

EFEKTIVITAS BIJI PEPAYA (*CARICA PAPAYA L.*) SEBAGAI DESINFEKTAN ALAMI DALAM MENURUNKAN TOTAL COLIFORM PADA AIR SUNGAI

Vita Kumalasari¹, Puput Mulyani²

Prodi Kesehatan Masyarakat, STIKES Surya Global Yogyakarta^{1,2}

e-mail: vitastikessurga@gmail.com

Diterima: 14/08/2026; Direvisi: 20/08/2026; Diterbitkan: 25/08/2026

ABSTRAK

Pencemaran mikrobiologis pada air Sungai Manunggal ditandai oleh tingginya kandungan *Total Coliform*, sehingga diperlukan alternatif pengolahan air berbasis bahan lokal yang sederhana dan mudah diterapkan. Penelitian terdahulu telah menunjukkan potensi biji pepaya sebagai bahan koagulan dan antibakteri, tetapi informasi mengenai penggunaan serbuk biji pepaya secara langsung pada air Sungai Manunggal dengan variasi dosis 6–7 g/L masih terbatas. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi dosis serbuk biji pepaya (*Carica papaya L.*) terhadap penurunan *Total Coliform* serta mengidentifikasi dosis yang menghasilkan penurunan tertinggi. Penelitian menggunakan rancangan eksperimen *Pretest-Posttest Control Group Design* dengan empat kelompok, yaitu kontrol, dosis 6, 6,5, dan 7 g/L, masing-masing tiga kali pengulangan. Sampel air Sungai Manunggal memiliki kandungan awal *Total Coliform* sebesar $2,4 \times 10^6$ MPN/100 mL. Hasil menunjukkan penurunan sebesar 96% pada kontrol, 99% pada dosis 6 dan 6,5 g/L, serta 99,2% pada dosis 7 g/L. Dosis 7 g/L menghasilkan nilai akhir terendah, yaitu $1,97 \times 10^3$ MPN/100 mL. Secara deskriptif, serbuk biji pepaya berpotensi menurunkan *Total Coliform*, tetapi kontribusinya perlu dikonfirmasi melalui analisis statistik karena kelompok kontrol juga mengalami penurunan tinggi.

Kata kunci: Serbuk Biji Pepaya, *Carica Papaya L.*, *Total Coliform*, Pengolahan Air Sungai, Bahan Alami.

ABSTRACT

Microbiological contamination in Manunggal River water is indicated by high *Total Coliform* levels, highlighting the need for simple water treatment alternatives based on locally available materials. Previous studies have demonstrated the potential of papaya seeds as coagulating and antibacterial agents; however, evidence regarding the direct use of papaya seed powder in Manunggal River water at doses of 6–7 g/L remains limited. This study aimed to analyze the effect of varying papaya seed powder (*Carica papaya L.*) doses on *Total Coliform* reduction and identify the dose producing the highest reduction. An experimental study using a *Pretest-Posttest Control Group Design* was conducted with four groups: control, 6, 6.5, and 7 g/L doses, with three replications for each group. The initial *Total Coliform* concentration was 2.4×10^6 MPN/100 mL. The results showed reductions of 96% in the control group, 99% at 6 and 6.5 g/L, and 99.2% at 7 g/L. The 7 g/L treatment produced the lowest final concentration, at 1.97×10^3 MPN/100 mL. Descriptively, papaya seed powder has potential to reduce *Total Coliform*; however, its contribution requires statistical confirmation because substantial reduction also occurred in the control group.

Keywords: Papaya Seed Powder, *Carica Papaya L.*, *Total Coliform*, River Water Treatment, Natural Treatment Agent.

PENDAHULUAN

Kualitas air permukaan merupakan aspek penting dalam pengelolaan lingkungan karena sungai mendukung berbagai aktivitas masyarakat, seperti irigasi, perikanan, peternakan, dan kebutuhan domestik, tetapi keterbukaan sistem sungai membuatnya mudah menerima pencemar dari aktivitas domestik, pertanian, industri, dan limpasan permukaan. Penelitian di Sungai Tuntang, Kabupaten Semarang, menunjukkan bahwa pencemaran berasal dari aktivitas domestik, perkebunan, pertanian, peternakan, dan pertambangan, sedangkan pada Sungai Pelayaran di Sidoarjo, aktivitas domestik, pembangunan infrastruktur, dan perubahan penggunaan lahan juga memengaruhi kualitas air (Saputra et al., 2023; Jayantri & Karnaningrum, 2024). Pencemaran tersebut tidak hanya mengubah karakteristik fisik dan kimia air, tetapi juga dapat meningkatkan beban mikrobiologis yang berpotensi menurunkan keamanan pemanfaatan sumber daya air. Salah satu indikator yang umum digunakan untuk menggambarkan kondisi mikrobiologis air adalah *Total Coliform*, yaitu kelompok bakteri indikator yang keberadaannya dapat menunjukkan pencemaran dan kemungkinan kontaminasi mikroorganisme patogen. Oleh karena itu, pengendalian pencemaran mikrobiologis pada air sungai menjadi bagian penting dalam mempertahankan kualitas lingkungan dan mengurangi risiko kesehatan akibat penggunaan air tercemar.

Permasalahan kualitas air tersebut juga ditemukan pada Sungai Manunggal di Kota Yogyakarta yang antara lain mendukung kegiatan irigasi dan melintasi wilayah perkotaan. Berdasarkan pemantauan Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta tahun 2025, titik pantau Mangkukusuman memiliki nilai Indeks Kualitas Air Indonesia (IKA-INA) sebesar 58,92 dan termasuk kategori tercemar berat, dengan kandungan *Total Coliform* sebesar 452.167 MPN/100 mL. Kondisi tersebut menunjukkan adanya persoalan mikrobiologis yang perlu diperhatikan, meskipun *Total Coliform* merupakan indikator pencemaran dan tidak secara langsung membuktikan keberadaan patogen tertentu. Fitriyanti et al. (2022) menunjukkan bahwa keberadaan *Total Coliform* dapat mengindikasikan kontaminasi, sedangkan Matolisi et al. (2024) menggunakan *Total Coliform* sebagai parameter penting untuk memantau pencemaran mikrobiologis pada Sungai Aur akibat aktivitas domestik di sekitar sungai. Dengan demikian, risiko penyakit seperti diare atau demam tifoid tidak dapat disimpulkan hanya berdasarkan *Total Coliform*, tetapi tingginya konsentrasi indikator tersebut menunjukkan perlunya alternatif pengolahan untuk menurunkan beban mikrobiologis sebelum air dimanfaatkan untuk keperluan tertentu.

Pengolahan air secara konvensional dapat menggunakan bahan kimia seperti klorin atau kaporit, tetapi penggunaannya memerlukan pengendalian dosis dan pengelolaan residu sehingga mendorong pengembangan bahan pengolahan berbasis sumber daya alam. Salah satu bahan yang berpotensi dimanfaatkan adalah biji pepaya (*Carica papaya* L.) yang mengandung senyawa bioaktif dan komponen yang dapat berperan dalam aktivitas antibakteri maupun proses koagulasi. Lestari et al. (2021) menunjukkan bahwa biokoagulan biji pepaya pada limbah cair domestik industri baja di Surabaya dengan dosis 3 g mampu menurunkan *Total Coliform* hingga 66%, sedangkan Amran et al. (2021) memperoleh penurunan *Total Coliform* sebesar 57,6% menggunakan biji pepaya yang telah dikupas pada dosis 196 mg/L dan pH 4. Temuan tersebut menunjukkan bahwa biji pepaya memiliki potensi sebagai koagulan alami untuk membantu mengurangi pencemar mikrobiologis pada limbah cair maupun air permukaan. Namun, efektivitasnya tetap perlu diuji berdasarkan karakteristik sumber air, bentuk bahan, dosis, pH, dan kondisi proses pengolahan yang digunakan.

Penelitian terdahulu menunjukkan potensi biji pepaya sebagai koagulan alami, tetapi terdapat perbedaan objek, bentuk bahan, dosis, dan kondisi proses dibandingkan dengan penelitian pada Sungai Manunggal. Vezar et al. (2024) menunjukkan bahwa biji *Carica papaya*

sebagai biokoagulan pada limbah cair laundry di Palembang menghasilkan kinerja terbaik pada dosis 3 g, terutama dalam menurunkan COD dan fosfat, sedangkan Widiyanti et al. (2023) memperoleh efisiensi penurunan TSS sebesar 99,13% pada air Sungai Tello dengan kondisi optimum pH 3 dan konsentrasi 150% dari TSS awal. Penelitian pada Sungai Tulte juga melaporkan penurunan *Total Coliform* hingga 96,32% menggunakan ekstrak biji pepaya, tetapi metode ekstraksi dan kondisi operasinya berbeda dari penggunaan serbuk biji secara langsung. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa efektivitas biji pepaya tidak dapat digeneralisasikan karena dipengaruhi karakteristik air, bentuk bahan, dosis, pH, waktu kontak, dan kondisi pengolahan. Oleh sebab itu, diperlukan pengujian khusus mengenai kemampuan serbuk biji pepaya tanpa proses ekstraksi pada air Sungai Manunggal dengan variasi dosis dan kondisi perlakuan yang sesuai dengan karakteristik sampel.

Pemilihan serbuk biji pepaya dalam penelitian ini didasarkan pada kandungan senyawa bioaktif, ketersediaan bahan, kemudahan preparasi, serta peluang pemanfaatan bagian tanaman yang kurang dimanfaatkan. Pemanfaatan bahan lokal berpotensi mendukung pengembangan teknologi pengolahan air yang sederhana dan sesuai dengan sumber daya masyarakat, sementara tanaman lokal semakin mendapat perhatian karena dapat mengurangi ketergantungan terhadap bahan kimia sintetis dan teknologi kompleks (Imaduddin & Eilks, 2025). Hidayah et al. (2022) juga menunjukkan bahwa bahan alami seperti biji tanaman dapat dimanfaatkan sebagai koagulan dalam pengolahan air dan limbah dengan kebutuhan energi serta biaya yang relatif rendah. Dalam penelitian ini, serbuk biji pepaya digunakan secara langsung pada dosis 6, 6,5, dan 7 g/L melalui proses pengadukan menggunakan *jar test* dan pengendapan selama 24 jam. Penggunaan istilah “bahan alami untuk menurunkan *Total Coliform*” dipilih secara hati-hati karena parameter mikrobiologis yang dianalisis terbatas pada *Total Coliform*, sehingga serbuk biji pepaya diposisikan sebagai alternatif bahan pengolahan air berbasis sumber daya lokal yang efektivitasnya perlu dibuktikan melalui perubahan konsentrasi *Total Coliform* sebelum dan sesudah perlakuan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian terdahulu belum sepenuhnya menjawab kemampuan serbuk biji pepaya dalam menurunkan *Total Coliform* pada air Sungai Manunggal yang memiliki beban mikrobiologis tinggi dengan penggunaan serbuk secara langsung. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengujian serbuk biji pepaya secara langsung terhadap air Sungai Manunggal menggunakan variasi dosis 6, 6,5, dan 7 g/L serta kondisi pengadukan dan waktu pengendapan yang ditetapkan dalam proses pengolahan. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi dosis serbuk biji pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap penurunan *Total Coliform* pada air Sungai Manunggal serta mengidentifikasi dosis yang menghasilkan persentase penurunan tertinggi. Hasil penelitian diharapkan memberikan informasi empiris mengenai potensi serbuk biji pepaya sebagai bahan alami untuk menurunkan *Total Coliform* sekaligus mendukung pengembangan alternatif pengolahan air yang sederhana, relatif murah, dan berbasis sumber daya lokal. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi pada pemanfaatan bahan alami dalam pengolahan air sekaligus memberikan informasi mengenai penerapan variasi dosis serbuk biji pepaya pada air sungai dengan beban pencemaran mikrobiologis yang tinggi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan rancangan *Pretest-Posttest Control Group Design* yang bertujuan menganalisis perubahan kandungan *Total Coliform* sebelum dan sesudah pemberian serbuk biji pepaya (*Carica papaya* L.). Sampel air diambil dari Sungai Manunggal pada titik pantau Jembatan Mangkukusuman, Jalan Gayam, Bacirow, Kemantren Gondokusuman, Kota Yogyakarta, dengan volume sampel sebanyak 500 mL yang

selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk pemeriksaan awal (*pretest*). Serbuk biji pepaya dibuat dengan cara mengeringkan biji pepaya menggunakan sinar matahari selama 7 hari hingga kering, kemudian biji yang telah kering dihaluskan menggunakan blender hingga diperoleh serbuk. Perlakuan dilakukan menggunakan empat kelompok, yaitu kontrol tanpa penambahan serbuk biji pepaya (0 g/L), dosis 6 g/L, 6,5 g/L, dan 7 g/L, dengan masing-masing perlakuan dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan. Variasi dosis tersebut digunakan untuk membandingkan perubahan kandungan Total *Coliform* pada sampel tanpa bahan perlakuan dengan sampel yang memperoleh penambahan serbuk biji pepaya, sedangkan dasar penetapan rentang dosis perlu dijelaskan berdasarkan pertimbangan atau penelitian pendahuluan yang digunakan peneliti.

Setelah penambahan serbuk biji pepaya sesuai dosis, sampel diaduk menggunakan *jar test* pada kecepatan 120 rpm selama 1 menit, kemudian dilanjutkan dengan pengadukan lambat pada kecepatan 30 rpm selama 30 menit dan didiamkan selama 24 jam untuk proses pengendapan. Setelah proses pengendapan selesai, bagian supernatan diambil menggunakan pipet dan digunakan sebagai sampel *posttest* untuk pemeriksaan kandungan Total *Coliform*. Pemeriksaan Total *Coliform* dilakukan terhadap sampel sebelum dan sesudah perlakuan, tetapi metode atau standar pemeriksaan laboratorium yang digunakan perlu dicantumkan secara spesifik dalam naskah agar prosedur penelitian dapat direplikasi. Persentase penurunan atau efektivitas perlakuan dihitung dengan membandingkan kandungan Total *Coliform* sebelum dan sesudah perlakuan menggunakan rumus efektivitas = $[(\text{nilai } \textit{pretest} - \text{nilai } \textit{posttest}) / \text{nilai } \textit{pretest}] \times 100\%$, sedangkan penurunan pada kelompok kontrol perlu dilaporkan secara terpisah untuk membedakan pengaruh proses pengadukan dan sedimentasi dari pengaruh serbuk biji pepaya. Data dari tiga kali pengulangan pada setiap kelompok perlakuan selanjutnya perlu dianalisis secara statistik untuk menentukan apakah variasi dosis menghasilkan perbedaan penurunan Total *Coliform* yang bermakna, dengan jenis uji, taraf signifikansi, nilai statistik, dan *p-value* dicantumkan sesuai analisis yang benar-benar dilakukan peneliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Perubahan Kandungan Total *Coliform* Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa kandungan Total *Coliform* awal pada seluruh sampel air Sungai Manunggal adalah sebesar $2,4 \times 10^6$ MPN/100 mL. Setelah diberikan perlakuan, seluruh kelompok menunjukkan penurunan kandungan Total *Coliform*, baik pada kelompok kontrol maupun kelompok yang diberi serbuk biji pepaya. Kelompok kontrol tanpa penambahan serbuk biji pepaya menghasilkan nilai akhir sebesar $9,3 \times 10^3$ MPN/100 mL, sedangkan kelompok dengan dosis 6 g/L dan 6,5 g/L masing-masing menghasilkan nilai akhir sebesar $2,4 \times 10^3$ MPN/100 mL. Perlakuan dengan dosis 7 g/L menghasilkan nilai akhir paling rendah, yaitu $1,97 \times 10^3$ MPN/100 mL. Secara deskriptif, hasil tersebut memperlihatkan adanya perbedaan nilai Total *Coliform* sebelum dan sesudah perlakuan pada seluruh kelompok penelitian.

Tabel 1. Perubahan Kandungan Total *Coliform* Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Dosis serbuk biji pepaya	<i>Pretest</i> (MPN/100 mL)	<i>Posttest</i> (MPN/100 mL)	Penurunan absolut (MPN/100 mL)
0 g/L (kontrol)	$2,4 \times 10^6$	$9,3 \times 10^3$	2.390.700

6 g/L	$2,4 \times 10^6$	$2,4 \times 10^3$	2.397.600
6,5 g/L	$2,4 \times 10^6$	$2,4 \times 10^3$	2.397.600
7 g/L	$2,4 \times 10^6$	$1,97 \times 10^3$	2.398.030

Tabel 1 menunjukkan bahwa seluruh kelompok mengalami penurunan absolut Total *Coliform* dari nilai awal $2,4 \times 10^6$ MPN/100 mL. Penurunan absolut terbesar tercatat pada perlakuan dosis 7 g/L, yaitu sebesar 2.398.030 MPN/100 mL, karena kelompok tersebut memiliki nilai *posttest* terendah. Dosis 6 g/L dan 6,5 g/L menghasilkan nilai *posttest* yang sama, sehingga besarnya penurunan absolut pada kedua kelompok juga sama. Sementara itu, kelompok kontrol tetap menunjukkan penurunan yang cukup besar meskipun tidak mendapatkan serbuk biji pepaya. Data tersebut menunjukkan bahwa perubahan kandungan Total *Coliform* terjadi pada seluruh kelompok, sehingga kelompok kontrol perlu dipertimbangkan dalam interpretasi pengaruh perlakuan.

Persentase Penurunan Total *Coliform* pada Setiap Dosis

Perbandingan persentase penurunan menunjukkan bahwa kelompok kontrol mengalami penurunan sebesar 96%, sedangkan kelompok yang diberi serbuk biji pepaya dosis 6 g/L dan 6,5 g/L masing-masing mengalami penurunan sebesar 99%. Perlakuan dengan dosis 7 g/L menghasilkan persentase penurunan tertinggi, yaitu sebesar 99,2%. Dengan demikian, terdapat selisih persentase penurunan sebesar 3 poin persentase antara kelompok kontrol dan dosis 6 g/L maupun 6,5 g/L, sedangkan selisih antara kelompok kontrol dan dosis 7 g/L sebesar 3,2 poin persentase. Hasil tersebut menunjukkan pola deskriptif berupa persentase penurunan yang lebih tinggi pada kelompok yang memperoleh serbuk biji pepaya dibandingkan kelompok kontrol, dengan nilai tertinggi pada dosis 7 g/L.

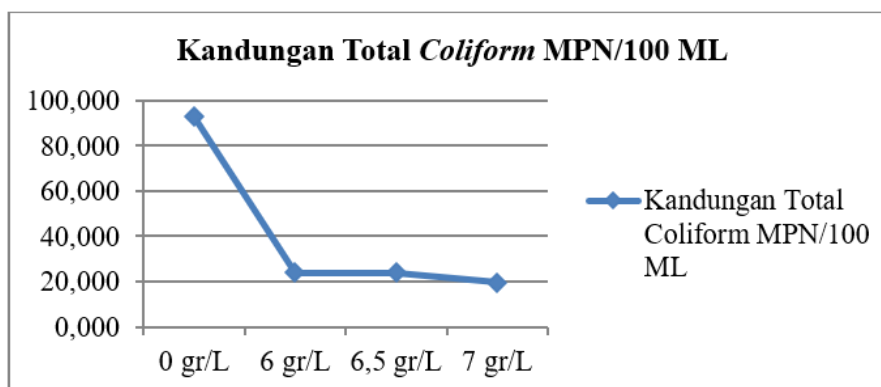
Tabel 2. Persentase Penurunan Total *Coliform* dan Perbedaannya terhadap Kelompok Kontrol

Dosis serbuk biji pepaya	<i>Pretest</i> (MPN/100 mL)	<i>Posttest</i> (MPN/100 mL)	Penurunan (%)	Selisih terhadap kontrol (poin persentase)
0 g/L (kontrol)	$2,4 \times 10^6$	$9,3 \times 10^3$	96,0	0,0
6 g/L	$2,4 \times 10^6$	$2,4 \times 10^3$	99,0	3,0
6,5 g/L	$2,4 \times 10^6$	$2,4 \times 10^3$	99,0	3,0
7 g/L	$2,4 \times 10^6$	$1,97 \times 10^3$	99,2	3,2

Tabel 2 memperlihatkan bahwa persentase penurunan meningkat dari 96% pada kelompok kontrol menjadi 99% pada dosis 6 g/L dan 6,5 g/L. Persentase tersebut kemudian meningkat menjadi 99,2% pada dosis 7 g/L. Perbedaan antara dosis 6 g/L dan 6,5 g/L tidak terlihat berdasarkan nilai yang dilaporkan karena keduanya menghasilkan nilai *posttest* dan persentase penurunan yang sama. Dosis 7 g/L menghasilkan nilai *posttest* paling rendah

sekaligus persentase penurunan paling tinggi dibandingkan seluruh kelompok lainnya. Namun, pola tersebut merupakan temuan deskriptif dan belum dapat dinyatakan sebagai perbedaan yang signifikan secara statistik karena hasil uji statistik belum tersedia dalam naskah.

Visualisasi Hasil Penurunan Total *Coliform*



Gambar 1. Perbandingan Kandungan Total *Coliform* Sebelum dan Sesudah Perlakuan Serbuk Biji Pepaya

Catatan: Gambar sebaiknya menampilkan dosis serbuk biji pepaya pada sumbu horizontal (0 g/L, 6 g/L, 6,5 g/L, dan 7 g/L) serta kandungan Total Coliform dalam MPN/100 mL pada sumbu vertikal. Jika gambar dibuat berdasarkan data tiga kali pengulangan, tambahkan error bar yang menunjukkan variasi data.

Gambar 1 memperlihatkan perubahan kandungan Total *Coliform* pada sampel air Sungai Manunggal sebelum dan sesudah perlakuan pada masing-masing kelompok. Nilai Total *Coliform* setelah perlakuan terlihat lebih rendah dibandingkan nilai awal pada seluruh kelompok, dengan nilai akhir terendah terdapat pada perlakuan serbuk biji pepaya dosis 7 g/L. Kelompok kontrol juga menunjukkan penurunan kandungan Total *Coliform* meskipun tidak memperoleh penambahan serbuk biji pepaya. Secara deskriptif, dosis 7 g/L menghasilkan nilai akhir sebesar $1,97 \times 10^3$ MPN/100 mL, sedangkan dosis 6 g/L dan 6,5 g/L masing-masing menghasilkan $2,4 \times 10^3$ MPN/100 mL. Visualisasi tersebut digunakan untuk memperjelas pola perubahan hasil pengukuran dan tidak digunakan sebagai dasar untuk menyimpulkan signifikansi statistik antarperlakuan.

Perbandingan Hasil dengan Baku Mutu Total *Coliform*

Untuk memberikan gambaran tambahan mengenai perubahan kualitas mikrobiologis air, nilai *posttest* setiap kelompok dapat dibandingkan dengan baku mutu Total *Coliform* sebesar 5.000 MPN/100 mL yang digunakan dalam penelitian. Perbandingan tersebut menunjukkan bahwa nilai awal seluruh kelompok, yaitu $2,4 \times 10^6$ MPN/100 mL, berada jauh di atas nilai pembanding. Setelah perlakuan, nilai kelompok kontrol sebesar $9,3 \times 10^3$ MPN/100 mL masih berada di atas nilai pembanding, sedangkan kelompok dosis 6 g/L, 6,5 g/L, dan 7 g/L masing-masing menghasilkan nilai $2,4 \times 10^3$, $2,4 \times 10^3$, dan $1,97 \times 10^3$ MPN/100 mL. Dengan demikian, berdasarkan angka hasil pengujian yang tersedia, ketiga kelompok yang memperoleh serbuk biji pepaya memiliki nilai *posttest* di bawah 5.000 MPN/100 mL. Perbandingan ini disajikan sebagai deskripsi hasil pengukuran dan tidak dimaksudkan sebagai pengujian statistik terhadap baku mutu.

Tabel 3. Perbandingan Kandungan Total *Coliform* dengan Nilai Baku Mutu

Dosis serbuk biji pepaya	Total <i>Coliform</i> <i>posttest</i> (MPN/100 mL)	Baku mutu (MPN/100 mL)	Selisih dari baku mutu (MPN/100 mL)	Status berdasarkan nilai pembandingan
0 g/L (kontrol)	$9,3 \times 10^3$	5.000	+4.300	Belum memenuhi
6 g/L	$2,4 \times 10^3$	5.000	-2.600	Memenuhi
6,5 g/L	$2,4 \times 10^3$	5.000	-2.600	Memenuhi
7 g/L	$1,97 \times 10^3$	5.000	-3.030	Memenuhi

Tabel 3 menunjukkan adanya perbedaan status hasil pengujian antara kelompok kontrol dan kelompok yang memperoleh serbuk biji pepaya apabila dibandingkan dengan nilai baku mutu 5.000 MPN/100 mL. Kelompok kontrol menghasilkan nilai $9,3 \times 10^3$ MPN/100 mL sehingga masih berada 4.300 MPN/100 mL di atas nilai pembandingan. Sebaliknya, kelompok dosis 6 g/L dan 6,5 g/L menghasilkan nilai $2,4 \times 10^3$ MPN/100 mL, sedangkan dosis 7 g/L menghasilkan $1,97 \times 10^3$ MPN/100 mL. Nilai *posttest* terendah terdapat pada dosis 7 g/L dengan selisih 3.030 MPN/100 mL di bawah nilai pembandingan. Temuan ini menunjukkan bahwa berdasarkan hasil pengukuran akhir yang tersedia, kelompok yang memperoleh serbuk biji pepaya menghasilkan konsentrasi Total *Coliform* yang lebih rendah daripada nilai pembandingan yang digunakan dalam penelitian.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan Total *Coliform* pada sampel awal air Sungai Manunggal mencapai $2,4 \times 10^6$ MPN/100 mL dan kemudian mengalami penurunan setelah seluruh sampel menjalani proses perlakuan. Kelompok kontrol mengalami penurunan sebesar 96%, sedangkan kelompok dengan penambahan serbuk biji pepaya dosis 6 g/L dan 6,5 g/L masing-masing mengalami penurunan sebesar 99%. Penurunan tertinggi terdapat pada dosis 7 g/L dengan nilai *posttest* sebesar $1,97 \times 10^3$ MPN/100 mL dan persentase penurunan sebesar 99,2%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa dosis 7 g/L menghasilkan nilai Total *Coliform* akhir dan persentase penurunan paling tinggi dibandingkan kelompok perlakuan lainnya. Namun demikian, tingginya penurunan pada kelompok kontrol menunjukkan bahwa perubahan Total *Coliform* tidak hanya terjadi pada sampel yang diberi serbuk biji pepaya.

Temuan lain yang penting adalah adanya perbedaan antara nilai akhir kelompok kontrol dan kelompok yang memperoleh serbuk biji pepaya. Kelompok kontrol masih menghasilkan Total *Coliform* sebesar $9,3 \times 10^3$ MPN/100 mL, sedangkan seluruh kelompok dengan penambahan serbuk biji pepaya menghasilkan nilai di bawah 5.000 MPN/100 mL berdasarkan nilai pembandingan yang digunakan dalam penelitian. Dosis 6 g/L dan 6,5 g/L menghasilkan nilai akhir yang sama, yaitu $2,4 \times 10^3$ MPN/100 mL, sementara dosis 7 g/L menghasilkan nilai lebih rendah, yaitu $1,97 \times 10^3$ MPN/100 mL. Dengan demikian, secara deskriptif dosis 7 g/L merupakan perlakuan yang menghasilkan hasil akhir paling rendah dan persentase penurunan paling tinggi. Meskipun demikian, kesimpulan mengenai pengaruh dosis secara statistik belum dapat ditetapkan sebelum data tiga pengulangan dan hasil uji statistik tersedia.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian serbuk biji pepaya (*Carica papaya* L.) pada dosis 6, 6,5, dan 7 g/L berkaitan dengan penurunan *Total Coliform* pada air Sungai Manunggal, sehingga secara deskriptif menjawab tujuan penelitian mengenai kemampuan variasi dosis dalam menurunkan bakteri indikator. Kandungan *Total Coliform* awal sebesar $2,4 \times 10^6$ MPN/100 mL menurun menjadi $2,4 \times 10^3$ MPN/100 mL pada dosis 6 dan 6,5 g/L serta $1,97 \times 10^3$ MPN/100 mL pada dosis 7 g/L. Persentase penurunan masing-masing perlakuan mencapai 99%, 99%, dan 99,2%, sedangkan kelompok kontrol mengalami penurunan sebesar 96%, yang menunjukkan bahwa penambahan serbuk biji pepaya berpotensi meningkatkan proses pengolahan air meskipun efektivitas koagulasi dipengaruhi oleh dosis dan kondisi operasi (Amran et al., 2021). Variasi dosis, kecepatan pengadukan, dan waktu proses juga merupakan faktor penting yang dapat memengaruhi kinerja serbuk biji pepaya sebagai koagulan dalam penyisihan pencemar air (Ofomi & Ilaboya, 2025). Dengan demikian, dosis 7 g/L menghasilkan *posttest* terendah dan persentase penurunan tertinggi, tetapi belum dapat dinyatakan sebagai dosis yang berbeda signifikan secara statistik sebelum hasil uji terhadap tiga kali pengulangan tersedia.

Penurunan *Total Coliform* pada kelompok yang diberi serbuk biji pepaya dapat dijelaskan melalui kemungkinan aktivitas senyawa bioaktif dan proses fisik-kimia selama perlakuan. Biji *Carica papaya* diketahui mengandung metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, saponin, tanin, dan senyawa fenolik yang berpotensi memiliki aktivitas antibakteri. Insani et al. (2022) menunjukkan bahwa ekstrak metanol biji pepaya (*Carica papaya* L.) memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli*, sehingga memperkuat potensi biji pepaya sebagai sumber senyawa antibakteri alami. Temuan yang lebih baru oleh Basir et al. (2026) juga menunjukkan bahwa ekstrak biji pepaya mampu menghambat pertumbuhan *Aeromonas hydrophila* dengan konsentrasi hambat minimum (MIC) sebesar 3,5%. Namun, karena penelitian ini hanya mengukur *Total Coliform* dan tidak mengidentifikasi senyawa aktif maupun mekanisme kerusakan sel bakteri secara langsung, aktivitas antibakteri tersebut perlu diposisikan sebagai penjelasan teoritis, bukan mekanisme yang telah dibuktikan dalam penelitian ini.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa peningkatan dosis dari 6 menjadi 7 g/L menghasilkan kecenderungan penurunan *Total Coliform* yang lebih besar, dengan dosis 6 dan 6,5 g/L menghasilkan *posttest* sebesar $2,4 \times 10^3$ MPN/100 mL dan dosis 7 g/L sebesar $1,97 \times 10^3$ MPN/100 mL. Pola tersebut menunjukkan bahwa peningkatan jumlah bahan dapat memberikan peluang lebih besar bagi komponen aktif atau komponen penggumpal dalam biji pepaya untuk berinteraksi dengan partikel dan mikroorganisme dalam air. Yimer dan Dame (2021) menunjukkan bahwa ekstrak biji pepaya pada pengolahan air Sungai Tulte mampu menghasilkan penghilangan *Total Coliform* hingga 96,32% pada kondisi optimum, sehingga mendukung potensinya sebagai biokoagulan. Diver et al. (2023) juga menegaskan bahwa koagulan berbasis tanaman berpotensi menggantikan atau melengkapi koagulan sintesis, meskipun efektivitasnya dipengaruhi karakteristik bahan, kondisi air, dan parameter operasi. Dengan demikian, biji pepaya berpotensi digunakan sebagai alternatif koagulan alami, tetapi hasil penelitian tersebut tidak dapat dibandingkan secara langsung karena terdapat perbedaan bentuk bahan, dosis, pH, karakteristik air, serta kondisi operasi.

Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menunjukkan potensi biji pepaya sebagai bahan alami untuk pengolahan air dan penyisihan berbagai kontaminan. Bayode et al. (2023) menjelaskan bahwa biji *Carica papaya* berpotensi menghilangkan kontaminan organik, anorganik, dan mikrobiologis melalui mekanisme adsorpsi dan koagulasi. Razali et al. (2024) juga menunjukkan bahwa biji pepaya dapat digunakan sebagai koagulan

alternatif pada air sungai, dengan efektivitas penyisihan yang dipengaruhi oleh pH dan dosis serta mampu menghasilkan penyisihan kekeruhan sebesar 94,35% pada kondisi optimum. Kesamaan penelitian tersebut dengan penelitian ini terletak pada pemanfaatan biji pepaya sebagai bahan pengolahan air, sedangkan perbedaannya terdapat pada jenis air, bentuk bahan, parameter yang diamati, dan kondisi operasi. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi empiris melalui pengujian serbuk biji pepaya secara langsung pada air Sungai Manunggal dengan variasi dosis 6–7 g/L dan kondisi pengolahan yang disesuaikan dengan karakteristik sampel.

Penelitian mengenai ekstrak biji pepaya pada pengolahan air sungai menunjukkan bahwa bahan tersebut berpotensi menurunkan *Total Coliform* dan bahwa efektivitasnya dipengaruhi oleh dosis serta kondisi proses pengolahan. Temuan tersebut mendukung hasil penelitian ini bahwa biji pepaya dapat berperan dalam pengolahan air yang tercemar secara mikrobiologis. Namun, penelitian terdahulu menggunakan ekstrak biji pepaya, sedangkan penelitian ini menggunakan serbuk biji secara langsung tanpa proses ekstraksi. Perbedaan bentuk bahan tersebut menyebabkan mekanisme dan efisiensi keduanya tidak dapat dianggap identik. Oleh karena itu, penelitian ini memberikan informasi empiris tambahan mengenai pemanfaatan serbuk biji pepaya secara langsung pada air Sungai Manunggal.

Penurunan *Total Coliform* pada kelompok kontrol menjadi aspek penting karena kelompok tanpa serbuk biji pepaya juga mengalami penurunan sebesar 96%, dari $2,4 \times 10^6$ menjadi $9,3 \times 10^3$ MPN/100 mL. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penurunan bakteri tidak sepenuhnya dapat dikaitkan dengan serbuk biji pepaya karena pengadukan, flokulasi, pengendapan, atau perubahan kondisi lingkungan selama perlakuan juga dapat berkontribusi terhadap penurunan beban mikrobiologis. Tometin et al. (2022) menunjukkan bahwa proses koagulasi-flokulasi dengan koagulan alami dapat berkontribusi terhadap penyisihan bakteri fekal, sedangkan Benalia et al. (2024) menjelaskan bahwa efektivitas proses tersebut dipengaruhi oleh dosis koagulan, kecepatan pengadukan, waktu koagulasi-flokulasi, dan waktu pengendapan. Dengan demikian, penurunan *Total Coliform* dalam penelitian ini perlu dipahami sebagai hasil interaksi antara pemberian serbuk biji pepaya dan tahapan pengolahan yang berlangsung selama perlakuan. Selisih penurunan terhadap kontrol sebesar 3,0 poin persentase pada dosis 6 dan 6,5 g/L serta 3,2 poin persentase pada dosis 7 g/L menunjukkan adanya kecenderungan kontribusi tambahan dari serbuk biji pepaya, tetapi hal tersebut masih perlu dibuktikan melalui analisis statistik terhadap seluruh data pengulangan.

Dari perspektif kualitas air, nilai awal *Total Coliform* sebesar $2,4 \times 10^6$ MPN/100 mL menunjukkan bahwa beban mikrobiologis sampel sangat tinggi dibandingkan nilai pembanding 5.000 MPN/100 mL yang digunakan dalam penelitian. Setelah perlakuan, kelompok kontrol memiliki nilai $9,3 \times 10^3$ MPN/100 mL, sedangkan kelompok serbuk biji pepaya menghasilkan nilai $2,4 \times 10^3$ MPN/100 mL pada dosis 6 dan 6,5 g/L serta $1,97 \times 10^3$ MPN/100 mL pada dosis 7 g/L. Berdasarkan nilai pembanding tersebut, seluruh kelompok perlakuan dengan serbuk biji pepaya menghasilkan nilai akhir yang lebih rendah dibandingkan kontrol dan berada di bawah angka pembanding. Kondisi tersebut perlu dipahami dalam konteks karakteristik perairan karena keberadaan dan distribusi *Total Coliform* dapat dipengaruhi oleh sumber limpasan dan kondisi lingkungan perairan (Ismanto et al., 2024), sementara keberadaan *Total Coliform* sebagai indikator tidak selalu secara langsung menunjukkan keberadaan patogen (Richiardi et al., 2023). Dengan demikian, hasil penelitian ini lebih tepat dipahami sebagai bukti penurunan indikator mikrobiologis dan belum dapat dijadikan dasar untuk menyatakan bahwa seluruh risiko patogen dalam air telah dihilangkan.

Jika dikaitkan dengan tujuan penelitian, dosis 7 g/L merupakan perlakuan dengan hasil deskriptif terbaik karena menghasilkan konsentrasi *Total Coliform* akhir sebesar $1,97 \times 10^3$

Copyright (c) 2026 NATURAL : Jurnal Ilmu Sains dan Terapan

MPN/100 mL dan persentase penurunan sebesar 99,2%. Dosis 6 dan 6,5 g/L juga menghasilkan penurunan tinggi sebesar 99%, tetapi keduanya memiliki nilai *posttest* yang sama. Temuan tersebut menunjukkan bahwa peningkatan dosis hingga 7 g/L dalam rentang perlakuan yang diuji memberikan kecenderungan peningkatan penurunan *Total Coliform*, meskipun peningkatannya relatif kecil. Oleh karena itu, dosis 7 g/L dapat disebut sebagai dosis dengan hasil akhir terbaik dalam rentang perlakuan yang diuji. Namun, istilah “dosis paling efektif” atau “dosis optimum” sebaiknya digunakan setelah tersedia bukti statistik dan pengujian dosis yang lebih luas karena dosis 7 g/L belum dapat dipastikan sebagai titik optimum.

Secara keseluruhan, hasil penelitian memperkuat potensi serbuk biji pepaya sebagai bahan alami dalam proses pengolahan air untuk menurunkan *Total Coliform*. Potensi tersebut didukung oleh penelitian terdahulu yang menunjukkan kemampuan biji pepaya sebagai koagulan maupun sumber senyawa antibakteri. Kontribusi penelitian ini terletak pada pengujian serbuk biji pepaya secara langsung pada air Sungai Manunggal dengan rentang dosis 6–7 g/L serta kondisi pengadukan dan pengendapan yang diterapkan dalam penelitian. Tingginya penurunan pada kelompok kontrol menunjukkan perlunya penelitian lanjutan dengan desain yang lebih kuat, analisis statistik terhadap tiga pengulangan, dan variasi dosis yang lebih luas untuk menentukan hubungan dosis-respons secara lebih meyakinkan. Penelitian selanjutnya juga perlu mempertimbangkan parameter kualitas air lain, identifikasi bakteri yang lebih spesifik, pH, waktu kontak, serta kemungkinan residu bahan sebelum serbuk biji pepaya direkomendasikan sebagai teknologi pengolahan air yang lebih luas.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian serbuk biji pepaya (*Carica papaya L.*) pada dosis 6, 6,5, dan 7 g/L berkaitan dengan penurunan kandungan *Total Coliform* pada air Sungai Manunggal. Dalam rentang dosis yang diuji, dosis 7 g/L menghasilkan nilai *posttest* paling rendah, yaitu $1,97 \times 10^3$ MPN/100 mL, dengan persentase penurunan sebesar 99,2%, sedangkan dosis 6 dan 6,5 g/L masing-masing menghasilkan penurunan sebesar 99%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa serbuk biji pepaya memiliki potensi sebagai bahan alami dalam proses pengolahan air untuk menurunkan indikator pencemaran mikrobiologis, dengan dosis 7 g/L memberikan hasil deskriptif terbaik pada penelitian ini. Namun, penurunan sebesar 96% pada kelompok kontrol menunjukkan bahwa proses pengadukan dan pengendapan juga berkontribusi terhadap perubahan kandungan *Total Coliform*, sehingga pengaruh serbuk biji pepaya tidak dapat dinyatakan sepenuhnya berdasarkan persentase penurunan tersebut tanpa dukungan analisis statistik. Dengan demikian, tujuan penelitian untuk mengidentifikasi kemampuan variasi dosis serbuk biji pepaya dan dosis yang menghasilkan penurunan tertinggi telah terjawab secara deskriptif, sedangkan penetapan dosis optimum dan pengaruh dosis secara statistik masih memerlukan pengujian lebih lanjut.

Secara praktis, temuan penelitian ini memberikan informasi awal bahwa serbuk biji pepaya berpotensi dikembangkan sebagai salah satu alternatif bahan pengolahan air berbasis sumber daya lokal, terutama karena bahan relatif mudah diperoleh dan dapat diproses dengan metode yang sederhana. Hasil penelitian dapat menjadi dasar bagi penelitian lanjutan untuk mengembangkan teknologi pengolahan air yang lebih sederhana dan terjangkau, tetapi belum dapat dijadikan dasar untuk merekomendasikan penggunaannya secara langsung pada skala masyarakat sebelum aspek keamanan dan konsistensi proses diuji lebih lanjut. Penelitian selanjutnya perlu menggunakan data dari seluruh pengulangan, analisis statistik yang sesuai, serta variasi dosis yang lebih luas untuk menentukan hubungan dosis-respons dan dosis optimum secara lebih meyakinkan. Pengujian terhadap pH, waktu kontak, karakteristik fisik-kimia air, parameter mikrobiologis yang lebih spesifik, serta kemungkinan residu bahan setelah



perlakuan juga diperlukan untuk mengetahui kelayakan penerapan serbuk biji pepaya sebagai bahan pengolahan air. Dengan pengembangan tersebut, pemanfaatan biji pepaya berpotensi memberikan alternatif pengolahan air berbasis bahan lokal, sekaligus mendukung pemanfaatan sumber daya yang tersedia secara lebih optimal dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amran, A. H., Zaidi, N. S., Muda, K., Bahrodin, M. B., & Liew, W. L. (2021). Deshelled *Carica papaya* seeds as natural coagulant for improvement quality of river water. *Sains Malaysiana*, 50(6), 1521–1529. https://www.ukm.my/jsm/english_journals/vol50num6_2021/vol50num6_2021pg1521-1529.html
- Amran, A. H., Zaidi, N. S., Syafiuddin, A., Zhan, L. Z., Bahrodin, M. B., Mehmood, M. A., & Boopathy, R. (2021). Potential of *Carica papaya* seed-derived bio-coagulant to remove turbidity from polluted water assessed through experimental and modeling-based study. *Applied Sciences*, 11(12), 5715. <https://doi.org/10.3390/app11125715>
- Basir, L., Riauwaty, M., & Syawal, H. (2026). Antibacterial activity test of papaya seed extract (*Carica papaya* L.) on the growth of *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 31(1), 47–54. <https://doi.org/10.31258/jpk.31.1.47-54>
- Bayode, A. A., & Omorogie, M. O. (2023). A review on the versatility of *Carica papaya* seed: An agro-genic waste for the removal of organic, inorganic and microbial contaminants in water. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 98(9), 2095–2109. <https://doi.org/10.1002/jctb.7415>
- Benalia, A., Derbal, K., Amrouci, Z., Baatache, O., Khalfaoui, A., & Pizzi, A. (2024). Application of plant-based coagulants and their mechanisms in water treatment: A review. *Journal of Renewable Materials*, 12(4), 667–698. <https://doi.org/10.32604/jrm.2024.048306>
- Diver, D., Nhapi, I., & Ruziwa, W. R. (2023). The potential and constraints of replacing conventional chemical coagulants with natural plant extracts in water and wastewater treatment. *Environmental Advances*, 13, 100421. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2023.100421>
- Fitriyanti, F., Nurhidayah, N., Purnamasari, N., & Fuadi, N. (2022). Uji kandungan bakteri *Total Coliform* dan *Escherichia coli* air tanah di Kabupaten Pangkep. *Jurnal Sains Fisika: SAINFIS*, 2(1), 1–7. <https://journal.uinalauddin.ac.id/index.php/sainfis/article/view/27261>
- Hidayah, R., Effendi, H., & Hariyadi, S. (2022). The utilization of tamarind seeds (*Tamarindus indica* L.) as the natural coagulant for wastewater treatment of traditional gold mine. *Habitus Aquatica*, 3(2), 80–92. <https://doi.org/10.29244/HAJ.3.2.80>
- Imaduddin, M., & Eilks, I. (2025). Harnessing Indonesia's biodiversity for sustainable water treatment: A review of local plant-based solutions. *Environmental Science and Pollution Research*, 32, 12167–12190. <https://doi.org/10.1007/s11356-025-36485-2>
- Insani, R. N., Rukmi, M. G. I., & Utami, W. (2022). Uji aktivitas antibakteri ekstrak metanol biji pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap *Escherichia coli* secara *in vitro*. *Generics: Journal of Research in Pharmacy*, 2(2), 67–76. <https://doi.org/10.14710/genres.v2i2.15702>
- Ismanto, A., Sugianto, D. N., Widada, S., Zainuri, M., Wisha, U. J., Atmodjo, W., Helmi, M., & Marwoto, J. (2024). Tidal current-driven coliform bacteria distribution in Pekalongan waters and estuaries, Indonesia. *Environmental Quality Management*. <https://doi.org/10.1002/tqem.70016>



- Jayantri, D. R., & Karnaningrum, N. (2024). Analysis of the influence of land use on water quality pollution in the river basin (DAS) Kali Pelayaran, Sidoarjo. *Jurnal Serambi Engineering*, 9(3), 9947–9955.
<https://jse.serambimekkah.id/index.php/jse/article/view/347>
- Lestari, D. Y., Darjati, & Marlik. (2021). Penurunan kadar BOD, COD, dan *Total Coliform* dengan penambahan biokoagulan biji pepaya (*Carica papaya* L.) (Studi pada limbah cair domestik industri baja di Surabaya tahun 2020). *Jurnal Kesehatan Lingkungan: Jurnal dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan*, 18(1), 49–54.
<https://doi.org/10.31964/jkl.v18i1.288>
- Matolisi, E., Damiri, N., Imanudin, M. S., & Hasyim, H. (2024). Conditions of total coliform in the Aur River, Palembang City, South Sumatra, Indonesia. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 11(4), 6267–6275.
<https://doi.org/10.15243/jdmlm.2024.114.6267>
- Ofomi, J. E., & Ilaboya, R. I. (2025). Performance of powdered pawpaw seeds (*Carica papaya*) as coagulant for turbid water treatment using a fabricated flocculator. *NIPES Journal of Energy Technology and Environment*, 7(3). <https://doi.org/10.37933/jete/7.3.2025.1931>
- Razali, N. S. S., Rosman, N. H., Othman, I., & Harun, H. (2024). Effectiveness of banana peels and papaya seeds as alternative coagulants in water treatment. *AIP Conference Proceedings*, 3041, 040005. <https://doi.org/10.1063/5.0194576>
- Richiardi, L., Pignata, C., Fea, E., Bonetta, S., & Carraro, E. (2023). Are indicator microorganisms predictive of pathogens in water? *Water*, 15(16), 2964.
<https://doi.org/10.3390/w15162964>
- Saputra, A., & Siwiendrayanti, A. (2023). Analysis of water quality status in Tuntang River, Semarang Regency in 2022. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 20(1), 186–195. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v20i1.186-195>
- Tometin, L. A. S., Nonfodji, O. M., Chouti, W. K., Dannon, M., Aboubakari, A., & Fatombi, J. K. (2022). Use of natural coagulants in removing organic matter, turbidity and fecal bacteria from hospital wastewater by coagulation-flocculation process. *Journal of Water Resource and Protection*, 14(11), 719–730.
<https://doi.org/10.4236/jwarp.2022.1411039>
- Veazar, S. A. N., Belinda, Z. T., Rendana, M., Agustina, T. E., Nasir, S., Hanum, L., & Andarini, D. (2024). The use of *Carica papaya* seeds as bio coagulant for laundry wastewater treatment. *Journal of Engineering and Applied Science*, 71, Article 99.
<https://doi.org/10.1186/s44147-024-00438-2>
- Widiyanti, S. E., Pabbenteng, P., Insani, N., & Saputra, E. W. (2023). The use of papaya seeds as a natural coagulant in the water treatment from Tello River. *AIP Conference Proceedings*, 2595, 050010. <https://doi.org/10.1063/5.0125554>
- Yimer, A., & Dame, B. (2021). Papaya seed extract as coagulant for potable water treatment in the case of Tulte River for the community of Yekuset district, Ethiopia. *Environmental Challenges*, 4, 100198. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100198>