

STUDI KESESUAIAN BAKU MUTU LIMBAH CAIR HASIL OLAHAN IPAL TPI DI IPPP CAMPUREJO GRESIK

Maryoko^{1*}, Perdana Ixbal Spanton²

^{1,2} Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas PGRI Ronggolawe

*Email: maryoko732@gmail.com

ABSTRAK

Pelabuhan perikanan memiliki peran penting dalam industri perikanan, khususnya sebagai pusat aktivitas pendaratan ikan, pengolahan, dan distribusi hasil tangkapan. Kebersihan lingkungan laut sangat berpengaruh bagi masyarakat nelayan dan juga ekosistem yang ada di perairan. Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis tingkat efektivitas IPAL di Instalasi Pelabuhan Perikanan Pantai (IPPP) Campurejo Gresik dalam menurunkan kadar pencemar (BOD, COD, TSS, Nitrat, Amonia, dan pH, mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas IPAL dalam mengolah air limbah, serta mengevaluasi kesesuaian hasil pengolahan air limbah oleh IPAL dengan standar baku mutu yang telah ditetapkan sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 tentang baku mutu Air Limbah untuk Industri Pengalengan/Pengolahan Ikan dengan IPAL terpusat. Hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perbandingan outlet IPAL dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 tentang baku mutu Air Limbah untuk Industri Pengalengan/Pengolahan Ikan dengan IPAL terpusat menunjukkan bahwa masih belum memenuhi standar yang ditetapkan dimana COD 170 mg/l melebihi baku mutu yang ditetapkan yaitu 150 mg/l, TSS 55 mg/l melebihi baku mutu yang ditetapkan yaitu 30 mg/l, dan pH 5,74 kurang dari 6,0 – 9,0 yang ditentukan oleh baku mutu. Namun BOD, Nitrat, dan Amonia sudah memenuhi standar lingkungan dimana BOD dengan hasil 10,89 mg/l, nitrat 18,17 mg/l, dan ammonia 0,61 mg/l. Diperlukan upaya lebih lanjut untuk meningkatkan efektivitas pengolahan agar *outlet* IPAL sesuai dengan standar baku mutu COD, TSS, dan pH. Ketidaksesuaian tersebut bisa disebabkan oleh debit air tinggi pada *outlet* IPAL, mengurangi waktu tinggal pada bak pengolahan limbah dan meningkatkan kadar pencemaran. Aliran yang tidak terjun antar bak pengolahan juga dapat mengurangi oksigen dalam air limbah, mempengaruhi proses pengolahan, dan melambatkan penurunan kadar COD, TSS, dan pH.

Kata Kunci: IPAL, Limbah TPI, Pelabuhan Perikanan

PENDAHULUAN

Kelestarian lingkungan terutama laut sangat berpengaruh bagi kehidupan masyarakat nelayan dan juga ekosistem yang ada di perairan. Laut merupakan investasi jangka panjang yang keberadaannya dapat dinikmati dan bermanfaat bagi lingkungan Fitriyanti *et al.*, (2020). Oleh karena itu, sebelum limbah industri perikanan dibuang ke laut, limbah harus diolah terlebih dahulu. Tujuan pengolahan air limbah salah satunya yaitu mengurangi Jumlah polutan dalam air limbah ke Tingkat terendah yang diizinkan oleh standar baku mutu untuk dibuang langsung ke laut (Nugraha & Setiyono, 2020). Pelabuhan Perikanan Pantai Campurejo memiliki instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang berguna untuk mengolah hasil limbah yang dihasilkan oleh kegiatan industri perikanan di area pelabuhan.

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) memegang peran penting dalam mengelola air limbah yang dihasilkan oleh Tempat Pelelangan Ikan (TPI) di pelabuhan perikanan. Air limbah dari TPI umumnya mengandung bahan organik tinggi, seperti sisa ikan, darah, dan minyak, yang dapat mencemari lingkungan jika tidak diolah dengan baik. Limbah cair perikanan merupakan salah satu jenis limbah yang mempunyai dampak negatif cukup besar dari limbah cairnya terhadap kualitas air permukaan, air tanah, kualitas udara dan kehidupan makhluk hidup (Setiyono & Yudo, 2018).

Standar baku mutu lingkungan dalam industri perikanan di Indonesia ditetapkan untuk memastikan bahwa aktivitas pengolahan hasil perikanan tidak merugikan ekosistem perairan dan kesehatan masyarakat. Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang baku mutu air limbah bagi industri dan/atau kegiatan usaha lainnya menetapkan batasan konsentrasi parameter pencemar seperti BOD, COD, TSS, minyak, dan lemak yang diperbolehkan sebelum air limbah dibuang ke lingkungan. Tujuan utama dari peraturan ini adalah untuk mencegah degradasi kualitas air akibat aktivitas industri perikanan (Gubernur Jawa Timur, 2013).

Pemilihan lokasi penelitian di Pelabuhan Perikanan Campurejo Gresik didasarkan pada tingginya aktivitas perikanan dan volume limbah organik yang dihasilkan dari Tempat Pelelangan Ikan (TPI) setempat, yang berpotensi mencemari lingkungan perairan sekitar jika tidak dikelola dengan baik. Urgensi penelitian ini terletak pada perlunya evaluasi efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang telah dibangun, mengingat fungsinya yang krusial dalam menjaga kualitas lingkungan perairan dan mendukung keberlanjutan usaha perikanan. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi kebijakan pengelolaan limbah yang lebih optimal serta menjadi acuan dalam pengembangan sistem IPAL di pelabuhan perikanan lainnya. Indikator bahwa IPAL di Pelabuhan Perikanan Campurejo tidak berjalan efektif sebelum dilakukan penelitian antara lain adanya keluhan masyarakat terkait bau menyengat, pencemaran air laut, atau gangguan kesehatan yang diduga bersumber dari limbah yang tidak diolah dengan baik, serta ditemukannya fakta bahwa sebagian atau seluruh air limbah dari TPI langsung dibuang ke badan laut tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian berada di Instalasi Pelabuhan Perikanan Pantai Campurejo Gresik. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif. Adapun titik pengambilan sampel adalah pada limbah dari TPI yang masuk ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), bak ekualisi dan bak terakhir limbah yang telah melalui proses IPAL dalam dua kali pengambilan yaitu Bulan Maret untuk sampel 1, dan Bulan April sampel 2. Kemudian sampel BOD, COD, TSS, nitrat, ammonia dan pH dilakukan pengujian di Laboratorium Jasa Tirta Mojokerto.

Materi penelitian ini yaitu kajian terhadap air limbah yang diambil sampel di bak sebelum (*inlite*), bak ekualisi, dan bak sesudah (*outlite*) masuk dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Metode Kuantitatif yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan melakukan uji nilai parameter kadar pencemar air limbah yang meliputi COD, BOD, TSS, Nitrat, Amonia dan pH. Metode kualitatif yang digunakan dalam penelitian ini dengan cara wawancara menggunakan kuisioner. Wawancara kuisioner ini dilakukan dengan tujuan untuk memahami sistem operasional kerja IPAL, kendala dan efektivitas IPAL dari sudut pandang masyarakat, pengelola IPAL, dan pemangku kepentingan di Pelabuhan Perikanan.

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya

No	Parameter	Nilai	Satuan
1	COD	150	mg / L
2	BOD	100	mg / L
3	TSS	30	mg / L
4	Nitrat	20	mg / L
5	Amonia	5	mg / L
6	pH	6,00 – 9,00	mg / L

Sumber : Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013.

Perhitungan efektivitas IPAL dilakukan dengan menguji inlet dan outlet IPAL, dimana hasilnya akan dibandingkan dengan standar efisiensi removal unit pengolahan. Rumus untuk menghitung efisiensi removal menurut Susanti *et al.*, (2020) dapat dilihat dengan persamaan dibawah ini.

$$\text{Efektivitas IPAL (\%)} = \frac{\text{Kadar Inlet} - \text{Kadar Outlite}}{\text{Kadar Inlite}} \times 100 \%$$

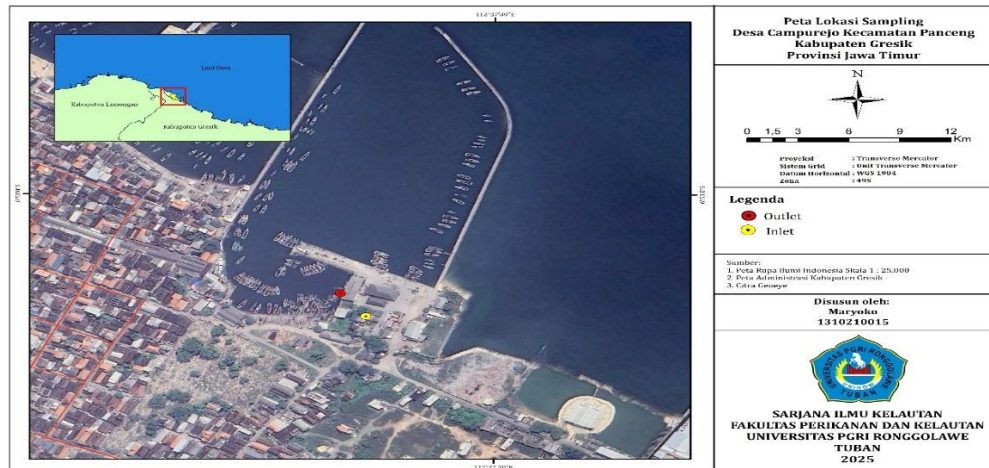
Penelitian ini juga menggunakan analisis data dengan mencari mean (rata-rata) sampel yang diuji pada setiap bak yang menjadi titik pengambilan sampel. Rata-rata dapat dicari menggunakan rumus persamaan :

$$\text{Rata - rata} = \frac{(X1 + \dots + Xn)}{n}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

DESKRIPSI LOKASI PENELITIAN

Secara geografis, Instalasi Pelabuhan Perikanan Pantai Campurejo terletak di Kompleks IPPP Campurejo, Desa Campurejo, Kecamatan Panceng, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur dengan posisi koordinat -6.884551, 112.4572979, dan posisi geografis yang berjarak 60,4 km dari Ibu Kota Provinsi Jawa Timur, 43,4 km dari Kota Kabupaten, 3,7 km dari kota kecamatan. Lokasi penelitian dapat dilihat di Gambar 1.

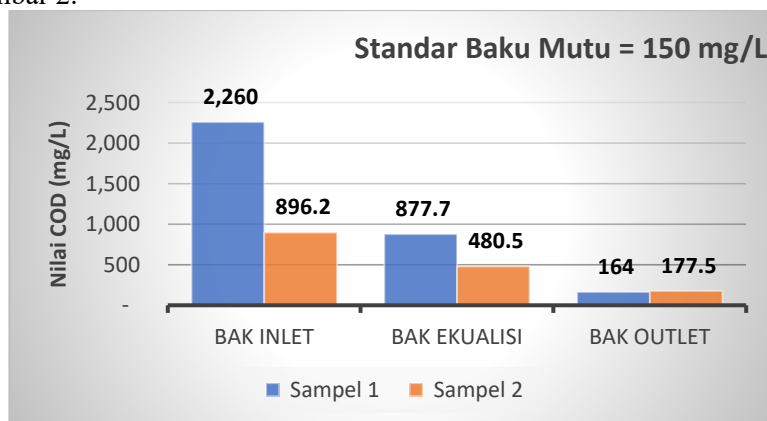


Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian
 (Sumber : Olah Data Penelitian, 2025)

Analisis Tingkat Efektivitas IPAL

Efektivitas IPAL berdasarkan Analisis COD

Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan merupakan total kebutuhan oksigen untuk mengurai senyawa organik di dalam air. Nilai COD digunakan sebagai indikator untuk menunjukkan banyak atau tidaknya kandungan bahan organik, sehingga dibutuhkan oksigen dalam jumlah yang banyak untuk mendegradasi (mengoksidasi) bahan-bahan organik yang ada di dalam air melalui proses kimia (Islamawati *et al.*, 2018). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengujian parameter COD dari masing-masing *outlet* di pengambilan sampel pertama dan kedua masih berada diatas ambang baku mutu yang sudah ditetapkan yaitu 150 mg/L, berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah untuk Industri Pengalengan/Pengolahan Ikan dengan IPAL terpusat. Hasil dari nilai COD pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Nilai COD
 (Sumber : Olah Data Penelitian, 2025)

Pada gambar 2 memperlihatkan nilai COD yang mengalami penurunan secara signifikan, mulai dari bak *inlet* yang memiliki kadar tertinggi hingga hasil *outlet* yang memiliki nilai terendah yaitu 164 mg/L di pengambilan sampel pertama dan 177,5 mg/L di pengambilan sampel kedua, meskipun masih diatas nilai ambang baku mutu yang sudah ditetapkan oleh Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah untuk Industri Pengalengan/Pengolahan Ikan dengan IPAL terpusat. COD mulai menurun dari bak *inlet* menuju bak ekualisi dengan nilai 2.260 mg/L menjadi 877,7 mg/L di sampel pertama dan 896,2 mg/L menjadi 480,5 mg/L. Bak ekualisasi berperan dalam menstabilkan konsentrasi air limbah yang akan masuk ke dalam unit pengolahan lebih lanjut. Konsentrasi air limbah yang stabil menyebabkan pengaturan proses pengolahan menjadi lebih efisien, termasuk dalam penurunan COD. Tahap terakhir adalah mengurangi COD hingga mencapai nilai terendah 164 mg/L di *outlet* sampel pertama dan 177,5 mg/L di sampel kedua. Melalui proses ini, nilai COD dalam air limbah dapat menurun, karena sebagian besar bahan organik yang menjadi penyebab tingginya COD telah diuraikan oleh bakteri anaerob di dalam bioreaktor. Berdasarkan data hasil pengujian sampel 1 dan 2, didapatkan rata-rata nilai kadar COD seperti Tabel 2.

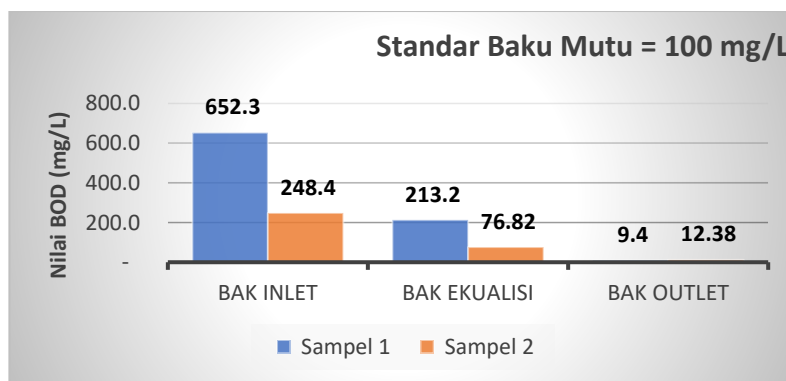
Tabel 2. Rata-rata Nilai COD

Titik Sampel	Rata-rata (Mean)	Nilai Baku Mutu Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013	
			Satuan
Inlet	1.578,10		mg/L
Ekualisi	679,10	150	mg/L
Outlet	170,75		mg/L

Rata-rata kadar COD yang terdapat dari Limbah TPI yang ada dalam IPAL di IPPP Campurejo menunjukkan trend penurunan mulai yang ada di bak pengendap awal (*inlet*) sampai dengan bak pengendap akhir (*outlet*). Dalam pengujian kadar COD didapatkan rata-rata sebagai berikut. Pada bak *inlet*, Rata-rata kadar COD adalah 1.578,10 mg/L. Pada bak ekualisi, rata-rata kadar COD 679,10 mg/L, mengalami penurunan sebesar 57% dari bak *inlet*. Pada bak *outlet*, rata-rata kadar COD adalah 170,75 mg/L, mengalami penurunan sebesar 75% dari bak ekualisi dan mengalami penurunan sebesar 89% dari bak *inlet*. Menurut Riyanti *et al.*, (2019) penurunan nilai COD dapat terjadi karena pengaruh dari media filter yang menyaring dan memisahkan air limbah dari padatan yang terikut. Selain itu, menurut Indrayani & Rahmah (2018), penurunan kadar COD dapat disebabkan karena adanya pemanfaatan bakteri anaerob.

Efektivitas IPAL berdasarkan Analisis BOD

Biological Oxygen Demand (BOD) adalah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk memecahkan bahan-bahan organik yang ada di dalam air (Ristyana, 2022). Kandungan bahan organik yang tinggi pada perairan dapat berdampak pada peningkatan kebutuhan oksigen terlarut (BOD) di perairan. Hal ini dapat menyebabkan adanya bau tidak sedap akibat adanya gas (Fajarwati & Putri, 2022). Berdasarkan gambar 3 dapat diketahui bahwa pengujian parameter BOD dari masing-masing unit Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang ada di IPPP Campurejo berada dibawah ambang baku mutu atau kadar maksimum BOD pada air limbah, berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah untuk Industri Pengalengan/Pengolahan Ikan dengan IPAL terpusat yaitu 100 mg/L. Hasil dari nilai BOD pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Nilai BOD
 (Sumber : Olah Data Penelitian, 2025)

Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa kadar BOD mengalami penurunan yang signifikan mulai dari bak *inlet* dengan kadar yang paling tinggi hingga *outlet* IPAL dengan kadar yang paling rendah yaitu 9,4 mg/L di pengambilan sampel pertama dan 12,38 mg/L di sampel kedua. Pada bak ekualisasi berfungsi untuk menstabilkan debit air limbah yang masuk, sehingga proses pengolahan air limbah menjadi lebih terkontrol, memungkinkan sistem untuk bekerja secara optimal dalam menurunkan BOD, yang menunjukkan efektivitas pengolahan. Aktivitas bakteri anaerob dalam menguraikan bahan organik secara efisien menyebabkan penurunan BOD dalam air limbah yang mengalir keluar dari bioreaktor. Penurunan kadar BOD dikarenakan semakin bertambahnya kadar oksigen terlarut (DO) dari air limbah, sehingga aktivitas biodegradasi oleh bakteri dan kandungan senyawa organik yang dihasilkan rendah. Semakin besar oksigen yang terlarut, maka menunjukkan derajat pengotoran yang relatif kecil begitupun sebaliknya (Saminem, 2021). Berdasarkan data hasil pengujian sampel 1 dan 2, didapatkan rata-rata nilai kadar BOD seperti Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Nilai BOD

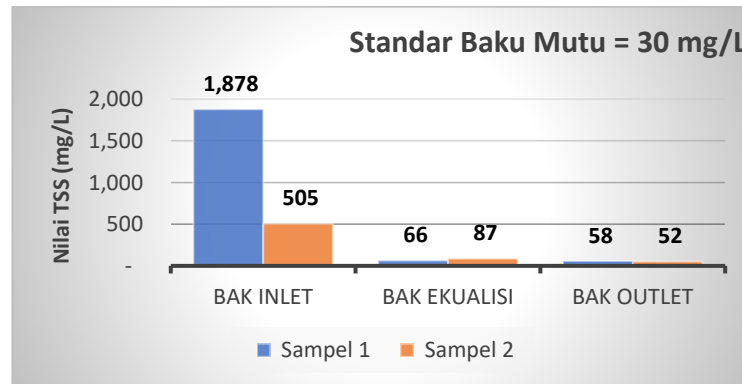
Titik Sampel	Rata-rata (Mean)	Nilai Baku Mutu Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013	Satuan
Inlet	450,35	100	mg/L
Ekualisi	145,01		mg/L
Outlet	10,89		mg/L

Rata-rata kadar BOD yang terdapat dari Limbah TPI yang ada dalam IPAL di IPPP Campurejo menunjukkan trend penurunan mulai yang ada di bak pengendap awal (*inlet*) sampai dengan bak pengendap akhir (*outlet*). Dalam pengujian kadar BOD didapatkan rata-rata sebagai berikut. Pada bak inlet, Rata-rata kadar BOD adalah 450,35 mg/L. Pada bak ekualisi, rata-rata kadar BOD 145,01 mg/L, mengalami penurunan sebesar 68% dari bak *inlet*. Pada bak *outlet*, rata-rata kadar BOD adalah 10,89 mg/L, mengalami penurunan sebesar 92% dari bak ekualisi dan mengalami penurunan sebesar 98% dari bak *inlet*. Nilai BOD yang sangat rendah pada outlet menandakan bahwa proses biologis dalam IPAL berjalan optimal, sehingga limbah cair yang dihasilkan relatif aman untuk dibuang ke lingkungan. Hal ini penting karena BOD yang tinggi biasanya dapat menurunkan kadar oksigen terlarut di perairan, sehingga berpotensi mengganggu kehidupan biota akuatik. Dengan capaian ini, IPAL terbukti berfungsi dengan sangat baik dalam menekan kandungan bahan organik di air limbah.

Efektivitas IPAL berdasarkan Analisis TSS

Padatan *Total Suspended Solid* (TSS) merupakan jumlah berat dalam mg/L kering lumpur yang ada didalam air limbah setelah mengalami proses penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikron. TSS membatasi penetrasi cahaya untuk visibilitas dan fotosintesis di perairan sehingga menyebabkan terjadinya kekeruhan dan dapat menurunkan suplai oksigen terlarut (Rinawati *et al.*,

2016). Selain itu, menurut (Jiyah, & Sudarsono, 2017), Kadar TSS yang tinggi, dapat menimbulkan dampak negatif seperti menurunkan proses fotosintesis serta dapat menurunkan kualitas perairan. Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah untuk Industri Pengalengan/Pengolahan Ikan dengan IPAL terpusat yaitu 30 mg/L. Hasil pengujian untuk penentuan kadar TSS di IPAL yang ada di IPPP Campurejo pada dua kali pengambilan di tiga titik sampel yaitu bak inlet, bak ekualisasi dan bak outlet menunjukkan hasil yang tertera pada gambar 4. Jika dilihat dari hasil tersebut, semua sampel berada di atas ambang baku mutu kadar TSS pada air limbah. Hasil dari nilai TSS pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Nilai TSS
(Sumber : Olah Data Penelitian, 2025)

Pada gambar 4 dapat diketahui kadar TSS semakin mengalami penurunan pada bagian *outlet*, meskipun masih diatas nilai ambang baku mutu yang sudah ditetapkan pemerintah. Penurunan TSS dimulai dari bak *inlet* dengan nilai 1.878 mg/L di sampel pertama dan 505 mg/L di sampel kedua. Selanjutnya tahap ekualisasi, partikel-partikel TSS yang terdapat dalam air limbah dari berbagai sumber akan tersebar secara merata di dalam bak dan menurunkan TSS menjadi 66 mg/L di sampel pertama dan 87 mg/L di sampel kedua.. Nilai TSS mencapai titik terendah ketika memasuki bak outlet yaitu 58 mg/L di sampel pertama dan 52 mg/L di sampel kedua, yang menunjukkan keberhasilan proses filtrasi dan sedimentasi dalam pengolahan air limbah.

Penurunan kadar TSS juga dipengaruhi semakin lama waktu kontak air limbah dengan mikroorganisme dalam IPAL. Adanya proses aerasi pada IPAL menyebabkan adanya suplai oksigen bagi mikroorganisme aerob untuk menguraikan bahan organik menjadi lebih sederhana sehingga menurunkan kadar TSS pada bagian *outlet*. Berdasarkan data hasil pengujian sampel 1 dan 2, didapatkan rata-rata nilai kadar TSS seperti Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata Nilai TSS

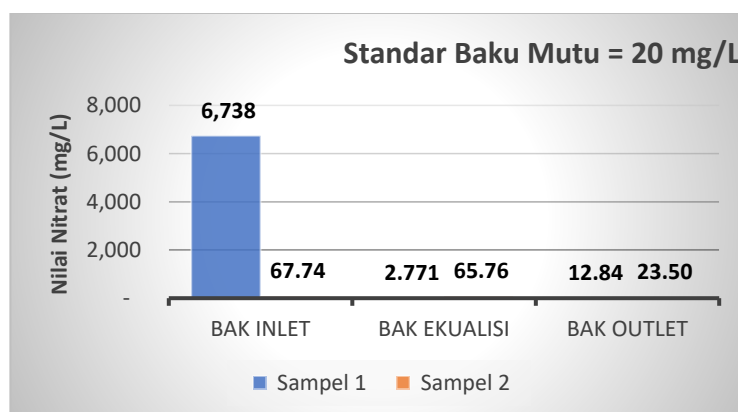
Titik Sampel	Rata-rata (Mean)	Nilai Baku Mutu Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013	Satuan
Inlet	1.191,50		mg/L
Ekualisi	76,50	30	mg/L
Outlet	55,00		mg/L

Rata-rata kadar TSS yang terdapat dari Limbah TPI yang ada dalam IPAL di IPPP Campurejo menunjukkan trend penurunan mulai yang ada di bak pengendap awal (*inlet*) sampai dengan bak pengendap akhir (*outlet*). Dalam pengujian kadar TSS didapatkan rata-rata sebagai berikut. Pada bak *inlet*, Rata-rata kadar TSS adalah 1.191,50 mg/L. Pada bak ekualisi, rata-rata kadar TSS 76,50 mg/L, mengalami penurunan sebesar 94% dari bak inlet. Pada bak *outlet*, rata-rata kadar TSS adalah 55,00 mg/L, mengalami penurunan sebesar 28% dari bak ekualisi dan mengalami penurunan sebesar 95% dari bak *inlet*. Penurunan yang signifikan ini menunjukkan bahwa sistem IPAL berfungsi cukup baik dalam mereduksi padatan tersuspensi, meskipun masih terdapat sisa TSS

pada air keluaran (outlet). Keberadaan TSS pada tahap akhir bisa disebabkan oleh material organik halus yang sulit mengendap sempurna atau belum optimalnya proses filtrasi/penyaringan pada tahap akhir. Dengan demikian, meskipun efektivitasnya tinggi, diperlukan evaluasi lebih lanjut agar air limbah yang dihasilkan dapat benar-benar memenuhi baku mutu lingkungan yang berlaku.

Efektivitas IPAL berdasarkan Analisis Nitrat

Nitrat (NO_3^-) terbentuk sebagai hasil akhir dari proses nitrifikasi, yakni oksidasi amonia oleh bakteri nitrifikasi dalam sistem pengolahan biologis. Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah untuk Industri Pengalengan/Pengolahan Ikan dengan IPAL terpusat tidak menentukan ambang batas untuk kadar nitrat, sedangkan Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014, baku mutu kadar nitrat dalam air limbah industri adalah maksimal 20 mg/L. Efektivitas IPAL dapat dihitung dengan membandingkan konsentrasi nitrat sebelum dan sesudah proses pengolahan. Penurunan konsentrasi nitrat yang signifikan menunjukkan kinerja IPAL yang baik dalam menurunkan beban nutrien, yang jika tidak dikendalikan dapat menyebabkan eutrofikasi dan menurunnya kualitas perairan di sekitar pelabuhan. Hasil pengujian untuk penentuan kadar nitrat di IPAL yang ada di IPPP Campurejo pada dua kali pengambilan di tiga titik sampel yaitu bak *inlet*, bak ekualisasi dan bak *outlet* menunjukkan hasil yang tertera pada grafik berikut. Hasil dari nilai nitrat pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Nilai Nitrat
 (Sumber : Olah Data Penelitian, 2025)

Berdasarkan hasil pengukuran kadar nitrat pada dua sampel air limbah dari IPAL di pelabuhan perikanan, diperoleh variasi yang cukup signifikan antara konsentrasi awal dan akhir pengolahan. Pada sampel 1, kadar nitrat di bak *inlet* mencapai 6738 mg/L, kemudian menurun drastis menjadi 2,771 mg/L di bak ekualisasi, dan sedikit meningkat menjadi 12,84 mg/L di bak *outlet*. Penurunan yang sangat besar dari *inlet* ke ekualisasi mengindikasikan adanya proses peluruhan atau pengenceran yang kuat, namun kenaikan kembali di *outlet* menunjukkan kemungkinan proses nitrifikasi lanjutan, yaitu oksidasi amonia menjadi nitrat pada tahap akhir pengolahan. Sementara itu, pada sampel 2, kadar nitrat menurun secara lebih bertahap, dari 67,74 mg/L di bak *inlet* menjadi 65,76 mg/L di bak ekualisasi, lalu turun lebih signifikan menjadi 23,50 mg/L di bak *outlet*. Ini menunjukkan adanya proses pengolahan biologis yang berlangsung, namun efektivitasnya masih terbatas. Meskipun kedua sampel menunjukkan penurunan kadar nitrat dari *inlet* ke *outlet*, nilai pada *outlet*, khususnya pada sampel 2, masih melebihi baku mutu air limbah sebesar 20 mg/L. sehingga pengolahan belum sepenuhnya memenuhi standar. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun IPAL mampu mereduksi kadar nitrat, efektivitasnya tidak merata dan perlu ditingkatkan, terutama pada tahap akhir, dengan optimalisasi proses denitrifikasi atau perbaikan desain dan waktu tinggal limbah dalam unit pengolahan. Berdasarkan data hasil pengujian sampel 1 dan 2, didapatkan rata-rata nilai kadar Nitrat seperti tabel 5.

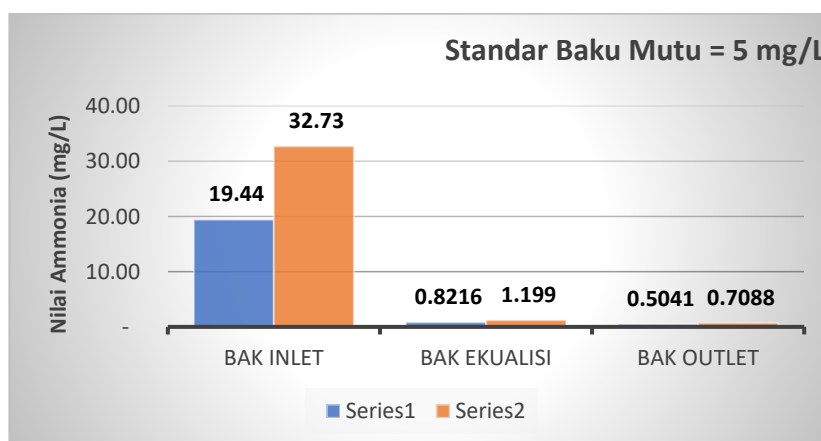
Tabel 5. Rata-rata Nilai Nitrat

Titik Sampel	Rata-rata (Mean)	Nilai Baku Mutu Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013	Satuan
Inlet	3.402,87		mg/L
Ekualisi	34,27	20	mg/L
Outlet	18,17		mg/L

Rata-rata kadar nitrat yang terdapat dari Limbah TPI yang ada dalam IPAL di IPPP Campurejo menunjukkan trend penurunan mulai yang ada di bak pengendap awal (*inlet*) sampai dengan bak pengendap akhir (*outlet*). Dalam pengujian kadar nitrat didapatkan rata-rata sebagai berikut. Pada bak *inlet*, Rata-rata kadar nitrat adalah 3.402,87 mg/L. Pada bak ekualisi, rata-rata kadar nitrat 34,27 mg/L, mengalami penurunan sebesar 99% dari bak inlet. Pada bak *outlet*, rata-rata kadar nitrat adalah 18,17 mg/L, mengalami penurunan sebesar 47% dari bak ekualisi dan mengalami penurunan sebesar 99% dari bak *inlet*. Hasil ini menandakan bahwa sistem IPAL berhasil mengolah senyawa nitrogen hingga level yang relatif rendah. Namun, keberadaan nitrat pada tahap akhir masih perlu diperhatikan, karena jika kadarnya melebihi baku mutu, air buangan berpotensi menimbulkan eutrofikasi di perairan, yaitu ledakan pertumbuhan alga yang dapat mengganggu keseimbangan ekosistem. Secara umum, capaian ini membuktikan bahwa IPAL memiliki kinerja yang sangat baik dalam menekan kandungan nitrat, meskipun optimalisasi pada tahap akhir tetap diperlukan agar hasil buangan benar-benar aman bagi lingkungan.

Efektivitas IPAL berdasarkan Analisis Ammonia

Senyawa amonia dapat ditemukan dimanapun. Amonia dapat membuat kondisi beracun bagi kehidupan perairan. Apabila kadar amonia yang terkandung tinggi, maka perairan tersebut menunjukkan adanya pencemaran sehingga baku mutu amonia untuk air minum adalah nol dan baku mutu pada perairan adalah 10 mg/L (Said & Syabani, 2018). Amonia dihasilkan dari dekomposisi bahan organik seperti limbah ikan dan limbah domestik, serta proses ekskresi organisme akuatik. Dalam sistem pengolahan air limbah, amonia biasanya diolah melalui proses nitrifikasi, yaitu konversi amonia menjadi nitrit dan kemudian menjadi nitrat oleh bakteri nitrifikasi seperti *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter* di bawah kondisi aerobik. Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah untuk Industri Pengalengan/Pengolahan Ikan dengan IPAL terpusat yaitu 5 mg/L. Hasil dari nilai amonia pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Nilai Amonia
 (Sumber : Olah Data Penelitian, 2025)

Hasil pengukuran kadar amonia dari dua sampel air limbah di IPAL pelabuhan perikanan menunjukkan bahwa proses pengolahan bekerja secara efektif dalam menurunkan konsentrasi amonia. Pada sampel 1, kadar amonia di bak *inlet* sebesar 19,44 mg/L mengalami penurunan drastis menjadi 0,8216 mg/L di bak ekualisasi, dan terus menurun hingga mencapai 0,5041 mg/L di bak *outlet*. Demikian pula pada sampel 2, terjadi penurunan dari 32,73 mg/L di bak *inlet* menjadi 1,199

mg/L di bak ekualisasi, dan selanjutnya menjadi 0,7088 mg/L di bak *outlet*. Kedua sampel menunjukkan efektivitas pengolahan yang sangat baik, dengan penurunan kadar amonia mencapai lebih dari 95% dari konsentrasi awal. Nilai akhir amonia pada *outlet* untuk kedua sampel juga berada di bawah ambang batas baku mutu air limbah sebesar 5 mg/L, yang menunjukkan bahwa IPAL telah memenuhi standar pengolahan. Efisiensi ini mengindikasikan bahwa proses nitrifikasi biologis dalam sistem IPAL berjalan optimal, didukung oleh kondisi aerasi yang cukup, populasi mikroorganisme nitrifikasi yang aktif, serta waktu tinggal limbah yang memadai dalam reaktor. Dengan demikian, IPAL di pelabuhan perikanan tersebut terbukti efektif dalam mengendalikan kandungan amonia, yang sangat penting untuk menjaga kualitas air dan mencegah dampak toksik terhadap lingkungan perairan di sekitar pelabuhan. Berdasarkan data hasil pengujian sampel 1 dan 2, didapatkan rata-rata nilai kadar amonia seperti Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata Nilai Amonia

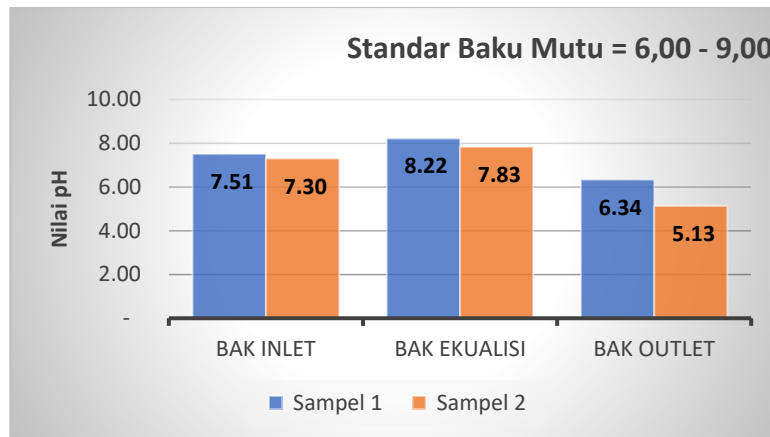
Titik Sampel	Rata-rata (Mean)	Nilai Baku Mutu Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013	Satuan
Inlet	26,09		mg/L
Ekualisi	1,01	5	mg/L
Outlet	0,61		mg/L

Rata-rata kadar amonia yang terdapat dari Limbah TPI yang ada dalam IPAL di IPPP Campurejo menunjukkan trend penurunan mulai yang ada di bak pengendap awal (*inlet*) sampai dengan bak pengendap akhir (*outlet*). Dalam pengujian kadar amonia didapatkan rata-rata sebagai berikut. Pada bak *inlet*, Rata-rata kadar amonia adalah 26,09 mg/L. Pada bak ekualisi, rata-rata kadar amonia 1,01 mg/L, mengalami penurunan sebesar 96% dari bak *inlet*. Pada bak *outlet*, rata-rata kadar amonia adalah 0,61 mg/L, mengalami penurunan sebesar 40% dari bak ekualisi dan mengalami penurunan sebesar 98% dari bak *inlet*. Nilai ini relatif rendah dan menunjukkan bahwa proses biologis pada IPAL bekerja optimal dalam mengubah amonia menjadi bentuk nitrogen lain (misalnya nitrit/nitrat) melalui proses nitrifikasi. Keberhasilan ini penting karena amonia dalam konsentrasi tinggi bersifat toksik bagi organisme perairan serta dapat menurunkan kualitas lingkungan. Dengan demikian, hasil ini membuktikan bahwa sistem IPAL mampu menurunkan kadar amonia hingga mendekati batas aman bagi lingkungan perairan.

Efektivitas IPAL berdasarkan Analisis pH

Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di pelabuhan perikanan juga dapat dievaluasi melalui parameter pH, yang mencerminkan tingkat keasaman atau kebasaan air limbah. Menurut (Supriatna, 2020) pH di dalam air dipengaruhi oleh CO₂. Apabila CO₂ menurun, maka nilai pH akan naik. pH merupakan faktor penting karena sangat memengaruhi aktivitas biologis dalam proses pengolahan limbah, terutama bagi mikroorganisme yang berperan dalam dekomposisi bahan organik dan proses nitrifikasi–denitrifikasi. Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah untuk Industri Pengalengan/Pengolahan Ikan dengan IPAL terpusat yaitu 6,00 – 9,00. Rentang ini dianggap aman bagi lingkungan dan menunjang proses biologis dalam IPAL. Jika pH berada di luar kisaran tersebut, efektivitas mikroorganisme akan menurun, sehingga proses pengolahan bisa terganggu dan menyebabkan penurunan efisiensi IPAL.

Keberhasilan IPAL dalam menjaga pH tetap dalam kisaran ideal merupakan indikator bahwa sistem pengolahan berjalan optimal dan mampu menstabilkan parameter kimia dasar, sehingga air limbah yang dibuang tidak membahayakan ekosistem perairan di sekitarnya. Hasil pengujian untuk penentuan kadar pH di IPAL yang ada di IPPP Campurejo pada dua kali pengambilan di tiga titik sampel yaitu bak inlet, bak ekualisasi dan bak outlet menunjukkan hasil yang tertera pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Nilai pH
 (Sumber : Olah Data Penelitian, 2025)

Hasil pengukuran pH dari dua sampel air limbah di IPAL pelabuhan perikanan menunjukkan adanya fluktuasi nilai pH sepanjang proses pengolahan. Pada sampel 1, nilai pH mengalami kenaikan dari 7,51 di bak *inlet* menjadi 8,22 di bak ekualisasi, namun kemudian menurun menjadi 6,34 di bak *outlet*. Nilai ini masih berada dalam rentang baku mutu pH air limbah yaitu 6,0–9,0 sebagaimana ditetapkan dalam Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013, sehingga dapat dikatakan bahwa pengolahan masih sesuai standar. Sementara itu, pada sampel 2, nilai pH awal sebesar 7,30 meningkat menjadi 7,83 di bak ekualisasi, lalu turun cukup drastis menjadi 5,13 di bak *outlet*. Nilai akhir ini berada di bawah ambang batas minimum, menunjukkan bahwa air limbah keluar bersifat lebih asam dan tidak memenuhi baku mutu. Penurunan pH yang signifikan di outlet bisa disebabkan oleh proses biologis yang tidak seimbang, akumulasi asam organik, atau kurangnya sistem penyangga pH dalam reaktor akhir. Hal ini berpotensi mengganggu stabilitas ekosistem perairan penerima serta menurunkan efisiensi proses pengolahan biologis lanjutan. Dengan demikian, meskipun sistem IPAL pada sampel 1 masih mampu menjaga kestabilan pH dalam batas yang diperbolehkan, sampel 2 menunjukkan bahwa pengaturan pH pada tahap akhir perlu dievaluasi, misalnya melalui penambahan agen penyangga atau perbaikan proses netralisasi sebelum pembuangan. Berdasarkan data hasil pengujian sampel 1 dan 2, didapatkan rata-rata nilai kadar pH seperti tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata Nilai pH

Titik Sampel	Rata-rata (Mean)	Nilai Baku Mutu Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013		Satuan
Inlet	7,41			mg/L
Ekualisi	8,03		6,00 – 9,00	mg/L
Outlet	5,74			mg/L

Rata-rata kadar pH yang terdapat dari Limbah TPI yang ada dalam IPAL di IPPP Campurejo menunjukkan fluktuasi mulai yang ada di bak pengendap awal (*inlet*) sampai dengan bak pengendap akhir (*outlet*). Dalam pengujian kadar pH didapatkan rata-rata sebagai berikut. Pada bak *inlet*, Rata-rata kadar pH adalah 7,41. Pada bak ekualisi, rata-rata kadar pH 8,03, mengalami kenaikan sebesar 8% dari bak *inlet*. Pada bak *outlet*, rata-rata kadar pH adalah 5,74, mengalami penurunan sebesar 29% dari bak ekualisi dan mengalami penurunan sebesar 23% dari bak *inlet*. Kondisi pH 5,74 menunjukkan bahwa air limbah cenderung asam pada keluaran, sehingga perlu mendapat perhatian khusus. Pasalnya, pH terlalu rendah dapat berdampak buruk pada kualitas perairan penerima dan dapat melanggar baku mutu yang umumnya menetapkan kisaran aman pH antara 6–9. Oleh karena itu, meskipun IPAL berhasil menurunkan beban pencemar lainnya, diperlukan langkah optimalisasi seperti penambahan unit netralisasi (misalnya dengan kapur) agar pH keluaran tetap berada dalam kisaran standar lingkungan.

Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

Efektivitas IPAL dalam mengolah air limbah TPI di IPPP Campurejo Gresik dievaluasi melalui pengujian parameter kualitas air limbah, seperti *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Total Suspended Solid* (TSS), ammonia, nitrat dan *Potential of Hydrogen* (pH), sesuai dengan standar baku mutu air limbah yang ditetapkan. Dalam penelitian ini, perbandingan antara rata-rata nilai *inlet* dan *outlet* air limbah dari IPAL dilakukan, serta perbandingan rata-rata outlet air limbah dengan standar baku mutu air limbah. Hasil perbandingan ini memberikan informasi tentang tingkat efektivitas proses pengolahan di IPAL. Perbandingan efektivitas IPAL secara keseluruhan dengan baku mutu Pergub Jatim dapat dilihat di Tabel 8.

Tabel 8. Efisiensi IPAL Terhadap Baku Mutu

No	KETERANGAN	COD	BOD	TSS	Nitrat	Amonia	pH
		(mg/L)					
1	Baku Mutu (Pergub Jatim No.72 Tahun 2013)	150	100	30	20	5	6,0 - 9,0
2	IPAL di IPPP Campurejo	170,75	10,89	55,00	18,17	0,61	5,74

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, dari efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dalam mengolah air limbah TPI di IPPP Campurejo Gresik dapat dievaluasi terhadap standar baku mutu. Dalam hal ini, ditemukan bahwa IPAL di IPPP Campurejo belum efisien dalam menyesuaikan outlet air limbahnya dengan standar baku mutu yang berlaku, terutama pada parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solids*) dan *Potential of Hydrogen* (pH). Penelitian menunjukkan bahwa kadar COD dan TSS dalam outlet IPAL masih melampaui batas yang ditetapkan dimana COD 170 mg/l melebihi baku mutu yang ditetapkan yaitu 150 mg/l, TSS 55 mg/l melebihi baku mutu yang ditetapkan yaitu 30 mg/l, sedangkan parameter pH 5,74 kurang dari 6,0 – 9,0 yang ditentukan oleh baku mutu yang ditentukan. Namun BOD, Nitrat, dan Amonia sudah memenuhi standar lingkungan dimana BOD dengan hasil 10,89 mg/l, nitrat 18,17 mg/l, dan ammonia 0,61 mg/l dalam standar baku mutu Hal ini mengindikasikan bahwa IPAL saat ini belum mampu secara efektif mengurangi konsentrasi zat-zat organik, bahan kimia, dan padatan terlarut dalam air limbah sebelum dibuang.

KESIMPULAN

Perbandingan outlet IPAL dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 tentang baku mutu Air Limbah untuk Industri Pengalengan/Pengolahan Ikan dengan IPAL terpusat menunjukkan bahwa masih belum memenuhi standar yang ditetapkan, namun BOD, Nitrat, dan Amonia sudah memenuhi standar lingkungan. Diperlukan Upaya lebih lanjut untuk meningkatkan efektivitas pengolahan agar *outlet* IPAL sesuai dengan standar baku mutu COD, TSS, dan pH. Ketidakesesuaian tersebut bisa disebabkan oleh debit air tinggi pada *outlet* IPAL, mengurangi waktu tinggal pada bak pengolah limbah dan meningkatkan kadar pencemaran. Aliran yang tidak terjun antar bak pengolahan juga dapat mengurangi oksigen dalam air limbah, mempengaruhi proses pengolahan, dan melambatkan penurunan kadar BOD, TSS, dan pH.

DAFTAR PUSTAKA

- Fajarwati, F. I., & Putri, A. D. (2022). Analisis Parameter Fisika dan Kimia Outlet Ipal komunal Domestik Dusun Sukunan di Pusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna Pengolahan Air Limbah (PUSTEKLIM) Yogyakarta. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 6(2), 98–110. <https://doi.org/10.20885/ijcr.vol6.iss2.art6>
- Fitriasari, N. S., Rosalia, A. A., Anzani, L., Lestari, D. A., Widiyanto, K., Arifin, W. A., Tirtana, D., Fawaz, F., & Rahardjo, C. (2020). Website E-Commerce sebagai Media Promosi Penjualan Pengolahan Hasil Laut Kelompok Istri-Istri Nelayan di Karangantu. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 5(4), 927–934. <https://doi.org/10.30653/002.202054.669>

- Gubernur Jawa Timur. (2013). Perubahan Atas Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya. *Perubahan Atas Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya*, 9(August), 10.
- Indrayani, L., & Rahmah, N. (2018). Nilai Parameter Kadar Pencemar Sebagai Penentu Tingkat Efektivitas Tahapan Pengolahan Limbah Cair Industri Batik. *Jurnal Rekayasa Proses*, 12(1), 41. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.35754>
- Islamawati, D., Hanani Darundiati, Y., & Astorina Dewanti, N. (2018). Studi Penurunan Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) Menggunakan Ferri Klorida (FeCl_3) pada Limbah Cair Tapioka di Desa Ngemplak Margoyoso Pati. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(6)(2356–3346), 69–79. <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm>
- Jiyah, B.Sudarsono, A. S. (2017). Jurnal Geodesi Undip Januari2017. *Jurnal Geodesi Undip*, 6, 41–47.
- Nugraha, Y. W., & Setiyono, S. (2020). Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Pt Natura Perisa Aroma Lampung. *Jurnal Air Indonesia*, 11(2), 60–78. <https://doi.org/10.29122/jai.v11i2.3939>.
- Rinawati, Hidayat, D., Suprianto, R., & Sari Dewi, P. (2016). PENENTUAN KANDUNGAN ZAT PADAT (TOTAL DISSOLVE SOLID DAN TOTAL SUSPENDED SOLID)DI PERAIRAN TELUK LAMPUNG | wati | Analit: Analytical and Environmental Chemistry. *Analytical and Environmental Chemistry*, 1(1), 36–46. <http://jurnal.fmipa.unila.ac.id/analit/article/view/1236/979>
- Ristyana, L. (2022). Analisis Kandungan DO, BOD, COD, TS, TDS, TSS dan Analisis Karakteristik Fisikokimia Limbah Cair Industri Tahu di UMKM Daerah Imogiri Barat Yogyakarta Ristyana Listyaningrum. *Universitas Ahmad Dahlan*, June, 1–22.
- Riyanti, A., Kasman, M., & Riwan, M. (2019). Efektivitas Penurunan Chemichal Oxygen Demand (COD) dan pH Limbah Cair Industri Tahu dengan Tumbuhan Melati Air melalui Sistem Sub-Surface Flow Wetland. *Jurnal Daur Lingkungan*, 2(1), 16. <https://doi.org/10.33087/daurling.v2i1.19>
- Said, N. I., & Syabani, M. R. (2018). Penghilangan Amoniak Di Dalam Air Limbah Domestik Dengan Proses Moving Bed Biofilm Reactor (Mbbr). *Jurnal Air Indonesia*, 7(1). <https://doi.org/10.29122/jai.v7i1.2399>
- Saminem, F. (2021). Increasing Teachers' Ability Using Zoom Meeting Applications in the Distance Learning Process Through Collaborative Assistance in Sd Negeri Bendo Kapanewon Samigaluh Kulon Progo Academic Year 2020/2021. *IJCER (International Journal of Chemistry Education Research)*, 5(2), 78–83. <https://doi.org/10.20885/ijcer.vol5.iss2.art5>
- Setiyono, S., & Yudo, S. (2018). DAMPAK PENCEMARAN LINGKUNGAN AKIBAT LIMBAH INDUSTRI PENGOLAHAN IKAN DI MUNCAR (Studi Kasus Kawasan Industri Pengolahan Ikan di Muncar – Banyuwangi). *Jurnal Air Indonesia*, 4(1). <https://doi.org/10.29122/jai.v4i1.2396>
- Supriatna, M. (2020). MODEL pH DAN HUBUNGANNYA DENGAN PARAMETER KUALITAS AIR PADA TAMBAK INTENSIF UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) di BANYUWANGI JAWA TIMUR. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, 4(3), 368–374. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2020.004.03.8>

Susanti, A. R., Wardoyo, I. R. E., Ngadino, N., & Rokhmalia, F. (2020). Evaluasi Pengelolaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Puskesmas. *Jurnal Kesehatan*, 11(2), 204–214.
<https://doi.org/10.26630/jk.v11i2.2091>