

## POTENSI AIR LIMBAH UNTUK DIDAUUR ULANG SEBAGAI AIR BAKU PERTANIAN (STUDI KASUS BEBERAPA INDUSTRI DAN DOMESTIK)

### WASTE WATER POTENTIAL TO BE RECYCLED AS A AGRICULTURE RAW WATER (CASE STUDIES SOME INDUSTRY AND DOMESTIC)

Syamsul Bahri<sup>1)</sup>, Rebiet Rimba Rinjani<sup>2)</sup>, Yashoumi Setiatin<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air  
Jl. Ir. H. Juanda 193 Bandung 40135  
E-mail : sy\_albahri@yahoo.co.id

Diterima: 17 Juli 2013 :Disetujui: 27 September 2013

#### ABSTRAK

Krisis air baku yang diakibatkan kekeringan dan pencemaran telah mengakibatkan berkurangnya pasokan air pertanian sehingga dapat mengancam ketahanan pangan. Konsep 3R (*reduce, recycle, reuse*) melalui daur ulang air limbah untuk sumber air baku pertanian merupakan salah satu alternatif dalam mengatasi kekurangan pasokan air baku tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi awal tentang potensi beberapa jenis air limbah dari efluen instalasi pengolahan air limbah (IPAL) domestik dan beberapa industri untuk didaur ulang sebagai air baku pertanian dalam upaya pendayagunaan sumber air. Penelitian potensi air limbah sebagai air baku pertanian dilakukan secara deskriptif menggunakan metode survei. Parameter kualitas air limbah yang diuji seperti yang tercantum dalam persyaratan air irigasi menurut Food and Agriculture Organization. Berdasarkan hasil penelitian tentang kecukupan kuantitas air limbah dan kelayakan kualitasnya sebagai air irigasi, dari sembilan jenis air limbah yang diteliti, empat diantaranya berpotensi sebagai sumber air baku pertanian. Jenis air limbah tersebut adalah air limbah domestik, industri makanan (biskuit), industri pengolahan susu produk susu cair, industri kertas dan industri gula tebu.

**Kata kunci:** Daur ulang air limbah, pertanian, salinitas, toksisitas ion spesifik, laju infiltrasi.

#### ABSTRACT

Raw water crisis caused by drought and pollution has resulted in a reduction of agricultural water supply that can threaten food security. The concept of 3R (*reduce, recycle, reuse*) through recycling waste water for agricultural raw water source is one alternative to overcome the shortage of raw water supply. This study aims to obtain preliminary information about the potential for some type of effluent wastewater from domestic and some industrial wastewater to be recycled as a raw water agriculture in an effort to utilization of water resources. The research potential of waste water as raw water for agriculture conducted descriptive survey method. Waste water quality parameters are tested as shown in the irrigation water requirement according to Food and Agriculture Organization. Based on the results of research on the adequacy and feasibility of the quantity of waste water as irrigation water quality, the nine types of wastewater, five of them as a source of raw water potential of agriculture namely domestic waste water, food processing industry (biscuit), liquid milk processing industry, paper industry and cane sugar processing industry.

**Keywords:** Recycling waste water, agriculture, salinity, toxicity of ions specific, infiltration rate.

#### PENDAHULUAN

Pemanfaatan air limbah untuk irigasi lahan pertanian tengah populer di beberapa negara (Quayle, 2012). Kondisi demikian salah satunya diilhami dari *The Hyderabad Declaration on Wastewater Use in Agriculture* 14 November 2002, yang menetapkan di antaranya: air limbah (yang belum diolah atau yang dilarutkan atau yang telah

diolah) merupakan suatu sumber daya untuk meningkatkan kepentingan global, terutama ditingkat pertanian *urban and peri-urban*; dengan pengelolaan yang tepat, penggunaan air limbah berkontribusi secara signifikan terhadap keberlangsungan mata pencaharian, keamanan pangan, dan kualitas lingkungan. Kemudian di kota yang sama dalam *kickoff meeting " Water 4 Crops-India "* yang diselenggarakan oleh *The International*

*Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics* (Januari 2013), dinyatakan bahwa air limbah digunakan untuk mengatasi masalah kelangkaan air, kemiskinan dan kerawanan pangan melalui penggunaan kembali air limbah untuk pertanian. Dengan demikian upaya daur ulang air limbah untuk air pertanian tidak terbantahkan lagi untuk dilaksanakan di Indonesia.

Sebenarnya, upaya pemanfaatan kembali air dan pendaurulangan air di Indonesia telah tertulis dalam Undang-undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air, Bab IV Pendayagunaan sumber daya air, pasal 32 ayat (6) menyatakan bahwa "dalam penggunaan air, setiap orang atau badan usaha berupaya menggunakan air secara daur ulang dan menggunakan kembali air". Oleh karena itu, guna membantu mendapatkan informasi tentang upaya pendaurulangan air limbah, langkah awal diperlukan penelitian tentang kajian potensi beberapa jenis air limbah efluen IPAL yang dapat didaur ulang sebagai air baku air pertanian.

Lingkup kajian dari penelitian ini meliputi kualitas air limbah efluen IPAL domestik dan beberapa jenis industri yang diprediksi berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai air pertanian. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan informasi awal tentang potensi beberapa jenis air limbah dari efluen IPAL untuk didaur ulang sebagai air baku air pertanian sebagai upaya dalam mengatasi kelangkaan air.

## TINJAUAN PUSTAKA

Kekurangan air akan berdampak pada ketahanan pangan. Masalah kekurangan air telah terjadi pada sejumlah negara-negara yang berpenduduk padat seperti China, India, Pakistan dan negara-negara di Afrika Utara. Di Indonesia masalah kekurangan air terjadi pada musim kering. Berdasarkan penelitian Bank Dunia, untuk menyediakan 37 juta ton gabah untuk 111 juta penduduk China, defisit air pertahunnya mencapai 37 miliar ton air dengan asumsi 1000 ton air menghasilkan 1 ton gabah (*Earth Policy Institute*, 2002 dalam Kretschmer, Ribbe and Gaese, 2002).

Pemanfaatan kembali (*recycle*) air limbah bukanlah hal baru. Ada indikasi yang menunjukkan bahwa pemanfaatan air limbah untuk irigasi telah dilakukan oleh nenek moyang bangsa Yunani pada tahun 3000–1000 SM (Angelakis *et al.*, 1999 dalam Kretschmer, Ribbe and Gaese, 2002). Pada tahun 1950-an di negara-negara barat berkembang teknologi pembuangan limbah di atas tanah yang kemudian berkembang menjadi teknologi pengolahan limbah dengan efluen yang lebih baik

(Asano, 1998 dalam Kretschmer, Ribbe and Gaese, 2002).

## Potensi Air Limbah

Pada prakteknya, terdapat dua tipe pemanfaatan kembali air limbah, yaitu: Pemanfaatan sebagai air minum (*potable uses*) dapat secara langsung untuk air bersih melalui teknologi pengolahan yang tinggi; atau secara tidak langsung setelah melalui lingkungan; Di luar pemanfaatan sebagai air minum (*non-potable uses*), seperti air irigasi pertanian, penyiraman taman hutan kota, lapangan golf, budidaya perikanan; imbuan air tanah; industri dan permukiman. Di California, pemanfaatan kembali air limbah terutama untuk pertanian, sedangkan di Jepang untuk industri dan sektor komersial. Namun demikian dalam pemanfaatan kembali air limbah perlu dipertimbangkan antara keuntungan, kerugian dan risikonya (Kretschmer, Ribbe and Gaese, 2002).

### 1 Air Limbah Domestik

Sebagai ilustrasi sebuah kota berpenduduk 500.000 jiwa dengan kebutuhan air 80-200 L/hari/kapita, akan menghasilkan limbah domestik sekitar 12.000.000 hingga 30.000.000 m<sup>3</sup>/tahun (Mara dan Cairncross, 1989). Jika asumsi 85% dibuang menjadi air limbah dan tingkat efisiensi pemanfaatan air irigasi 5000 m<sup>3</sup>/ha/tahun, maka air limbah kota tersebut dapat mengairi 6000 ha lahan pertanian. Air Limbah domestik terdiri dari 99,9% air dan 0,1% bahan lain (bahan padat terambang, koloid, dan terlarut). Bahan padat terambang, koloid, dan terlarut yang terdapat dalam air limbah mengandung unsur hara utama untuk tumbuhan (Nitrogen, Fosfor, dan Kalium) dan unsur hara runtu (seperti tembaga, besi, seng). Jumlah kandungan nitrogen dan fosfor dalam air limbah tak terolah biasanya berkisar berturut-turut antara 10-100 mg/L dan 5-25 mg/L, serta kalium berkisar antara 10-40 mg/L. Air limbah terolah akan mengandung nitrogen dan fosfor lebih sedikit, tetapi kira-kira jumlah kalium yang sama tergantung pada pengolahan yang digunakan (Mara dan Cairncross, 1989). Ilustrasi ini secara teoritis cukup menjanjikan, terutama pada daerah yang kekurangan air. Namun demikian pemanfaatan kembali air limbah untuk pertanian tergantung dari penerimaan masyarakat dan kemauan untuk menerapkan. Hal ini tergantung dari kondisi sosial budaya setempat serta tingkat kesulitan memperoleh air. Oleh karena itu keberhasilan penerapan teknologi pemanfaatan air limbah secara berkelanjutan memerlukan pengkajian yang seksama.

## 2 Air Limbah Industri Makanan

Limbah cair dua buah pabrik bumbu masak Monosodium Glutamat (MSG) di Lampung mengandung unsur hara makro dan mikro yang berguna untuk pertumbuhan tanaman. Kedua limbah cair tersebut diproses menjadi pupuk cair organik. Kuantitas limbah cair dari satu pabrik berkisar antara 200-300 m<sup>3</sup>/hari. Takaran pemupukan yang digunakan 4-5 m<sup>3</sup>/ha, sehingga satu pabrik dapat mengairi sekitar 40 ha/hari. Penggunaan pupuk cair tersebut memberikan dampak positif dan negatif. Dampak positifnya antara lain harganya lebih murah dibandingkan dengan pupuk kristal dan dapat meningkatkan produksi tanaman padi, jagung, singkong dan nanas. Dampak negatifnya, kualitas pupuk cair tidak seragam dan dapat menyebabkan kerusakan struktur tanah, pemadatan tanah, dan menurunkan pH tanah (Wahyunto, Soelaeman, Sunaryo, 2003).

## 3 Pengalaman Internasional dalam Proyek Daur Ulang Air Limbah

Daur ulang air limbah di Eropa banyak diterapkan di Yunani, Spanyol, Italia, Israel, Jordania dan Tunisia. Di negara Israel telah menggunakan effluen limbah sebagai air irigasi sejak 30 tahun silam. Untuk mengatasi meningkatnya kapasitas air limbah serta terbatasnya pasokan sumber air untuk irigasi di Israel, diperkirakan ke depan 80% total air limbah yang telah diolah akan digunakan sebagai air irigasi. Di daerah pedesaan Israel, proyek pembangunan sarana air limbah domestik direklamasi menjadi sumber air irigasi dengan mengkombinasikan instalasi pengolahan air limbah dengan reservoir air limbah sebagai satu sistem pengolahan yang terintegrasi. Sistem ini dapat mengurangi biaya pengolahan karena reservoir berfungsi pula sebagai unit pengolahan yang menghasilkan kualitas effluen yang lebih baik dan memenuhi persyaratan kualitas air irigasi (Kretschmer, Ribbe and Gaese, 2002). Selain itu Jerman dan Belgia juga mempunyai pengalaman yang cukup lama dalam pemanfaatan kembali air limbah. Di Jerman, pemanfaatan air limbah kota Baunchweig telah dimulai sejak tahun 1896. Pada tahun 1996 sebanyak 41 area pertanian di Jerman diairi dengan air limbah domestik dan 33 tempat diairi dengan berbagai air limbah industri antara lain : gula, starch, susu, pencucian sayur, kue dan permen, distilleries dan pengolahan hasil pertanian (Donta, 1997 dalam Kretschmer, Ribbe and Gaese, 2002). Di Belgia, pemanfaatan kembali air limbah industri proses makanan dilakukan untuk mengairi 550 Ha tanaman pertanian disekitar industri. Dengan penerapan sistem ini, industri mendapatkan pembebasan pajak (Guillaume and

Xanthoulis, 1996 dalam Kretschmer, Ribbe and Gaese, 2002).

Di Amerika Latin, penggunaan air limbah kota Meksiko sebagai air pertanian merupakan salah satu contoh pemanfaatan kembali air limbah kota di negara berkembang. Sebanyak 75 m<sup>3</sup>/detik air limbah kota Meksiko tanpa pengolahan digunakan untuk mengairi 85.000 ha daerah pertanian di Hidalgo. Di samping dampak positif penerapan sistem ini berupa pendayagunaan sumber air, peningkatan produksi pertanian dan peningkatan ekonomi masyarakat, terjadi pula dampak negatif berupa penyebaran penyakit. Tingginya kadar zat organik dan nutrisi dalam air limbah dapat memperbaiki kondisi fisik dan kimia tanah pertanian, sehingga meningkatkan hasil panen antara 94% hingga 150%. Akan tetapi tingginya kandungan bakteri dan parasit dalam air limbah menyebabkan terjadinya kasus penyakit perut dan parasit sebanyak lebih dari 100.000 petani. Oleh karena itu dalam pemanfaatan kembali air limbah untuk pertanian diperlukan adanya pengolahan pendahuluan untuk mencegah penyebaran penyakit (Hareman and Murcott, 1999 dalam Kretschmer, Ribbe and Gaese, 2002).

## METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode deskriptif dengan pengumpulan data secara survey dan studi kasus (Sevilla *et al.*, 1993). Objek penelitian adalah air limbah yang berasal dari effluen Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) domestik dan beberapa jenis industri. Pengumpulan data primer dilakukan untuk mengetahui kualitas air limbahnya. Air limbah yang digunakan adalah air limbah yang kuantitasnya memungkinkan mengairi sawah selama masa tanam. Parameter kualitas air limbah yang diuji meliputi parameter yang tercantum dalam persyaratan air irigasi menurut FAO *Irrigation Water Quality Guidelines* (Ayers and Westcot, 1985). Metode analisis kualitas air untuk mengetahui kandungan unsur-hara dan mineral lain menggunakan SNI yang berlaku. Lokasi penelitian yang menjadi objek penelitian adalah air limbah dari effluen Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) beberapa jenis industri (pupuk buatan, kertas, pengolahan susu, tekstil, makanan, minuman ringan, gula tebu) dan IPAL domestik yang diperkirakan berpotensi untuk didaur ulang di beberapa daerah di Propinsi Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Yogyakarta.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Seperti pernyataan yang tercantum dalam deklarasi Hyderabad (2002) tentang pemanfaatan

air limbah untuk air pertanian, dinyatakan bahwa pengelolaan yang tepat, penggunaan air limbah dapat berkontribusi secara signifikan terhadap keberlangsungan mata pencaharian, keamanan pangan dan kualitas lingkungan. Secara implisit dalam deklarasi tersebut terkandung makna, bahwa potensi air limbah itu cukup baik dan prospektif sebagai sumber air pertanian. Namun demikian, saat air limbah digunakan sebagai air pertanian, beberapa hal yang perlu diperhatikan di antaranya dampak fisiologis tanaman pertanian akibat penggunaan air limbah tersebut.

Dampak fisiologis suatu tanaman terhadap suatu faktor lingkungan dibedakan berdasarkan keadaan cocok atau keracunan. Kondisi yang cocok bagi tanaman adalah yang memungkinkan tanaman mengalami pertumbuhan maksimum. Walaupun untuk sejumlah tanaman tertentu misalnya, dengan tingkat pemberian nitrogen yang tinggi akan memberikan respon yang kontinyu dalam pertumbuhannya, yang tidak akan berguna untuk waktu yang lama. Misalnya tanaman padi, dengan kondisi air atau tanah yang kaya akan nitrogen, dalam aspek pertumbuhan vegetatifnya adalah positif, akan tetapi aspek pertumbuhan generatifnya kurang baik (Fitter and Hay, 1991).

Lain halnya dengan kejadian keracunan, salah pengaruh nyata yang bersifat racun dikarenakan oleh akibat faktor lingkungan yang berlebihan yang secara aktif mempengaruhi metabolisme. Misalnya kelebihan ion timah hitam menyebabkan tidak aktifnya beberapa enzim; kelebihan garam mengubah aktivitas enzim, baik secara langsung, maupun dengan mengurangi potensi air (Fitter and Hay, 1991).

Kesesuaian air untuk air baku air pertanian sangat ditentukan oleh kualitas airnya itu sendiri. Di antara masalah yang menjadi dasar dalam mengevaluasi kualitas air untuk pertanian adalah a) salinitas, b) toksisitas ion spesifik, c) laju infiltrasi air, d) masalah lain-lain (Ayers and Westcot, 1985).

## 1 Salinitas

Kualitas air irigasi atau pertanian dapat memiliki suatu dampak yang besar terhadap produksi pertanian. Semua air irigasi terdiri dari garam-garam mineral yang terlarut, tetapi kadar dan komposisinya sangat tergantung dari sumber irigasinya (Grattan, 2002). Kadar garam-garaman yang terdapat dalam tanah atau yang dibawa oleh air baku pertanian akan berpengaruh terhadap ketersediaan air yang diserap oleh tanaman, yang akhirnya dapat mempengaruhi hasil pertanian (Ayers and Westcot, 1985). Air irigasi yang biasa digunakan untuk pertanian mengandung kadar garam yang sedikit, sebaliknya air tanah atau air limbah mempunyai tipe dengan kandungan kadar

garam yang tinggi. Terlalu banyak garam akan menurunkan atau bahkan menghambat produksi pertanian, sebaliknya terlalu sedikit garam dapat menurunkan infiltrasi air, semuanya akan mempengaruhi produksi pertanian (Grattan, 2002).

Persoalan yang muncul berkaitan dengan salinitas adalah jika terjadi akumulasi garam di sekitar zona akar tanaman. Akibatnya tanaman tidak mampu menyerap air untuk memenuhi kebutuhannya, sehingga menghasilkan suatu kondisi *stress air* untuk periode waktu tertentu. Jika air yang mampu diserap berkurang, tanaman akan mengalami laju pertumbuhan yang lambat. Gejala yang dialami tanaman dapat berupa kelayuan, atau warna daun hijau gelap kebiru-biruan dan kadang-kadang daunnya lebih tebal dan berkilin. Garam-garaman yang menyebabkan permasalahan dalam salinitas adalah garam-garaman yang terlarut dalam air dan siap diabsorpsi oleh tanaman (Ayers and Westcot, 1985). Garam terlarut dalam air irigasi berbentuk ion-ion. Garam-garam biasa yang paling banyak dalam air irigasi adalah NaCl, CaSO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>, dan NaHCO<sub>3</sub>. Garam terlarut dalam air dalam bentuk ion positif (Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>) dan negatif (Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Ion lainnya yang ditemukan dalam air irigasi, yaitu K<sup>+</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (Grattan, 2002).

Untuk mengukur salinitas air dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan ukuran dari parameter daya hantar listrik (DHL) dan atau residu terlarut. DHL adalah kemampuan atau ketidakmampuan suatu substansi mengalirkan aliran listrik. Pada umumnya nilai parameter DHL digunakan sebagai suatu indikator yang dipercaya untuk menentukan derajat salinitas dari sampel air. Walaupun nilai DHL tidak dapat mengidentifikasi jenis garam spesifik (Carson, 2012).

Nilai parameter DHL dan residu terlarut merupakan ekuivalen. Berdasarkan hasil analisis kualitas air limbah dari outlet IPAL domestik dan IPAL beberapa jenis industri, ternyata beberapa di antaranya memenuhi kriteria sebagai air irigasi, yaitu limbah cair domestik, industri pupuk buatan, industri kertas, industri pengolahan susu bubuk, industri makanan, industri minuman ringan, dan industri gula tebu (Gambar 1). Akan tetapi kualitas air limbah industri pengolahan susu (produk susu cair) dan industri tekstil nilai parameter DHL-nya memiliki nilai > 3.000 µmhos/cm (Ayers and Westcot, 1985) (Gambar 1). Kriteria lain tentang batas nilai DHL untuk kategori aman dengan tanah yang dapat menyerap air dan pelepasan garam secara moderat dengan nilai DHL antara 750 - 2250 µmhos/cm (Mahida, 1981). Demikian juga dengan kadar residu terlarut yang melebihi batas maksimal menurut kriteria FAO > 2.000 mg/L (Ayers and

Westcot, 1985) (Gambar 2). Kedua jenis air limbah tersebut jika digunakan sebagai air baku air pertanian, maka bagi tanamannya akan berisiko berat.

Air limbah dari efluen IPAL industri pengolahan susu cair, kalau dilihat dari bahan bakunya yang utama adalah susu sapi murni. Pada umumnya rasa susu terasa sedikit manis dan asin gurih yang disebabkan adanya kandungan gula laktosa dan garam mineral di dalam susu. Kualitas susu sapi segar mengandung garam-garaman sebesar 0,65 % (Dwidjoseputro, 1994) dan memiliki nilai pH antara 6,51-6,66 serta DHL 5.930-6.330  $\mu\text{mhos/cm}$  (Raimondo et al., 2009). Dengan demikian berdasarkan hasil pengukuran air limbahnya ternyata parameter angka DHL dan residu terlarutnya nilainya tinggi, dikarenakan salah satu bahan baku utama dari industri ini adalah susu yang memiliki potensi hal tersebut.

Demikian juga industri tekstil, salah satu proses produksi yang berpotensi menghasilkan limbah cair dan mengandung komponen garam adalah proses pencelupan. Klasifikasi utama bahan celup yang digunakan dalam proses tekstil finishing ini adalah zat warna asam, zat warna azo, zat warna basa, zat warna direct, zat warna dispers, zat warna mordant, zat warna reaktif, zat warna solven, zat warna sulfur, zat warna vat, zat warna kompleks logam (Allians Organic LLP, 2010). Beberapa jenis bahan kimia lain dalam proses dyeing yang ditambahkan adalah surfaktan, asam basa, dan garam (Cahayaputri et al., 2010). Dalam prakteknya di lapangan, umumnya zat warna tekstil tidak digolongkan berdasarkan struktur

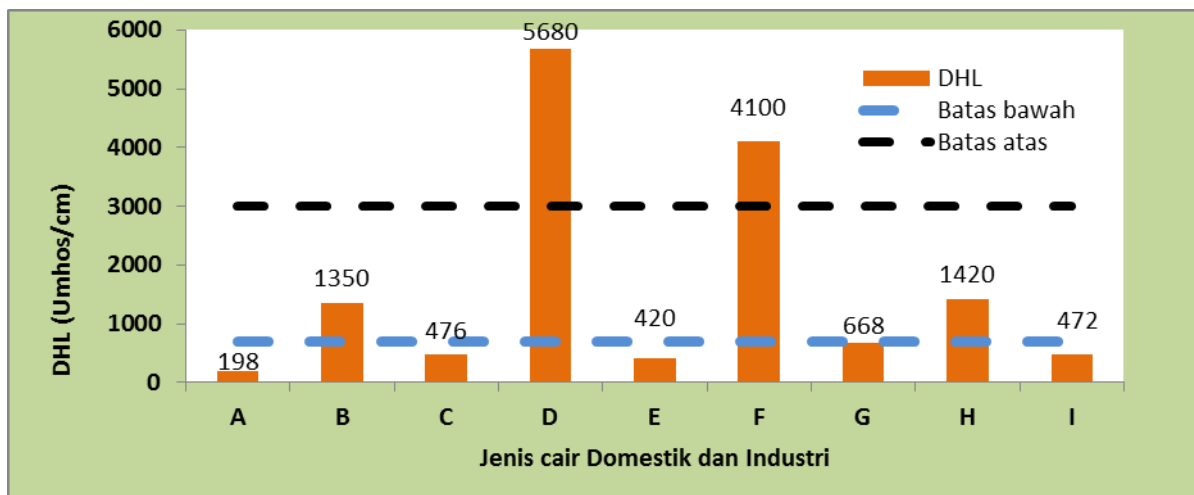
kimianya, melainkan berdasarkan sifat-sifat pencelupan dan cara penggunaannya. Berikut ini adalah di antara zat-zat warna celup yang merupakan senyawa garam, yaitu:

**a. Zat warna asam**

Zat warna ini merupakan garam natrium (amonium-kurang sering) dari asam organik seperti asam sulfonat, asam karboksilat atau asam fenolat. Zat warna asam ini larut dalam air dan memiliki daya tembus (afinitas) terhadap serat-serat ampoter, seperti serat-serat protein atau poliamida. Saat pencelupan, terjadi ikatan ion antara kation pada serat dan anion dari bahan celup. Asam ditambahkan untuk meningkatkan jumlah kelompok-kelompok amino yang berproton dalam serat (Allians Organic LLP, 2010).

**b. Zat warna basa**

Zat warna ini umumnya merupakan garam-garam khlorida atau oksalat dari basa-basa organik, misalnya basa amonium, oksonium dan sering pula merupakan garam rangkap dengan seng khlorida. Oleh karena khromofor dari zat warna ini terdapat pada kationnya maka zat warna ini kadang-kadang juga disebut zat warna kation. Warna-warnanya cerah tetapi tahan luntur warnanya kurang baik. Zat warna ini mempunyai daya tembus langsung terhadap serat-serat protein. Beberapa zat warna basa yang telah dikembangkan dapat juga dipergunakan untuk mewarnai serat poliakrilat. Pada serat tersebut zat warna basa memiliki tahan luntur dan tahan sinar yang lebih baik.



Keterangan:

- A. Limbah cair domestik
- B. Industri pupuk buatan
- C. Industri kertas
- D. Industri Pengolahan susu (prod. susu bubuk)
- E. Industri Pengolahan susu (prod. susu cair)
- F. Industri Tekstil
- G. Industri makanan
- H. Industri minuman ringan
- I. Industri gula tebu

**Gambar 1** Kisaran nilai daya hantar listrik (DHL) limbah cair domestik dan beberapa jenis industri setelah diolah dalam suatu instalasi pengolahan air limbah (IPAL)

**c. Zat warna direk**

Zat warna ini menyerupai zat warna asam, yakni merupakan garam natrium dari asam sulfonat dan hampir seluruhnya merupakan senyawa-senyawa azo. Zat warna ini mempunyai daya tembus langsung terhadap serat-serat selulosa, kadang-kadang disebut zat warna substansif. Meskipun zat warna ini dapat dipergunakan untuk mewarnai serat-serat protein tetapi jarang dipergunakan untuk maksud tersebut. Golongan zat warna ini memiliki macam-macam warna yang cukup banyak dan tahan luntur, tetapi warnanya kurang baik.

**d. Zat warna bejana**

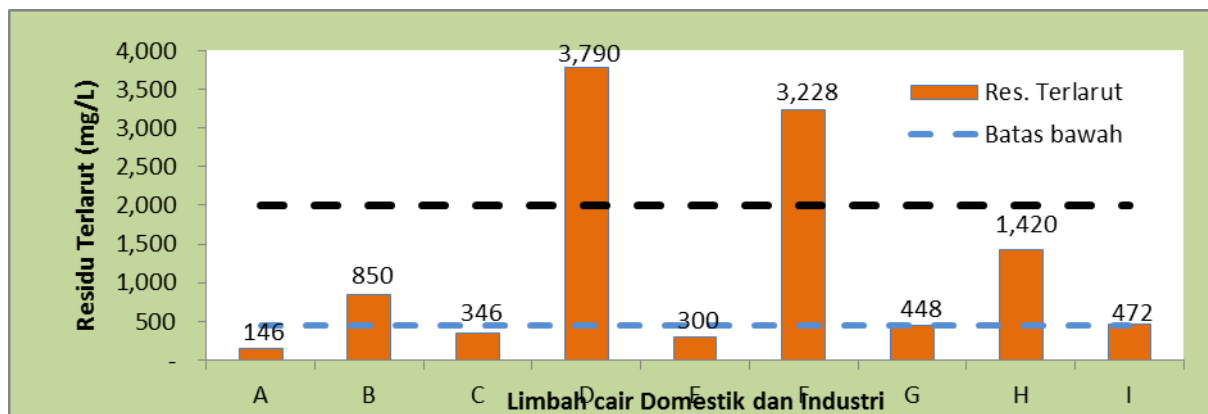
Zat warna ini tidak larut dalam air tetapi dapat dirubah menjadi senyawa leuco yang larut dengan penambahan senyawa reduktor natrium hidrosulfit dan natrium hidroksida. Serat-serat selulosa mempunyai daya serap terhadap senyawa leuco tersebut, yang setelah diserap oleh serat dapat dirubah menjadi bentuk pigmen yang tidak larut lagi dalam air dengan menggunakan senyawa oksidator. Untuk mempermudah cara pemakaiannya zat warna ini telah dikembangkan menjadi zat warna bejana yang larut dengan cara mengubah strukturnya menjadi garam natrium dari ester asam sulfat. Zat warna yang larut ini dapat dikembalikan ke dalam struktur aslinya di dalam serat dengan cara oksidasi dalam suasana asam.

Berbeda dengan hasil pengujian kualitas air limbah sebelumnya, kualitas air limbah efluen IPAL industri pupuk buatan dan industri minuman, ternyata nilai DHL-nya berada di antara 700-300  $\mu$ mhos/cm (Gambar 1) dan kadar residu terlarutnya antara 450-2.000 mg/L (Gambar 2). Dengan nilai DHL dan kadar residu terlarut untuk

dua jenis air limbah tersebut, menurut kriteria FAO (Ayers and Westcot, 1985) penggunaan air limbah tersebut sebagai air baku air pertanian hanya sebagai risiko ringan bagi tanaman. Untuk lima jenis air limbah dari efluen IPAL berikut, yaitu air limbah domestik, industri kertas, industri pengolahan susu (produk susu bubuk), industri makanan, dan industri gula tebu, berdasarkan hasil pengujian kualitasnya, ternyata nilai DHL < 700  $\mu$ mhos/cm (Gambar 1) dan kadar residu terlarut < 450 mg/L (Gambar 2). Dengan demikian ke-lima jenis air limbah tersebut telah memenuhi kriteria FAO (Ayers and Westcot, 1985) dan tidak menyebabkan risiko bagi tanaman pertanian.

**2 Toksisitas ion spesifik**

Ion spesifik yang dimaksud adalah ion natrium (Na<sup>+</sup>), klorida (Cl<sup>-</sup>), atau boron (B<sup>+</sup>) yang berasal dari tanah atau air. Permasalahan toksisitas terjadi, jika ion-ion yang terkandung dalam tanah atau air tersebut terserap oleh tanaman dan terakumulasi hingga mencapai konsentrasi tinggi. Akibatnya dapat menyebabkan kerusakan tanaman atau penurunan hasil panen. Tingkat kerusakan pada yang terjadi pada tanaman, tergantung dari penyerapan yang terjadi dan sensitivitas tanaman itu sendiri. Tingkat kerusakan yang sering terjadi akibat konsentrasi ion rendah, biasanya akan terlihat pada jenis tanaman sensitif. Kerusakan yang terjadi biasanya pertama-tama ditandai dengan bagian pinggiran daun terbakar dan terjadi klorosis pada *intervein* daun. Jika akumulasi ion tersebut cukup tinggi, akan menyebabkan penurunan hasil panen. Hampir semua bagian tanaman akan mengalami kerusakan atau mati, jika konsentrasi ion tersebut cukup tinggi (Ayers and Westcot, 1985).



**Keterangan :**

- A. Limbah cair domestik
- B. Industri pupuk buatan
- C. Industri kertas
- D. Industri Pengolahan susu (produk susu bubuk)
- E. Industri Pengolahan susu (produk susu cair)
- F. Industri Tekstil
- G. Industri makanan
- H. Industri minuman
- I. Industri gula tebu

**Gambar 2** Kisaran kadar residu terlarut limbah cair domestik dan beberapa jenis industri setelah diolah dalam suatu instalasi pengolahan air limbah (IPAL)

Kejadian toksisitas dapat terjadi ketika konsentrasi ion rendah yang beriringan dengan suatu nilai salinitas tertentu atau berkaitan dengan permasalahan infiltrasi air. Kerusakan terjadi ketika potensi ion toksik terabsorpsi sejumlah tertentu secara signifikan melalui media air oleh akar tanaman. Ion-ion yang terabsorpsi dibawa ke daun dan terakumulasi selama proses transpirasi. Akumulasi ion dapat mencapai kadar tertinggi di daun, seiring dengan proses kehilangan air yang tinggi pula yang terjadi sekitar ujung dan pinggiran daun. Akumulasi ion toksik tersebut ditentukan oleh waktu dan jika diperhatikan secara visual sering terlihat lambat. Tingkat kerusakan tanaman oleh ion spesifik tersebut tergantung dari faktor waktu pemaparan, konsentrasi ion toksik, sensitivitas tanaman, dan volume air yang tertanspirasi oleh tanaman. Toksisitas dapat terjadi secara langsung akibat penyerapan langsung ion toksik melalui daun basah, ketika penyiraman menggunakan sprinkler. Ion natrium dan klorida dapat terabsorpsi melalui daun tersebut (Ayers and Westcot, 1985).

**a Boron (B)**

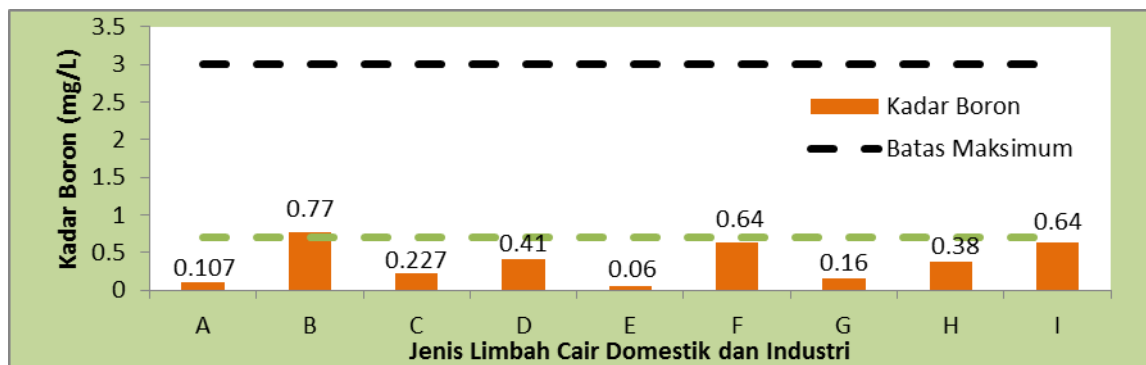
Mineral boron (B) penting bagi pertumbuhan normal semua tanaman, tetapi jumlah yang dibutuhkan kecil sekali. Boron sangat beracun bagi beberapa tanaman tertentu dan kadarnya membahayakan tanaman yang peka, kira-kira sama jumlahnya dengan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan normal dari tanaman yang sangat toleran (Mahida, 1981).

Kebanyakan air limbah domestik cenderung tidak memiliki kadar boron yang membahayakan (Mahida, 1981). Berdasarkan hasil analisis kualitas air limbah dari efluen IPAL domestik, kadar boron (B) yang terukur sebesar < 0,7 mg/L. Dengan demikian air limbah dari efluen IPAL domestik

telah memenuhi kriteria FAO dan tidak menyebabkan risiko bagi tanaman pertanian. Kondisi yang sama diperlihatkan juga oleh kualitas air limbah industri kertas, industri pengolahan susu (produk susu cair), industri pengolahan susu (produk susu bubuk), industri tekstil, industri makanan, industri minuman ringan, dan industri gula tebu (Gambar 3). Kekecualian, adalah air limbah industri pupuk buatan berisiko ringan bagi tanaman, karena kadar boron antara 0,7-3,0 mg/L (Ayers and Westcot, 1985) (Gambar 3). Kriteria lain tentang batas kadar boron dalam air irigasi untuk tanaman, dikategorikan kelas air baik adalah memiliki kadar boron antara 0,67-1,00 mg/L (United States Department of Agriculture, 1948).

**b Klorida (Cl)**

Jumlah klorida yang berlebihan terbukti dapat langsung meracuni tanaman buah-buahan yang ditandai dengan kekeringan pada daun (Mahida, 1981). Hasil penelitian memperlihatkan bahwa meskipun klorida cenderung terakumulasi dalam tanah dengan air irigasi air limbah, tetapi klorida dapat terlepas dengan mudah (Steel and Berg, 1954 dalam Mahida, 1985). Berdasarkan hasil analisis kualitas airnya, air limbah dari efluen IPAL domestik, industri kertas, industri pengolahan susu (produk susu cair), industri pengolahan susu (produk susu bubuk), industri tekstil, industri makanan, industri minuman ringan, dan industri gula tebu, kadar klorida (Cl) < 4 mg/L (Gambar 4). Dengan demikian kedelapan jenis air limbah tersebut telah memenuhi kriteria FAO (1985) dan tidak menyebabkan risiko bagi tanaman pertanian. Sebagai kekecualian, adalah air limbah industri pupuk buatan berisiko ringan bagi tanaman, karena kadar klorida antara 142-335 mg/L (Gambar 4).

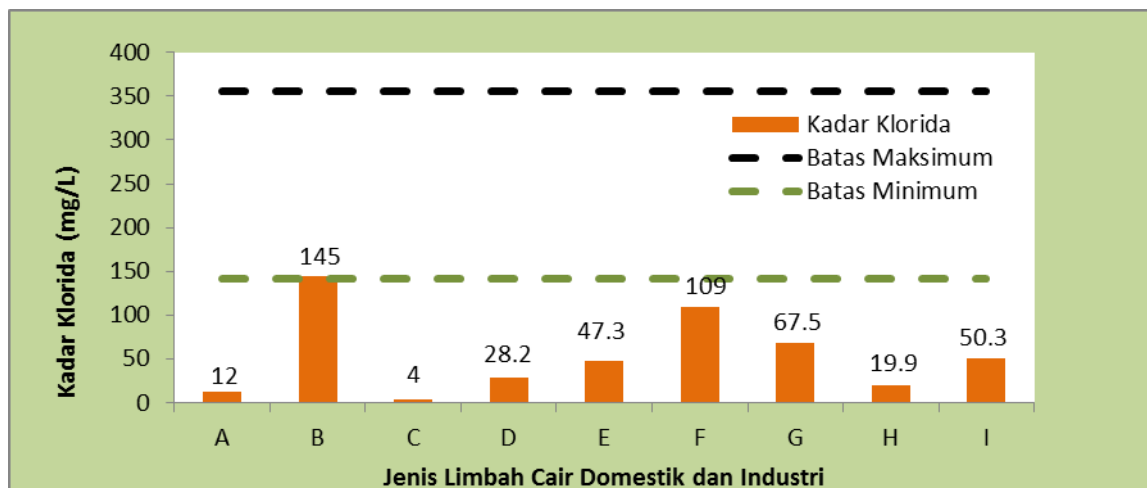


Keterangan :

- A. Limbah cair domestik
- B. Industri pupuk buatan
- C. Industri kertas
- D. Industri Pengolahan susu (produk susu bubuk)
- E. Industri Pengolahan susu (produk susu cair)
- F. Industri Tekstil
- G. Industri makanan
- H. Industri minuman
- I. Industri gula tebu

**Gambar 3** Kisaran kadar boron (B<sup>+</sup>) limbah cair domestik dan beberapa jenis industri setelah diolah dalam suatu instalasi pengolahan air limbah (IPAL)





Keterangan :

- |                          |   |                       |
|--------------------------|---|-----------------------|
| A. Limbah cair domestik  | D. Industri Pengolahan susu (produk susu bubuk) | G. Industri makanan   |
| B. Industri pupuk buatan | E. Industri Pengolahan susu (produk susu cair)  | H. Industri minuman   |
| C. Industri kertas       | F. Industri Tekstil                             | I. Industri gula tebu |

**Gambar 4** Kisaran kadar klorida (Cl<sup>-</sup>) limbah cair domestik dan beberapa jenis industri setelah diolah dalam suatu instalasi pengolahan air limbah (IPAL)

### 3 Laju infiltrasi air

Permasalahan infiltrasi air terjadi jika air irigasi tidak cukup cepat masuk ke dalam tanah pada suatu siklus irigasi normal untuk mengisi tanah dengan air yang dibutuhkan oleh tanaman sebelum irigasi lanjutan. Penurunan laju infiltrasi, jika dikarenakan oleh kualitas air yang digunakan, umumnya menjadi masalah pada beberapa sentimeter di bagian atas tanah, tetapi kadang-kadang juga terjadi lebih dalam lagi. Adapun hasil akhirnya adalah penurunan kebutuhan air untuk tanaman. Hal ini mirip dengan penurunan akibat salinitas, tetapi hal ini untuk suatu alasan yang berbeda. Persoalan infiltrasi air adalah menurunnya kuantitas air ke tanah untuk kemudian digunakan oleh tanaman, sementara faktor salinitas dapat menurunkan keberadaan air cadangan dalam tanah (Ayers and Westcot, 1985).

Infiltrasi berhubungan dengan masuknya air ke dalam tanah. Laju pada saat mana air masuk tersebut ditetapkan sebagai laju infiltrasi. Kata permeabilitas digunakan sebagai istilah dalam edisi sebelum Irrigation and Drainage Paper 29 (1976), lebih mengoreksi berkaitan dengan perkolasi infiltrasi air ke dalam tanah. Selanjutnya dikarenakan permasalahan kualitas air adalah salah satu yang utama berkaitan dengan masuknya air dan bergerak melalui bagian atas tanah beberapa sentimeter. Oleh karenanya lebih tepat menggunakan istilah permasalahan infiltrasi dibandingkan dengan istilah permasalahan permeabilitas. Suatu laju infiltrasi dikatakan rendah adalah 33 mm/jam dan di atas 12 mm/jam dikatakan relatif tinggi. Kondisi tersebut dapat

dipengaruhi oleh banyak faktor tidak hanya kualitas air, termasuk karakteristik fisik tanah, seperti tekstur tanah dan jenis mineral, serta karakteristik kimiawi termasuk kation yang dapat bertukaran.

Dari hasil penelitian sebelumnya mengatakan bahwa permasalahan infiltrasi sebagai hubungan langsung terhadap perubahan yang tidak diinginkan dalam aspek kimia tanah yang disebabkan oleh kualitas air irigasi yang diterapkan. Dari permasalahan tersebut yang menjadi perhatian adalah dua faktor, yaitu nilai daya hantar listik dan SAR (*Sodium Adsorption Ratio*), seperti Gambar 5 (Ayers and Westcot, 1985). Berdasarkan kurva dalam Gambar 5 tersebut terdapat tiga kelompok kualitas air yang dapat mempengaruhi laju infiltrasi air ke tanah, yaitu kategori tidak mempengaruhi laju infiltrasi, mempengaruhi laju infiltrasi dengan tingkatan ringan hingga sedang, dan mempengaruhi laju infiltrasi dengan tingkatan berat. Adanya kondisi yang mempengaruhi laju infiltrasi air ke tanah tersebut, hal ini secara tidak langsung akan mempengaruhi terhadap pertumbuhan tanaman.

Dengan memperhatikan faktor nilai daya hantar listrik dan SAR, terhadap sembilan jenis limbah cairnya, kemudian diplotkan pada grafik hubungan relatif terhadap laju infiltrasi air (Rhoades, 1977; Oster and Schroer, 1979 dalam Ayers and Westcot, 1985), diperoleh tiga kelompok limbah cair terkait efeknya terhadap penurunan laju infiltrasi air (Gambar 5). Kelompok pertama, yaitu kategori limbah cair yang tidak menyebabkan efek terhadap penurunan laju infiltrasi air, meliputi



limbah cair industri pupuk buatan dan industri pengolahan susu dengan produk susu bubuk. Kelompok kedua, kategori limbah cair yang menyebabkan efek penurunan laju infiltrasi air ringan hingga sedang, yaitu limbah cair domestik. Kelompok ketiga, kategori limbah cair yang dapat menghasilkan efek laju infiltrasi yang berat, yaitu limbah cair industri tekstil, limbah cair industri kertas, industri pengolahan susu (produk susu cair), industri makanan, industri minuman, dan industri gula tebu.

#### 4 Masalah lainnya

Beberapa permasalahan lain terkait dengan kualitas air untuk irigasi, di antaranya a. kelebihan nitrogen, b. Nilai pH yang tidak normal, c. tingginya kadar logam, seperti besi, mangan, seng.

##### a Kelebihan nitrogen

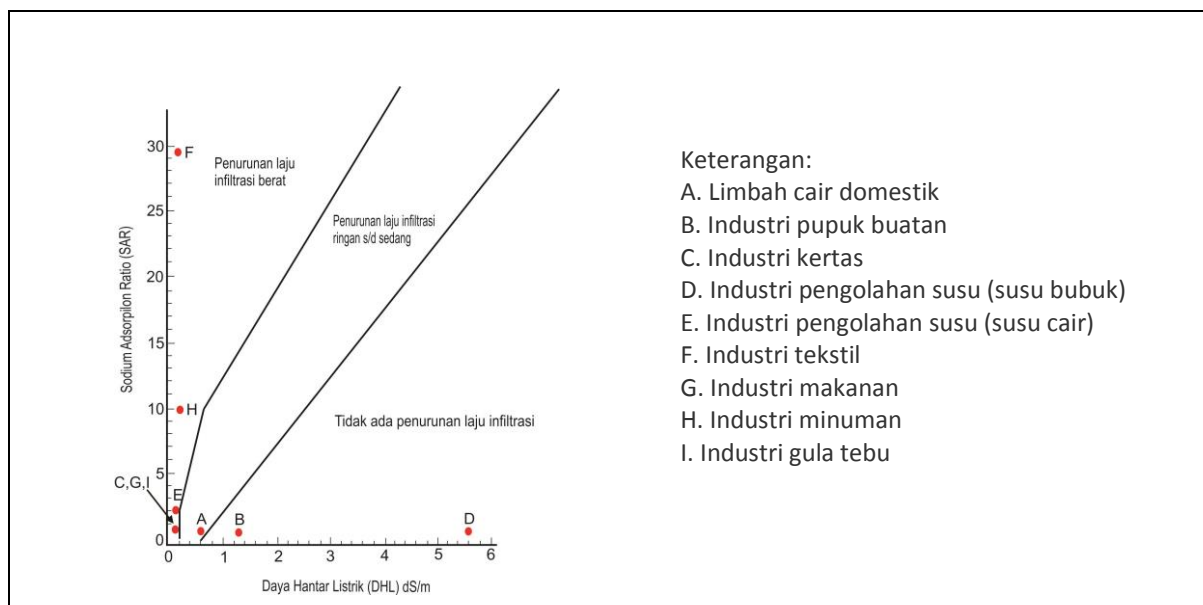
Nitrogen merupakan salah unsur nutrisi bagi tanaman yang dapat menstimulasi pertumbuhan tanaman. Nitrogen tanah alami atau pupuk yang ditambahkan merupakan sumber nitrogen yang selalu disediakan. Demikian juga dengan sumber nitrogen yang berasal dari air irigasi memiliki kesamaan pengaruhnya seperti halnya upaya pemupukan nitrogen ke tanah. Jika berlebihan kadarnya, maka akan menjadi persoalan, seperti halnya berlebihannya pupuk. Akibatnya produksi beberapa tanaman terganggu, karena stimulasi pertumbuhan berlebih terhadap bagian vegetatif, kematangan tanaman tertunda, atau kualitasnya yang jelek (Ayers and Westcot, 1985).

Bentuk senyawa nitrogen yang paling banyak ditemukan adalah nitrat dan amonium,

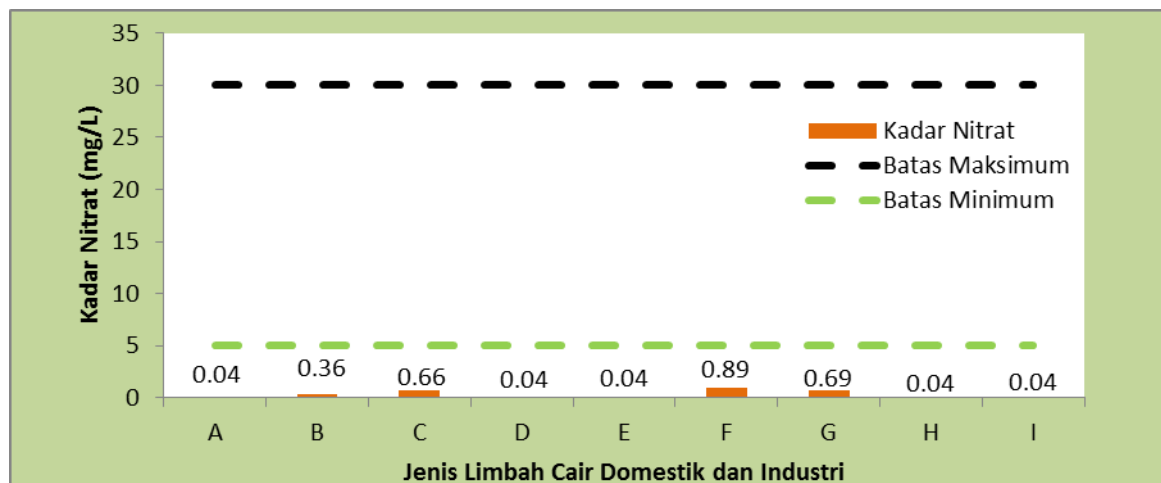
akan tetapi nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) paling sering tersedia dalam air irigasi. Pada umumnya konsentrasi nitrat pada air permukaan dan air tanah kurang dari 5 mg/L. Dikarenakan senyawa nitrogen selalu ditemukan dalam berbagai macam air baku, direkomendasikan kadar nitrogen untuk semua air irigasi sebaiknya dipantau.

Berdasarkan hasil pengukuran dari sembilan air limbah, ternyata semuanya memiliki karakteristik kadar nitrat di bawah 5 mg/L (Gambar 6). Beberapa kasus ditemukan kadar nitrat dari air limbah dari industri pengolahan makanan dan air limbah domestik memiliki nilai nitrogen yang cukup tinggi sekitar 10-50 mg/L (catatan 1 mg/L  $\text{NO}_3^-$  setara dengan 1 Kg N/1000  $\text{m}^3$  air) (Ayers and Westcot, 1985). Akan pada kasus ini, dari kesembilan air limbah hasil pengolahan tersebut berpotensi dapat dimanfaatkan sebagai air irigasi.

Seperti dalam Gambar 6, batas bawah kriteria air irigasi adalah 5 mg/L. Hal ini dikarenakan kelompok tanaman budidaya yang sensitif akan terpengaruhi oleh konsentrasi nitrogen di atas 5 mg/L. Akan tetapi pada umumnya tanaman budidaya relatif tidak terpengaruhi oleh nitrogen hingga konsentrasi 30 mg/L. Sensitivitas tanaman budidaya terhadap nitrogen bervariasi sesuai dengan fase pertumbuhannya. Kadar nitrogen tinggi menguntungkan pada selama fase awal pertumbuhan. Akan tetapi pada fase bunga dan buah dengan kadar nitrogen tinggi akan menyebabkan penurunan hasil (Ayers and Westcot, 1985).



**Gambar 5** Grafik hubungan relatif laju air yang dipengaruhi oleh parameter DHL dan SAR (Diadopsi dari Rhoades, 1977; Oster and Schroer, 1979 dalam Ayers and Westcot, 1985)



Keterangan:

- |                          |   |                       |
|--------------------------|---|-----------------------|
| A. Limbah cair domestik  | D. Industri Pengolahan susu (produk susu bubuk) | G. Industri makanan   |
| B. Industri pupuk buatan | E. Industri Pengolahan susu (produk susu cair)  | H. Industri minuman   |
| C. Industri kertas       | F. Industri Tekstil                             | I. Industri gula tebu |

**Gambar 6** Kisaran kadar nitrat limbah cair domestik dan beberapa jenis industri setelah diolah dalam suatu instalasi pengolahan air limbah (IPAL)

b Nilai pH (derajat keasaman)

Nilai pH adalah indikator derajat asam atau basa air. Kegunaan utama dari parameter pH dalam analisis kualitas air adalah mendeteksi ketidaknormalan air. Nilai pH air normal berkisar antara 6,5 - 8,4. Suatu nilai pH air irigasi di luar rentang tersebut merupakan pertanda, bahwa air baku tersebut perlu dievaluasi. Nilai pH air irigasi berada di luar rentang 6,5 - 8,4 dapat menyebabkan ketidakseimbangan nutrisi bagi tanaman atau mengandung ion toksik (Ayers and Westcot, 1985). Berdasarkan hasil pengukuran terhadap sembilan air limbah, ternyata semuanya memiliki nilai pH di antara 6,5 - 8,4, kecuali air limbah dari industri pupuk buatan yang mencapai nilai 9,1 (Gambar 7). Dengan demikian semua air limbah tersebut berpotensi dapat dijadikan air irigasi, kecuali air limbah dari industri pupuk buatan yang perlu perlakuan khusus.

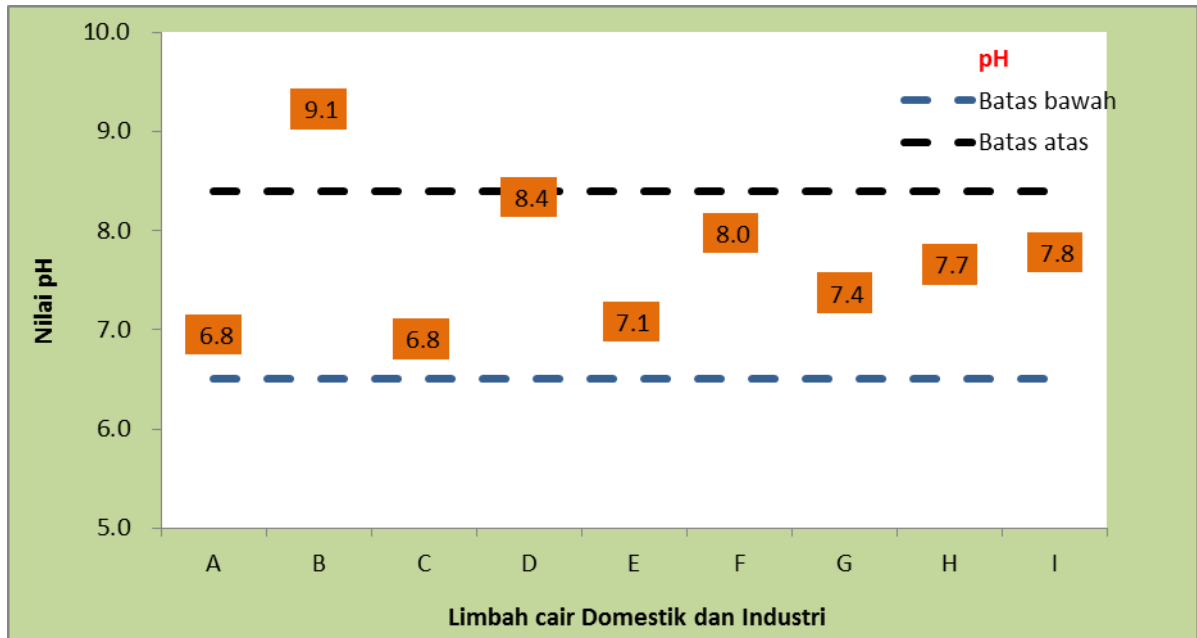
c Kadar besi, mangan dan seng

Berdasarkan pengategorian unsur-unsur yang diperlukan oleh tanaman, unsur besi dan mangan termasuk ke dalam unsur mikro elemen. Walaupun kadarnya diperlukan sedikit, tetapi dengan tidak adanya unsur mikro tersebut, tanaman akan mengalami pertumbuhan yang tidak optimal. Unsur besi meskipun tidak menjadi konstituen dari klorofil, namun sangat diperlukan oleh tanaman guna pembentukan klorofil. Kekurangan besi dalam bentuk ion-ion  $Fe^{2+}$  segera menimbulkan klorosis. Lembaran daun menjadi kuning atau pucat, sedangkan urat-urat daun tetap berwarna hijau. Unsur Besi memegang peranan sebagai ko-enzim di dalam proses pernafasan daun, merupakan bagian dari enzim-enzim dalam

mendukung pertumbuhan tanaman (Dwidjoseputro, 1990).

Demikian juga unsur mangan (Mn) sebagai mikro elemen yang mengaktifkan beberapa enzim yang mendukung pertumbuhan tanaman secara normal, seperti dehidrogenase, karboksilase. Kekurangan unsur mangan, efeknya seperti kekurangan besi, yaitu klorosis. Unsur seng (Zn) merupakan unsur mikro elemen yang penting dalam mengaktifkan beberapa enzim, diperlukan dalam pembentukan asam indol asetat. Kekurangan Zn mengakibatkan ujung akar kerdil dan akhirnya menghambat pertumbuhan tanaman seluruhnya (Dwidjoseputro, 1990). Berdasarkan hasil pengukuran terhadap sembilan jenis air limbah, ternyata kadar besi, mangan dan seng di bawah kadar maksimum yang direkomendasikan oleh FAO (Gambar 8, 9 dan 10). Dengan demikian semua air limbah tersebut berpotensi dapat dijadikan air irigasi.

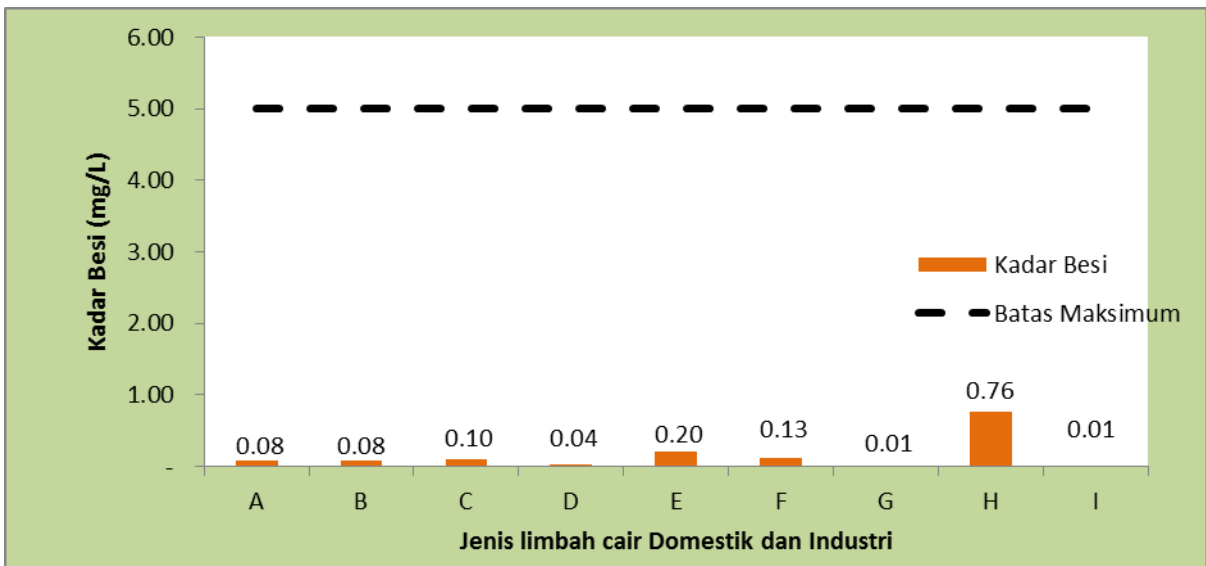
Dari uraian pembahasan di atas tentang potensi daur ulang air limbah dari berbagai kegiatan industri dan domestik yang bersumber dari efluen IPAL masing-masing, yang direkomendasikan karena memenuhi kriteria dari FAO adalah air limbah domestik, industri kertas, industri pengolahan susu dengan produk susu cair, industri pengolahan makanan, dan industri gula. Kemudian jenis-jenis air limbah yang tidak direkomendasi, karena tidak memenuhi kriteria FAO adalah air limbah industri pupuk buatan, industri pengolahan susu dengan produk susu bubuk, industri tekstil, dan industri minuman ringan (Tabel 1).



Keterangan:

- |                          |   |                       |
|--------------------------|---|-----------------------|
| A. Limbah cair domestik  | D. Industri Pengolahan susu (produk susu bubuk) | G. Industri makanan   |
| B. Industri pupuk buatan | E. Industri Pengolahan susu (produk susu cair)  | H. Industri minuman   |
| C. Industri kertas       | F. Industri Tekstil                             | I. Industri gula tebu |

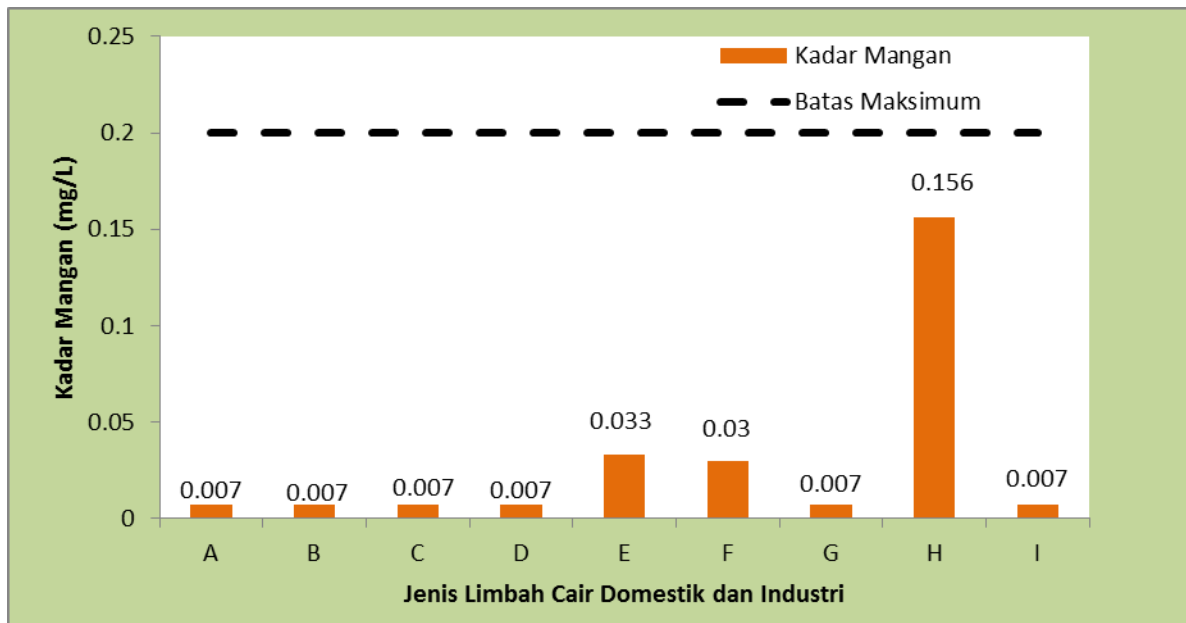
**Gambar 7** Kisaran nilai pH limbah cair domestik dan beberapa jenis industri setelah diolah dalam suatu instalasi pengolahan air limbah (IPAL)



Keterangan:

- |                          |   |                       |
|--------------------------|---|-----------------------|
| A. Limbah cair domestik  | D. Industri Pengolahan susu (produk susu bubuk) | G. Industri makanan   |
| B. Industri pupuk buatan | E. Industri Pengolahan susu (produk susu cair)  | H. Industri minuman   |
| C. Industri kertas       | F. Industri Tekstil                             | I. Industri gula tebu |

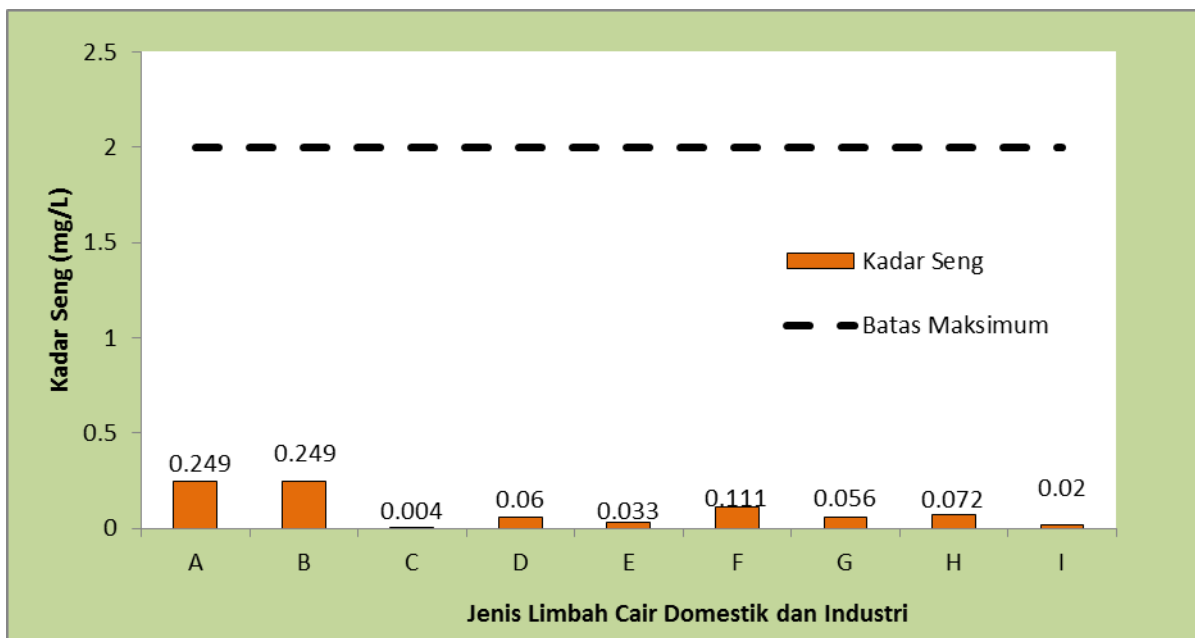
**Gambar 8** Kisaran kadar Besi (Fe) limbah cair domestik dan beberapa jenis industri setelah diolah dalam suatu instalasi pengolahan air limbah (IPAL)



Keterangan :

- |                          |   |                       |
|--------------------------|---|-----------------------|
| A. Limbah cair domestik  | D. Industri Pengolahan susu (produk susu bubuk) | G. Industri makanan   |
| B. Industri pupuk buatan | E. Industri Pengolahan susu (produk susu cair)  | H. Industri minuman   |
| C. Industri kertas       | F. Industri Tekstil                             | I. Industri gula tebu |

**Gambar 9** Kisaran kadar mangan (Mn) limbah cair domestik dan beberapa jenis industri setelah diolah dalam suatu instalasi pengolahan air limbah (IPAL)



Keterangan :

- |                          |   |                       |
|--------------------------|---|-----------------------|
| A. Limbah cair domestik  | D. Industri Pengolahan susu (produk susu bubuk) | G. Industri makanan   |
| B. Industri pupuk buatan | E. Industri Pengolahan susu (produk susu cair)  | H. Industri minuman   |
| C. Industri kertas       | F. Industri Tekstil                             | I. Industri gula tebu |

**Gambar 10** Kisaran kadar seng (Zn) limbah cair domestik dan beberapa jenis industri setelah diolah dalam suatu instalasi pengolahan air limbah (IPAL)

**Tabel 1** Potensi kualitas air beberapa jenis air limbah dari efluen IPAL untuk didaur ulang sebagai air baku pertanian padi sawah

Paramater	Satuan	Air Limbah									
		Dome stik (Peru mnas)	Dome stik (Kesen den)	Pupuk Buatan	Kertas	Susu Bubuk	Susu Cair	Tekstil	Makanan	Minuman Ringan	Gula
pH	-	M	M	TM	M	M	M	M	M	M	M
DHL	$\mu\text{mhos/cm}$	TB	TB	RS	TB	RB	TB	RB	TB	RS	TB
Res. Terlarut	mg/L	TB	TB	RS	TB	RB	TB	RB	TB	RS	TB
Besi	mg/L	M	M	M	M	M	M	RB	M	M	M
Mangan	mg/L	M	M	M	M	M	M	RB	M	M	M
Seng	mg/L	M	M	M	M	M	M	RB	M	M	M
Boron	mg/L	TB	TB	RS	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB
Klorida	mg/L	TB	TB	RS	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB
Nitrat	mg/L	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB
RSC		TB	TB	TB	TB	RB	RS	RB	RS	RB	TB
SAR		TB	TB	TB	TB	TB	RS	RB	TB	RB	TB
<b>Rekomen dasi</b>		<b>M</b>	<b>M</b>	<b>TM</b>	<b>M</b>	<b>TM</b>	<b>M</b>	<b>TM</b>	<b>M</b>	<b>TM</b>	<b>M</b>

Keterangan : M = Memenuhi, TB = Tidak Berisiko, RS = Ringan-Sedang, RB = Risiko Berat

## KESIMPULAN

Kualitas air limbah domestik dari efluen IPAL-nya telah **memenuhi** persyaratan untuk irigasi tanaman padi sawah, karena memiliki nilai daya hantar listrik (DHL), pH, residu terlarut (TDS), SAR, RSC, klorida, boron, dan nitrat yang termasuk kategori tidak berisiko untuk pertumbuhan tanaman begitu pula kadar logam besi, mangan dan seng masih di bawah kadar maksimum yang disarankan.

Kualitas air Limbah dari efluen IPAL beberapa jenis industri:

Kualitas air limbah industri pupuk buatan **tidak memenuhi** persyaratan karena ada beberapa parameter yang termasuk kategori berisiko ringan-sedang, yaitu DHL 1350  $\mu\text{mhos/cm}$ , TDS 850 mg/L, boron 0,77 mg/L, klorida 143 mg/L.

Kualitas air limbah industri tekstil (celup) **tidak memenuhi** persyaratan karena memiliki beberapa parameter yang termasuk kategori berisiko berat, yaitu DHL 4100  $\mu\text{mhos/cm}$ , TDS 3238 mg/L, RSC 4,22, SAR 29,6, dan krom sampai 1,21 mg/L.

Kualitas air limbah industri pengolahan susu bubuk **tidak memenuhi** persyaratan karena mengandung beberapa parameter yang termasuk kategori berisiko berat, diantaranya nilai pH 8,4;

daya hantar listrik (DHL) 5680  $\mu\text{mhos/cm}$ , kadar residu terlarut 3790 mg/L, RSC 2,56 dan SAR 26,6.

Kualitas air limbah industri makanan (biskuit) **memenuhi** persyaratan, tetapi perlu perhatian khusus terhadap parameter RSC sebesar 2,16 yang masuk pada kategori ringan sedang.

Kualitas air limbah industri kertas (tanpa katalis B3) **memenuhi** persyaratan karena semua parameter yang ada termasuk kategori tidak berisiko.

Kualitas air limbah industri pengolahan susu cair **memenuhi** persyaratan dengan catatan perlu perhatian khusus terhadap parameter SAR (3,91) dan RSC (1,65) yang masuk pada kategori ringan sedang.

Kualitas air limbah industri minuman (non-alkohol) **tidak memenuhi** persyaratan karena beberapa parameter termasuk kategori tidak berisiko sedang hingga berat, yaitu nilai daya hantar listrik (DHL) 1420  $\mu\text{mhos/cm}$ , residu terlarut 1050 mg/L, RSC 9,42; SAR 9,91.

Kualitas air limbah industri gula kualitas airnya **memenuhi** persyaratan karena semua parameter yang termasuk kategori tidak berisiko, yaitu DHL 472  $\mu\text{mhos/cm}$ , TDS 316 mg/L, besi < 0,008 mg/L, mangan < 0,007 mg/L, boron 0,64 mg/L, pH 6,8; seng 0,020 mg/L, klorida 50,3 mg/L, nitrat < 0,04 mg/L, RSC 0; dan SAR 1,16.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allians Organic LLP, 2010, *Dyestuffs, Pigments and Foods Colours*, © Alliance Organics LLP. All Rights Reserved, Developed and Managed by IndiaMART InterMESH Limited, <http://www.dyespigments.net/types-of-dyes.html>, download, 18 Juli 2013.
- Ayers, R.S., and Westcot, D.W., 1985, *Water Quality for Agriculture, FAO Irrigation and Drainage Paper 29 Rev.1*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Cahayaputri, B., Susilo, A., Pangestuti, D., Raberta B., Ridwansyah, M.N., Setiautami, A., 2010, *Pengolahan limbah pada industri tekstil*, Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, IPB, Bogor.
- Carson, C., 2012, *Interpretation of water analysis for irrigation*, Department of Agriculture, Fisheries, and Forestry, The State of Queensland, available on [www.daff.qld.gov.au](http://www.daff.qld.gov.au).
- Dwidjoseputro, D. 1994. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Dwidjoseputro, D., 1994, *Dasar - Dasar Mikrobiologi*, Penerbit Djambatan, Jakarta.
- Fitter, A. H. and Hay, R. K. M., 1991, *Fisiologi Lingkungan Tanaman*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Grattan, S. R., 2002, *Irrigation water salinity and crop production*, The Regent of University of California, Division Agriculture and natural resources, Publication 8066, San Pablo Avenue, Oakland, CA.
- Kretschmer, N., Ribbe, L., and Gaese, H. 2002, *Wastewater Reuse for Agriculture*, Technology Resources Management & Development- Scientific Contributor for Sustainable Development Vol. 2.
- Mahida, 1981, *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*, terjemahan dari *Water Pollution and Disposal on Land* (G.A. Ticoalu), Penerbit Rajawali Press, Jakarta.
- Mara, D. dan Cairncross, S., 1989, *Pemanfaatan air limbah dan ekskreta : patokan untuk perlindungan kesehatan masyarakat*, Penerbit ITB-Universitas Udayana, Bandung.
- Quayle, T., 2012, *Wastewater Treatment and Water Recycling for Biomass Production in Niamey-Niger*, ACCESSanitation, ICLEI-Local Government for Sustainability-Africa.
- Raimondo, F. S., Brandespim, F. B., Prina, A. P. M., Birgel Junior, E. H., 2009, *Evaluation of the pH and electrical conductivity in milk from Jersey Cows during the first month of lactation*, Semina: Ciências Agrárias (Londrina) 2009 Vol. 30 No. 2 pp. 447-455, ISSN 1676-546X.
- Sevilla, C. G., Ochave, J. A., Punsalan, T. G., Regala, B. P., Uriarte, G.G., 1993, *Pengantar Metode Penelitian, Penerjemah Alimuddin Tuwu*, Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta.
- The Hyderabad Declaration on Wastewater Use in Agriculture, 14 November 2002, Hyderabad, India.
- The International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), 2013, Kick off meeting The project 'Water4Crops-India' (29 January 2013), Hyderabad, India.
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 7 tahun 2004, Sumber Daya Air
- United States Department of Agriculture, 1948, *The Quality of Water for Irrigation Use*, Technical Bulletin, No. 962, P. 40.
- Wahyunto, Soelaeman, Y., Sunaryo, 2003, *Fungsi Pertanian Dalam Mendaur Ulang Limbah Organik*, Balai Penelitian Tanah, Bogor. ISBN 979-9474-34-5 : 105-112.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Karya tulis ilmiah ini diramu dari laporan akhir kegiatan penelitian teknologi pemanfaatan air limbah untuk pertanian tahun 2010, Balai Lingkungan Keairan, Pusat Litbang Sumber Daya Air. Ucapan terima kasih disampaikan kepada teman-teman satu tim, yaitu Prof. (R), Ir. Nana Terangna, Dipl. EST., Sukmawati Rahayu, M. Si., Dra. Augustiza Haarcorryati (Alm), Nurhayatinah, ST., atas dukungannya sehingga tulisan ini dapat terwujud.