

PENGELOLAAN LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT PT SELAGO MAKMUR PLANTATIO

Sukaryo, Shintawati Dyah Purwaningrum, Niyar Candra Agustin, Sri Subekti, Agustien Zulaidah

Universitas Pandanaran Semarang

Email: sukaryo.iyok@yahoo.com, shintawatidyah19@gmail.com,

niyaragustin@gmail.com, bekti@unpand.ac.id

Abstrak

Karakteristik pencemaran limbah cair Industri kelapa sawit di perairan laut Cilegon Banten. Parameter limbah industri Kelapa Sawit rata-rata dari hasil penelitian : TSS : 3 mg/L , 2 mg/L , 4 mg/L, 3 mg/L , 4 mg/L. pH : 8,20 ; 8,12 ; 8,10 ; 8,02 ; 8,05 BOD5 : 6 mg/L , 8 mg/L , 8 mg/L , 4 mg/L 6 mg/L Minyak dan Lemak : < 0,2 mg/L , < 0,2 mg/L , < 0,2 mg/L , < 0,2 mg/L , < 0,2 mg/L dan kandungan Nitratnya : 0,6 mg/L 0,7 mg/L , 0,6 mg/L , 0,5 , mg/L , 0,7 mg/L . Dengan kondisi tersebut maka perairan tersebut tidak melampaui ambang batas Baku Mutu Limbah Cair Industri Kelapa Sawit . Debit limbah cair buangan 250 m³/hari. Bealah sebesar 15 mg/L, sedangkan baku mutu yang berapa parameter yang di modelkan adalah BOD, COD, TSS, minyak dan lemak, Nitrat serta Amoniak. Hasil model tidak di sajikan secara keseluruhan sesuai dengan domain permodelan maupun tiap langkah waktu, namun hanya di sajikan sebaran maksimum (worst condition) atau sebaran terjauh dari simulasi selama 15 hari. Konsentrasi BOD maksimum setelah masuk perairan adalah 15 mg/L, sedangkan baku mutunya sebesar 20 mg/L. Demikian juga yang terlihat pada parameter TSS, konsentrasi maksimum yang terlihat hanya sebesar 15 mg/L, sedangkan baku mutu di perbolehkan sebesar 20 mg/L. Konsentrasi maksimum COD yang terlihat juga tergolong kecil, yakni sebesar 18 mg/L berdasarkan PP RI No. 82 tahun 2001 bahwa batas maksimum COD yang di perkenankan untuk kegiatan perikanan adalah 50 mg/L.

Kata kunci: Pengelolaan, Limbah Cair, Kelapa Sawit

Pendahuluan

A. LIMBAH

Limbah cair merupakan hasil buangan dari suatu proses tidak dipergunakan lagi oleh manusia nang berasal dari rumah tangga, pertanian, peternakan, industri dan lain sebagainya (Anaufal, 2022). Limbah yang paling banyak di hasilkan adalah dari industri. Limbah yang di hasilkan dari industri menjadi permasalahan yang sangat serius pada era industrialisasi (Nasir et al, 2016) Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS) atau Palm Oil Mill Effluent (POME) merupakan salah satu jenis limbah organik agro industri berupa air, minyak dan padatan organik berasal dari samping proses pengolahan kelapa sawit menjadi minyak kelapa sawit (CPO) tang akan menghasilkan limbah cair dalam jumlah yang cukup besar (Nasution, 2004)

Laut merupakan sebuah tubuh air asin besar yang di kelilingi secara menyeluruh atau sebagian oleh daratan. Dalam arti yang lebih luas laut merupakan sistem perairan samudra berair asin yang saling terhubung di bumi yang dianggap sebagai satu samudra global atau sebagai beberapa samudra utama. Laut mempengaruhi iklim bumi dan memiliki peran penting dalam siklus air, siklus karbon, dan siklus nitrogen. Meskipun laut telah dijelajahi dan diarungi sejak zaman prasejarah, kajian ilmiah modern terhadap laut yaitu oseanografi baru di mulai pada masa ekspedisi HMS Challenger dari Britania Raya pada tahun 1870-an. Laut pada umumnya di bagi menjadi lima samudra besar meliputi empat samudra yang di akui Organisasi Hidrografi Internasional (Samudra Atlantik, Pasifik, Hindia, dan Atlantik) dan Samudra Selatan, serta bagian yang lebih kecil, seperti Laut Tengah yang dikenal sebagai laut.

Air merupakan sumber daya alam yang memenuhi hajat hidup orang banyak sehingga perlu dilindungi agar dapat bermanfaat bagi hidup dan kehidupan manusia dan makhluk lainnya. Untuk menjaga atau mencapai kualitas air sehingga dapat di manfaatkan secara berkelanjutan sesuai dengan tingkat mutu air yang diinginkan, maka perlu upaya pelestarian dan pengendalian. Pelestarian kualitas air merupakan upaya untuk memelihara fungsi air agar kualitasnya tetap pada kondisi alamiah. Pengolahan kualitas air dilakukan dengan upaya pengendalian pencemaran air, yaitu dengan upaya memelihara fungsi air sehingga kualitas air memenuhi baku mutu. Selama ini limbah industri kelapa sawit di buang ke laut sehingga laut bisa tercemar, Untuk mengetahui pengaruh limbah industri kelapa sawit terhadap kualitasnya, perlu di ketahui parameter-parameter kualitas air yang di pengaruhi oleh limbah industri kelapa sawit tersebut. Menurut Anonimos (1982) pencemaran lingkungan adalah masuknya atau di masukkannya makhluk hidup, zat, energi dan komponen lain ke dalam lingkungan oleh kegiatan manusia atau proses alam sehingga kualitas lingkungan menjadi kurang atau tidak berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Limbah kelapa sawit adalah berupa limbah padat, gas dan limbah cair , yang dapat mencemari laut karena kandungan zat organiknya. Diantara jenis limbah tersebut yang sangat menjadi masalah adalah limbah cair, yang dapat mencemari laut karena kandungan zat organiknya tinggi serta tingkat keasaman rendah, sehingga limbah sebelum di buang ke badan laut harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Keberadaan limbah cair tidak dapat di harapkan di lingkungan karena tidak mempunyai nilai ekonomis. Pengolahan yang tepat bagi limbah cair sangat diutamakan agar tidak mencemari lingkungan (Mardana, 2007) Air dikatakan tercemar apabila air tersebut tidak dapat di gunakan sesuai dengan peruntukannya. Sedangkan polusi udara adalah penyimpangan sifat-sifat air yang keadaan normal akibat terkontaminasi oleh material atau partikel dan bukan dari proses pemurnian. Air laut dikatakan tercemar apabila badan air tersebut tidak sesuai lagi dengan peruntukannya dan tidak dapat lagi mendukung kehidupan biota yang ada di dalamnya. Terjadinya suatu pencemaran di laut umumnya disebabkan oleh adanya masukan limbah ke badan laut.

PT Selago Makmur Plantation salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pengolahan Biodiesel dan minyak Kelapa Sawit, dimana pembuangan akhir dari limbah industri perusahaan tersebut adalah ke laut. Untuk mengetahui pengaruh limbah industri

Biodiesel dan Minyak Kelapa Sawit terhadap kualitas air laut, maka perlu diketahui dari tiap-tiap parameter yang di pengaruhi oleh limbah industri kelapa sawit . Sifat-sifat air yang umum di uji dan dapat di gunakan untuk menentukan tingkat pencemaran air misalnya nilai derajat keasaman (pH), nilai BOD/COD, Suhu, TSS, TDS, NH₃-N minyak dan lemak. (Ovian tari, et.al.). Ambanng batas suhu air limbah di industri domestik bernilai 2,5 – 3,2 oC (Ramadani et. al.,2021).

B. Tahapan Pengolahan Air Limbah

Limbah industri merupakan yang menjadi persoalan yang serius maka regulasi industrialisas yang ramah lingkungan menjadi kabar yang sangat penting (Basaran 2013), sehingga perlu diproses. Oleh karena itu, pengolahan limbah harus dilakukan sedari dini ketika proses produksi terjadi. Apabila Air limbah tidak diolah dengan baik maka limbah tersebut masih mengandung berbagai polutan yang dapat mengontaminasi sistem ekologi termasuk sumber air terbuka seperti sungai , danau dan laut, di wilayah udara dan tanah (Martini et al., 2020)

Proses pengolahan limbah cair pada umumnya di bagi menjadi empat kelompok yaitu pengolahan pendahuluan, pengolahan tahap pertama, pengolahan tahap kedua dan pengolahan tahap ketiga atau lanjutan. Pada tahap pendahuluan fungsinya untuk memisahkan limbah kasar agar dapat mengurangi ukuran, memisa dari pengolahan tahap kedua hkan minyak atau lemak kemudian menyetarakan fluktuasi aliran di penampung. Tahap pertama mengurangi padatan yang tersuspensi dengan proses sedimentasi. Dalam proses ini di perlukan bahan-bahan kimia untuk menetralisasi dan meningkatkan kemolahan. ampuan pengurangan padatan yang tersuspensi. Tahap berikutnya yang kedua untuk mengurangi zat organik melalui mekanisme oksidasi biologis. Proses ini dipilih didasarkan atas pertimbangan kuantitas dari limbah cair yang masuk unit pengolahan fungsinya untuk menurunkan BOD. Dengan proses ini di perkiran dapat menurunkan kandungan BODnya rentang 35 – 95 % bergantung pada kapasitas unit pengolahnya. Pada pengolahan tahap kedua berupa saringan tetes (trickling filter), unit lumpur aktif dan kolom stabilisasi. Tahap ketiga ketiga atau pengolahan lanjutan untuk menghilangkan kontaminan tertentu ataupun menyiapkan limbah cair tersebut untuk prmanfaatan kembali. Pengolahan tahap ini di fungsikan sebagai upaya peningkatan kualitas limbah cair dari pengolahan tahap kedua agar dapat dibuang ke badan air penerima dan penggunaan kembali afluen tersebut. Pengolahan tahap ketiga masih di butuhkan untuk menurunkan kandungan BOD, juga dimaksudkan untkan reaktor biologisuk menghilangkan senyawa nitrogen melalui proses ammonia stripping menggunakan udara ataupun nitrifikasi denitrifikasi dengan memanfaatkan reaktor biologis, menghilangkan sisa bahan organik dan senyawa penyebab warna melalui proses absorpsi menggggunakan karbon aktif, menghilangkan padatan terlarut melalui proses pertukaran ion, osmosis balik, maupun elektrodialisis. Menurut Sugiharto (1987) pengolahan limbah cair dapat di kelompokkan menjadi enam tingkatan yaitu: Satu pengolahan pendahuluan (pre treatment), kegiatan ini dilakukan pengambilan benda yang terapung dan pengambilan benda mengendap misalnya pasir dan pengambilan

benda terapung. Kedua Pengolahan pertama (primary treatment) yaitu menghilangkan zat padat yang terlarut melalui pengendapan atau pengapungan. Ketiga pengolahan kedua (secondary treatment) yaitu proses biologis untuk mengurangi bahan-bahan organik melalui mikroorganisme yang ada di dalamnya. Proses ini sangat di pengaruhi oleh banyak faktor antara lain jumlah air, limbah, tingkat kekotoran, jenis kotoran dan lain sebagainya. Pengolahan ketiga (tertiary treatment) yaitu lanjutan dari pengolahan-pengolahan terdahulu. Pengolah ini baru akan di pergunakan apabila pada pengolahan pertama dan kedua masih banyak terdapat zat tertentu yang masih berbahaya bagi masyarakat. Kemudian penambahan bakteri (disinfectant) yaitu bertujuan untuk membunuh mikroorganisme patogen yang berada di dalam air limbah tersebut. Kemudian pengolahan lanjut (ultimate disposad) yaitu dari setiap tahap pengolahan air limbah hasilnya berupa lumpur yang perlu dilakukan pengolahan secara khusus agar lumpur tersebut dapat di gunakan kembali untuk keperluan kehidupan.

C. Cara Pengolahan Limbah Cair

Pengolahan limbah cair dimaksudkan untuk melindungi lingkungan hidup terhadap pencemaran air limbah tersebut. Beberapa cara pengolahan limbah menurut Soekidjo (2007) antara lain : Pengenceran (dilution) yaitu Limbah cair diencerkan sampai mencapai konsentrasi yang cukup rendah kemudian dibuang kedalam air. Semakin bertambahnya penduduk semakin bertambah pula limbahnya. Kedua kolam oksidasi yaitu pemanfaatan sinar matahari , ganggang bakteri dan oksigen dalam proses pembersihan alamiah. Limbah cair dialirkan kekolam besar berbentuk segi empat dengan kedalaman 1 – 2 meter . Cara kerjanya, ganggang melakukan proses fotosintesis dengan bantuan sinar matahari sehingga di hasilkan oksigen. Oksigen tersebut di gunakan oleh bakteri aerobik untuk melakukan dekomposisi zat-zat organik yang terdapat dalam limbah cair. Sebagai hasilnya nilai BOD akan berkurang sehingga relatif aman bila di buang ke badan-badan air. Ketiga Irigasi yaitu limbah cair dialirkan kedalam parit-parit terbuka yang digali dan air akan merembes masuk kedalam tanah melalui dasar dan dinding parit-parit tersebut.

Metode Penelitian

Metode penelitian dilakukan untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu (Sugiyono,2016:3). Metode penelitian yang di gunakan yaitu melalui hasil observasi lapangan dan studi literatur. Tahap pertama adalah persiapan yang meliputi studi literatur dan pengumpulan data-data berhubungan dengan penelitian, survey awal lapangan untuk mengetahui gambaran jelas kondisi umum lokasi penelitian,serta menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakandalam penelitian. Kemudian penentuan titik-titik pengambilan sampel dengan metode purposive sampling dan dilakukan dengan cara melakukan tracking menggunakan GPS (General Position Sample) dilokasi melalui outfall yang langsung mengarah ke laut, dengan garis koordinat 105 o56'06" BT dan 06 o 01' 47,0" LS dari hasil tracking tersebut diambil 5 titik uji analisa kualitas air

laut. Alat yang di gunakan antara lain GPS, botol plastik, botol kaca gelap, botol kaca bening, bahan yang di gunakan adalah sampel air laut.

Pemeriksaan Sampel Air Laut

Pemeriksaan parameter kualitas air fisika, kimia biologi dan logam terlarut di lakukan secara in situ (langsung di lapangan) dan ex situ (di laboratorium). Parameter yang diukur secara insitu adalah suhu dengan menggunakan termometer, sedangkan parameter lainnya diukur di laboratorium. Sampel air yang di gunakan untuk pengukuran ex situ sebelumnya dilakukan pengawetan dengan cara sampel disimpan di cool box (suhu rendah) dan degera dibawa menuju laboratorium agar kualitas air yang diambil tidak berubah dari sifat aslinya.

Metode Analisis Data

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Aing diperoleh dari r Limbah Pasal 6 ayat 2, dalam hal ini air limbah di buang ke laut, Menteri dalam menerbitkan izin pembuangan air limbah ke laut wajib menggunakan baku mutu air limbah yang diperoleh dari hasil kajian dokumen lingkungan atau kajian pembuangan air limbah ke laut.

Tabel 3.1 Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan kegiatan Industri Minyak Sawit

Parameter	Kadar Paling Tinggi (mg/L)	Beban Pencemaran Paling Tinggi (kg/ton)
BOD	100	0,25
COD	350	0,88
TSS	250	0,63
Minyak dan Lemak	25	0,063
Nitrogen Total (sebsgsi N)	50	0,125
pH	6,0 - 9,0	
Debit limbah paling tinggi	2,5 m ² / ton produk	Minyak sawit (CPO)

Sumber : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah

Hasil dan Pembahasan

PT Selago Makmur Plantation berencana melakukan pembuangan limbah cair dari proses kegiatan produksi. Pembuangan limbah cair tersebut melalui satu outfal yang langsung mengarah ke laut, koodinat untuk outfall tersebut adalah 105 o56'06" BT dan 06 o 01' 47,0" LS. Air limbah yang mengalir melalui outfall merupakan air limbah yang berasal sistem IPAL dengan debit buangan sebesar 250 m³ / hari

Karakteristik Kimia dan Karakteristik Biologi

Salah satu syarat untuk memperoleh izin pembuangan limbah cair ke laut adalah melakukan kajian pemodelan sebaran limbah untuk mengetahui Zona of Initial Dillution

atau untuk mengetahui seberapa besar dampak yang mungkin timbul akibat buangan limbah tersebut. Berikut adalah karakteristik kimia dan karakteristik biologinya

Karakteristik Kimia.

NO	PARAMETER		SATUAN	LOKASI				
				I	II	III	IV	V
FISIKA								
1	Kecerahab (insitu)		Meter	2,5	2,4	2,3	1,5	1,5
2	Kekeruhan		NTU	2	1	2	3	1
3	Zat Padat Tersuspensi (TSS)		mg/L	3	2	4	3	4
4	Temperatur		° C	31,5	30,8	31,2	31,6	31,5
5	Lapisan Minyak		-	-	-	-	-	-
KIMIA								
1	pH		-	8,2	8,12	8,1	8,02	8,05
2	salinitasi		PSU	32	32	32	32	32
3	Oksigen terlarut		mg/L	5,6	5,1	5,2	5	5,2
4	BOD5		mg/L	6	8	8	4	6
5	Amonia Total (NH3-N)		mg/L	0,1	0,1	0,08	0,06	0,2
6	Pospat (PO4-P)		mg/L	0,03	0,06	0,04	<0,02	0,08
7	Nitrat (NO3-N)		mg/L	0,6	0,7	0,6	0,5	0,7
8	Sianida (CN)		mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
9	Sulfida (H2S)		mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
10	PAH (Poliaromatik Hidrokarbon)		mg/L					
11	Senyawa Fenol Total		mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
12	PCB Total (Poliklor Binefii)		mg/L					
13	Surktan (Deterjen)f		mg/L	0,06	0,08	0,08	0,05	0,1
14	Minyak dan lemak		mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
15	Pestisida		mg/L					
16	TBT (Tributil Tin)		mg/L					
LOGAM TERLARUT								
1	Raksa		mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
2	Kromium Heksavalen (Cr+6)		mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
3	Arsen (As)		mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
4	Kadmium (Cd)		mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
5	Tembaga (Cu)		mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
6	Timbal (Pb)		mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
7	Seng (Zn)		mg/L	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02
8	Nikel (Ni)		mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
MIKROBIOLOGI								
1	Coliform Total		MPN/100l	4	<3	<3	3	<3
2	Bakteri Patogen		sel/100ml	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif
3	Plankton		sel/100ml					
RADIONUKLIDA								
1	Komposisi yang tdak di ketahui		Bd/L					

Karakteristik Biologi

Karakteristik Biologi ditunjukkan dengan adanya beberapa jenis organisme antara lain 1) Fitoplankton yang merupakan jenis organisme renik sebagai sumber kehidupan dalam perairan laut dan sebagai sumber makanan bagi berbagai organisme herbivora. Oleh sebab itu keberadaan fitoplankton mencerminkan produktivitas perairan di samping menjadi indikator kualitasnya. 2) Zooplankton merupakan hewan renik yang melayang dan hidup dengan memanfaatkan keberadaan fitoplankton, Keduanya juga merupakan komponen makanan bagi jenis ikan pemakan plankton (plankton feeder). Keberadaan plankton ini memberikan indikator tentang baik tidaknya kualitas perairan laut. 3) Bentos merupakan organisme hidup didasar perairan baik yang bersifat menetap dan bergerak lambat. Bentos dapat hidup relatif lebih lama di bandingkan dengan plankton. Bentos sangat mudah terpapar dengan kondisi perairan sehingga bentos banyak di gunakan secara baik untuk mendapatkan informasi kualitas perairan laut (bioindikator)

Dampak Pembuangan

Dalam pemodelan ini polutan dari buangan limbah cair dianggap sebagai polutan konservatif, yang artinya polutan tersebut tidak mengalami perubahan bentuk ketika masuk ke laut.atau bisa dikatakan tidak mengalami degradasi. Beberapa parameter yang di modelkan adalah BOD, COD, TSS, minyak dan lemak, Nitrat,serta Amoniak. Secara umum pola sebaran limbah buangan PT Selago Makmur Pentation menyebar tdak jauh dari titik buangan atau sebarannya masih berada sekitar perairan area perusahaan. Pola sebaran mengikuti pola arus dominan yakni ke arah barat daya dan timur laut .Selain pola sebaran yang tidak jauh dari titik buangan, sebagian besar konsentrasi limbah setelah masuk dan terencerkan oleh perairan laut tergolong kecil. Dibandingkan dengan baku mutu air laut KEPMEN LH No 51 Tahun 2004 untuk biota, konsentrasi limbah maksimum seperti BOD, COD, TSS, Minyak dan Lemak serta Amoniak setelah masuk ke perairan laut masih di bawah ketetapan baku mutu, khusus untuk parameter Nitrat konsentrasinya masih tergolong tinggi dan melebihi ketetapan baku mutu.

Konsentrasi Limbah di Perairan Laut

Parameter	Arah	Konsentrasi Limbah Maksimum (mg/L) Berdasarkan Jarak								
		0 m	50 m	100 m	200 m	300 m	400 m	500 m	600 m	700 m
BOD	Barat Daya	15	12 – 13	9 – 10	6 – 7	2 – 3	2 – 3	<1	<1	<1
	Timur Laut	15	8 – 9	5 – 6	3 – 4	1 – 2	1 – 2	1 – 2	<1	<1
	Barat Laut	15	8 – 9	3 – 4	1 – 2	<1	<1	<1	<1	<1
COD	Barat Daya	18	12 – 14	9 – 10	5 – 6	3 – 5	2 – 3	1 – 3	<1	<1
	Timur Laut	18	8 – 10	3 – 5	3 – 5	3 – 5	1 – 3	1 – 3	<1	<1
	Barat Laut	18	10 – 12	1 – 3	1 – 3	<1	<1	<1	<1	<1
TSS	Barat Daya	15	12 – 13	9 – 10	5 – 6	4 – 5	3 – 4	1 – 2	1 – 2	<1
	Timur Laut	15	10 – 11	5 – 6	3 – 4	2 – 3	1 – 2	1 – 2	<1	<1
	Barat Laut	15	9 – 10	3 – 4	2 – 3	<1	<1	<1	<1	<1
Minyak & Lemak	Barat Daya	0,18	0,12–0,13	0,08–0,10	0,05–0,08	0,05–0,08	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	Timur Laut	0,18	0,10–0,11	0,05–0,08	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	Barat Laut	0,18	0,10–0,11	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nitrat	Barat Daya	0,12	0,08–0,12	0,04 – 0,06	0,04–0,06	0,08–0,12	0,012–0,015	0,01–0,011	0,008–0,01	<0,008
	Timur Laut	0,12	0,08–0,10	0,012–0,015	0,02–0,04	0,08–0,10	0,012–0,015	0,01–0,011	0,008–0,01	<0,008
	Barat Laut	0,12	0,08–0,10	0,012–0,020	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008
Amoniak	Barat Daya	0,28	0,22–0,24	0,16–0,18	0,12 – 0,14	0,10 – 0,12	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	Timur Laut	0,28	0,22–0,24	0,10–0,12	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	Barat Laut	0,28	0,22–0,24	0,10–0,12	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Potensi perpindahan polutan melalui Proses Biologi, Fisika dan Kimia adalah pola pasang surut berpengaruh berpengaruh terhadap polutan secara biologi dan kimia memungkinkan terjadi dan diharapkan pihak industri mematuhi baku mutu yang ada, sehingga dapat meminimalisasi potensi perpindahan yang ada. Kawasan perairan sekitar PT SMP mempunyai potensi perpindahan polutan dikarenakan ada proses hidrodinamika laut, seperti kecepatan dan arah arus yang diakibatkan karena proses pasang surut, gelombang dan angin serta arus dari sungai yang mengalir ke perairan di kawasan industri, maka proses adveksi dan difusi di dalam laut akan terjadi, kemungkinan perpindahan polutan melalui proses biologi, fisika dan kimia bisa saja terjadi di dalam laut. Proses biologi bisa terjadi, apabila sungai yang masuk ke dalam perairan akan berpengaruh terhadap kualitas air laut atau meningkatkan populasi plankton

Kesimpulan

Berdasarkan kajian dan pembahasan yang telah diuraikan di atas, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut

1. Berdasarkan hasil model sebaran maksimum masing-masing limbah baik kondisi musim barat dan musim timur berturut-turut, BOD, TSS, COD, Minyak dan Lemak, serta Amoniak setelah masuk ke perairan laut masih di bawah ketentuan baku mutu, khusus untuk parameter Nitrat konsentrasinya masih tergolong tinggi atau melebihi ketentuan baku mutu.
2. Hasil dari identifikasi aspek oseanografi, biologi dan persistensi dari air limbah PT. Selago Makmur Plantation tidak ada, karena berdasarkan data analisa swa pantau, air limbah yang di buang ke laut masih di bawah baku mutu yang di tetapkan.
3. Perpindahan Polutan melalui Proses Biologi Fisika dan Kimia yang berada di sekitar perairan PT Selago Makmur Plantation berpotensi menjadi perpindahan jika hasil akhir dari proses pengolahan limbahnya melebihi baku mutu.

Bibliografi

- Anonymous, 1982. *Bercocok Tanam kopi*, Kanisius, Yogyakarta.
- Anaufal, F. (2022). *Prototipe Sistem Pendeteksi Kualitas Air Limbah Pabrik Berbasis Internet Of Things [Universitas Komputer Indonesia]*. In Universitas Komputer Indonesia. <https://elibrary.unikom.ac.id/id/eprint/4786>
- Basaran, B. (2013) *What makes manufacturing companies more desirous of recycling ? Management of Environmental Quality: An International Journal*. 24(1) : 107-122
- Mardana. 2007. *Pengolahan yang Tepat bagi Limbah Cair*. (<http://akademik.che.itb.ac.id/labtek/wp-content/uploads/2007/08/modulpengolahan-air>)
- Martini, S., Afroze, S., & Roni, K. A. (2020). *Modified eucalyptus bark as a sorbent for simultaneous removal of COD, oil, and Cr (III) from industrial wastewater*. Alexandria
- Nasir, M., Saputro, E. P., & Handayani, S. (2016). *Manajemen pengelolaan limbah industri*. *Benefit: Jurnal Manajemen Dan Bisnis*, 19(2), 143–149.
- Nasution, D.Y. 2004, *Pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit yang berasal dari kolam akhir (final pond) dengan proses koagulasi melalui elektrolisis*. *Jurnal Sains Kimia* 8 (2): 38-40
- Notoatmodjo, S. (2007). *Promosi Kesehatan dan Ilmu Perilaku*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Oviantari, M. V., Gunamantha, I. M., & Wibawa, R. (2023). *Potensi Ecoenzyme dari Rumput Bebek (Lemna minor) Dalam Menurunkan Kadar BOD Pada Air Limbah Laundry*. *Jurnal Teknologi Lingkungan UNMUL*, 7(1), 39–50. dengan proses koagulasi melalui elektrolisis. *Jurnal Sains Kimia* 8 (2): 38-40
- Ramadani, R., Samsunar, S., & Utami, M. (2021). *Analisis Suhu, Derajat Keasaman (pH), Chemical Oxygen Demand (COD), dan Biologycal Oxygen Demand (BOD) dalam Air Limbah Domestik di Dinas Lingkungan Hidup Sukoharjo*. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 6(2), 12–22. <https://doi.org/10.20885/ijcr.vol6.iss1.art2>
- Sugiharto. (1987). *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*. Universitas Indonesia Press. Jakarta
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*, Cetakan ke-24. Bandung: Alfabeta.