

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beberapa negara yang sedang berkembang termasuk Indonesia, isu kualitas lingkungan menjadi permasalahan nasional yang perlu dicari jalan pemecahannya. Kualitas lingkungan yang menurun di suatu negara akan sangat berpengaruh terhadap pertanian, peternakan dan perikanan. Selain itu, kualitas kesehatan penduduk yang tinggal di daerah lingkungan yang tercemar akan menjadi buruk. Salah satu penyebab penurunan kualitas lingkungan adalah pencemaran air, dimana air yang kita pergunakan setiap harinya tidak lepas dari pengaruh pencemaran yang diakibatkan oleh ulah manusia juga (Halang, 2004).

Pertambahan jumlah penduduk dan meningkatnya aktivitas manusia mengakibatkan bertambah pula jumlah limbah yang akan dihasilkan dan masuk ke lingkungan. Aktivitas rumah tangga seperti mandi, mencuci, memasak umumnya mengandung limbah cair dan mengandung bahan organik tinggi. Air limbah organik jika dibuang ke lingkungan dan tidak diproses menyebabkan terjadinya akumulasi senyawa organik yang tidak terdegradasi menyebabkan toksik. Kehadiran limbah organik ini dapat berdampak negatif bagi kelangsungan hidup manusia, biota perairan dan lingkungan (Apriadi, 2008).

Sumber air limbah domestik umumnya berupa bahan organik yang berasal dari kotoran (feses dan urin), sisa-sisa makanan dan detergen. Bahan pencemar utama limbah domestik yaitu nitrogen dan fosfor (Krisanti, 2003). Fosfor

merupakan bahan yang paling banyak digunakan dalam pembuatan detergen dan unsur yang menyebabkan eutrofikasi, oleh karena itu unsur tersebut harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Bentuk yang paling umum dari nitrogen dalam air limbah domestik adalah amonia, nitrit dan nitrat. Tingginya kadar senyawa tersebut merupakan indikasi adanya pencemaran bahan organik. Dampak terburuk jika makhluk hidup mengkonsumsi badan air yang masih tinggi kandungan senyawa tersebut adalah kematian (Safitri, 2009).

Air limbah yang berasal dari limbah rumah tangga (domestik) akan diolah terlebih dahulu dan masuk ke badan air. Air limbah domestik tersebut diolah dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan proses fisika dan biologi. Salah satu cara untuk mengolah limbah cair domestik yang sudah diterapkan di Indonesia yaitu dengan memanfaatkan kolam stabilisasi. Kolam stabilisasi merupakan suatu proses yang digunakan untuk dapat mengolah air limbah domestik di (IPAL) Bojongsoang. Kolam tersebut terdiri dari unit pemroses fisika dan biologi dengan luas total 85 Ha, terluas di Indonesia dan Asia Tenggara. Unit pemroses fisika berfungsi menyaring sampah-sampah berukuran besar dan kecil, serta memisahkan pasir atau kerikil. Unit pemroses biologi berfungsi utama menurunkan BOD dan COD.

Proses pengolahan air limbah domestik tersebut memiliki kendala seiring bertambahnya laju perkembangan penduduk. Kualitas air limbah domestik IPAL Bojongsoang masih di bawah standar baku mutu yang ditetapkan. Berdasarkan penelitian Mangunwardoyo, dkk., (2013) terhadap kualitas kolam IPAL Bojongsoang Bandung kandungan BOD₅ yang terdapat pada air limbah domestik pada kolam anaerob (318,50 mg/L), fakultatif (113,00 mg/L), dan maturasi

(381,00 mg/L), dapat disimpulkan bahwa kolam tersebut berstatus tercemar sedang, sehingga jika dibiarkan akan berakibat pada kehidupan biota didalamnya dan jika langsung masuk ke lingkungan akan berakibat pada tumbuhan dan manusia.

Tingginya kandungan bahan pencemar organik dapat mengakibatkan oksigen terlarut dalam perairan semakin berkurang. Oksigen dimanfaatkan oleh mikroorganisme terutama bakteri nitrifikasi untuk mendegradasi senyawa organik didalam air limbah domestik IPAL Bojongsoang Bandung. Kondisi rendahnya oksigen dalam air limbah menjadikan air limbah bersuasana anaerob (anoksik) akan berdampak pada terganggunya proses pertumbuhan dan metabolisme. Kondisi ini juga dapat membunuh sebagian besar biota akuatik serta akan menyebabkan air berbau busuk karena terbentuknya H_2S , metana atau merkaptan, oleh karena itu dibutuhkan penambahan oksigen untuk menciptakan suasana aerob dalam pengolahan air limbah tersebut. Penggunaan tumbuhan air cukup efektif digunakan untuk proses pengolahan air limbah domestik karena sistem perakaran (rhizosfer) ki apu (*P. stratiotes*) dapat menghasilkan oksigen yang dapat digunakan sebagai sumber energi untuk rangkaian proses metabolisme bagi bakteri nitrifikasi (Ulfah, 2009).

Proses nitrifikasi membutuhkan kondisi aerob. Pengoksidasian amonia menjadi nitrit dengan bantuan bakteri pengoksidasi amonia atau *Ammonium Oxidizing Bacteria* (AOB) dan pengoksidasian nitrit menjadi nitrat dengan bantuan bakteri Pengoksidasi nitrit atau *Nitrit Oxidizing Bacteria* (NOB) membutuhkan energi dan berlangsung di bawah kondisi aerobik. Konsentrasi oksigen bagi bakteri nitrifikasi merupakan faktor pembatas, sehingga suasana

aerob pada rhizosfer *P.stratiotes* tersebut yang menyebabkan bakteri dapat berinteraksi. Bahan organik yang terkandung dalam air limbah domestik akan dimanfaatkan oleh bakteri dan diubah menjadi bahan anorganik (unsur hara), unsur hara ini kemudian dimanfaatkan *P. stratiotes* untuk fotosintesis (Krisanti, 2003).

Sistem pengolahan air limbah domestik menggunakan tumbuhan air telah banyak digunakan diberbagai Negara seperti Jerman, Amerika Serikat, Australia, Inggris, Cina, India, Cekoslowakia dan Mesir. Walaupun sistem rancangannya masih bervariasi namun telah terbukti dan memperlihatkan hasil yang efektif untuk penyisihan COD, senyawa nitrogen, fosfor dan komponen lainnya (Meutia, 2000).

Firman Allah dalam surat Al-imran ayat 190 dan 191:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya : Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal, (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka.

Ayat tersebut menjelaskan segala sesuatu yang diciptakan Allah dialam ini semua bermanfaat. Manusia, hewan dan tumbuhan bahkan mikroorganisme seperti bakteri memiliki manfaat dalam keseimbangan alam. Bakteri yang secara

kasat mata tidak dapat dilihat ternyata memiliki manfaat, seperti bakteri nitrifikasi yang bermanfaat terhadap pengolahan limbah karena mampu mengubah senyawa polutan yang menyebabkan pencemaran menjadi senyawa yang tidak berbahaya bagi lingkungan terutama makhluk hidup.

Ki apu (*P. stratiotes*) sebagai tumbuhan air memiliki potensi dalam menurunkan kadar pencemar air limbah yang memiliki kadar organik tinggi (Damayanti, 2003). Potensi lainnya yaitu kemampuan mencengkeram lumpur dengan berkas-berkas akarnya dapat dimanfaatkan sebagai pembersih air yang sangat kotor. Tanaman tersebut dapat digunakan juga sebagai penyerap unsur-unsur toksis pada air limbah (Cook, 1996).

Sistem perakaran *P. stratiotes* akan menghasilkan oksigen yang dapat digunakan sebagai sumber energi untuk rangkaian proses metabolisme bagi bakteri nitrifikasi. Proses nitrifikasi membutuhkan kondisi aerob. *P. stratiotes* telah mampu berkembang dan hidup di lingkungan yang didominasi oleh air melalui adaptasi struktur dan fisiologinya. *P. stratiotes* berperan aktif memompa oksigen ke dalam sistem perairan. Hal ini dapat terjadi karena organ tumbuhan air mempunyai ruang antar sel yang membentuk lubang-lubang saluran udara untuk menyimpan oksigen bebas. Daun, batang, dan akar pada tumbuhan air dapat mentransfer oksigen dari udara, yang dibebaskan kembali ke akar atau rhizosfer dan rizoma sehingga membentuk suasana *aerob*. Pelepasan oksigen oleh akar tumbuhan menyebabkan air di sekitar rambut akar memiliki kadar oksigen yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan air yang tidak ditumbuhi tumbuhan air dalam suatu perairan, sehingga memungkinkan mikroorganisme pengurai seperti bakteri *aerob* dapat hidup (Reed dkk., 1988).

Pistia stratiotes mempunyai keunggulan seperti daya berkecambah yang tinggi, pertumbuhan cepat, tingkat absorpsi atau penyerapan unsur hara dan air yang besar, mudah ditemukan, dan daya adaptasi yang tinggi terhadap iklim. Fachrurozi, dkk., (2010) mengungkapkan bahwa biomassa *P. stratiotes* yang tinggi maka mengakibatkan suplai oksigen tinggi pula. Hasil fotosintesis yang terjadi juga dapat mensuplai kebutuhan akan oksigen yang akan digunakan untuk menguraikan bahan organik yang terdapat di dalam air limbah.

Berdasarkan uraian di atas, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kelimpahan bakteri nitrifikasi yang terdapat pada rhizosfer *P. stratiotes*. Selain itu akan dikaji hubungan antara kelimpahan bakteri nitrifikasi tersebut dengan kualitas air limbah domestik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kelimpahan bakteri nitrifikasi pada rhizosfer *P. stratiotes* yang tumbuh pada air limbah domestik di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Bojongsoang Bandung.
2. Bagaimana korelasi antara kelimpahan bakteri nitrifikasi pada rhizosfer *P. stratiotes* dengan kualitas limbah domestik di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Bojongsoang Bandung.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Untuk mengetahui kelimpahan bakteri nitrifikasi yang terdapat pada rhizosfer *P.stratiotes* di IPAL Bojongsoang Bandung.
2. Mengetahui korelasi kelimpahan bakteri nitrifikasi yang terdapat pada rhizosfer *P.stratiotes* dengan kualitas air limbah domestik di IPAL Bojongsoang Bandung.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi tentang interaksi bakteri nitrifikasi pada rhizosfer *P. stratiotes* yang ada kaitannya kualitas air limbah domestik.
2. Memberikan alternatif penggunaan *P. stratiotes* untuk pengolahan air limbah kawasan perumahan di wilayah perkotaan di Indonesia.
3. Menambah ilmu pengetahuan tentang pengolahan air limbah domestik dan cara pengolahannya secara biologi yang menggunakan aktifitas mikroorganisme dan tumbuhan air.

1.5 Kerangka pemikiran

Kebutuhan akan air semakin meningkat karena penambahan penduduk dan peningkatan pertanian dan kegiatan pertanian dan perikanan, sementara proses aktivitas manusia dengan menggunakan bahan kimia buatan menyebabkan lebih banyak kotoran sehingga air semakin tercemar, hal ini mengakibatkan ketersediaan oksigen terlarut semakin sedikit akibatnya penguraian yang terjadi secara anaerob dan menyebabkan bau busuk seperti amonia (Silalahi, 2009).

Beberapa jenis atau kelompok bakteri diketahui mampu melakukan proses perombakan sebagai agen bioremediasi untuk pengendalian kualitas air yaitu bakteri nitrifikasi. Dalam hal ini, dilakukan dengan proses nitrifikasi oleh bakteri-bakteri penitrifikasi, khususnya bakteri pengoksidasi amonia dan bakteri pengoksidasi nitrit. Bakteri-bakteri penitrifikasi mulai banyak digunakan untuk penanggulangan pencemaran pada kawasan perairan maupun sistem akuakultur (Soeparman dan Suparmin, 2002).

Menurut Lee dkk., (1999) sistem biologis mikroorganisme menggunakan limbah untuk mensintesis bahan seluler baru dan menyediakan energi untuk sintesis, sehingga padatan mikroba meningkat. Bila tidak ada substrat maka pertumbuhan akan terhenti, mikroorganisme akan mati dan lisis melepaskan nutrien dari protoplasmanya untuk digunakan oleh sel-sel yang masih hidup dalam suatu proses respirasi seluler autooksidatif (endogen) (Pranoto, 2007).

Bakteri menggunakan oksigen sebagai akseptor elektron untuk mengoksidasi senyawa organik yang ada didalam air limbah menjadi senyawa produk yang stabil. Produk-produk tersebut digunakan *P. stratiotes* sebagai bahan baku dengan sinar matahari sebagai sumber energi untuk proses metabolisme dan menghasilkan oksigen serta produk akhir lainnya. Oksigen yang dihasilkan akan digunakan oleh bakteri dan seterusnya.

Suriawiria (2003) menyatakan bahwa banyak jenis tanaman khususnya yang hidup di dalam habitat air, yang memiliki kelompok mikroba rhizosfer yang dapat dimanfaatkan untuk pengolahan air limbah. *P. stratiotes* merupakan tumbuhan air yang sering dianggap gulma oleh masyarakat. Tumbuhan tersebut sangat cepat tumbuh dan mempunyai daya adaptasi terhadap lingkungan baru.

Kemampuan mencengkeram lumpur dengan berkas-berkas akarnya kadang dimanfaatkan sebagai pembersih air sungai yang sangat kotor. Dalam industri *P.stratiotes* digunakan sebagai penyerap unsur-unsur toksis pada air limbah.

Demikian pula dikemukakan oleh Reed (2005) bahwa proses pengolahan limbah cair dalam kolam yang menggunakan tumbuhan air terjadi proses penyaringan dan penyerapan oleh akar dan batang tanaman air, proses pertukaran dan penyerapan ion. Kemampuan tanaman air untuk menyerap bahan pencemar dari air limbah tidak diragukan lagi. Berdasarkan pengamatan Brix (1994), kemampuan sejumlah *P. stratiotes* untuk menyerap senyawa nitrogen dan fosfor dari air yaitu 900 Kg/hektar/tahun menyerap nitrogen dan 40 Kg/hektar/tahun untuk menyerap fosfor.

1.6 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran maka hipotesis yang diajukan sebagai berikut :

1. Kelimpahan bakteri nitrifikasi pada rhizosfer *Pistia stratiotes* yang ditumbuhkan di IPAL Bojongsong tertinggi pada kolam maturasi.
2. Kelimpahan bakteri nitrifikasi pada rhizosfer *P. stratiotes* dengan kualitas air limbah domestik di IPAL Bojongsong memiliki korelasi terhadap bahan perubahan bahan organik.