

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Limbah yang tidak ditangani dengan baik akan menyebabkan pencemaran lingkungan, terjadi tidak hanya pada industri skala besar tetapi juga pada industri skala kecil yang seringkali tidak memiliki fasilitas pengolahan limbah (Haryono, dkk., 2018). Mengingat banyaknya industri skala kecil dan lokasinya yang tersebar, permasalahan ini memerlukan perhatian serius. Kondisi ini menuntut adanya alternatif dalam pengelolaan limbah yang dapat diterapkan secara praktis dan edukatif untuk mengatasi permasalahan tersebut. Salah satu alternatif pengelolaan limbah yang dapat diajarkan kepada mahasiswa adalah dengan mengolah limbah yang dapat diintegrasikan dalam perangkat pendidikan untuk mendukung proses pembelajaran dan meningkatkan kesadaran tentang pentingnya pengelolaan limbah yang ramah lingkungan (Apipah dkk., 2019).

Perangkat pendidikan merupakan sarana yang berfungsi mendukung mahasiswa dan pengajar dalam menyelesaikan tugas-tugas pembelajaran (Olimvia, 2024). Lembar Kerja (LK) merupakan salah satu perangkat pendidikan yang mendukung pembelajaran yaitu sebagai salah satu media untuk mahasiswa dalam menyelesaikan tugas, kegiatan eksperimen, demonstrasi, dan diskusi (Indayati, 2020). LK juga berfungsi sebagai alat bantu bagi mahasiswa untuk memahami materi dan menunjang pengajar dalam mengajarkan materi sesuai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Permasalahan yang disajikan dalam LK diambil dari kehidupan sehari-hari dan dapat diselesaikan secara berkelompok sehingga memungkinkan mahasiswa mengembangkan pemahamannya sendiri (Sari & Wulanda, 2019). Salah satu cara untuk mendukung pelaksanaan pembelajaran dan melibatkan peserta didik secara aktif adalah dengan menerapkan LK berbasis *Project-Based Learning* (PjBL).

Pembelajaran dengan model PjBL merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk menilai tidak hanya aspek kognitif tetapi juga kinerja mahasiswa

(Susanti & Azhar, 2020). PjBL memungkinkan mahasiswa untuk langsung menerapkan ilmunya pada proyek yang sedang mereka persiapkan, sehingga lebih mudah untuk memahami isinya (Wainwright, 2018). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Tanjung (2022) tentang Penggunaan LK berbasis (PjBL) didapatkan nilai rata-rata siswa adalah 49,6 dan meningkat menjadi 83,2 setelah perlakuan. Uji normalitas menunjukkan data berdistribusi normal, dan uji hipotesis menunjukkan pengaruh signifikan ($t_{hitung} = 15,27 > t_{tabel} = 2,064$). Pengaruh PjBL terhadap prestasi belajar mencapai 59,03%. Keuntungan lain yang dari model PjBL adalah dapat meningkatkan rasa ingin tahu peserta didik, kemampuan memecahkan masalah, sikap kerja sama, serta literasi lingkungan (Setiawan dkk., 2021).

Literasi lingkungan mencakup empat aspek utama, yaitu pengetahuan, keterampilan, sikap, dan perilaku (Amtonis, 2022). Namun, tingkat literasi lingkungan di kalangan peserta didik masih tergolong rendah. Hal ini disebabkan oleh minimnya keinginan mereka untuk memahami dan mempelajari berbagai permasalahan yang terjadi di lingkungan sekitar (Syofyan dkk., 2020). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Winarni & Koto (2020) menunjukkan bahwa penerapan LKM berbasis proyek berkontribusi terhadap peningkatan literasi sains, yang dapat mendukung literasi lingkungan. Hasil penelitian mencatat peningkatan signifikan, seperti pengetahuan sains yang naik 86,14%, konteks sains naik 24,27%, serta sikap saintifik dalam kategori "sangat baik" yang meningkat sebesar 48,49%. Oleh karena itu, LK berbasis proyek sangat tepat untuk digunakan dalam situasi yang terkait dengan lingkungan, termasuk dalam kasus pencemaran limbah cair. Salah satu contoh limbah cair adalah limbah pencelupan kain.

Limbah industri pencelupan tekstil menjadi salah satu penyebab utama pencemaran air karena menunjukkan warna pekat dan aroma yang menyengat. Hal ini menunjukkan adanya pencemar seperti Krom, Fenol, Ammonia, Sulfida, Minyak dan Lemak (Al-Tohamy dkk., 2022). Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), industri tekstil merupakan industri yang dapat menghasilkan limbah B3 (Rohayati dkk., 2017). Banyaknya limbah ini menyebabkan pencemaran karena

kualitas limbah tersebut tidak memenuhi standar yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 (Pratiwi dkk., 2019).

Air limbah yang tidak diolah dengan baik dapat merusak ekosistem, termasuk ekosistem udara dan tanah, serta sumber air eksternal seperti laut, sungai, dan danau. Selain itu, air yang terkontaminasi berbagai polutan juga menimbulkan ancaman terhadap kesehatan manusia, kehidupan biologis, dan kelestarian lingkungan (Martini dkk., 2020). Koagulasi merupakan salah satu metode pengolahan yang paling umum digunakan dalam pengolahan limbah cair (Pratiwi dkk., 2019). Koagulasi adalah proses penambahan zat kimia atau koagulan ke dalam larutan untuk mengubah kondisi suspensi, koloid, dan materi tersuspensi sebagai persiapan sebelum dilakukan flokulasi (Rusydi dkk., 2017).

Banyak penelitian telah mempertimbangkan pembuatan koagulan dengan menggunakan bahan anorganik dan organik, beberapa contoh koagulan anorganik yang sering digunakan dalam pengolahan air atau limbah cair adalah Ferri Sulfat ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$), Ferri Klorida (FeCl_3), Aluminium Sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), dan Poli Aluminium Klorida (PAC) (Afiatun dkk., 2019). Meskipun demikian, koagulan anorganik memiliki beberapa kekurangan. Misalnya, aluminium sisa dalam air limbah yang diolah dengan tawas telah diidentifikasi sebagai penyebab penyakit Alzheimer. Selain itu, penggunaan koagulan anorganik menghasilkan lumpur kimia, yang meningkatkan biaya pasca-pemrosesan (Kusuma dkk., 2022). Berdasarkan hal tersebut, koagulan alami dapat menjadi salah satu alternatif untuk mengatasi kekurangan tersebut. Beberapa koagulan alami yang dapat digunakan diantaranya bonggol jagung, kulit delima, kulit opuntia, kelor, ampas teh, ampas tebu, batang pisang, biji kelor, lupin, dan kitosan (Nurzanah & Dewi, 2024). Bahan alami lain yang dapat dijadikan sebagai koagulan adalah kulit singkong (Roni & Budiman, 2024).

Singkong merupakan tanaman serbaguna yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan masyarakat, seperti pakan ternak dan bahan baku dalam beragam industri (Nahrisah dkk., 2020). Produktivitas ubi kayu di Indonesia menunjukkan peningkatan rata-rata sebesar 3,23% per tahun dalam lima tahun terakhir (2015-2019), selaras dengan tren kenaikan di luar Pulau Jawa. Peningkatan

produksi bahkan sedikit lebih besar, mencapai 3,39% per tahun. Pada tahun 2019, produksi ubi kayu nasional mencapai 260,23 ku/ha, meningkat 6,69% dibandingkan dengan 243,91 ku/ha pada tahun sebelumnya (Suryani, 2020). Banyaknya produksi umbi kayu membuat sebagian besar industri berbahan baku singkong menganggap kulit singkong sebagai limbah yang tidak berguna (Nahrisah dkk., 2020).

Kulit singkong adalah limbah yang dihasilkan saat mengolah produk makanan yang terbuat dari umbi singkong. Oleh karena itu, keberadaannya sangat dipengaruhi oleh jumlah tanaman singkong yang ada di Indonesia (Nurlaeni, 2022). Kulit singkong mengandung banyak polisakarida dan tanin, yang dapat dijadikan sebagai koagulan alami yang aman bagi lingkungan (Pratiwi dkk., 2019). Kulit singkong dapat dimanfaatkan sebagai koagulan karena mengandung pati, gugus fungsi seperti hidroksil, karboksil, dan amina, serta senyawa Al_2O_3 dan Fe_2O_3 yang mendukung sifat koagulasinya. Penelitian yang dilakukan oleh Yolanda (2022) menunjukkan hasil bahwa kulit singkong memiliki potensi dan daya tarik sebagai bahan pembuatan biokoagulan. Karakteristik koagulan berbasis kulit singkong sangat memengaruhi kinerjanya dalam pengolahan limbah. Penelitian lain, yang dilakukan oleh Roni & Budiman (2024) hasilnya menunjukkan bahwa Pengolahan air terproduksi di Lapangan O&G menggunakan koagulan kulit singkong genderuwo (*Manihot esculenta*) paling efektif pada kadar 7 g. Hasilnya menunjukkan penurunan signifikan pada beberapa parameter: pH menjadi 6,8, *Total Suspended Solid* (TSS) turun hingga 4,06 mg/L, *Total Organic Compound* (TOC) menjadi 2,01 mg/L, *Chemical Oxygen Demand* (COD) berkurang menjadi 5,19 ppm, dan kandungan besi (Fe) turun drastis hingga 0,47 ppm. Namun pada penelitian sebelumnya tidak ada yang menggunakan kulit singkong pada pengolahan limbah pencelupan kain dan penerapan dalam lembar kerja pada mahasiswa. Sehingga peneliti ingin menerapkan lembar kerja berbasis proyek pada praktikum pemanfaatan kulit singkong sebagai koagulan alami dalam pengolahan limbah pencelupan yang diharapkan bisa menjadi ilmu pengetahuan dan dapat mengembangkan literasi lingkungan mahasiswa.

Berdasarkan informasi yang disajikan sebelumnya, belum ada penelitian untuk melakukan sebuah praktikum mengenai pemanfaatan kulit singkong sebagai

koagulan alami dalam pengolahan limbah pencelupan sebagai langkah untuk mengurangi pencemaran limbah pencelupan kain yang berlebihan. Proses praktikum ini akan dibantu dengan menggunakan lembar kerja berbasis proyek yang menekankan pada literasi lingkungan mahasiswa. Dengan ini, peneliti bermaksud akan melaksanakan penelitian dengan judul **“Penerapan Lembar Kerja Berbasis Proyek pada Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Koagulan Limbah Pencelupan Kain Untuk Mengembangkan Literasi Lingkungan Mahasiswa”**.

B. Rumusan Masalah Penelitian

Rumusan masalah yang diangkat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pembelajaran mahasiswa pada penerapan LK berbasis proyek pada pemanfaatan kulit singkong sebagai koagulan dalam pengolahan limbah pencelupan kain?
2. Bagaimana literasi lingkungan mahasiswa dalam penerapan LK berbasis proyek pada pemanfaatan kulit singkong sebagai koagulan dengan variasi konsentrasi dalam pengolahan limbah pencelupan kain?
3. Bagaimana hasil penurunan COD dan TSS limbah pencelupan kain setelah pengolahan dengan pemanfaatan kulit singkong sebagai koagulan?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang dibuat, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan proses pembelajaran mahasiswa pada penerapan LK berbasis proyek pada pemanfaatan kulit singkong sebagai koagulan dalam pengolahan limbah pencelupan kain.
2. Menganalisis pengembangan literasi lingkungan mahasiswa dalam penerapan LK berbasis proyek pada pemanfaatan kulit singkong sebagai koagulan dengan variasi konsentrasi dalam pengolahan limbah pencelupan kain.
3. Menganalisis hasil penurunan COD dan TSS limbah setelah pengolahan dengan pemanfaatan kulit singkong sebagai koagulan.

A. Manfaat Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat yaitu sebagai berikut:

1. Bagi mahasiswa, adanya lembar kerja berbasis proyek pada pemanfaatan kulit singkong sebagai koagulan dapat memudahkan dalam pemahaman materi serta dapat mengembangkan kinerja ilmiah mahasiswa.
2. Bagi pendidik, mampu mengaplikasikan lembar kerja berbasis proyek untuk mengembangkan literasi lingkungan mahasiswa.
3. Bagi peneliti, dapat menjadi dasar bagi pengembangan ilmu pengetahuan dalam penerapan lembar kerja berbasis proyek pada pemanfaatan kulit singkong sebagai koagulan alami.

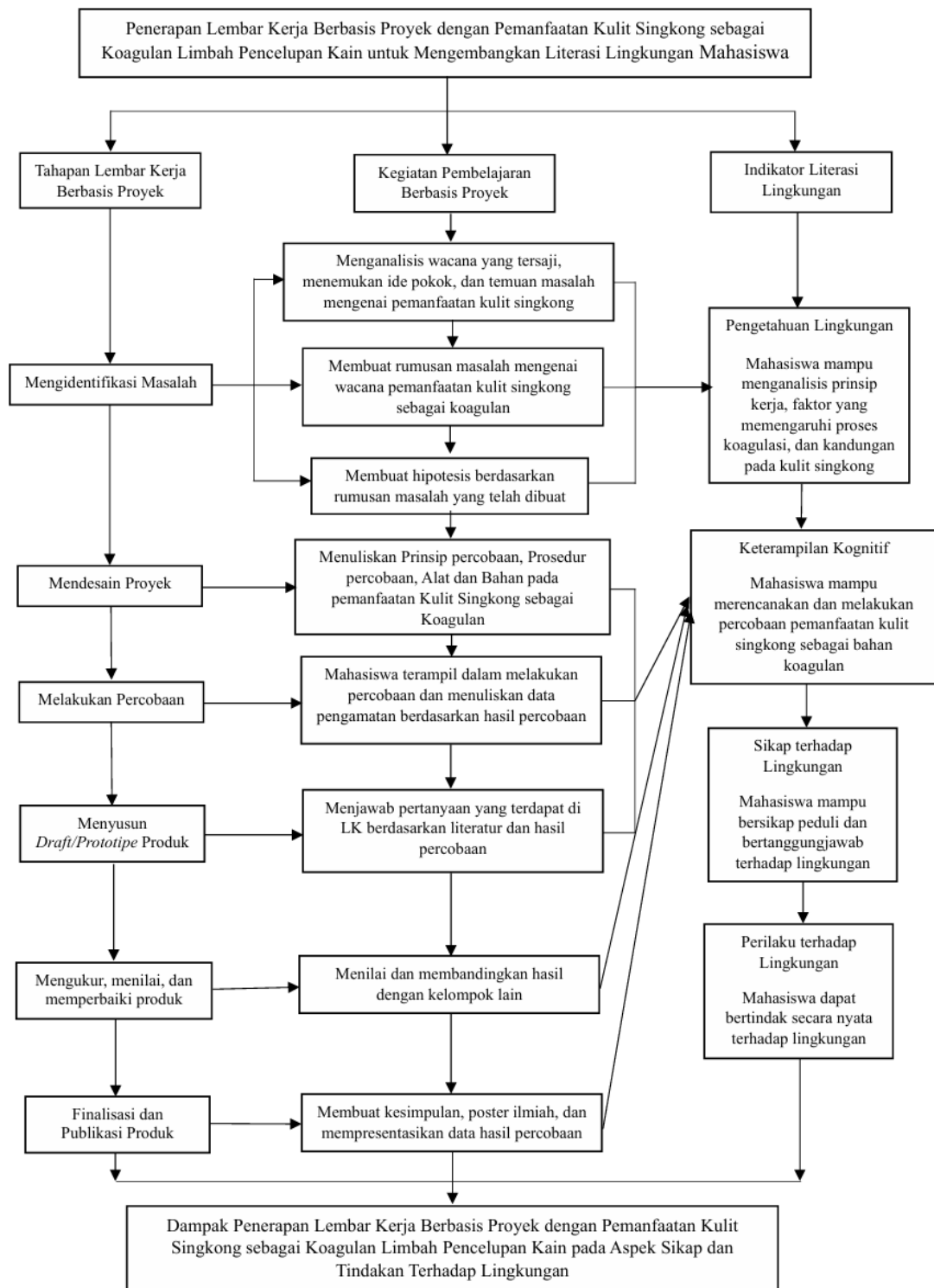
B. Kerangka Pemikiran

Pemanfaatan kulit singkong sebagai koagulan limbah cair bisa diajarkan melalui metode praktikum yang didukung oleh pembelajaran berbasis proyek menggunakan LK sebagai alatnya. Pendekatan ini memungkinkan peserta didik untuk terlibat secara aktif dalam pembelajaran konsep kimia sambil menerapkan metode praktikum. LK berbasis proyek ini memungkinkan mahasiswa untuk terlibat secara langsung dalam proses pembelajaran. Dengan adanya proyek yang dikerjakan baik secara individu maupun kelompok, mahasiswa diberi kesempatan untuk belajar dan berkolaborasi dalam memecahkan berbagai permasalahan (Dinasti, 2022). LK berbasis proyek berguna untuk membimbing mahasiswa dalam membuat proyek atau produk dari hasil praktikum dengan cara yang aktif dan efektif.

Langkah-langkah dalam menerapkan lembar kerja berbasis proyek adalah sebagai berikut: 1) Mengidentifikasi masalah; 2) Merancang desain; 3) Melaksanakan penelitian; 4) Menyusun draft atau prototype produk; 5) Menilai, dan memperbaiki produk; 6) Finalisasi dan publikasi produk (Tazqiyah dkk., 2021). Dalam penelitian ini, lembar kerja berbasis proyek yang akan diberikan kepada mahasiswa yang mencakup indikator literasi lingkungan. Indikator literasi lingkungan mahasiswa mencakup pengetahuan terhadap lingkungan, keterampilan kognitif, sikap terhadap lingkungan, serta tindakan terhadap lingkungan. Mahasiswa tidak hanya memperoleh pemahaman konseptual tentang isu

lingkungan, tetapi juga mengasah keterampilan berpikir kritis dan *problem-solving*. Selain itu, metode ini menumbuhkan kepedulian mahasiswa terhadap lingkungan serta mendorong mereka untuk menerapkan solusi berbasis ilmiah dalam kehidupan nyata. Secara umum, kerangka berpikir mengenai penerapan lembar kerja berbasis proyek pada pemanfaatan kulit singkong sebagai koagulan limbah tekstil untuk mengembangkan literasi lingkungan mahasiswa pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.1





Gambar 1. 1 Kerangka Berpikir

C. Hasil Penelitian Terdahulu

Pelaksanaan penelitian tentunya harus merujuk pada penelitian yang relevan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Yusnidar dkk. (2023) hasilnya menunjukkan bahwa respon siswa terhadap lembar kerja berbasis proyek (*Project Based Learning*) dalam program studi pendidikan kimia di Universitas Jambi tergolong baik. Siswa dari kelas reguler A memberikan respon dalam kategori baik dengan persentase sekitar 66,6%, sedangkan siswa dari kelas reguler B juga memberikan respon dalam kategori baik dengan persentase sekitar 67,7%. Ini menunjukkan bahwa model pembelajaran berbasis proyek berhasil menarik perhatian dan keterlibatan siswa dalam proses belajar mereka. Penelitian lain yang dilakukan oleh Zhang & Ma (2023) hasilnya menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek dapat secara signifikan meningkatkan hasil belajar siswa dibandingkan dengan model pengajaran tradisional.

Penelitian yang dilakukan oleh Adilah dkk. (2024) menunjukkan bahwa penerapan model *Project-Based Learning* berbasis *Socio-Scientific Issues* mampu meningkatkan literasi lingkungan siswa kelas VIIF di SMP Negeri 35 Semarang. Berdasarkan analisis data, terjadi peningkatan kemampuan literasi lingkungan siswa, yakni sebesar 57% pada tahap prasiklus (kategori cukup baik), meningkat menjadi 67% pada siklus I (kategori baik), dan mencapai 75% pada siklus II (kategori baik). Penelitian serupa juga dilakukan oleh Uyun (2025) tentang penggunaan e-worksheet berbasis *Project-Based Learning* (PjBL) menunjukkan efektivitasnya dalam meningkatkan literasi lingkungan siswa. Hasil analisis N-Gain menunjukkan peningkatan literasi lingkungan pada domain kognitif (0,43) dan afektif (0,63), keduanya dalam kategori sedang. PjBL membantu siswa memahami isu lingkungan melalui konteks nyata, meningkatkan kesadaran, keterlibatan aktif, serta motivasi belajar.

Penelitian yang dilakukan oleh Yolanda (2022) menunjukkan hasil bahwa kulit singkong memiliki potensi dan daya tarik sebagai bahan pembuatan biokoagulan. Karakteristik koagulan berbasis kulit singkong sangat memengaruhi kinerjanya dalam pengolahan limbah. Secara umum, baik dalam bentuk koagulan tunggal maupun ganda/modifikasi, kulit singkong efektif untuk menghilangkan polutan

seperti pewarna dan ion berbahaya dari air limbah. Karena bahan bakunya berasal dari limbah, penggunaannya diharapkan dapat layak secara komersial.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Roni & Budiman (2024) hasilnya menunjukkan bahwa Pengolahan air terproduksi di Lapangan O&G menggunakan koagulan kulit singkong genderuwo (*Manihot esculenta*) paling efektif pada kadar 7 g. Hasilnya menunjukkan penurunan signifikan pada beberapa parameter pH menjadi 6,8, *Total Suspended Solid* (TSS) turun hingga 4,06 mg/L, *Total Organic Compound* (TOC) menjadi 2,01 mg/L, *Chemical Oxygen Demand* (COD) berkurang menjadi 5,19 ppm, dan kandungan besi (Fe) turun drastis hingga 0,47 ppm. Hal ini membuktikan bahwa kadar 7 g koagulan memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan kualitas air terproduksi.

Berdasarkan penelitian Ica & Iryani (2024) tentang penggunaan koagulan alami biji kelor dalam mengurangi kadar COD dan BOD pada limbah cair domestik menunjukkan bahwa pada kondisi optimal, terjadi penurunan signifikan, dengan efisiensi hingga 95% untuk BOD dan 86% untuk COD. Penelitian lain oleh Hidayatullah dkk. (2023) menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair menggunakan koagulan alami berupa lidah buaya lebih efektif dibandingkan PAC, terutama dalam menghasilkan air yang lebih jernih, khususnya pada parameter warna. Dosis optimum lidah buaya untuk BOD, COD, dan TSS adalah 20 mL/L, sedangkan untuk warna adalah 60 mL/L. Sementara itu, PAC memerlukan dosis 20 mL/L untuk BOD, 40 mL/L untuk COD dan TSS, serta 60 mL/L untuk warna.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ashari dkk. (2023) menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair dari rumah pemotongan ayam melalui proses koagulasi-flokulasi dengan menggunakan ekstrak kulit singkong memberikan hasil yang optimal pada dosis 5 mL. Hasil penelitian menunjukkan pH turun dari 8,3 menjadi 7,5, kekeruhan berkurang 60,48% (437 NTU menjadi 172,7 NTU), TSS turun 69,01% (710 mg/L menjadi 220 mg/L), dan COD menurun 34,97% (1.967 mg/L menjadi 1.279 mg/L).