9,0. Pada kisaran pH tersebut, ikan air tawar masih dapat hidup.

Nilai pH di lingkungan perairan di sekitar Rumah Sakit Umum Pancaran Kasih Manado, disajikan pada Tabel 3.2, untuk nilai pH berkisar antara 7,13-7,52. Hal tersebut, berarti bahwa kondisi pH di lingkungan perairan di sekitar rumah sakit tersebut masih berada pada kisaran baku mutu yang diizinkan, yaitu antara 6-9, sesuai Kep-58/MENLH/12/1995. Novotny dan Olem (2004) berpendapat sebagian

besar biota akuatik sensitif terhadap pH dan menyukai nilai pH sekitar 7,0-8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah. Toksisitas logam memperlihatkan peningkatan pada pH rendah. Effendi (2003), menyatakan bakteri tumbuh dengan baik pada pH netral dan alkalis, sedangkan jamur lebih menyukai pH rendah (kondisi asam). Oleh karena itu, proses dekomposisi bahan organik berlangsung lebih cepat pada kondisi pH netral dan alkalis.

Hasil analisis varians nilai pH di lingkungan rumah sakit tidak memenuhi syarat. Hal tersebut diduga adanya pengaruh buangan organik limbah cair dari rumah sakit yang masuk ke lingkungan perairan yang relatif sama. Buangan limbah cair dari rumah sakit mengandung berbagai macam senyawa kimia bersifat basa seperti deterjen, dan hal ini mampu meningkatkan nilai pH di perairan.

BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) adalah banyaknya oksigen (mg) yang diperlukan untuk menguraikan bahan organik dalam satu liter air limbah selama pemeraman (5 x 24 jam pada suhu 20°C). Jadi nilai BOD₅ menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroba untuk memecah atau mengoksidasi bahan pencemar yang terdapat di dalam suatu perairan.

Berdasarkan hasil analisis nilai BOD₅ di sekitar Rumah Sakit Umum Pancaran Kasih Manado, berkisar antara 28-30 mg/l. Jika mengacu pada kriteria pencemaran yang dikemukakan oleh Mara (2003) yang disajikan pada Tabel 3.2, maka kualitas air limbah cair di sekitar rumah sakit termasuk dalam kriteria belum tercemar. Jika dibandingkan dengan Baku Mutu Limbah Cair bagi kegiatan Rumah Sakit, Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, Nomor: KEP-58/MENLH/12/1995, yaitu kadar maksimum 30 mg/l, maka nilai BOD₅ di lokasi pengamatan belum melewati baku mutu. Semakin tinggi aktivitas di setiap rumah sakit yang menghasilkan bahan-bahan organik, semakin besar beban pencemaran yang ditanggung lingkungan perairan. Kondisi tersebut yang menyebabkan tingginya bahan-bahan organik.

COD (*Chemical Oxygen Demand*) menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologis (*biodegradable*) maupun yang sukar didegradasi secara biologis (*non-biodegradable*) menjadi CO₂ dan H₂O. Pada prosedur penentuan COD, oksigen yang dikonsumsi setara dengan jumlah dikromat yang diperlukan untuk mengoksidasi air sampel. Nilai COD yang besar menunjukkan besarnya kebutuhan oksigen yang digunakan proses oksidasi kimia dalam air. Kebutuhan oksigen kimiawi juga digunakan secara luas sebagai ukuran kekuatan pencemaran limbah cair.

Berdasarkan hasil analisis nilai COD di lingkungan perairan di sekitar Rumah Sakit Umum Pancaran Kasih Manado, berkisar antara 87-100

mg/l. Kisaran nilai COD tersebut, sudah melampaui ambang batas yang diperkenankan oleh Baku Mutu Limbah Cair bagi kegiatan Rumah Sakit. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: KEP-58/MENLH/12/1995, yaitu 80 mg/l. Jika dibandingkan dengan nilai BOD, maka nilai COD lebih tinggi, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa bahan organik pada limbah cair rumah sakit adalah bahan organik yang tidak atau sukar terurai secara biologis (Saeni, 2004).

Berdasarkan hasil analisis nilai DO (*dissolved oxygen*, oksigen terlarut) di lingkungan perairan di sekitar rumah sakit berkisar antara 3-3,4 mg/l. Nilai DO, menunjukkan bahwa lingkungan perairan di sekitar rumah sakit sudah tercemar, khususnya nilai DO yang kurang dari 3 mg/l (baku mutu untuk air golongan B, Kep-51/MENKLH/1995). Secara umum, tingkat pencemaran di lingkungan perairan sekitar rumah sakit tersebut berdasarkan nilai DO termasuk ke dalam klasifikasi tercemar berat (DO dibawah 4,5 mg/l), tercemar parah (DO di bawah 4 mg/l), tercemar ringan (DO 4,5-6,7 mg/l), tercemar sedikit (DO 6,7-8 mg/l), tidak tercemar (DO 8-9 mg/l).

Walaupun demikian, oksigen terlarut tidak terlalu besar, dan berkaitan erat dengan beban limbah yang dihasilkan dari aktivitas rumah sakit berupa bahan-bahan organik yang membutuhkan oksigen terlarut untuk proses degradasi. Selain itu, akumulasi bahan pencemar dari limbah cair rumah sakit juga berperan meningkatkan kandungan bahan-bahan organik ke perairan, sehingga menurunkan kadar oksigen terlarut di perairan Rumah Sakit. Semakin berat tingkat pencemaran air, oksigen terlarut semakin sedikit, dan jenis organisme aerob yang dapat bertahan pada tingkat oksigen terlarut yang rendah semakin sedikit. Ketika oksigen terlarut tidak tersedia lagi, penguraian bahan organik dilakukan oleh mikroorganisme anaerob yang mengeluarkan gas hidrogen sulfida (H_2S) yang berbau seperti telur busuk dan gas metana (CH_4), sebagai *output* penguraian bahan organik.

Sifat Biologi Perairan

Air merupakan materi esensial di dalam kehidupan. Tidak satu pun makhluk hidup di dunia ini yang tidak membutuhkan dan tidak mengandung air. Sel hidup, baik tumbuhan, hewan, monera, protista, dan fungi; sebagian besar tersusun atas air. Misalnya, pada sel-sel tumbuhan terkandung lebih dari 75% atau di dalam sel hewan terkandung lebih dari 67%. Demikian juga, dalam tubuh manusia sebagai makhluk ciptaan Tuhan yang istimewa terdiri dari air sejak dalam kandungan sampai lansia. Contoh komposisi air dalam tubuh manusia, dapat dilihat pada foto atau Gambar 3.1.

Air (H_2O) di alam tidak pernah dalam keadaan murni. Air murni hanya ada di laboratorium dalam bentuk aquades. Air di alam selalu ditambahi faktor X, sehingga rumus kimianya menjadi $H_2O + X$, dimana faktor X dapat berbentuk faktor yang

bersifat hidup (biotik) dan faktor yang bersifat tidak hidup (abiotik).

Kesimpulan

- 1 Buangan organik limbah cair Rumah Sakit Umum Pancaran Kasih Manado di lingkungan perairan mempunyai nilai kekeruhan yang masih rendah, sementara nilai BOD, COD, koliform, dan *E. coli* sudah masuk kategori sedang. Dengan nilai parameter tersebut, mengindikasikan bahwa lingkungan perairan terkontaminasi ringan oleh buangan organik limbah cair rumah sakit.
- 2 Persepsi masyarakat tentang buangan organik limbah cair rumah sakit di sekitar tempat tinggal mereka adalah relatif negatif, artinya masyarakat berpendapat bahwa lingkungan perairan di sekitar rumah mereka telah dicemari buangan organik limbah cair rumah sakit.
- 3 Pengaruh keberadaan rumah sakit terhadap kondisi sosial ekonomi masyarakat sekitar adalah:
 - a. Tingkat pendidikan formal mempunyai hubungan yang signifikan dengan persepsi masyarakat tentang buangan organik limbah cair rumah sakit di lingkungan perairan. Dengan kata lain, tingkat pendidikan formal mempengaruhi persepsi masyarakat tentang buangan organik limbah cair rumah sakit di lingkungan perairan.
 - b. Jenis pekerjaan tidak mempunyai hubungan yang signifikan dengan persepsi masyarakat tentang buangan organik limbah cair rumah sakit di lingkungan perairan, berarti jenis pekerjaan masyarakat tidak mempengaruhi persepsi mereka tentang buangan organik limbah cair rumah sakit di lingkungan perairan.
 - c. Penghasilan mempunyai hubungan yang signifikan dengan persepsi masyarakat tentang buangan organik limbah cair rumah sakit di lingkungan perairan, berarti bahwa tinggi rendahnya penghasilan masyarakat turut mempengaruhi persepsi mereka tentang buangan organik limbah cair rumah sakit di lingkungan perairan. Semakin tinggi penghasilan masyarakat, semakin negatif persepsi mereka tentang buangan organik limbah cair rumah sakit di lingkungan perairan.
 - d. Jarak rumah mempunyai hubungan yang signifikan dengan persepsi masyarakat tentang buangan organik limbah cair rumah sakit di lingkungan perairan, berarti bahwa jarak rumah masyarakat dari rumah sakit mempengaruhi persepsi mereka tentang buangan organik limbah cair rumah sakit di lingkungan perairan. Masyarakat yang jarak rumahnya kurang dari 100 meter dari rumah sakit lebih berpersepsi negatif daripada masyarakat yang jarak rumahnya lebih dari 100 meter.

- e. Lama tinggal mempunyai hubungan yang signifikan dengan persepsi masyarakat tentang buangan organik limbah cair rumah sakit di lingkungan perairan, berarti bahwa perbedaan lama tinggal di sekitar rumah sakit menyebabkan perbedaan persepsi mereka tentang buangan organik limbah cair rumah sakit di lingkungan perairan.

Daftar Pustaka

- Darmono. 2006. Lingkungan Hidup dan Pencemaran. Hubungannya Dengan Toksikologi Senyawa Logam. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Darsono, V. 2005. Pengantar Ilmu Lingkungan. Universitas Atma Jaya. Yogyakarta.
- Departemen Kesehatan. 1997. Pedoman Sanitasi Rumah Sakit di Indonesia. Direktorat Jendral PPM dan PLP dan Direktorat Jendral Pelayanan Medik Depkes. Jakarta.
- Departemen Kesehatan. 1997. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: Kep-58/MENLH/12/1997. Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Rumah Sakit. Bapedal. Jakarta.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.
- Fardiaz, A. 2002. Polusi Air dan Udara. Kanisius. Yogyakarta.
- Hamid, E.N. 2001. Pengelolaan Limbah Cair di Rumah Sakit Ulin Banjarmasin Kalimantan Selatan. [Tesis]. Program Pascasarjana. Program Studi Kajian Administrasi Rumah Sakit. Fakultas Kesehatan Masyarakat. UI. Jakarta.
- Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup. 1997. Ringkasan Agenda 21 Indonesia. Strategi Nasional untuk Pembangunan Berkelanjutan. Jakarta.
- Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup. 1998. Kebijakan dan Strategi Nasional Pengelolaan Lingkungan Hidup dalam Pembangunan Jangka Panjang Kedua (1994/1995-2019/2020). Jakarta.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: KEP-58/MENLH/1995. Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Rumah Sakit. Badan Pengendalian Dampak Lingkungan. Jakarta.
- Kendeigh, S.C. 2005. Ecology with Special Reference to Animal and Man. PrenticeHall. New Delhi.
- Lay, B.W. 2004. Analisis Mikroba di Laboratorium. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Mahida, N.U. 1993. Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri. G.A. Ticoalu [Penerjemah]. Rajawali. Jakarta.
- Manik, K.E.S. 2003. Pengelolaan Lingkungan Hidup. Djambatan. Jakarta.
- Mara, D.D. 2003. Wastewater Treatment in Hot Climate, *In* R. Feachem, M. McGarry and D. Mara (Ed). Water, Wastes and Health in Hot Climate. John Wiley & Sons. Chichester.
- Mason, C.F. 2001. Biology of Freshwater Pollution. Longman. London and New York, USA.
- Metcalf and Eddy. 2001. Wastewater Engineering: Collection, Treatment, Disposal. McGraw-Hill Book Publishing Company Ltd. New York.
- Moersidik, S.S. 2005. Pengelolaan Limbah. Cara-cara dan Teknologi Pengelolaan Limbah Rumah Sakit. Pelatihan Manajemen Penyehatan Rumah Sakit. Pusat Pendidikan Kesehatan. Lembaga Penelitian Universitas Indonesia. Jakarta.
- Muslimin, L.W. 1995. Mikrobiologi Lingkungan. Dirjen Dikti. Depdikbud. Jakarta.
- Novotny, V. and H. Olem. 2004. Water Quality Prevention, Identification, and Management of Diffuse Pollution. Van Nostrans Reinhold. New York.
- Prescott, G.W. 1990. Freshwater Algae. The Picture Key Nature Series Brown Company Publishing. Iowa.
- Rahman, A.A. 1998. Manajemen Pengolahan Limbah Cair di Pavilyun Kartika RSPAD Gatot Soebroto. Program Pascasarjana. Program Studi Kajian Administrasi Rumah Sakit. Fakultas Kesehatan Masyarakat. UI. Jakarta.
- Rumengan, G.S. 1996. Manajemen Pengolahan Limbah Cair Klinis di Rumah Sakit. Sint Carolus. Jakarta.
- Saeni, M.S. 2004. Kimia Lingkungan. Departemen P & K, Dirjen Pendidikan Tinggi. PAU Ilmu Hayat. IPB. Bogor.
- Saeni, M.S. dan L.K. Darusman. 2001. Penuntun Praktikum Kimia Lingkungan. Jurusan Kimia FMIPA. IPB. Bogor.
- Sarwono, S.W. 2009. Pengantar Umum Psikologi. Bulan Bintang. Jakarta.
- Sastrawijayaya, A.T. 2010. Pencemaran Lingkungan. Rineka Cipta. Jakarta.
- Sawyer, C.N. and P.L. McCarty. 1998. Chemistry for Environmental Engineering. McGraw-Hill Book Company. New York.
- Sedarmayanti dan S. Hidayat. 2011. Metodologi Penelitian. Mandar Maju. Bandung.
- Siegel, S. 2005. Statistik Nonparametrik Untuk Ilmu-ilmu Sosial. Gramedia. Jakarta.
- Supardi, H.I. dan Sukamto. 2004. Mikrobiologi dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan. Alumni. Bandung.
- Suratmo, F.G. 2004. Analisis Mengenai Dampak Lingkungan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sugiharto. 2007. Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Suriawiria, U. 2008. Mikrobiologi Air. Alumni. Bogor.
- Walpole, W.A. 2012. Pengantar Statistik. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wardhana, W.A. 2006. Dampak Pencemaran Lingkungan. Andi Offset. Yogyakarta.
-