

BAB II

TINJAUAN PENELITIAN

1.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian menurut Nugraheni *et al.* (2022) tentang menunjukkan ukuran partikel, suhu, dan waktu pengadukan berpengaruh senyawa fenolat. Partikel yang lebih kecil atau area permukaan sampel yang lebih besar dapat meningkatkan jumlah senyawa yang diekstrak, begitu pula dengan waktu kontak yang lebih lama. Namun, peningkatan suhu justru dapat menyebabkan penurunan jumlah senyawa fenolat yang terekstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengekstrak senyawa fenolat dari daun teh hijau menggunakan metode maserasi dengan variasi suhu dan waktu ekstraksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu dan waktu ekstraksi mempengaruhi kandungan fenolat dalam ekstrak teh hijau. Total fenolat lebih tinggi dalam daun teh hijau halus dibandingkan dengan kasar, dan peningkatan suhu dan waktu ekstraksi meningkatkan kandungan fenolat. Metode ekstraksi ini dapat digunakan untuk menghasilkan ekstrak teh hijau dengan kandungan fenolat yang optimal.

Penelitian menurut Marlinda *et al.* (2022) tentang menyebarkan penggunaan ekstrak daun belimbing wuluh sebagai koagulan alami untuk menurunkan kadar logam Fe dan Mn dalam air tambang batu bara. Metode yang digunakan yaitu daun belimbing wuluh dengan dicuci bersih kemudian keringkan hingga kering krispy. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan ekstrak sebesar 1,5 – 2,5 mL dan waktu pengadukan selama 25 – 45 menit efektif dalam mengurangi kadar logam Fe dan Mn. Analisis kualitatif menggunakan FeCl_3 dan H_2SO_4 digunakan untuk mengidentifikasi tanin dalam ekstrak. Metode jar test digunakan untuk mengolah limbah cair batu bara. Penelitian ini menyoroti potensi ekstrak daun belimbing wuluh sebagai alternatif yang efektif dalam pengolahan air tambang batu bara.

Penelitian menurut Wahyono *et al.* (2019) tentang mengetahui kandungan senyawa fenolik dan tanin pada malai galur mutan sorgum dengan menggunakan Spektroskopi *Fourier Transform Mid-Infrared* (FTIR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa malai sorgum G5 mengandung senyawa fenol total paling rendah, sedangkan pada rerata galur mutan G5 dan G8 menghasilkan kandungan tanin total yang paling rendah dibandingkan dengan varietas pahat. FTIR cukup efektif dalam mengidentifikasi kandungan tanin secara kualitatif dan dapat menunjukkan pita lebar akibat regangan O-H pada $2211\text{-}3277\text{ cm}^{-1}$, pita karena regangan medium alkana (C-H) pada $2937\text{-}2854\text{ cm}^{-1}$, dan pita akibat senyawa aromatic C-C pada $1512\text{-}1514$ dan $1446\text{-}1408\text{ cm}^{-1}$.

Penelitian menurut Fitriani *et al.* (2023) tentang mengetahui kandungan tanin pada rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza Roxb*) ditemukan setelah direbus dengan waktu

perebusan yang berbeda menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis. Pengukuran kadar tanin, larutan induk asam galat 100 mg/L, *folin ciocalteu*, dan Na₂CO₃ 35% digunakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan tanin lebih meningkat dengan seiringnya peningkatan waktu perebusan. Pada waktu perebusan selama 5 menit, kandungan tanin sebesar 0,0048%, pada waktu perebusan selama 10 menit kandungan tanin sebesar 0,0083%, pada waktu perebusan selama 15 menit kandungan tanin sebesar 0,0090%, dan pada waktu perebusan selama 20 menit kandungan tanin sebesar 0,0095%. Penelitian ini menunjukkan bahwa metode spektrofotometer UV-Vis lebih efektif dalam menentukan kadar tanin pada rimpang temulawak.

Penelitian menurut Ulyani *et al.* (2020) tentang mengetahui pengolahan limbah cair tahu menggunakan metode koagulasi-flokulasi yang menggunakan lidah buaya sebagai biokoagulan. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa COD, BOD dan TSS dengan efisiensi penyisihan tertinggi pada dosis 160 mL/L dengan kecepatan 60 rpm yaitu sebesar 61,90%. Hasil terbaik pada dosis biokoagulan lidah buaya 160 ml/L dan kecepatan pengadukan 60 rpm yaitu sebesar 61,90% efisiensi penyisihan COD, 49,97% efisiensi penyisihan BOD dan 89,73% efisiensi penyisihan TSS meningkat dengan peningkatan dosis biokoagulan dan kecepatan pengadukan yang optimal. Penelitian ini menunjukkan bahwa lidah buaya dapat digunakan sebagai biokoagulan yang cukup efektif untuk menurunkan kadar COD, BOD dan TSS pada limbah cair tahu dengan pengaturan dosis dan kecepatan pengadukan yang tepat guna disesuaikan menurut Permen LH No. 5 Tahun 2014 tentang baku mutu limbah cair.

Tabel 2. 1 Ringkasan Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
1.	(Fitriani <i>et al.</i> , 2023)	Mengetahui kandungan tanin pada rimpang temulawak (<i>Curcuma xanthorrhiza</i> Roxb) setelah direbus menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis.	Penelitian menunjukkan bahwa kandungan tanin lebih meningkat dengan seiringnya waktu perebusan dan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis lebih efektif dalam menentukan kadar tanin pada rimpang temulawak.	Bahan baku dan prosedur kerja.
2.	(Nugraheni <i>et al.</i> , 2022)	Metode maserasi mengekstraksi fenolat dari daun teh hijau dengan variasi suhu dan waktu ekstraksi.	Penelitian menunjukkan bahwa suhu dan waktu ekstraksi mempengaruhi kandungan fenolat dalam ekstrak teh hijau.	Jenis pelarut dan tujuan penelitian.
3.	(Marlinda <i>et al.</i> , 2022)	Mengetahui penurunan kadar logam Fe dan Mn dari air tambang batu bara dengan	Penelitian menunjukkan bahwa penambahan ekstrak sebesar 1,5 – 2,5 mL dan waktu pengadukan selama	Jenis pelarut dan tujuan penelitian.

No	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
		menggunakan ekstrak daun belimbing wuluh sebagai koagulan alami.	25 – 45 menit efektif dalam mengurangi kadar logam Fe dan Mn.	
4.	(Ulyani <i>et al.</i> , 2020)	Mengetahui pengaruh variasi dosis biokoagulan lidah buaya dan kecepatan pengadukan terhadap efisiensi penyisihan COD, BOD, dan TSS pada limbah cair tahu.	Penelitian menunjukkan bahwa penyisihan COD, BOD, dan TSS mendapatkan efisiensi penyisihan tertinggi pada dosis 160 mL/L dengan kecepatan pengadukan 60 rpm sebesar 61,90% COD, 49,97% BOD, dan 89,73% TSS.	Bahan baku dan dosis
5.	(Wahyono <i>et al.</i> , 2019)	Mengetahui kandungan senyawa fenolik dan tanin pada malai galur mutan sorgum dan mengidentifikasi kandungan tanin	Penelitian menunjukkan bahwa spektrum FTIR menunjukkan pita lebar akibat regangan OH pada 2211-3277 cm^{-1} dan pita karena tegangan medium aklana (CH) pada	Bahan baku dan prosedur kerja.

No	Nama Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
		secara kualitatif menggunakan FTIR.	2937-2854 cm ⁻¹ dengan malai sorgum G5 dan G8 mengandung tanin total yang lebih rendah dibandingkan dengan varietas pahat serta FTIR dapat digunakan untuk mengidentifikasi kandungan tanin secara kualitatif.	

1.2 Teori-Teori yang Relevan

1.2.1 Limbah Industri Tahu

Tahu merupakan makanan yang dibuat dari kedelai yang difermentasikan dan diambil sarinya. Tahu juga merupakan salah satu bahan makanan yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari. Tingginya konsumen tahu di masyarakat menyebabkan banyak industri tahu skala rumahan yang didirikan. Industri tahu memiliki dampak positif pada masyarakat seperti meningkatkan pendapatan keluarga dan menyediakan lapangan pekerjaan. Namun industri tahu juga memiliki dampak negatif, yaitu jumlah limbah tahu meningkat karena penanganan limbah tahu yang tidak tepat dapat menurunkan kualitas lingkungan dan merusak ekosistem. Oleh karena itu, penting untuk mengelola limbah dari industri tahu. Limbah dari industri tahu terdapat dua jenis, diantaranya limbah padatan dan limbah cair. Limbah cair industri tahu masih mengandung banyak zat organik yang mudah terurai dan menyebabkan bau yang tidak sedap (Manalu & Rasyidah, 2019).

1.2.2 Limbah Cair Tahu

Mayoritas limbah cair yang dapat mencemari lingkungan berasal dari tahu. Limbah cair yang dihasilkan dari produksi tahu juga termasuk cairan sisa air tahu yang tidak menggumpal dan skrap tahu yang padat. Selain itu, tahu berwarna dan keruh yang dapat menyebabkan rasa

tidak enak serta potongan tahu yang pecah karena penggumpalan yang tidak sempurna (Basri *et al.*, 2023).

Limbah cair tahu juga banyak mengandung zat organik, terutama protein dan asam amino. Senyawa organik tersebut berasal dari limbah cair tahu yang mengandung BOD, COD, dan TSS yang cukup tinggi. Senyawa organik dalam limbah cair tahu dapat meliputi protein, karbohidrat, dan lemak dengan kandungan protein yang cukup tinggi mencapai 40%, karbohidrat antara 25-50%, dan lemak sekitar 10%. Bahan organik dalam limbah cair tahu memiliki volume yang besar seiring dengan lamanya waktu yang dihabiskannya. Gas seperti oksigen, hidrogen sulfida, amonia dan metana juga dapat ditemukan dalam limbah cair tahu sebagai proses pemrosesan bahan organik (Basri *et al.*, 2023). Standar baku mutu yang digunakan sebagai acuan pada pengolahan limbah air tahu yaitu untuk parameter COD, TDS, dan pH dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Tahu. Berikut Tabel 2.2 terkait baku mutu air limbah industri tahu.

Tabel 2. 2 Baku Mutu Air Limbah Industri Tahu

No	Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)
1.	BOD	150
2.	COD	300
3.	TSS	200
4.	pH	6,0 – 9,0

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Indonesia Nomor 5 Tahun 2014

Keterangan:

 : Parameter uji yang akan dilakukan

1.2.3 Teh Hijau

Teh hijau adalah salah satu varietas teh yang paling populer di Indonesia dan memiliki banyak manfaat karena mengandung metabolit sekunder seperti saponin, tanin, alkaloid, flavonoid dan glikosida (Nugraheni *et al.*, 2022). Teh adalah salah satu minuman yang sangat populer di seluruh dunia yang dihasilkan dari tanaman *Camellia sinensis* dengan diambil bagian daun serta pucuknya. Teh juga merupakan minuman yang paling umum dikonsumsi oleh masyarakat di Indonesia, terutama pada pagi hari, karena masyarakat percaya bahwa minum teh dapat menyegarkan tubuh serta teh juga menghasilkan aroma yang wangi sehingga dapat meningkatkan semangat di pagi hari. Selain dapat dikonsumsi, teh juga dapat

dimanfaatkan sebagai campuran kosmetik dan obat-obatan karena memiliki sifat antibakteri serta antikoksidan (Ramdan *et al.*, 2023)

Teh hijau adalah jenis teh yang tidak mengalami proses fermentasi atau bisa disebut sebagai non fermentasi dan mengandung lebih banyak katekin. Teh hijau juga dapat diperoleh dengan mengeringkan daun yang masih segar. Teh hijau memiliki warna kuning hijau serta berasa lebih sepat dibandingkan dengan teh lainnya, karena teh hijau memiliki senyawa tanin yang menyebabkan teh tersebut menjadi sepat (Kusnan, 2022). Salah satu lokasi pembudidayaan tanaman teh di Indonesia adalah Kebun Teh Wonosari Malang, Jawa Timur yang dikelola PT. Perkebunan Nusantara (PTPN).

1.2.4 Ampas Teh Hijau (*Camellia sinensis*)



Gambar 2. 1 Ampas Teh Hijau
Sumber: (Peneliti, 2024)

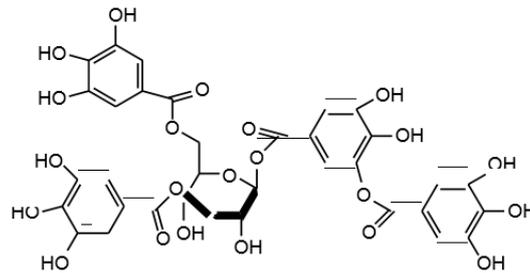
Ampas teh adalah salah satu sumber daya alam yang dapat digunakan menjadi beberapa pemanfaatan, salah satunya digunakan untuk pengelolaan limbah karena ampas teh dapat mengikat logam berat (Lindawati & Anggraini, 2020). Ampas teh yang sudah tidak dimanfaatkan lagi dapat digunakan untuk koagulasi pengolahan limbah air tahu dengan ekstraksi senyawa tanin didalamnya. Ampas teh hijau walaupun sisa dari daun teh yang diseduh tetapi masih mengandung berbagai zat yang bermanfaat yaitu polifenol, kafein, sera, protein, mineral, flavonoid, dan asam amino. Faktor-faktor yang terdapat didalam ekstraksi senyawa tanin salah satunya yaitu pemilihan jenis pelarut agar dapat meningkatkan efisiensi ekstraksi, rasio pelarut terhadap ampas teh hijau, serta waktu dan suhu ekstraksi.

1.2.5 Tanin

Tanin adalah senyawa kunci dalam daun teh karena ia tidak memberikan warna dalam proses pengolahan teh baik secara langsung maupun tidak langsung. Perubahan yang terjadi pada tanin selalu karakteristik teh seperti rasa, warna, dan aroma. Daun teh hijau mengandung tanin dengan kadar tertinggi sebesar 11,55% (Purnama *et al.*, 2019). Tanin dalam teh hijau merupakan tanin tidak dapat dihidrolisa karena tanin juga mempunyai sifat larut dalam air, alkohol gliseron, aseton, tidak larut dalam eter, benzen, kemudian berasa sepat, berwarna kuning *amorf*, ringan, dan tidak berbau. Senyawa tanin juga jika dimasukkan kedalam air akan berbentuk koloid apabila airnya diuapkan maka akan tinggal bubuk yang berwarna merah kecoklatan.

Rumus molekul tanin yaitu $C_{77}H_{52}O_{46}$ yang dapat diekstraksi dengan campuran pelarut atau pelarut tunggal seperti metanol, etanol, atau aseton, dan etil asetat dapat digunakan sebagai pelarut dalam ekstraksi senyawa tanin karena senyawa tanin bersifat polar dan memerlukan

pelarut yang bersifat polar juga (Noer *et al.*, 2018). Berikut gambar 2.2 menunjukkan gambar struktur tanin.



Gambar 2. 2 Struktur Tanin
Sumber: (Noer *et al.*, 2018)

1.2.6 Koagulan

Salah satu bentuk upaya untuk menurunkan kekeruhan air yaitu dengan penambahan koagulan. Koagulan merupakan proses penjernihan air dengan cara mengikat partikel-partikel (koloid) yang berukuran kecil didalam air yang tidak dapat mengendap menjadi flok yang dapat mengendap. Bahan – bahan koagulan yang biasa digunakan pada industri pengolahan air adalah koagulan kimia seperti tawas, ferri sulfat, ferri klorida, dan lain sebagainya. Selain dari bahan kimia koagulan juga bisa didapat dari bahan alami yang mengandung protein atau dapat disebut biokoagulan atau koagulan alami (Singga *et al.*, 2024).

1.2.7 Biokoagulan

Proses biokoagulan alami yang banyak digunakan dalam air dan pengolahan air limbah. Proses penggunaan biokoagulan dianggap lebih aman digunakan daripada koagulan sintetis karena lebih praktis dalam penerapannya. Sementara itu penggunaan koagulan sintetis dalam jumlah yang cukup besar pun akan dapat menghasilkan limbah lumpur yang sulit terurai dan berpotensi memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Biokoagulan juga dapat diperoleh dari biji tumbuhan lainnya (Bhernama *et al.*, 2023). Biokoagulan yang berasal dari tumbuhan tentunya lebih ramah lingkungan dan *biodegradable*.

Efektifitas biokoagulan dapat dilihat dari tingkat keberhasilan biokoagulan. Tingkat efektifitas dinyatakan dalam persentase (%) dengan semakin sedikit zat pencemar, semakin tinggi tingkat persentase efektifitasnya hingga mencapai lebih dari 50%. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses koagulasi dapat meliputi jenis koagulan, dosis koagulan, pH, waktu kontak, pengadukan, temperatur, kondisi air dan interferensi yang dimana faktor-faktor tersebut dapat diperoleh guna mencapai pengolahan air yang efektif serta efisien.

1.2.8 Parameter yang akan diuji

2.2.8.1. Chemical Oxygen Demand (COD)

Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan indikator penting untuk mengukur tingkat pencemaran. COD menunjukkan jumlah oksigen yang digunakan untuk mengoksidasi polutan organik melalui reaksi kimia yang menghasilkan senyawa akhir seperti H₂O, CO₂, NO₃ dan lainnya. Nilai COD yang tinggi akan membutuhkan oksigen yang semakin tinggi juga dan secara otomatis kandungan polutan air limbah akan semakin tinggi pula (Fisma & Bhernama, 2020).

Penurunan COD juga dipengaruhi oleh suhu operasional. Suhu pada kisaran mesofil cenderung menghasilkan penurunan COD yang lebih efektif. Pengoperasian unit pengolahan air limbah pada suhu yang bervariasi dapat meningkatkan nilai COD. Hal ini dapat menghambat proses degradasi dan menyebabkan ketidakseimbangan pertumbuhan mikroorganisme, sehingga suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat mengurangi efektivitas kerja bakteri dengan optimal (Fisma & Bhernama, 2020).

2.2.8.2. Total Suspended Solid (TSS)

Total Suspended Solid (TSS) merupakan parameter paling penting untuk mengukur padatan partikulat dan padatan anorganik dalam limbah dengan demikian efisiensi penyisihan TSS ditemukan lebih tinggi karena pengurangan kandungan partikel padatan dalam limbah yang telah diaplikasikan. (Widyastuti *et al.*, 2023).

2.2.8.3. Derajat Keasaman (pH)

Derajat Keasaman (pH) merupakan suatu konsentrasi ion hidrogen (H⁺) dalam pelarut air yang biasanya digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaaan yang dimiliki oleh suatu larutan (Mujariah *et al.*, 2016). pH diukur dengan menggunakan pH meter, pH yang dipebolehkan juga berdasarkan Peraturan Daerah Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah yaitu 6,0 – 9,0.

2.2.8.4. Analisis *Fourier Transform Infra Red* (FTIR)

Spektroskopi FTIR merupakan analisis teknik yang digunakan untuk mendapatkan spektrum inframerah emisi atau serapan dari zat padat, cair, atau gas. Spektrometer FTIR merupakan simultan yang dapat mengumpulkan informasi resolusi tinggi pada rentang spektral yang cukup luas antara 4000 sampai 400^{cm⁻¹}, dengan keunggulan yang berbeda-beda dari spektrometer dispersif yang dapat memperkirakan daya rentang frekuensi yang sempit sekaligus. Tujuan Spektroskopi FTIR adalah untuk mengukur banyaknya cahaya yang dapat diserap sampel pada setiap frekuensi (Fadlelmoula *et al.*, 2022).

2.2.8.5. Analisis Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer UV-Vis merupakan analisis kuantitatif untuk menentukan identifikasi, karakterisas, pemeriksaan pemurnian maupun penetapan kadar. Spektrofotometer UV-Vis

bekerja dengan mengukur berapa banyak cahaya UV atau cahaya tampak yang diserap oleh suatu senyawa dan berapa banyak cahaya yang tersisa akan diteruskan. Setiap senyawa menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada struktur elektroniknya. Metode spektrofotometer UV-Vis bergantung pada interaksi antara materi dan cahaya. Keunggulan metode terletak pada kesederhanaan dan ketepatan dalam menentukan konsentrasi zat dalam jumlah yang sangat kecil. Selain itu, metode ini menghasilkan hasil yang cukup akurat karena angka yang terbaca langsung dicatat oleh detektor dan ditampilkan angka digital maupun grafis. Hasil analisis Spektrofotometer UV-Vis memberikan informasi mengenai keberadaan dan jumlah senyawa dalam sampel, dapat digunakan untuk penelitian atau penegndalian kualitas (Fitriani *et al.*, 2023).

1.3 Hipotesis

Beberapa hipotesis yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Suhu dan waktu pengadukan optimum untuk mendapatkan ekstraksi ampas teh hijau pada pembuatan biokoagulan adalah pada suhu 60°C dan waktu pengadukan 10 menit.
2. Pengaruh dosis biokoagulan tanin terhadap parameter COD, TSS, dan pH limbah cair tahu berdasarkan Peraturan Menteri LH No. 5 Tahun 2014 adalah semakin banyak dosis biokoagulan tanin maka semakin menurun kadar COD, TSS, dan pH yang didapatkan.