

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan industri pangan yang semakin pesat hingga saat ini menyebabkan terjadinya kompetisi diantara produsen pangan untuk dapat memenuhi permintaan konsumen. Industri tempe dapat menjadi salah satu contoh industri pangan yang mengalami peningkatan permintaan konsumen karena nilai kandungan gizi yang tinggi dan banyak digemari oleh seluruh lapisan masyarakat. Menurut Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian (2022) menyatakan bahwa olahan pangan kedelai tempe menjadi konsumsi paling besar dibandingkan produk tahu dan kecap pada tahun 2015-2023. Konsumsi tempe, tahu, dan kecap pada tahun 2023 secara berurutan adalah sebesar 3,64 kg/kapita/tahun, 2,78 kg/kapita/tahun, dan 0,77 kg/kapita/tahun. Sedangkan, provinsi Jawa Tengah menjadi provinsi peringkat kedua setelah provinsi Jawa Timur dengan konsumen terbesar kedelai khususnya produk tempe pada tahun 2020. Indonesia menduduki peringkat 12 sebagai negara dengan konsumsi domestik kedelai terbesar di dunia yaitu sebesar 3.133 ribu ton pada tahun 2020.

Semakin banyaknya industri tempe yang didirikan dapat memberikan dampak positif dan negatif. Dampak positif yang dapat dihasilkan adalah kebutuhan masyarakat akan sumber pangan akan terpenuhi. Namun, tingginya aktivitas industri tersebut juga dapat berdampak buruk terhadap limbah buangan yang dihasilkan sehingga dapat mencemari lingkungan apabila langsung dibuang ke sungai karena dapat mempengaruhi kualitas air (Sari dan Rahmawati, 2020).

Limbah hasil produksi tempe dapat berupa limbah semi padatan dan limbah cair. Nilai ekonomis yang diperoleh dari limbah semi padatan yaitu dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak dan diolah menjadi tempe gembus. Sedangkan, limbah cair yang diperoleh dari proses perebusan, perendaman, dan pencucian kedelai seringkali dibuang langsung ke saluran pembuangan karena

tidak memiliki nilai ekonomis (Sayow dkk., 2020). Limbah cair tempe mengandung bahan organik, padatan tersuspensi, serta bahan koloid meliputi lemak, protein, dan selulosa dengan konsentrasi tinggi sebagai hasil buangan dari banyak proses yang dilalui (Amanda, 2019). Pembuangan langsung limbah cair tempe ke sungai akan memberikan pengaruh terhadap penurunan daya dukung lingkungan. Kandungan bahan organik yang melebihi baku mutu akan menyebabkan eutrofikasi atau tingginya kadar nutrisi pada perairan sungai yang terjadi melalui proses dekomposisi senyawa organik menjadi senyawa anorganik oleh organisme dekomposer. Kondisi subur yang berlebihan tersebut akan menimbulkan tingginya ledakan populasi tumbuhan pada perairan sungai sehingga dapat mengganggu sistem ekologi terutama kehidupan biota perairan (Hasibuan dkk., 2021).

Industri tempe di Desa Pliken merupakan suatu industri dengan skala rumah tangga. Industri tempe dengan skala tersebut masih banyak yang belum melakukan pengolahan limbahnya sebelum dibuang ke lingkungan. Pengrajin tempe khususnya di Desa Pliken Kecamatan Kembaran Kabupaten Banyumas sebagai penghasil tempe mendoan terbesar yang menjadi makanan khas Banyumas tersebut membuang langsung limbah cair hasil produksi tempe ke aliran sungai (Nurutami dan Soediro, 2023). Menurut Dinas Perindustrian Kabupaten Banyumas (2023) menyatakan bahwa jumlah *home industry* tempe Kecamatan Kembaran terutama di Desa Pliken memiliki jumlah yang mendominasi daripada desa lain yaitu sebanyak 463 unit. Banyaknya unit industri tempe dapat berpengaruh dengan kuantitas limbah cair yang dihasilkan. Berdasarkan Ketentuan Pasal 16 Peraturan Daerah Kabupaten Banyumas Nomor 8 Tahun 2018 tentang Pengelolaan Air Limbah menyatakan bahwa “setiap pelaku usaha dan/atau kegiatan industri yang menghasilkan dan membuang air limbah industri wajib memiliki IPAL guna mengolah air limbah agar sesuai dengan baku mutu”. Sedangkan, banyak pelaku usaha pengrajin tempe yang tidak memiliki instalasi pembuangan air limbah (IPAL) ataupun mengolah terlebih dahulu limbah cair yang dihasilkan sehingga merugikan masyarakat yang tinggal bersebelahan dengan industri tempe tersebut.

Buangan limbah cair industri tempe yang tidak dikelola dengan baik dan dibuang secara langsung ke sungai dapat memberikan dampak signifikan terhadap perubahan kualitas air dan ekosistem perairan. Pencemaran air yang dapat terjadi yaitu menyebabkan terganggunya keseimbangan ekosistem perairan sungai meliputi populasi ikan dan flora akuatik (Thompson & Wu, 2023). Dalam rangka meminimalisir dampak buruk yang ditimbulkan dari pembuangan limbah cair tempe ke sungai terhadap keberlanjutan ekosistem perairan, maka dibutuhkan pengelolaan limbah cair tempe yang berkelanjutan. Hal tersebut berkaitan erat antara pengelolaan limbah cair dengan ketahanan pangan melalui Sustainable Development Goals (SDGs) khususnya SDG 2 “Tanpa Kelaparan”. Limbah cair *home industry* tempe yang dibiarkan dibuang secara langsung ke sungai akan berpengaruh terhadap terganggunya produksi pertanian karena mengandung bahan organik yang tinggi sehingga mengancam ketahanan pangan. Pengelolaan limbah cair tempe yang berkelanjutan melalui fitoremediasi akan berkontribusi serta mendukung SDG 2 sekaligus program prioritas nasional nomor 2 dalam rencana pembangunan jangka menengah nasional (RPJMN) tahun 2025 – 2029 yang berkaitan dengan indeks ketahanan pangan.

Fitoremediasi dapat dijadikan langkah dalam mencegah pencemaran lingkungan sebagai akibat buangan limbah cair industri tempe karena memiliki harga yang terjangkau, mudah dilakukan, efisiensi yang tinggi, serta dapat memberikan keuntungan ekologis (As'ari dkk., 2022). Menurut penelitian Putri dkk., (2023) tanaman eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*) dapat digunakan untuk meremediasi limbah cair tempe dengan nilai efisiensi penurunan kadar BOD, COD, TSS, dan pH secara berurutan sebesar 57,13%, 67,74%, 80,82%, dan 20,51%. Dalam penelitian (As'ari dkk., 2022) juga menyatakan tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*) dapat digunakan untuk meremediasi limbah cair tempe dengan nilai efisiensi penurunan BOD, COD, TSS secara berurutan sebesar 53%, 46%, 49%. Sedangkan, untuk parameter pH didapati nilai sebesar 4,62.

Namun, pada penelitian ini tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) juga dapat dijadikan sebagai fitoremediator yakni tanaman yang dapat digunakan untuk melakukan penyisihan atau pengurangan polutan pada lingkungan tercemar khususnya pada perairan. Kangkung air berperan penting sebagai agen fitoremediator karena memiliki peran dalam pengatur kualitas air serta menyerap zat pencemar organik dan anorganik termasuk logam berat dalam air tercemar (Fitria, 2015). Menurut penelitian Novita dkk., (2019) tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) memiliki efisiensi penurunan kadar TSS (*Total Suspended Solid*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan BOD (*Biological Oxygen Demand*) terhadap limbah cair industri tempe secara berurutan adalah sebesar 62,03%, 53,77%, dan 74,50%.

Penelitian ini memberikan kontribusi baru dengan menggunakan tiga varietas kangkung air dalam penerapan metode fitoremediasi untuk pengelolaan limbah cair tempe yang belum pernah diteliti sebelumnya sehingga penulis tertarik untuk meneliti. Disisi lain, tanaman kangkung air mudah dibudidayakan dan dapat tumbuh dengan cepat sehingga ide penelitian ini direalisasikan. Disamping itu pada daerah asal penulis juga tidak dijumpai pengelolaan limbah cair tempe dengan menggunakan berbagai varietas tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*). Padahal pada kenyataannya, tempe menjadi komoditas penting dalam bidang kuliner khas Banyumas yakni tempe mendoan yang biasa dijadikan oleh – oleh.

Pembuatan olahan kedelai menjadi tempe mendoan tersebut juga dijadikan warga sekitar Desa Pliken sebagai mata pencaharian utama mereka sehingga intensitas pembuangan limbah cair tempe secara langsung ke lingkungan menjadi sering dan dapat menjadi masalah krusial bagi lingkungan ketika dilakukan secara terus menerus. Selain itu, kajian mengenai jenis – jenis varietas kangkung air yang digunakan untuk meremediasi limbah cair tempe juga tidak ditemukan. Berdasarkan keuntungan yang diperoleh dari metode fitoremediasi tersebut maka dapat diaplikasikan di skala lapangan melalui pembuatan IPAL sederhana dengan metode fitoremediasi pada kolam terakhir menggunakan kangkung air. Oleh karena itu, hal terkait tanaman kangkung air

(*Ipomoea aquatica*) tersebut dapat dijadikan sebagai salah satu tanaman pereduksi polutan pada air limbah dan melatar belakangi penelitian ini dengan judul “Efisiensi Tiga Varietas Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forsk) sebagai Agen Fitoremediasi terhadap Limbah Cair Tempe”

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana efisiensi metode fitoremediasi terhadap limbah cair industri tempe menggunakan ketiga varietas tanaman kangkung air (*ipomoea aquatica*) ditinjau dari aspek parameter fisika dan kimia ?
2. Bagaimana pengukuran parameter biologi pada ketiga varietas tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) selama proses remediasi dilakukan ?
3. Bagaimana kesediaan masyarakat dalam melakukan implementasi metode fitoremediasi terhadap limbah cair industri tempe menggunakan tanaman kangkung air (*ipomoea aquatica*) di Desa Pliken Kecamatan Kembaran Kabupaten Banyumas ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis efisiensi penurunan kadar BOD, COD, TSS, nitrat, nitrit, dan fosfat dengan menggunakan metode fitoremediasi tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*).
2. Menganalisis karakteristik morfologi panjang akar, jumlah daun, tinggi tanaman, serta berat basah dan berat kering akar pada ketiga varietas tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) selama proses remediasi dilakukan.
3. Menganalisis kesediaan masyarakat dalam melakukan implementasi metode fitoremediasi terhadap limbah cair industri tempe menggunakan tanaman kangkung air (*ipomoea aquatica*) di Desa Pliken Kecamatan Kembaran Kabupaten Banyumas.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Dapat berkontribusi terhadap perwujudan SDGs 2 (Tanpa Kelaparan) yaitu pengelolaan limbah cair industri sehingga tidak mencemari sumber daya air dan dapat mendukung ketahanan pangan, perbaikan gizi, serta pertanian berkelanjutan.
2. Dapat dijadikan sebagai sarana informasi dan pengembangan pengetahuan khususnya pemanfaatan tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dalam metode fitoremediasi terhadap limbah cair industri tempe.
3. Dapat mendukung pembangunan ketahanan pangan melalui pengelolaan limbah cair yang ramah lingkungan sehingga dapat berkontribusi dalam RPJMN (Rencana Jangka Menengah Nasional) prioritas nasional nomor 2.
4. Dapat memberikan gambaran kepada masyarakat khususnya bagi produsen tempe di Desa Pliken Kabupaten Banyumas dalam pengelolaan limbah cair industri tempe sehingga menumbuhkan kesadaran untuk melestarikan lingkungan.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan masalah pada penelitian ini adalah berfokus terhadap tiga varietas yang berbeda yaitu kangkung merah, kangkung batang putih, dan kangkung cabut casandra. Penelitian ini memiliki keterbatasan dalam jumlah sampel yang hanya melibatkan 30 responden sehingga hasilnya tidak dapat digeneralisasi untuk menggambarkan jawaban responden secara keseluruhan. Pengukuran parameter kualitas air tidak dilakukan secara periodik dan hanya dilakukan di awal dan di akhir penelitian. Selain itu, terbatas dengan tidak adanya pengukuran kualitas air harian atau mingguan, tidak adanya analisis amonia, serta kangkung air yang digunakan berumur 35 hari.

1.6 Orisinalitas Penelitian

Penelitian yang dilakukan berfokus pada penerapan metode fitoremediasi dengan menggunakan tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) terhadap limbah cair industri tempe yang berada di Desa Pliken Kecamatan Kembaran Kabupaten

Banyumas. Penelitian fitoremediasi dengan menggunakan kangkung air (*Ipomoea aquatica*) telah dimulai semenjak tahun 90-an diantaranya yang menjadi pembeda adalah varietas kangkung air yang digunakan sebelumnya menggunakan varietas kangkung air seperti sumenep dan kencana. Berikut kebaruan penelitian jika dibandingkan dengan beberapa penelitian sebelumnya.

Tabel 1. Ringkasan Kebaruan Penelitian

No	Penulis	Hasil	Metode	Variabel
1	I Kade Fandy Rajendra Suta, Ni Luh Utari Sumadewi, Ni Putu Widya Astuti	Perbandingan efektivitas pengolahan limbah cair tempe dengan menggunakan metode kombinasi filtrasi dan fitoremediasi tanaman kangkung air terdapat perbedaan sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan. Sebelum perlakuan pada parameter BOD sebesar 55%, 70%, 78% dan COD sebesar 77%, 86%, 88%. Kemudian, setelah perlakuan pada parameter BOD menunjukkan sebesar 67%, 82%, 87% dan COD sebesar 82%, 90%, 91%.	Metode yang digunakan adalah eksperimen kuantitatif dengan pendekatan deskriptif yang kemudian dibandingkan dengan baku mutu limbah cair menurut Pergub Bali Nomor 16 Tahun 2016	Penurunan BOD dan COD
2	Elida Novita, Agnesa Arunggi Gaumanda Hermawan, Sri Wahyuningsih	Fitoremediasi yang dilakukan dengan eceng gondok, kiambang, dan kangkung air terhadap limbah cair tempe menunjukkan bahwa tanaman eceng gondok memiliki kemampuan paling besar dalam penurunan BOD, COD, N, TSS, kekeruhan. Nilai efisiensi pada tanaman eceng gondok dibuktikan melalui penurunan BOD sebesar 77,91%, COD sebesar 59,11%, N sebesar 61,77%, TSS sebesar 66,44%, dan kekeruhan sebesar 85,03%.	Deskripsi kuantitatif dan kualitatif	Penurunan BOD, COD, kekeruhan, N dan TSS
3	Haeranh Ahmad dan Ridhayani Adiningsih	Penurunan BOD dan TSS dengan menggunakan metode fitoremediasi eceng gondok dan kangkung air memberikan hasil bahwa tanaman eceng gondok memberikan hasil paling efektif dalam penurunan BOD dan TSS yaitu sebesar 97,31% dan 94,76%.	Rancangan penelitian control group pre test – post test design	Penurunan BOD dan TSS
4	Salma Najwa, Nindy Callista Elvania, Yenny Sri Margianti	Fitoremediasi yang dilakukan dengan menggunakan tanaman kangkung air terbukti efektif dalam menurunkan kandungan TSS dan BOD dengan nilai efisiensi secara berurutan adalah sebesar 88% dan 24%. Pada parameter COD menunjukkan nilai sebesar - 9,3%.	Deskripsi kuantitatif dan kualitatif dengan menggunakan analisis desain pretest-posttest	Penurunan TSS, BOD, dan COD

No	Penulis	Hasil	Metode	Variabel
5	Bambang Sigit Aris, Rudi, dan Lasarido	Perbandingan fitoremediasi terhadap limbah cair tahu pada tanaman kangkung air, bayam merah, dan selada ditunjukkan pada parameter TSS dan BOD tanaman yang efektif dalam menurunkan kandungan limbah cair tahu adalah bayam merah dengan persentase sebesar 72,67% dan 66,28%. Penurunan tertinggi pada parameter COD yakni pada tanaman kangkung air sebesar 46,43%.	Penelitian deskriptif dengan menjabarkan variabel yang berhubungan dengan permasalahan yang diteliti	Persentase penurunan TSS, BOD, COD, pH, dan suhu
6	Muhammad Najib Ngirfani dan Rizqa Puspitarini	Jumlah tanaman kangkung air dalam meremediasi limbah cair rumah potong ayam terbukti memiliki pengaruh signifikan terhadap efisiensi penurunan BOD dan COD. Jumlah tanaman kangkung air sebanyak 8 tanaman dalam 3 liter limbah cair RPA memiliki hasil yang paling efektif dalam menurunkan BOD dan COD yaitu sebesar 73,28% dan 74,87%. Perlakuan dengan jumlah tanaman 2, 4, dan 6 tanaman dalam penurunan BOD secara berurutan sebesar 63,05%; 69,75%; dan 72,25%. Sedangkan, untuk penurunan COD secara berurutan sebesar 64,40%; 70,72%; dan 72,99%.	Penelitian kuantitatif Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perbandingan baku mutu limbah cair sesuai Pemerintah Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012	Persentase penurunan COD dan BOD
7	Okik Hendriyanto Cahyonugroho dan Raka Rulistyanto Prakoso Putra	Efisiensi penurunan BOD, COD, dan TSS melalui sistem hidroponik DFT (<i>Deep Flow Technique</i>) dalam proses fitoremediasi terhadap limbah cair domestik dilakukan perbandingan antara tanaman kangkung air dan kayu apu. Penyisihan kadar BOD, COD, dan TSS menggunakan tanaman kayu apu lebih efektif yakni sebesar 54,54%; 32,36%; dan 62%. Sedangkan, penurunan kadar BOD, COD, dan TSS dengan menggunakan tanaman kangkung air sebesar 52,73%; 25,07%; dan 50%.	Penelitian kuantitatif dengan perbandingan baku mutu limbah cair domestik pada Peraturan Pemerintah dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016	Penurunan BOD, COD, dan TSS
8	Elida Novita, Amelia Agustin, dan Hendra Andiananta Pradana	Tanaman kangkung dapat lebih tahan lama. Nilai efisiensi penurunan yang paling efektif pada parameter kekeruhan, COD, BOD, TSS, dan TDS secara berurutan adalah pada tanaman kangkung air sebesar 91,2 %, 64,2%, 81,1%, 81,8%, dan 44%.	Deskripsi kuantitatif dan kualitatif	Persentase penurunan kandungan kekeruhan, COD, BOD, TSS, dan TDS

No	Penulis	Hasil	Metode	Variabel
9	Florensi Alya dan Haryanto	Kemampuan tanaman kangkung air dalam menurunkan kadar TSS terhadap limbah cair rumah sakit diketahui cukup efektif. Hal ini dapat dibuktikan melalui nilai efisiensi penurunan kadar TSS sebesar 85% yang terjadi pada hari kedua dengan bobot biomassa tanaman kangkung air sebesar sebesar 85% yang terjadi pada hari kedua dengan bobot biomassa tanaman kangkung air sebesar 250 gram serta bobot biomassa sebesar 100 dan 200 gram pada hari ketiga.	Rancangan penelitian pretest-posttest	Penurunan kadar TSS
10	Suherman, S. Rahmawati, I. Said, Nurbaya, S. Armiyanti, dan N.Thamrin	Tanaman kangkung air dapat mengakumulasi logam berat seperti Pb dan Cr pada limbah cair rumah sakit. Jumlah akumulasi logam berat Pb paling tinggi terjadi pada hari ke-6 yaitu sebesar 0,1587 mg/L. Sedangkan, akumulasi logam berat Cr sebesar 0,2167 mg/L.	Deskripsi kuantitatif dan kualitatif	Jumlah akumulasi logam berat Pb dan Cr

Sumber : Dirangkum dari berbagai sumber, 2019-2023

SEKOLAH PASCASARJANA