

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor perkebunan mempunyai peranan penting dalam program pembangunan ekonomi Indonesia. Karet merupakan salah satu komoditi perkebunan Indonesia yang mampu memberikan kontribusi dalam upaya peningkatan devisa negara melalui kegiatan ekspor. Indonesia memiliki total areal perkebunan karet terluas di dunia yaitu sebesar 3,4 juta hektar (Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, 2014). Indonesia merupakan negara produsen karet alam terbesar kedua di dunia dengan produksi sebesar 3,04 juta ton dan ekspor mencapai 2,4 juta ton (Direktorat Jendral Perkebunan, 2013).

Karet merupakan salah satu komoditas perkebunan unggulan Provinsi Lampung. Perkebunan karet tersebar hampir di seluruh Kabupaten di Provinsi Lampung. Hal ini disebabkan terpenuhinya syarat tumbuh tanaman karet yaitu jenis tanah, ketinggian daratan, suhu udara, kelembaban, dan ketersediaan sinar matahari (Utomo, 2012). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung (2014), luas areal tanaman karet di Provinsi Lampung yang sudah digunakan mencapai 94.619 hektar. Produksi karet di provinsi Lampung telah mencapai 35.464 ton (2010), 44.535 ton (2011), dan 50.378 ton (2012). Setiap tahunnya terjadi peningkatan produksi karet. Provinsi Lampung sebagai salah satu sentra

produksi karet di Indonesia mampu memberikan kontribusi yang tinggi terhadap sumber pendapatan daerah. Industri pengolahan karet yang dikelola oleh PT. Perkebunan Nusantara VII (Persero) yang ada di Lampung adalah Unit Pabrik Karet Way Berulu, Unit Pabrik Karet Kedaton, Unit Pabrik Karet Tulung Buyut, Unit Pabrik Karet Pematang Kiwah.

Agroindustri karet remah (*crumb rubber*) menghasilkan limbah selama proses pengolahan. Limbah industri *crumb rubber* berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan, salah satunya adalah limbah cair. Menurut Maspanger dan Honggokusumo (2004), industri karet remah menggunakan air dalam jumlah yang cukup banyak yaitu 25-40 m³/ton karet kering. Oleh karena itu, pengelolaan limbah yang baik sangat diperlukan suatu industri. Khususnya pengelolaan limbah di industri karet remah agar dapat dicapai optimasi daya dukung lingkungan tanpa menimbulkan pencemaran.

Limbah cair industri karet remah mengandung bahan organik yang cukup tinggi. Hal ini akan mengakibatkan tingginya beban pencemaran air limbah industri karet. Bahan organik yang terkandung dalam limbah cair karet antara lain karbon, nitrogen, dan fosfor. Komponen nitrogen dalam limbah yang menyebabkan pencemaran adalah ion ammonium (NH₄⁺), ion nitrit (NO₂⁻), dan ion nitrat (NO₃⁻) (Michael, 2002). Menurut Utomo (2012), air limbah pabrik karet berbahan baku lateks kebun mengandung senyawa nitrogen sebesar 100-300 mg/L N-NH₃ dan fosfor sebesar 20 mg/L P-PO₄.

Tingginya dampak negatif yang ditimbulkan oleh limbah cair industri karet terhadap organisme yang ada diperairan mengakibatkan setiap pabrik karet harus mengolah air limbahnya sampai standar baku mutu yang telah ditetapkan. Selama ini metode pengolahan limbah cair yang sering digunakan pada industri karet antara lain pengolahan secara biologi yang menggunakan sistem kolam anaerob dan aerob dan secara fisika yaitu dengan penyaringan dan pengendapan.

Kelemahan metode biologi ini memerlukan lahan yang sangat luas. Pemanfaatan limbah cair industri karet merupakan salah satu upaya untuk menghasilkan suatu produk industri melalui sistem produksi bersih (*zero waste*). Limbah cair industri karet sangat potensial digunakan sebagai media kultivasi mikroalga untuk pengembangan biodiesel yaitu bahan bakar yang berbasis nabati.

Mikroalga dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif karena kandungan lemaknya tinggi sehingga berpotensi sebagai bahan baku penghasil energi.

Pertumbuhan mikroalga lebih cepat dari beberapa tumbuhan lain yang dapat menghasilkan minyak, seperti jagung, kedelai, kelapa sawit, dan bunga matahari. Selain itu, mikroalga tidak membutuhkan banyak lahan dan air untuk pertumbuhan. Setiap hektar lahan budidaya alga bisa memproduksi 100.000 liter minyak mentah, sementara kelapa sawit hanya menghasilkan 5.950 liter/ha dan kedelai 446 liter/ha (Kawaroe, 2008).

Produktivitas mikroalga dalam menghasilkan bahan baku biodiesel dipengaruhi oleh nutrisi, CO₂ dan cahaya matahari. Mikroalga dapat tumbuh di air tawar maupun air laut bahkan dapat tumbuh di limbah cair industri, salah satunya menggunakan air limbah industri karet remah. Bahan organik yang terkandung

dalam limbah cair karet mampu memenuhi kebutuhan nutrisi mikroalga. Spesies mikroalga cukup banyak dan bervariasi kandungan lemaknya serta kemampuan adaptasi terhadap media limbah cair karet. Sehingga perlu dikaji jenis mikroalga yang paling optimum tumbuh pada media limbah cair karet.

1.2 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui jenis mikroalga yang dikultivasi pada media limbah cair industri karet remah dalam menghasilkan biomassa tertinggi dan mereduksi cemaran.

1.3 Kerangka Pikir

Limbah cair industri karet remah yang mengolah bahan baku mutu tinggi (*high grade*) menjadi *Standard Indonesia Rubber* (SIR) mengandung bahan organik yang cukup tinggi, COD sebesar 3000-5000 mg/L dengan rasio COD:BOD sekitar 1,5 (Utomo, 2012). Selama ini limbah cair industri karet umumnya diolah secara biologi yang menggunakan sistem kolam anaerob, fakultatif dan aerob. Cara tersebut cukup efektif menurunkan kandungan bahan organik dalam limbah cair karet, namun karena limbah cair karet kaya akan N dan P maka ada peluang efluen masih mengandung N dan P yang melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Fosfat dan nitrogen merupakan sumber utama proses eutrofikasi. Selain itu, pengolahan limbah tersebut tidak memberikan manfaat apapun selain menurunkan cemaran. Oleh karena itu, salah satu alternatif untuk mengatasi sekaligus pemanfaatan limbah cair industri karet adalah sebagai media tumbuh mikroalga.

Limbah cair industri karet dapat dimanfaatkan sebagai media tumbuh mikroalga. N dan P dalam limbah cair karet digunakan mikroalga sebagai nutrisi tumbuh sehingga berpotensi mereduksi kadar pencemar secara tidak langsung. Bakteri aerob mereduksi bahan organik dalam limbah cair karet dengan memanfaatkan oksigen yang dihasilkan mikroalga dari proses fotosintesis. Menurut Zulfarina *et al.* (2013), konsentrasi kultur terbaik atau yang paling potensial dalam menurunkan kadar pencemar limbah cair karet dan kepadatan alga yang paling tinggi adalah perlakuan konsentrasi alga *Chlorella pyrenoidosa* 25%. Menurut Sriharti (2004), kinerja *Chlorella pyrenoidosa* dalam menetralkan bahan organik yang terkandung dalam limbah cair karet lebih baik dibandingkan dengan *Chlorella* sp. *Chlorella pyrenoidosa* dapat menurunkan kadar COD 96,7% sedangkan *Chlorrella* sp. hanya 52,6 %. Kadar biomassa *Chlorella* sp. per berat kering sebesar 1,8 mg/L lebih tinggi dibandingkan dengan *Chlorella pyrenoidosa* hanya 1,5 mg/L. Spesies *Chlorella* ini dikultivasi selama 15 hari pada media limbah cair karet 2,4 Liter.

Komposisi kimia sel mikroalga terdiri atas protein, karbohidrat, lemak (*fatty acids*) dan asam nukleat. Komponen tersebut memiliki presentase yang bervariasi tergantung jenis mikroalga. Berdasarkan hasil penelitian Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi SBRC, beberapa jenis mikroalga yang ideal sebagai bahan baku biodiesel diantaranya mikroalga yang memiliki kandungan lemak tinggi, adaptif terhadap perubahan lingkungan dan pertumbuhannya cepat. Jenis mikroalga *Nanocloropsis* sp. mengandung minyak mentah antara 31-68%, dan kandungan lipid pada *Tetraselmis* sp. dapat mencapai 15-23% dari berat kering (Chisti, 2007). Amini dan Susilowati (2010) melaporkan bahwa spesies

mikroalga seperti *Botryococcus braunii* mampu menghasilkan minyak sebesar 75% berat kering dalam berbagai media yang mengandung cukup unsur hara makro dan mikro. Ketiga jenis mikroalga tersebut sangat potensial untuk dikembangkan sebagai sumber energi biodiesel karena kandungan lemaknya yang tinggi. Selain itu mikroalga ini juga mempunyai tingkat produktivitas yang tinggi dan tidak toksik, mudah pemeliharaannya dan mampu bertahan dengan kondisi nutrien yang terbatas.

N. oculata mampu tumbuh dengan baik pada media limbah cair karet. Menurut Sartika *et al.* (2014) kultivasi *N. oculata* sebanyak 100 mL dengan kepadatan sel 1×10^6 sel/mL pada media dengan konsentrasi limbah cair karet 10% dan air laut dalam fotobioreaktor 2,5 L mampu menghasilkan kandungan lipid *N. oculata* tertinggi yaitu sebesar 3,77 g/200 mL. Hasil penelitian Hu dan Gao (2006) yang mengatakan bahwa semakin rendah konsentrasi nitrat yang berasal dari NaNO_3 dan fosfat dari NaH_2PO_4 maka kandungan lipid total pada *Nannochloropsis* sp. semakin besar dan dapat mencapai $62 \pm 2,8\%$ dw pada kondisi CO_2 tinggi. Pada kadar di bawah 0,1 ppm atau di atas 45 ppm, nitrat merupakan faktor pembatas kesuburan. Batasan fosfat untuk kesuburan perairan tidak melebihi 40 ppm (Lapu, 1994).