

**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)**

**Dinda Yully Lestari, Darjati, Marlik**

Poltekkes Kemenkes Surabaya Jurusan Kesehatan Lingkungan Surabaya  
Jalan Raya Menur No. 118A Surabaya  
e-mail: marlik2503@gmail.com

**Abstract:** *The Decreased Levels Of BOD, COD, and Total Coliform With The Addition Of Papaya(*Carica papaya L*) Seed Biocoagulants (Studi on Domestic Wastewater of Steel Industry in Surabaya 2020).* Domestic wastewater is wastewater that is from residential businesses or activities, restaurants, offices, businesses, apartments and dormitories. Preliminary test result against BOD, COD, and Total Coliform in domestic wastewater of steel industry in Surabaya did not qualify in which according to Regulation of Minister of Environment and Forestry in Republic of Indonesia Number 68 of 2016, the requirements were 63 mg/l, 189 mg/l and 13,000 CFU/100ml. Treatment that could be conducted was coagulation-flocculation with the addition of biocoagulant of papaya seed. Moreover, the purpose of this study was in order to analyze the reduction in BOD, COD, and Total Coliform level in domestic wastewater of steel industry in Surabaya by adding biocoagulant of papaya seed (*Carica papaya L*). Type of this research was a pure experimental research with pretest-posttest control group design. Object of this research was domestic wastewater in one of steel industries in Surabaya, East Java Province, Indonesia. The dosage variations were 1 gram, 2 grams and 3 grams and 0 gram as a control with replication as much as 6 times. Thus, it was obtained 24 sample size. The results of BOD, COD, and Total Coliform before and after the addition of papaya seed (*Carica papaya L*) biocoagulant were analyzed by using paired t test and probit test. The results showed that BOD, COD and Total Coliform levels in domestic wastewater of steel industry in Surabaya after having treatment reduced. The highest percentage in dose of 3 gr could reduce BOD and COD level until 93% and Total Coliform in 66%. The optimum dose in reducing BOD and COD levels were 3,629 gr/l and 3,109 gr/l. Furthermore, coagulation-flocculation wastewater treatment by using biocoagulant of papaya seed could reduce BOD, COD, and Total Coliform levels. Thus, for steel industry, it was necessary to conduct pre-treatment of coagulation-flocculation treatment against domestic wastewater by using biocoagulant of papaya seed before being dumped into water bodies.

**Keywords:** Domestic wastewater; biocoagulant; papaya seeds (*Carica papaya L*)

**Abstrak:** *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).* Limbah cair domestik adalah limbah cair yang berasal dari usaha dan atau kegiatan pemukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen, dan asrama. Hasil uji pendahuluan BOD, COD, dan Total Coliform limbah cair domestik industri baja di Surabaya tidak memenuhi syarat sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016 yaitu 63 mg/l, 189 mg/l dan 13.000 CFU/100ml. Pengolahan yang dapat dilakukan yaitu koagulasi-flokulasi dengan penambahan biokoagulan biji pepaya. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis penurunan kadar BOD, COD, dan Total Coliform pada limbah cair domestik industri baja di Surabaya dengan penambahan biokoagulan biji pepaya (*Carica papaya L*). Jenis penelitian ini adalah eksperimen murni dengan desain pretest-posttest control group. Objek penelitian adalah limbah cair domestik salah satu industri baja di Surabaya. Variasi dosis yaitu 1 gram, 2 gram dan 3 gram serta 0 gram sebagai kontrol dengan replikasi sebanyak 6 kali, sehingga didapatkan besar sampel 24. Data hasil kadar BOD, COD, dan Total Coliform sebelum dan sesudah penambahan biokoagulan biji pepaya (*Carica papaya L*) dianalisis menggunakan uji statistik paired t test dan uji probit. Hasil Penelitian menunjukkan kadar BOD, COD dan

Total Coliform pada limbah cair domestik industri baja di Surabaya sesudah pengolahan mengalami penurunan. Presentase tertinggi pada dosis 3 gr/500 ml dapat menurunkan kadar BOD dan COD hingga 93% serta Total Coliform sebesar 66%. Dosis optimum dalam menurunkan kadar BOD dan COD adalah 3,629 gr/l dan 3,109 gr/l. Pengolahan limbah cair secara koagulasi-flokulasi menggunakan biokoagulan biji pepaya dapat menurunkan kadar BOD, COD, dan Total Coliform, sehingga bagi pihak industri baja perlu adanya pengolahan pre treatment koagulasi-flokulasi terhadap limbah cair domestik menggunakan biokoagulan biji pepaya sebelum dibuang ke badan air.

**Kata Kunci:** Limbah cair domestik; biokoagulan; biji pepaya (*Carica papaya L.*)

## PENDAHULUAN

Industri baja yang berlokasi di Margomulyo, Surabaya merupakan industri yang belum memiliki IPAL domestik. Limbah cair domestik yang berasal dari aktivitas kamar mandi dan dapur ditampung di kolam penampungan tanpa melalui proses pengolahan. Hasil survei pendahuluan menunjukkan bahwa parameter yang tidak sesuai dengan baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No 68 Tahun 2016 yaitu BOD, COD, dan Total Coliform. Limbah cair domestik mengandung detergen dan bahan organik dalam air limbah domestik dapat meningkatkan unsur hara menjadi lebih tinggi sehingga menyebabkan eutrofikasi<sup>[1]</sup>. Tingginya BOD dan COD mengakibatkan kebutuhan oksigen dalam perairan tersebut tidak dapat terpenuhi dan mengakibatkan kematian pada biota sungai<sup>[2]</sup>. Bahan buangan organik yang berasal dari limbah domestik pada umumnya berupa limbah yang dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme, sehingga dapat mengakibatkan semakin berkembangnya mikroorganisme dan mikroba patogen seperti *Coliform*. Perkembangbiakan mikroba patogen dapat mengakibatkan penyakit sehingga pengolahan air limbah domestik di suatu industri perlu diadakan<sup>[3]</sup>. Pengolahan yang dapat dilakukan yaitu dengan cara koagulasi dan flokulasi. Proses koagulasi dan flokulasi dilakukan dengan cara mengubah partikel koloid halus yang terdapat pada air limbah menjadi partikel besar yang mampu terendapkan, disaring atau diapungkan. Salah satu koagulan alami yang dapat dimanfaatkan sebagai pengganti koagulan kimia adalah biji pepaya (*Carica papaya L.*)

Pepaya adalah salah satu tanaman tropis yang dapat ditemukan di Amerika Selatan dan Asia, khususnya Indonesia. Daging buah pepaya terkenal dengan nutrisi dan sifat farmakologis-obatnya yang tinggi. Biji pepaya telah digunakan untuk mengolah air keruh dengan bakteri *fecal*<sup>[4]</sup>. Biji pepaya mengandung senyawa tanin yang dapat memiliki sifat alami karena tidak memiliki logam dalam strukturnya dan efektivitasnya sebagai koagulan selalu optimal<sup>[5]</sup>. Tanin mampu menjadi pengompleks dan mempercepat pengendapan protein serta dapat mengikat makromolekul lainnya. Tanin merupakan campuran senyawa polifenol yang jika semakin banyak jumlah gugus fenolik maka semakin besar ukuran molekul tanin<sup>[6]</sup>.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis penurunan kadar BOD, COD, dan Total *Coliform* pada limbah cair domestik industri baja di Surabaya dengan penambahan biokoagulan biji pepaya (*Carica papaya L.*)

## BAHAN DAN CARA PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah eksperimen murni dengan desain *pretest-posttest control group*. Objek penelitian adalah limbah cair domestik salah satu industri baja di Surabaya dengan metode pengambilan sampel secara *grab sampling*. Variasi dosis yaitu 1 gram, 2 gram dan 3 gram serta 0 gram sebagai kontrol dengan replikasi sebanyak 6 kali. Data hasil kadar BOD, COD, dan Total *Coliform* sebelum dan sesudah penambahan biokoagulan biji pepaya (*Carica papaya L.*) dianalisis secara statistik menggunakan uji probit dan deskriptif menggunakan tabel dan grafik.

Prosedur kerja proses koagulasi dan flokulasi (SNI 19-6449-2000) membutuhkan alat seperti gelas beker, flokulator, stopwatch, termometer, pH meter, dan timbangan analitik. Bahan yang dibutuhkan yaitu botol steril, serbuk biji pepaya, sampel limbah cair domestik, dan kertas saring. Proses koagulasi dan flokulasi adalah sebagai berikut: 1). Menyiapkan masing-masing 500 ml air limbah domestik industri baja sebanyak 4 gelas beker. 3 gelas beker untuk perlakuan, dan 1 gelas beker untuk kontrol untuk pengujian BOD dan COD serta 500 ml 4 gelas beker untuk pengujian total coliform, 2). Menimbang koagulan biokoagulan biji pepaya (*Carica papaya L*) sebanyak 1 gram, 2 gram dan 3 gram, 3). Menambahkan koagulan pada masing-masing gelas beker, 4). Menempatkan gelas beaker hingga baling-baling pengaduk berada di tengah-tengah gelas, 5). Menghomogenkan dengan menggunakan stirer pada pengadukan cepat putaran 100 rpm selama 10 menit, 6). Mengurangi kecepatan sampai pada kecepatan minimal, dilanjutkan pengadukan lambat putaran 45 rpm selama 15 menit untuk menjaga keseragaman partikel flok dan partikel flok yang terlarut, 7). Setelah pengadukan

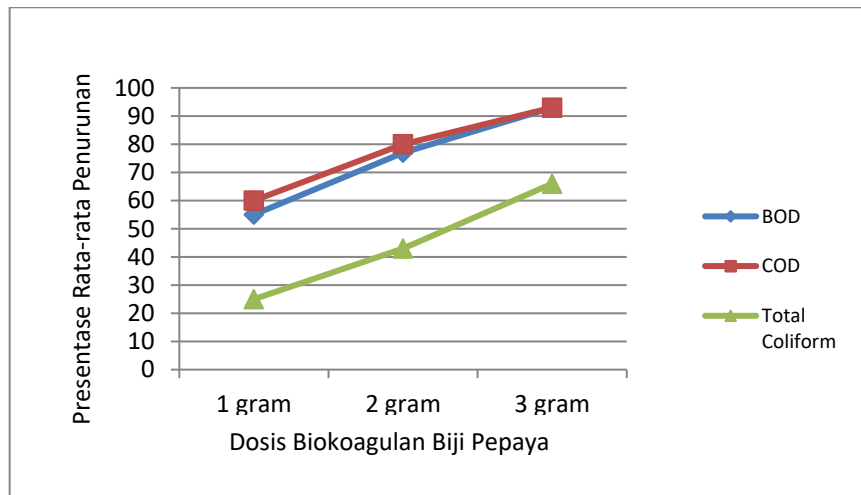
lambat selesai, angkat pengaduk dan lihat pengendapan partikel flok, kemudian diendapkan selama 60 menit, 8). Menyaring sampel untuk memisahkan dari endapan, 9). Melakukan langkah diatas sebanyak 6 kali pengulangan pada setiap perlakuan dan control dan 10). Melakukan pemeriksaan pada sampel air limbah di laboratorium.

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Hasil pemeriksaan laboratorium menunjukkan bahwa kadar BOD, COD, dan Total Coliform mengalami penurunan setelah dilakukan pengolahan dengan penambahan biokoagulan biji pepaya. Rata-rata kadar BOD tanpa penambahan biokoagulan biji papaya (0 gr), 1 gr, 2 gr dan 3 gr adalah 415,87 mg/l ; 186,17 mg/l ; 93,96 mg/l ; 28,16 mg/l. Rata-rata kadar COD setelah penambahan 0 gr, 1 gr, 2 gr dan 3 gr adalah 860,35 mg/l ; 349,67 mg/l ; 177,1 mg/l dan 58,57 mg/l. Rata-rata kadar Total Coliform setelah penambahan biokoagulan biji papaya 0 gr, 1 gr, 2 gr dan 3 gr adalah 16.000 MPN/100 ml ; 12.000 MPN/100 ml ; 9.200 MPN/100 ml dan 5.400 MPN/100 ml. Kadar pH sebelum dan sesudah penambahan biokoagulan biji pepaya untuk semua parameter adalah sama memiliki pH netral yaitu 7.

Tabel 1. Presentase Rata-rata Penurunan Kadar BOD dan COD pada Limbah Cair Domestik Industri Baja di Surabaya Tahun 2020

| Kadar          | Sebelum Penambahan Biokoagulan Biji Pepaya | Dosis | Rata-rata penurunan (mg/l) | Presentase penurunan (%) |
|----------------|--|-------|----------------------------|--------------------------|
| BOD            | 416,73 mg/l                                | 1 gr  | 186,17                     | 55                       |
|                |  | 2 gr  | 93,96                      | 77                       |
|                |  | 3 gr  | 28,16                      | 93                       |
| COD            | 865,21 mg/l                                | 1 gr  | 349,67                     | 60                       |
|                |  | 2 gr  | 177,1                      | 80                       |
|                |  | 3 gr  | 58,57                      | 93                       |
| Total Coliform | 16.000 MPN/100 ml                          | 1 gr  | 12.000                     | 25                       |
|                |  | 2 gr  | 9.200                      | 43                       |
|                |  | 3 gr  | 5.400                      | 66                       |



Sumber: Data Primer

Gambar 1. Grafik Presentase Rata-rata Penurunan Kadar BOD, COD, dan Total Coliform Limbah Cair Domestik Industri Baja di Surabaya Tahun 2020

Pada Tabel 1 didapatkan hasil penurunan kadar BOD dengan dosis biokoagulan biji pepaya 1 gram sebesar 55%, 2 gram sebesar 77%, dan 3 gram 93%. Hasil penurunan kadar COD dengan dosis biokoagulan biji pepaya 1 gram sebesar 60%, 2 gram sebesar 80% dan 3 gram sebesar 93%. Hasil penurunan kadar Total Coliform pada dosis 1 gram sebesar 25%, 2 gram sebesar 43% dan 3 gram sebesar 66%. Gambar 1 menjelaskan bahwa semakin tinggi dosis, maka semakin tinggi pula tingkat presentase penurunan kadar BOD, COD, dan Total Coliform. Hasil uji probit menunjukkan probabilitas penurunan kadar BOD dan COD sebesar 85% dengan angka optimum kadar BOD adalah 3,011 gr/l dengan nilai minimal 2,904 gr/l dan nilai maksimal 3,133 gr/l sedangkan angka optimum untuk menurunkan kadar COD adalah 3,109 gr/l dengan nilai minimal 3,009 gr/l dan nilai maksimal 3,215 gr/l.

Limbah cair yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari limbah cair domestik salah satu industri baja yang ada di Surabaya. Limbah cair domestik tergolong dalam limbah organik yang berasal dari urine, sisa makanan, air cucian, dan minyak goreng bekas yang mengandung bibit penyakit atau pencemar biologis seperti bakteri, virus dan jamur<sup>[7]</sup>. Penambahan biokoagulan biji

pepaya dengan variasi dosis memiliki pengaruh terhadap kandungan BOD, COD dan Total Coliform pada limbah cair domestik industri baja. Dosis yang berpengaruh terhadap penurunan masing-masing parameter adalah 3 gram.

Biokoagulan dari serbuk biji pepaya dapat mengurangi kadar BOD, COD, dan Total Coliform pada limbah cair domestik di industri baja. Kandungan senyawa tanin dalam biji pepaya mampu menjadi pengompleks dan mempercepat pengendapan protein serta dapat mengikat makromolekul lainnya<sup>[5]</sup>. Pada peneliatannya, Krisdiana juga menyebutkan bahwa selain tanin, terdapat kandungan lain seperti protein tinggi (polielektrolit) yang berperan sebagai koagulan. Pada penelitian ini tidak dilakukan pemeriksaan kandungan tanin di dalam biji pepaya, sehingga bagi peneliti selanjutnya diharapkan dapat memeriksa kadar tanin di dalam biji pepaya dan kandungan lainnya seperti protein elektrolit yang dapat digunakan sebagai koagulan selain tanin.

Pada penelitian ini dapat diketahui bahwa biji pepaya mampu menurunkan kadar BOD dan COD dengan presentasi penurunan hingga 93% dengan dosis 3 gram dengan rata-rata masing-masing kadar yaitu 28,16 mg/l dan 58,57 mg/l. Nilai kadar BOD dan COD tersebut telah

memenuhi standar baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik yaitu BOD 30 mg/l dan COD 100 mg/l. Sejalan dengan penelitian Krisdiana (2018) yang menyatakan bahwa biji pepaya dapat digunakan sebagai biokoagulan untuk menurunkan konsentrasi pencemar air limbah dan memiliki kemampuan penggumpalan yang sama efektifnya dengan kelor dan tawas hingga penurunan 94%.

Penurunan kadar BOD dan COD juga dipengaruhi dengan kecepatan dan waktu pengadukan saat proses koagulasi-flokulasi. Mengacu pada buku pengadukan cepat waktu yang diperlukan tidak lebih dari 1 menit, sementara pengadukan lambat membutuhkan waktu 15 hingga 60 menit<sup>[8]</sup>. Penelitian ini menggunakan waktu 1 menit untuk pengadukan cepat dengan kecepatan putaran 100 rpm dan 15 menit untuk pengadukan lambat dengan kecepatan putaran 45 rpm. Sejalan dengan penelitian Abraham (2019) yang menggunakan kecepatan koagulasi sebesar 100 rpm dalam waktu 1 menit sedangkan sedangkan flokulasi sebesar 40 rpm selama 10 menit<sup>[9]</sup>. Pada saat pembentukan flok mencapai tingkat ukuran tertentu, maka flok-flok tersebut menjadi tidak stabil dan akan mudah pecah kembali akibat gesekan yang disebabkan oleh aliran air, sehingga kecepatan pengadukan harus dibatasi sampai tingkat tertentu.

Proses koagulasi dan flokulasi juga dapat diaplikasikan untuk menurunkan kadar Total Coliform. Penelitian yang menggunakan koagulan PAC mengindikasikan bahwa sebagian besar bakteri indikator pencemar berhasil diturunkan melalui proses koagulasi dan flokulasi dan filtrasi<sup>[10]</sup>. Hal ini mengkonfirmasi hasil bahwa mekanisme penjebakan bakteri oleh flok yang terbentuk selama proses koagulasi-flokulasi dapat menurunkan jumlah bakteri dalam air limbah secara signifikan. Namun, pada penelitian ini penggunaan biji pepaya sebagai koagulan alami masih dinilai belum mampu menurunkan kadar

Total Coliform sampai baku mutu yang ditentukan.

Ekstrak biji pepaya memiliki daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. Selain mengandung senyawa tanin, biji pepaya juga memiliki kandungan terpenoid yang merupakan senyawa antibakteri<sup>[11]</sup>. Pada penelitian ini, biokoagulan biji pepaya pada dosis 3 gram mampu menurunkan kadar Total Coliform hingga mencapai kadar 5.400 MPN/100 ml. Angka tersebut masih belum memenuhi standar baku mutu sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No 68 Tahun 2016<sup>[12]</sup>. Bagi peneliti selanjutnya, perlu adanya penelitian dalam menentukan penambahan dosis yang sesuai untuk menurunkan kadar Total Coliform dengan menggunakan metode koagulasi dan flokulasi.

Probabilitas penurunan kadar BOD dan COD sesudah penambahan biokoagulan biji pepaya sebesar 85% dengan angka optimum masing-masing kadar yaitu 3,011 gr/l dan 3,109 gr/l. Penurunan kadar BOD, COD dan Total Coliform terjadi karena pencampuran koagulan ke dalam air limbah yang mengandung koloid dalam proses pengadukan cepat (koagulasi) dan pengadukan lambat (flokulasi) yang berfungsi untuk membentuk atau menggabungkan partikel halus menjadi gumpalan yang lebih besar dan dapat diendapkan<sup>[13]</sup>.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

Biji pepaya (*Carica papaya L*) dapat digunakan sebagai koagulan untuk menurunkan kadar BOD dan COD pada limbah cair domestik di industri baja Rata-rata penurunan kadar BOD sesudah pengolahan dengan penambahan biokoagulan biji pepaya pada dosis 0 gr, 1 gr, 2 gr dan 3 gr adalah 415,87 mg/l; 186,17 mg/l; 93,96 dan 28,16. Rata-rata penurunan kadar COD setelah pengolahan dan penambahan biogulan biji papaya 0 gr, 1 gr, 2 gr dan 3 gr adalah 860,35 mg/l; 349,67 mg/l; 177,1 mg/l dan 58,57. Rata-rata penurunan Total Coliform setelah penambahan biokoagulan biji papaya 0 gr,

1 gr, 2 gr dan 3 gr adalah 16.000 MPN/100 ml; 12.000 MPN/100 ml; 9.200 MPN/100, dan 5.400 MPN/100 ml. Hasil uji probit angka optimum penurunan kadar BOD dan COD setelah penambahan biokoagulan biji pepaya adalah 3,011 gr/l dan 3,109 gr/l.

Bagi peneliti lain yang ingin melanjutkan penelitian sejenis mengenai biokoagulan biji pepaya dalam menurunkan kadar BOD, COD, dan Total Coliform dengan menggunakan metode koagulasi-flokulasi adalah pemeriksaan tanin dan kandungan lainnya seperti protein elektrolit, penambahan dosis yang sesuai serta mengatur kondisi pH untuk melihat penurunan kadar Total Coliform dan bagi industri, perlu adanya *pre treatment* pengolahan limbah cair domestik dengan metode koagulasi flokulasi menggunakan biokoagulan biji pepaya karena dapat menurunkan kadar pencemar pada limbah cair domestik.

#### KEPUSTAKAAN

- Alifya, & Sulistya, S. Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Perkantoran. *JRL*, Vol. 12 No. 1: 41-57 (2019).
- Nazir, A. E: Karakteristik Air Limbah Rumah Tangga (Grey Water) pada Salah Satu Perumahan Menengah Keatas yang Berada di Tangerang Selatan. *Jurnal Ecolab* , Vol. 10 No. 2:47-102 (2016).
- Safitri, L. F: Analisis Kelimpahan Total Bakteri Coliform di Perairan Muara Sungai Payung, Morosari, Demak. *Jurnal Saintek Perikanan (IJFST)* , Vol. 14 (1):30-35 (2018).
- Kristianto, H., K, M. A., & M, J. N. (2018). Utilization of Papaya Seeds as Natural Coagulant for Synthetic Textile Coloring agent Wastewater Treatment. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology* , Vol.8 N0.5 ISSN: 2088-5334.
- Krisdiana, Y. D: Uji Kemampuan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica L*) dan Biji Pepaya (*Carica Papaya L*) dalam Proses Koagulasi Limbah Cair Industri Batik. Yogyakarta: Skripsi Universitas Atmajaya Yogyakarta (2018).
- Maryam, S: *Isolasi Senyawa Flavonoid dari Biji Pepaya (Carica papaya L) dan Uji Aktivitasnya sebagai Antimikroba*. Semarang: Skripsi Universitas Negeri Semarang (2017).
- Nishwita, R. H: *Pengelolaan Limbah Cair Domestik dengan Proses Elektrokoagulasi*. Palembang: Laporan Akhir Jurusan Teknik Kimia (2016).
- Asmadi, K. d: *Teknologi Pengolahan Air Minum* . Yogyakarta: Gosyen Publishing (2011).
- Abraaham Reena dan Harsha P: Efficiency of Tamarind and Papaya Seed Powder as Natural Coagulants. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, Vol. 06, e-ISSN:2395-0056, p-ISSN: 2395-0072 (2019).
- Sutapa, I. D: Efisiensi Penurunan Jumlah Bakteri Indikator Pencemar dalam Sistem Pengolahan Air Bersih Sekala Pilot. *Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia* , ISSN 1693-4393 (2010).
- Pangesti: Sweet Papaya Seed Candy Antibacterial Eschericia coli Candy With Papaya Seed. *Jurnal PELITA* , Volume VIII (2):156-163 (2013).
- PermenLHK. (Nomor 68 Tahun 2016). *Baku Mutu Air Limbah Domestik* (2016).
- Said, N. I: *Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: Erlangga (2017)