

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Rawa Pening merupakan satu di antara lima belas danau prioritas untuk diselamatkan sebagai hasil konferensi danau nasional tahun 2009 yang menitikberatkan pada pengelolaan danau berkelanjutan. Konferensi tersebut bertujuan untuk melestarikan, memulihkan, dan mempertahankan fungsi danau melalui tujuh program: (1) memanfaatkan sumber daya air, (2) mengelola ekosistem, (3) mengembangkan sistem monitoring evaluasi dan informasi, (4) menyiapkan langkah-langkah adaptasi dan mitigasi perubahan iklim terhadap danau, (5) mengembangkan kapasitas, kelembagaan dan koordinasi, (6) meningkatkan peran masyarakat serta (7) pendanaan yang berkelanjutan (Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2011).

Salah satu program pengelolaan ekosistem danau adalah pengendalian vegetasi melalui pemanfaatan eceng gondok sebagai salah satu produk yang berguna bagi masyarakat di sekitar Rawa Pening. Walaupun memiliki keanekaragaman hayati yang cukup tinggi, vegetasi perairan Rawa Pening didominasi oleh eceng gondok (*Eichornia crassipes*). Tanaman eceng gondok tumbuh dengan sangat cepat pada permukaan danau Rawa Pening. Pertumbuhan eceng gondok dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan, pada tahun 2004 jumlah eceng gondok mencapai 60% dan tahun 2005 mencapai 70% dari luas lahan, dan meningkat lagi menjadi 85% pada tahun 2006 karena laju pertumbuhannya yang cepat yaitu mencapai 7,1% per tahun. Hal ini dikarenakan eceng gondok mengalami penggandaan dalam waktu 9-10 hari (Prasetyo et al., 2021a; Sulastri et al., 2016)

Rawa Pening merupakan satu dari lima belas danau yang diprioritaskan secara nasional pada 2010-2014 dengan permasalahan utama sedimentasi dan *eutrofikasi*. Sedimentasi Rawa Pening mengalami laju yang sangat tinggi inilah penyebab pendangkalan di Rawa Pening (Indrayati & Hikmah, 2018). Sedimentasi di Rawa Pening dapat mengakibatkan munculnya daratan sehingga tempat untuk menampung air akan berubah fungsinya. Fungsi utama Rawa Pening adalah menampung aliran permukaan dan menahan laju air permukaan untuk kepentingan masyarakat. Air Rawa Pening dimanfaatkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), irigasi, persawahan, perikanan, pengendali banjir, pariwisata air, penyedia baku bagi industri, penambang gambut, dan handicraft. Ekosistem danau Rawa Pening mengalami masalah yang disebabkan oleh kerusakan sempadan, kerusakan daerah tangkapan air, pencemaran perairan, sedimentasi tinggi, eceng gondok, ganggang rante, dan pola pengambilan eceng gondok yang kurang tepat. Masalah di Rawa Pening menyebabkan terancamnya volume dan kualitas air. Kualitas air di Rawa Pening mengalami penurunan karena berbagai aktivitas seperti limbah rumah tangga, sisa makanan ikan, sisa aktivitas pertanian, dan lain lain.

Kelestarian lingkungan di sekitar Rawa Pening berubah akibat gulma eceng gondok yang tumbuh sangat cepat akibat eutrofikasi. *Eutrofikasi* adalah keberadaan nutrisi berlebih berupa fosfat dan nitrat dari kegiatan perikanan, pertanian, peternakan, dan pemukiman dari lahan sekitar danau. Permasalahan ini menyebabkan eceng gondok tumbuh sangat cepat dan belipat ganda dalam waktu singkat (Nontji, 2016). Pertumbuhannya menghasilkan hampir 2 ton biomassa per hektare dan dua kali lipat populasinya setiap hari (Bhattacharya & Kumar, 2010). Pertumbuhan eceng gondok yang sangat cepat ini berdampak buruk terhadap flora

dan fauna. Telah banyak upaya yang dilakukan untuk pemberantasannya, namun hasilnya belum maksimal.

Upaya pemberantasan yang terpadu, sistematis, dan terintegrasi harus dilakukan untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup. Upaya tersebut juga dapat mencegah terjadinya pencemaran atau kerusakan lingkungan hidup. Kerusakan lingkungan dapat dicegah melalui penegakan hukum, pengendalian, perencanaan, pengawasan, pemeliharaan, dan pemanfaatan lingkungan secara benar (Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia, 2009).

Sampai saat penelitian ini dilakukan, persepsi masyarakat terhadap eceng gondok masih terbagi dua. Sebagian masyarakat menganggap bahwa eceng gondok merugikan, dan sebagian lagi menganggapnya menguntungkan. Eceng gondok dianggap merugikan karena dapat merusak keramba, menghambat mobilitas nelayan, dan mengakibatkan pendangkalan. Eceng gondok dianggap bermanfaat oleh sebagian pihak lainnya, dan persepsi mereka dikuatkan oleh peneliti-peneliti sebelumnya, seperti Machbub *et al.* (2012) dan Ningsih *et al.* (2019).

Eceng gondok dapat dimanfaatkan untuk beberapa hal, seperti kerajinan, biogas, pupuk organik (Riyanti *et al.*, 2013; Yonathan *et al.*, 2012), dan pakan ternak (Rompas *et al.*, 2016). Eceng gondok juga dapat dimanfaatkan untuk pengayaan tanah, pengobatan tradisional, media penanaman jamur, pembuatan mebel, pengolahan biji kopi, detergen kertas, briket, adsorben timbal, arsenik dan merkuri, membuat enzim selulosa dan sumber makanan fauna air seperti siput, ikan dan kepiting (Bhattacharya & Kumar, 2010), karbon aktif (Ratnani, 2005), penyerap limbah tahu (Ratnani, 2012), serta biodiesel dan bioetanol (Sagar & Kumari, 2013).

Eceng gondok telah dimanfaatkan untuk berbagai produk. Namun, berbagai upaya pemanfaatan tersebut ternyata belum mampu menyelesaikan masalah. Upaya pemanfaatan yang diusulkan adalah memproduksi asap cair dari eceng gondok untuk mengelola eceng gondok dalam jumlah yang besar agar seimbang dengan pertumbuhannya. Eceng gondok digunakan sebagai bahan baku asap cair karena mengandung lignin, selulosa, dan hemiselulosa berturut-turut 10-30 %, 20-50% dan 20-40 % (Bhattacharya & Kumar, 2010; Ratnani *et al.*, 2021). Pirolisis dapat terjadi karena kayu mengandung hemiselulosa, selulosa, dan lignin untuk menghasilkan asap cair (Bridgwater *et al.*, 2008).

Teknologi pirolisis telah dikembangkan selama beberapa tahun belakangan. Pirolisis adalah proses awal yang terjadi saat bahan organik pertama dipanaskan tanpa oksigen untuk menghasilkan gas yang mudah terbakar. Teknologi pirolisis adalah salah satu upaya untuk mengurangi gas karbon akibat pembakaran. Proses pirolisis menghasilkan asap cair, tar, dan gas-gas tak terembunkan (Widiya *et al.*, 2014; Ratnani & Widiyanto, 2018). Gas pirolisis yang umumnya muncul adalah H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, gas organik, dan uap air. Gas pirolisis tandan kosong kelapa sawit yang muncul adalah H<sub>2</sub>, CO dan CH<sub>4</sub> (Ginting *et al.*, 2015). Upaya melindungi dan mengelola lingkungan hidup adalah amanah Undang-undang Lingkungan Hidup. Undang-Undang No. 32 tahun 2009 tentang pengelolaan dan perlindungan lingkungan hidup serta UUD Negara Republik Indonesia pasal 28 bahwa hak asasi setiap warga negara untuk memperoleh lingkungan hidup yang baik dan sehat. Kesatuan benda, daya, ruang, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia serta perilakunya terhadap alam, perikehidupan, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain disebut lingkungan hidup (Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia, 2009).

Pirolisis bahan organik seperti biomassa dilakukan pada suhu tinggi. Pemanasan pada suhu lebih dari 270°C akan membentuk arang, tar, dan uap. Uap yang terbentuk dapat mengalami kondensasi menjadi asap cair yang dikenal sebagai *bio-oil*, *bio-crude*, atau bio-minyak (Sadaka & Boateng, 2017). Pirolisis asap cair telah dilakukan dengan berbagai bahan organik, contohnya kayu akasia (Surest *et al.*, 2013), tempurung kelapa (Ramakrishnan & Moeller, 2002; Lombok *et al.*, 2014; Novita *et al.*, 2014; Radhakrishnan *et al.*, 2016), tempurung dan serat kelapa (Hasanah *et al.*, 2012; Novita *et al.*, 2014), nyamplung (Wibowo, 2012), tongkol jagung (Swastawati *et al.*, 2007), kulit durian (Rinaldi *et al.*, 2015), sabut kelapa (Pamori *et al.*, 2015), limbah kayu pelawan (Akbar *et al.*, 2013), cangkang kelapa sawit (Ginayati *et al.*, 2015), sampah organik padat (Haji *et al.*, 2007), kayu sengon (A'yuni *et al.*, 2017), limbah kayu pinus (Ozbay & Ayrilmis, 2017), limbah kayu pinus dengan katalis lempung (Firman *et al.*, 2016), tempurung kelapa dan cangkang kopi (Hidayat & Qomarudin, 2015), tempurung kenari (Yusnaini *et al.*, 2012), dan limbah padat pati aren (Sunarsih *et al.*, 2012).

Asap cair hasil pirolisis sangat dipengaruhi oleh variabel suhu dan waktu. Penelitian terdahulu melaporkan suhu dan waktu pirolisis mempengaruhi rendemen dan pH asap cair yang dihasilkan (Maulina & Putri, 2017). Suhu pirolisis berpengaruh terhadap kualitas produk asap cair blending limbah biomassa cangkang sawit dengan batubara (Mustafiah *et al.*, 2016a). Pirolisis limbah bambu juga dipengaruhi oleh suhu, dan pirolisis terjadi pada suhu 140-300°C selama 5 jam (Triastuti *et al.*, 2019). Pirolisis pada tempurung kelapa dan sabut kelapa juga dipengaruhi oleh suhu, penelitian yang dilakukan pada suhu 300-500°C selama 5 jam menghasilkan komposisi kimia yang berbeda (Noor *et al.*, 2006).

Kebutuhan asap cair di Indonesia menunjukkan kenaikan dalam lima tahun terakhir. Kebutuhan asap cair dicukupi oleh produk asap cair lokal dan impor. Perusahaan asap cair di Indonesia antara lain CV Riko Jaya, PT Global Daerub Industri, dan CV Prima Rosandries. Perusahaan asap cair lokal, dengan kapasitas produksi 15.536,6 ton/tahun, belum mampu mencukupi kebutuhan asap cair dalam negeri. Kebutuhan asap cair sebagai bahan pengawet makanan alami makin meningkat setiap tahunnya sehingga sebagian kebutuhan dipenuhi dengan impor. Berdasarkan data BPS, jumlah impor tahun 2019 adalah 24.209,67 ton/tahun. Perkiraan kebutuhan asap cair di Indonesia tahun 2025 sebesar 44.179,30 ton/tahun (Septiyana *et al.*, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan eceng gondok yang tumbuh sangat cepat. Pertumbuhan eceng gondok yang sangat cepat harusnya diproses dengan cara yang cepat juga supaya seimbang dengan pertumbuhannya. Penelitian dilakukan dengan bahan baku eceng gondok kering dan basah menjadi asap cair melalui teknologi pirolisis dan menggunakannya sebagai pengawet ikan. Penelitian tentang pirolisis biomasa telah dilakukan, namun belum ada yang meneliti pirolisis asap cair dari eceng gondok sebagai pengawet ikan. Selama ini penelitian hanya mengkaji tentang asap cair dari eceng gondok sebagai energi, seperti penelitian oleh Kan *et al.* (2016), Zhang *et al.* (2018), Sarto *et al.* (2019), Venu *et al.* (2019), Bote *et al.* (2020), dan Yao *et al.* (2020). Oleh karena itu, dilakukan penelitian mengenai pirolisis eceng gondok menjadi asap cair untuk mengawetkan belut. Penelitian ini mengkaji tiga hal: (1) mengetahui persepsi masyarakat di sekitar Rawaboni, Rawa Pening, tentang potensi eceng gondok sebagai asap cair, (2). Mencari kondisi optimum untuk membuat asap cair dari eceng gondok kering dan basah, serta

memanfaatkannya untuk mengawetkan belut, (3) Mengkaji emisi dari proses pirolisis demi penanganan lingkungan.

## 1.2 Perumusan Masalah

Pertumbuhan eceng gondok yang sangat cepat akibat eutrofikasi di Rawa Pening harus segera ditangani dan dikendalikan. Salah satu upaya pengendaliannya adalah dengan pemanfaatan eceng gondok sebagai produk yang bermanfaat, seperti asap cair dengan teknologi pirolisis. Teknologi pirolisis adalah upaya alternatif untuk mengubah eceng gondok menjadi asap cair. Namun demikian, pemanfaatan eceng gondok dengan teknologi pirolisis ini akan berdampak pada masyarakat dan lingkungan. Pertanyaan-pertanyaan dalam rumusan berikut akan dijawab pada penelitian ini:

1. Bagaimana persepsi masyarakat terhadap eceng gondok yang semula dianggap gulma dan potensinya untuk menjadi produk yang bermanfaat?
2. Bagaimana eceng gondok dapat dimanfaatkan sebagai asap cair dengan menggunakan teknologi pirolisis? Dan berapa kondisi optimum dari pirolisis sehingga mendapatkan asap cair dengan kualitas *food grade*?
3. Bagaimana dampak lingkungan yang terjadi dari segi lingkungan, teknologi, dan ekonomi akibat proses pirolisis dengan menggunakan LCA?

## 1.3 Kebaruan

Kebaruan dalam penelitian ini berdasarkan pada hasil penelitian sebelumnya yang sejenis. Penelitian-penelitian terdahulu yang sejenis dan mendukung sebagaimana dipaparkan pada Tabel pada lampiran 1. Perbedaan penelitian ini

dengan penelitian sebelumnya terdapat di bahan baku asap cair yaitu eceng gondok dari Rawa Pening yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai pengawet **belut**. Penelitian yang telah dilaksanakan menjadi dasar bagi penelitian ini, yaitu pemanfaatan eceng gondok dari Rawa Pening menjadi asap cair untuk menambah nilai ekonomi dan menjadikan lingkungan Rawa Pening lebih indah dan lestari. Kebaruan penelitian ini terdapat pada bahan baku, alat pirolisis, dan asap cair yang dihasilkan. Penelitian sejenis tentang pemanfaatan eceng gondok dari saluran air di kota Nanjing, Provinsi Jiangsu, China, menggunakan microwave untuk pirolisis dan menghasilkan asap cair yang berpotensi sebagai bahan bakar (Zhang *et al.*, 2018).

Kajian pustaka yang telah dibaca mulai tahun 2007-2021 dan disusun secara sistematis dan jelas tersaji pada tabel di lampiran 1. Penelitian-penelitian yang berkaitan dengan kajian Rawa Pening beserta persepsi masyarakatnya, pemakaian bahan baku proses pirolisis dan berbagai analisis hasilnya, pemanfaatan asap cair, dan analisis dampak pada lingkungan tersaji dalam tabel tersebut. Berbagai kajian dan penelitian telah dilakukan dari sisi bahan baku, proses, alat, metodologi analisis hasil, analisis dampak, dan metode analisis hasil telah dilakukan dengan metode yang berbeda.

Kontribusi kebaruan penelitian ini adalah gagasan terintegrasi sebagai salah satu upaya penyelesaian permasalahan di Rawa Pening terkait dengan pertumbuhan eceng gondok yang sangat cepat, yaitu dengan memanfaatkan eceng gondok sebagai bahan baku asap cair menggunakan teknologi pirolisis untuk mengawetkan belut. Asap cair dari eceng gondok ini diharapkan menjadi salah satu sumber perekonomian bagi masyarakat di sekitar Rawa Pening.

## 1.4 Tujuan Penelitian

### 1.4.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan produk asap cair dari eceng gondok (*Eichhornia crasipes*) dengan pirolisis yang dapat dimanfaatkan oleh industri pangan sekaligus pengendalian gulma di Rawa Pening yang merupakan salah satu dari 15 danau yang menjadi prioritas.

### 1.4.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus dari kegiatan penelitian ini adalah:

1. Mengkaji persepsi masyarakat terhadap permasalahan eceng gondok di Rawa Pening dan mengkaji potensi eceng gondok sebagai bahan baku produk asap cair.
2. Optimasi proses pirolisis eceng gondok menjadi asap cair yang berkualitas sebagai pengawet belut.
3. Mengevaluasi dampak lingkungan (*environmental impact*) proses pirolisis menggunakan *Life Cycle Assesment* (LCA).

## 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi akademisi, lingkungan hidup, pemerintah, masyarakat, dan industri. Manfaat tersebut di antaranya adalah:

1. Manfaat di bidang akademik: Memberi sumbangan bagi ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang pengelolaan lingkungan perairan danau. Pengelolaan eceng gondok menjadi asap cair adalah salah satunya. Asap cair yang dihasilkan juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif, pengawet makanan, pengawet kayu, *chelating agent*, dan menurunkan kadar merkuri pada ikan kakap, kedelai, dan lain-lain.
2. Manfaat di bidang lingkungan hidup: Memberi kontribusi bagi pengelolaan danau untuk kawasan danau Rawa Pening khususnya dan danau prioritas lainnya yang mempunyai nilai estetika tinggi pada lingkungan perairan.
3. Manfaat bagi pemerintah: Memberi bahan pertimbangan dalam menyusun strategi kebijakan pengelolaan lingkungan, khususnya menangani masalah danau yang banyak ditumbuhi eceng gondok.
4. Manfaat bagi masyarakat sekitar: Terciptanya ladang pekerjaan baru dengan memanfaatkan eceng gondok sebagai asap cair.
5. Manfaat bagi industri: Menjadi inspirasi untuk terciptanya industri pengawet makanan sehingga tercipta peluang dan tempat kerja bagi masyarakat.