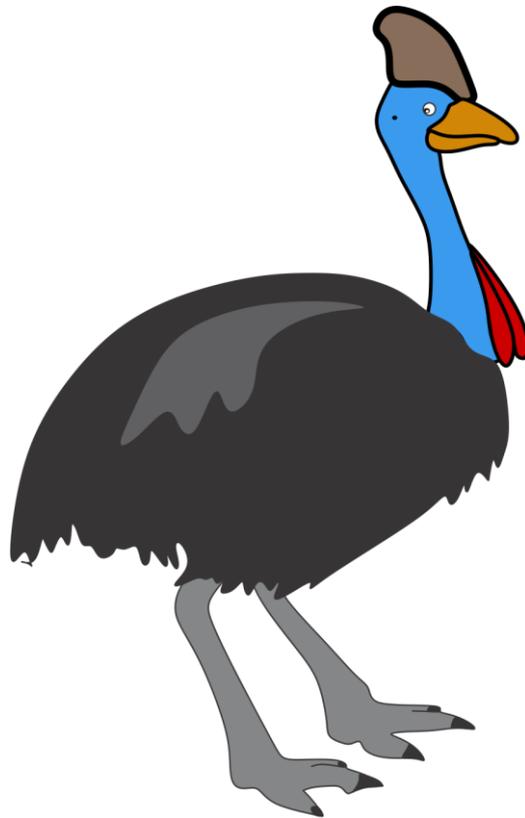


P-ISSN: 2614-8900

E-ISSN: 2622-6545

CASSOWARY

Volume 4, Nomor 2, Juni 2021



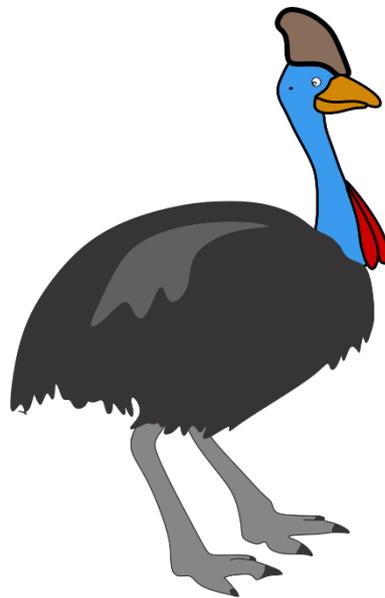
**PROGRAM PASCASARAJANA
UNIVERSITAS PAPUA**

<https://journalpasca.unipa.ac.id>

P-ISSN: 2614-8900
E-ISSN: 2622-6545

CASSOWARY

Volume 4, Nomor 2, Juni 2021



<https://www.journalpasca.unipa.ac.id>



Diterbitkan oleh:

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS PAPUA**

P-ISSN: 2614-8900
E-ISSN: 2622-6545

CASSOWARY

Volume 4, Nomor 2, Juni 2021

Pimpinan Editor:

Prof. Dr. Ir. Barahima Abbas, M.Si

Editors Manager:

Prof. Dr. Ir. Budi Santoso, M.P

Prof. Ir. Ricardo F. Tapilatu, M.App.Sc, Ph.D

Dr. Rima Herlina S. Siburian, S. Hut., M.Si

Dr. Ir. Reymas M.R. Ruimassa, M.Si

Editor Keuangan:

Dr. Ir. Nouke Lenda Mawikere, M.Si

Dr. Ir. Trisiwi W. Widayati, M.M

Editor Teknis:

Muhammad Dailami, S.Si., M.Si

Zhafirah Trixie Rahmayanti Barahima, S.T.

Irvan Yusuf, S. Si., M.Si



Kunjungi Website Scan QR Code di atas

Alamat Redaksi:

Gedung Pascasarjana UNIPA

Jalan Gunung Salju Amban, Manokwari, Papua Barat, Indonesia

Website: <https://www.journalpasca.unipa.ac.id>

Email: pascaunipa2018@gmail.com

DAFTAR ISI CASSOWARY

Volume 4 Nomor 2 Juni 2021

Persepsi, Sikap dan Partisipasi Keluarga Pasien/Pengunjung dalam Menciptakan Kebersihan Lingkungan Rumah Sakit di Kabupaten Manokwari Provinsi Papua Barat	119-132
<i>Jumriah, Ihwan Tjolli, Eko Agus Martanto</i>	
Pertumbuhan dan produksi beberapa mutan kedelai Kipas Merah generasi ke lima di kebun percobaan Lampahan Bener Meriah	133-138
<i>Fahmil, Ainun, Erita Hayati, Hasanuddin, Zuyasna Zuyasna</i>	
Kondisi Sanitasi Pada Kapal Kargo Di Wilayah Kerja Kantor Kesehatan Pelabuhan (KKP) Kelas III Manokwari	139-148
<i>Syamsudin Syamsudin, Vera Sabariah, Meike M. Lisangan, Zita L Sarungallo, Hendri Hendri, Yuanike Kaber</i>	
Analisis potensi limbah kelapa sawit untuk pakan ternak ruminansia di PT Medcopapua Hijau Selaras Sidey Manokwari	149-158
<i>Novita Sari Ojaba, Marlyn N. Lekitoo, Sientje D. Rumetor</i>	
Analisis Kasus Stunting dan Faktor-faktor yang Berhubungan di Kampung Arowi Distrik Manokwari Timur	159-171
<i>Suryana Widiastuti, Meike Meilan Lisangan, Ludia T. Wambrauw</i>	
Persepsi dan Partisipasi Masyarakat Adat atas Penetapan Kawasan Cagar Alam Teluk Bintuni di Distrik Wamesa Kabupaten Teluk Bintuni	172-189
<i>Syaiful Anwar Killian, Selvi Tebaiy, Ishak Musaad</i>	
Persepsi dan Partisipasi Masyarakat Lokal terhadap Pemanfaatan dan Pengelolaan Kawasan-kawasan Cagar Alam Kabupaten Teluk Bintuni	190-204
<i>Nicolaus Y. Leftungun, A.P.E. Widodo, Ludia T. Wambrauw</i>	
Persepsi Masyarakat Lokal Terhadap Pengembangan Hutan Mangrove Sebagai Kawasan Ekowisata Di Kampung Ruar Distrik Biak Timur Kabupaten Biak Numfor	205-220
<i>Oktavian Soter, Soetjipto Moeljono, Yolanda Holle</i>	
Kajian kualitas air sungai Somi di hutan pendidikan Tuwanwowi Kampung Somi Distrik Prafi Kabupaten Manokwari	221-237
<i>Sergius Wamafma, Nurhaidah Sinaga, Agustinus Murdjoko, Anton Sineri</i>	
Analisis Kualitas Air Lindi dan Permukaan pada areal TPA Sowi Gunung dan Sekitarnya di Kabupaten Manokwari Papua Barat	238-250
<i>Novaldi Laudi Angrianto, Jacob Manusawai, Anton S. Sinery</i>	

Persepsi, Sikap dan Partisipasi Keluarga Pasien/Pengunjung dalam Menciptakan Kebersihan Lingkungan Rumah Sakit di Kabupaten Manokwari Provinsi Papua Barat

Jumriah^{1*}, Ihwan Tjolle², Eko Agus Martanto²

¹Pemda Provinsi Papua Barat,

²Program Studi S2 Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Papua
Jalan Gunung Salju Amban, Manokwari, Papua Barat, 98314, Indonesia

*Email: unry150182@gmail.com

Disubmit: 4 November 2020, direvisi: 31 Maret 2021, diterima: 10 April 2021

Doi: <https://doi.org/10.30862/cassowary.cs.v4.i2.60>

ABSTRACT: This study aims to determine the perceptions, attitudes and expectations of the patient /visitor's family in creating a clean hospital environment and to analyze the factors that influence the participation of the patient's or visitor's family in creating a clean hospital environment. The method used in this research is descriptive method with a quantitative approach. The number of samples taken was 19 samples at each hospital, so the total sample of the study was 38 samples. Data collection was done by means of interviews, observation, and documentation. The results showed that most of the visitors' perceptions of the hospital stated that: (1) hygiene problems are things that must be prioritized and are still being improved, (2) the attitude of the visitors is that most of them agree and support all forms of efforts carried out in the context of hygiene management. hospital environment, (c) the level of visitor participation is mostly in the high category related to the cleanliness of the hospital environment. (4) The results of multiple linear regression analysis show that the variables of formal education, counseling, age and length of visit together have an effect on the level of participation in the cleanliness of the hospital environment. The results of the partial relationship test show that formal education and extension variables have a significant effect on the level of participation. The variables of age and length of visit did not affect the level of participation in the cleanliness of the hospital environment.

Keywords: Perception, Attitudes, Participation, Environmental Cleanliness, Visitors Hospital

PENDAHULUAN

Keberadaan rumah sakit di suatu daerah merupakan aspek yang sangat penting. Hal ini terkait dengan fungsi rumah sakit sebagai sarana pelayanan kesehatan yang sangat berpengaruh terhadap kualitas kesehatan masyarakat serta berdampak pada mutu sumberdaya

manusia. Kegiatan yang ada di rumah sakit dapat memberikan dampak positif dan negatif. Dampak positif diantaranya meningkatnya derajat kesehatan masyarakat, sedangkan dampak negatif yang mungkin timbul antara lain pencemaran limbah medis dan non medis yang dapat membahayakan bagi kesehatan masya-

rakat. Limbah yang dihasilkan dari berbagai kegiatan di rumah sakit dapat bersifat racun, infeksius, radioaktif, dan pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan tersebut dapat berupa pencemaran udara, pencemaran air, tanah, pencemaran makanan dan minuman. Pencemaran lingkungan akibat limbah rumah sakit dapat menimbulkan dampak besar terhadap manusia (Oktavianity, 2016).

Untuk menjaga dan memelihara kondisi ini, bukan hanya tugas pimpinan tapi menjadi tugas semua karyawan rumah sakit termasuk pasien dan pengunjungnya. Dengan demikian akan diperoleh suasana yang nyaman, aman, asri, tentram, bebas dari segala gangguan sehingga dapat memberikan kepuasan pasien dalam membantu proses penyembuhan penyakit. Oleh karena itu peranan manusia sangat penting dalam usaha pencapaian tujuan suatu organisasi. Hal ini dapat dilihat dari segala aktivitas yang dilakukan oleh para karyawan dalam menyelesaikan pekerjaannya.

Rumah sakit yang bersih adalah tempat pelayanan kesehatan yang dirancang, dioperasikan dan dipelihara dengan sangat memerhatikan aspek kebersihan bangunan dan halaman baik fisik, sampah, limbah cair, air bersih, dan serangga/binatang pengganggu. Namun, menciptakan kebersihan di rumah sakit merupakan upaya yang cukup sulit dan bersifat kompleks berhubungan dengan berbagai aspek antara lain budaya/kebiasaan, perilaku masyarakat, kondisi lingkungan, sosial dan teknologi.

Perilaku manusia yang tidak bertanggungjawab terhadap sampah dapat menyebabkan munculnya masalah dan kerusakan lingkungan. Bila perilaku manusia semata-mata mengarah lebih mengarah pada kepentingan pribadinya sendiri, dan kurang atau

tidak mempertimbangkan kepentingan umum/kepentingan bersama, maka dapat diprediksi bahwa daya dukung lingkungan alam semakin terkuras habis dan akibatnya kerugian dan kerusakan lingkungan tak dapat dihindarkan lagi (Rizal, 2011). Oleh karena itu, sampah dan benda-benda buangan yang banyak terdapat di lingkungan kehidupan kita perlu ditanggapi secara serius dan perlu dicari cara yang tepat untuk menganggulangnya.

Keberadaan pengunjung dan para pegawai rumah sakit sangat berdampak pada tingkat kebersihannya. Pengunjung atau keluarga pasien yang datang setiap harinya akan meninggalkan sisa-sisa sampah, terlebih lagi jumlah pengunjung yang datang di tiap harinya tentu berbeda. Misalnya pada akhir pekan ataupun waktu tertentu, pengunjung di rumah sakit umum daerah manokwari lebih ramai dari hari biasanya, hal ini bisa terjadi mengingat masyarakat disibukkan oleh urusan masing-masing. Pada jumlah pengunjung yang semakin ramai maka diharapkan pengunjung memiliki kesadaran akan pentingnya menjaga kebersihan Rumah Sakit Umum Daerah dan dr. Azhar Zahir Kabupaten Manokwari.

Berdasarkan latar belakang maka rumusan masalah adalah bagaimana Analisis Faktor yang mempengaruhi Partisipasi Keluarga Pasien dalam menciptakan kebersihan lingkungan RSUD dan dr. Azhar Zahir, dan yang menjadi tujuan penelitian ini adalah Mengetahui Persepsi, Sikap dan Partisipasi Keluarga Pasien/ Pengunjung dalam menciptakan kebersihan lingkungan RSUD dan dr. Azhar Zahir Kabupaten Manokwari. Menganalisa Faktor yang mempengaruhi Partisipasi Keluarga Pasien dalam menciptakan kebersihan lingkungan RSUD dan dr. Azhar Zahir Kabupaten.

Usia

Faktor usia merupakan faktor yang mempengaruhi sikap seseorang terhadap kegiatan-kegiatan kemasyarakatan yang ada. Mereka dari kelompok usia menengah ke atas dengan keterikatan moral kepada nilai dan norma masyarakat yang lebih mantap, cenderung lebih banyak yang berpartisipasi daripada mereka yang dari kelompok usia lainnya.

Pendidikan

Dikatakan sebagai salah satu syarat mutlak untuk berpartisipasi. Pendidikan dianggap dapat mempengaruhi sikap hidup seseorang terhadap lingkungannya, suatu sikap yang diperlukan bagi peningkatan kesejahteraan seluruh masyarakat.

Lamanya tinggal

Lamanya seseorang tinggal dalam lingkungan tertentu dan pengalamannya berinteraksi dengan lingkungan tersebut akan berpengaruh pada partisipasi seseorang. Semakin lama ia tinggal dalam lingkungan tertentu, maka rasa memiliki terhadap lingkungan cenderung lebih terlihat dalam partisipasinya yang besar dalam setiap kegiatan lingkungan tersebut.

Penyuluhan

Menurut Van den Ban dan Hawkins (1999), penyuluhan merupakan keterlibatan seseorang untuk melakukan komunikasi informasi secara sadar dengan tujuan membantu sesamanya memberikan pendapat sehingga bisa membuat keputusan yang benar. Penyuluhan dilakukan dengan berbagai metode, dimana tujuan utamanya menyampaikan informasi kepada sasaran sehingga sasaran menjadi paham, bersikap menyetujui dan menerima. Informasi bidang kebersihan lingkungan selain melalui penyuluhan juga dilakukan

melalui media elektronik, poster maupun pengumuman. Semakin sering seseorang mengikuti penyuluhan dan semakin banyak menerima informasi kesehatan lingkungan dari berbagai sumber maka diduga semakin berpeluang dalam berpartisipasi aktif dalam hal kebersihan lingkungan.

Kerangka Pemikiran Teoritis

Kebersihan Rumah Sakit yang dimaksud dalam Penelitian ini adalah kebersihan halaman dan ruangan, yang meliputi fisik, sampah, limbah cair, air bersih, serangga dan binatang pengganggu. Area yang menjadi prioritas dalam mewujudkan Rumah sakit bersih diantaranya adalah halaman, *lobby*/ruang tunggu, kantin, toilet, ruang periksa/poliklinik, ruang perawatan, dan Instalasi Gawat Darurat (IGD).

Rumah sakit yang kotor tidak hanya membuat pasien, pengunjung dan karyawan menjadi tidak nyaman, karena menyadari akan menjadi semacam terminal segala sumber penyakit, juga akan menurunkan citra sekaligus mutu pelayanan. Menciptakan kebersihan adalah upaya yang cukup sulit dan bersifat kompleks, sehingga banyak aspek yang menentukan keberhasilan kebersihan di rumah sakit, antara lain budaya/kebiasaan, perilaku masyarakat, kondisi lingkungan, sosial, dan teknologi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada Rumah Sakit Umum Daerah dan Rumah Sakit dr. Azhar Zahir Kabupaten Manokwari. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Jumlah sampel yang diambil adalah sebanyak 19 sampel pada masing-masing rumah sakit, sehingga total sampel penelitian sebanyak 38 sampel. Pengumpulan data dilakukan dengan

cara wawancara, observasi dan dokumentasi.

Defenisi Operasional Variabel

Persepsi

Persepsi responden dilihat berdasarkan pendapat/tanggapan mereka terhadap beberapa aspek yang terkait dengan kebersihan rumah sakit, yaitu:

Persepsi : Rumah Sakit Sebagai tempat berobat

Persepsi : Tentang kebersihan rumah sakit

Persepsi : Kontribusi petugas/pegawai dalam kebersihan

Persepsi : Kontribusi pasien/keluarga pasien/pengunjung.

Selanjutnya persepsi dari keseluruhan responden dikelompokkan berdasarkan kesamaan atau kecenderungan kemiripan.

Jumlah skor dari pernyataan pada kuesioner dengan menggunakan skala likert dan setiap pernyataan memiliki skor. Persepsi yang diukur tentang pandangan keluarga pasien/ pengunjung terhadap pedoman rumah bersih tahun 2012 berdasarkan Intruksi Presiden melalui Surat Sekretaris Wakil Presiden Nomor B.1082/Seswapres/KK.04.01.10/2011 tanggal 17 Oktober 2011 untuk melaksanakan gerakan indonesia bersih.

Sikap

Sikap masyarakat diukur berdasarkan sikap/respon responden terhadap beberapa aspek yaitu. Diukur dengan nilai skor 3 (setuju), skor 2 (netral), dan skor 1 (tidak setuju). Adapun aspek2 yang disikapi meliputi:

1. Memasang himbauan untuk memelihara lingkungan dan menjaga kebersihan
2. Menyediakan tempat sampah yang mudah dijangkau.

3. Terdapat himbauan menjaga kebersihan dan larangan merokok
4. Terdapat himbauan menjaga kebersihan dan larangan makan pinang/ meludah disembarang tempat.
5. Perlu ada tanaman pot dalam ruangan, kecuali ruangan steril.
6. Menyediakan air bersih yang cukup dan memenuhi syarat
7. Tersedia toilet yang cukup untuk pasien, pengunjung, dan petugas serta berfungsi dengan baik
8. Toilet bersih, tidak berbau, dan kering
9. Tersedia sarana cuci tangan pakai sabun/desinfektan
10. Upaya Menciptakan Pelestarian lingkungan (program penghijauan/ penanaman pohon)

Tingkat Partisipasi

Tingkat partisipasi keluarga pasien/ pengunjung akan diukur melalui tingkat partisipasi dalam upaya menciptakan rumah sakit bersih berdasarkan Pedoman Rumah Sakit Bersih Tahun 2012. Responden akan diminta memberikan respons atas beberapa aspek. Pengukuran partisipasi dengan menggunakan nilai skor. Selanjutnya juga akan diukur dengan menggunakan skala Likert. Dapat dilihat pada Tabel 1.

Faktor – Faktor yang mempengaruhi Tingkat Partisipasi (X)

Beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat partisipasi masyarakat menurut Pangestu (1995) dalam Ramadyanti (2009) disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Kriteria, indikator dan interval tingkat partisipasi

Skor	Indikator	Interval
3	Partisipasi responden tinggi	17 – 23
2	Partisipasi responden sedang	9 – 16
1	Partisipasi responden rendah	0 – 8

Sumber: Data Sekunder

Tabel 2. Variabel, kategori dan skor faktor – Faktor yang mempengaruhi tingkat partisipasi (X)

No	Variabel	Kategori	Skor
1.	Umur	Satuan Tahun.	
2.	Tingkat Pendidikan Formal	Tidak Sekolah	1
		≤ SD dan SMP	2
		SMA dan PT (Perguruan Tinggi)	3
3.	Lama Berkunjung	≤ 2 jam/hari	1
		3 – 6	2
		> 7 jam	3
4.	Penyuluhan / Pendidikan Non Formal (himbauan, stiker, poster, leaflet tentang kebersihan, larangan merokok (Kawasan Tanpa Rokok), CTPS, dilarang meludah sembarangan, dan pojok ASI)	Tidak Ada	1
		1-2 jenis	2
		≥ 3 jenis	3

Sumber: Data Sekunder

Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh tingkat pendidikan, penyuluhan/edukasi, umur, dan lama berkunjung terhadap tingkat partisipasi keluarga pasien/ pengunjung dalam menciptakan kebersihan lingkungan Rumah Sakit Kabupaten Manokwari, digunakan analisis Regresi Linier Berganda (linier multiple regression) dengan menggunakan program SPSS versi 24.

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4$$

Keterangan:

- Y = Tingkat Partisipasi
- b₀ = Harga Y ketika harga X = 0 (harga konstan)
- b₁₋₃ = Koefisien regresi
- X₁ = Pendidikan formal

X₂ = Penyuluhan

X₃ = Umur

X₄ = Lama berkunjung

Sebelum dianalisis dengan regresi linier berganda, terlebih dahulu mengubah data-data ordinal menjadi data interval dengan menggunakan Method of Successive Interval (MSI). Adapun penggunaannya memakai SPSS versi 24.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Pendidikan

Responden dalam penelitian ini adalah masyarakat yang bedomisili di tiga distrik yaitu distrik Manokwari Timur, distrik Manokwari Utara dan distrik Manokwari Selatan. Sebaran jenjang pendidikan terakhir responden dibagi menjadi 4 kelompok yaitu

tingkat SD, SMP, SMA, dan Perguruan Tinggi seperti yang tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Tingkat pendidikan responden

No.	Jenjang Pendidikan	f	Persen (%)
1.	SD	3	7,8
2.	SMP	5	13,15
3.	SMA	22	57,89
4.	Perguruan Tinggi	8	21,05
Total		38	100

Sumber: Hasil Pengolahan Data Primer

Berdasarkan Tabel 3 tingkat pendidikan formal responden yang dijadikan sampel menunjukkan bahwa sebagian besar responden memiliki jenjang pendidikan SMA sebesar 50%. Hal ini mengindikasikan bahwa responden dapat dikatakan sudah relatif terpelajar, sehingga sudah dapat bersikap serta

Pada tabel 4 diatas, terlihat bahwa sebaran usia responden terbanyak pada usia antara 22 - 30 tahun yaitu sebanyak 50 % dan pada usia antara 31 – 40 tahun sebanyak 23.68%. Hal tersebut dapat menunjukkan bahwa sebaran usia responden berada pada usia produktif, dimana pada usia tersebut tentunya responden memiliki pola pikir yang positif tentang masalah sampah dilingkungannya.

Tabel 5. Sebaran Responden berdasarkan Persepsi bahwa Rumah Sakit sebagai tempat Berobat

No.	Persepsi: Rumah Sakit Sebagai tempat berobat	RSUD		RSAL	
		Jumlah	Persen	Jumlah	Persen
1	Menjaga kebersihan sehingga terbebas dari penyakit	9	0,47	7	0,36
2	Membuat pasien/keluarga pasien nyaman	2	0,10	4	0,21
3	harus rapih dan tetap bersih	6	0,31	8	0,42
4	dokter dan obat harus tersedia	2	0,10	0	0

Sumber: Hasil Pengolahan Data Primer

berperilaku berdasarkan pemahaman mereka terhadap suatu obyek.

Umur

Usia adalah umur seseorang yang dihitung dari sejak lahir, yang berpengaruh secara langsung terhadap kemampuan fisik, pola berpikir, dan bertindak seseorang. Sebaran responden berdasarkan usia pada penelitian ini terlihat pada Tabel 4.

Tabel4. Sebaran Responden Berdasarkan Umur

No	Usia (Tahun)	f	Persen (%)
1.	22 - 30	19	50
2.	31 - 40	9	23,68
3.	41 - 50	5	13,16
4.	51 - 60	5	13,16
Total		38	100

Sumber: Hasil Pengolahan Data Primer

Persepsi Responden terhadap Kebersihan Rumah Sakit

Persepsi seseorang terhadap kebersihan rumah sakit tentunya sangat bervariasi dan banyak faktor yang melatar-belakangi, diantaranya pemahaman dan wawasan individu tentang permasalahan kebersihan lingkungan rumah sakit. Keadaan persepsi responden terhadap kebersihan lingkungan rumah sakit disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 menunjukkan bahwa sebagian besar (47 %) responden memiliki persepsi bahwa rumah sakit (RSUD) seharusnya lebih menjaga masalah kebersihan. Hal ini mengindikasikan juga bahwa masalah kebersihan merupakan masalah yang harus diatasi oleh rumah sakit. Sementara responden pada Rumah Sakit Aangkatan Laut (RSAL), sebagian besar responden (42 %) memiliki persepsi bahwa kerapihan dan kebersihan harus lebih dipertahankan. Secara umum responden memiliki pertimbangan bahwa rumah sakit adalah tempat yang harus nyaman, bersih, rapih agar para pasien merasa aman dan nyaman untuk berobat.

Sebaran Responden berdasarkan Persepsi tentang Kebersihan Rumah Sakit

Kebersihan dan kerapihan suatu rumah sakit sangat diharapkan oleh pasien maupun keluarga pasien serta para pengunjung. Berbagai upaya telah dilakukan oleh pihak rumah sakit menyangkut kebersihan lingkungan rumah sakit. Pencapaian tingkat kebersihan lingkungan pada tiap rumah sakit rekatif berbeda. Hal ini berkaitan erat dengan berbagai kendala dan keterbatasan, baik dari sisi anggaran maupun sumberdaya manusia. Keadaan Kebersihan rumah sakit di kabupaten Manokwarfi disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. menunjukkan bahwa persepsi responden terhadap kebersihan rumah sakit meliputi empat aspek, sehingga kesemua persepsi dapat dikelompokkan. Sebagai misal, sebagian besar (47.36 %) responden menyatakan bahwa pada RSUD ruangan sudah bersih, namun menyangkut kebersihannya masih perlu ditingkatkan lagi. Sementara pada RSAL sebagian besar responden menyatakan bahwa lingkungannya sudah rapih dan bersih.

Sebaran Responden berdasarkan Persepsi tentang Kontribusi Petugas dalam Kebersihan Rumah Sakit.

Salah satu faktor yang menentukan kebersihan rumah sakit adalah ketersediaan tenaga petugas kebersihan, baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Berbagai pandangan, penilaian serta persepsi daripada pengunjung menyangkut sumberdaya manusia atau tenaga petugas kebersihan rumah sakit. Sebaran Responden berdasarkan Persepsi tentang Kontribusi Petugas Kebersihan disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. menunjukkan bahwa baik pada RSAD maupun RSAL sebagian besar responden memiliki persepsi bahwa para petugas kebersihan rumah sakit, yang pokok adalah lebih sadar dalam menjalankan tugasnya. Hal ini mengandung pengertian bahwa faktor kesadaran dan tanggung jawab para petugas adalah faktor penting dalam mewujudkan rumah sakit bersih dan jauh daripencemaran lingkungan.

Sebaran Responden berdasarkan Persepsi tentang Kontribusi Pasien/keluarga Pasien/ pengunjung dalam hal Kebersihan Rumah Sakit

Selain oleh para petugas kebersihan rumah sakit, peran dan kontribusi para pengunjung juga sangat menentukan kebersihan rumah sakit. Apabila para pengunjung dengan kesadaran yang tinggi untuk menjaga kebersihan, pasti kebersihan rumah sakit juga akan tetap terjaga. Keadaan persepsi tentang kontribusi para pengunjung /keluarga pasien tentang kebersihan rumah sakit disajikan pada Tabel 8.

Tabel 6. Sebaran Responden berdasarkan Persepsi Kebersihan Rumah Sakit

No	Persepsi: Tentang kebersihan rumah sakit	RSUD		RSAL	
		Jumlah	Persen	Jumlah	Persen
1	Masih kurang dan perlu ditingkatkan	5	26,31	0	0
2	sudah cukup tertata dengan baik	3	15,78	4	21,05
3	Ruangan sudah bersih	9	47,36	5	26,31
4	Lingkungannya rapih dan bersih	2	10,52	10	52,63

Sumber: Hasil Pengolahan Data Primer

Tabel 7. Sebaran Responden berdasarkan Persepsi tentang Kontribusi Petugas Kebersihan

No	Persepsi : Kontribusi petugas/pegawai dalam kebersihan	RSUD		RSAL	
		Jumlah	Persen	Jumlah	Persen
1	Lebih giat lagi dalam menjalankan tugas kebersihan	4	21,05	1	05,26
2	Harus secara sadar menjalankan tugasnya	7	36,84	8	42,10
3	bisa maksimal kalau aturan ditegakkan	6	31,57	4	21,05
4	tergantung pengawasan dari direktur	2	10,52	6	31,57

Sumber: Hasil Pengolahan Data Primer

Tabel 8. Sebaran Responden berdasarkan Persepsi tentang Kontribusi Pasien/keluarga Pasien/ Pengunjung dalam hal Kebersihan Rumah Sakit

No	Persepsi : Kontribusi pasien/keluarga pasien/pengunjung	RSUD		RSAL	
		Jumlah	Persen	Jumlah	Persen
1	Ikut menjaga kebersihan rumah sakit	14	73,68	17	89,47
2	memberikan masukan/saran kepada petugas/pihak RS	5	26,31	2	10,52

Sumber: Hasil Pengolahan Data Primer

Tabel 8. menunjukkan bahwa responden pada kedua rumah sakit sebagian besar memiliki persepsi yang sama bahwa betapa pentingnya menjaga kebersihan rumah sakit. Bahkan sebagian kecil diantaranya dapat memberikan masukan/saran kepada pihak manajemen/ petugas rumah sakit menyangkut kebersihan dan kerapihan. Hal ini mengindikasikan bahwa peran para pengunjung dalam bertanggung jawab terhadap kebersihan rumah sakit sudah mulai terlihat.

Sebaran Responden Berdasarkan Sikap Tentang Kebersihan Rumah Sakit

Berbagai upaya dilakukan dan diupayakan oleh pihak rumah sakit dalam menata dan menjaga kebersihan lingkungan rumah sakit. Namun demikian, hasil yang diperoleh sejauh ini belumlah memuaskan. Harapan yang diidamkan sebuah rumah sakit yang bersih, asri dan terbebas dari sampah, baik di ruangnya maupun dilingkungan rumah sakit. Sebaran responden berdasarkan sikap terhadap kebersihan rumah sakit disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Sebaran Responden Berdasarkan Sikap Tentang Kebersihan Rumah Sakit

No.	Sikap	Setuju	Netral	Tidak setuju
1	Memasang himbauan untuk memelihara lingkungan dan menjaga kebersihan	38	0	0
2	Menyediakan tempat sampah yang mudah dijangkau.	38	0	0
3	Terdapat himbauan menjaga kebersihan dan larangan merokok	34	3	1
4	Terdapat himbauan menjaga kebersihan dan larangan makan pinang/meludah disembarang tempat	36	2	0
5	Perlu ada tanaman pot dalam ruangan, kecuali ruangan steril.	37	1	0
6	Menyediakan air bersih yang cukup dan memenuhi syarat	38	0	0
7	Tersedia toilet yang cukup untuk pasien, pengunjung, dan petugas serta berfungsi dengan baik	38	0	0
8	Toilet bersih, tidak berbau, dan kering	38	0	0
9	Tersedia sarana cuci tangan pakai sabun/desinfektan.	38	0	0
10	Upaya Menciptakan Pelestarian lingkungan Program penghijauan/penanaman pohon.	38	0	0

Sumber: Hasil Pengolahan Data Primer

Tabel 9. menunjukkan bahwa secara umum seluruh responden bersikap positif dan setuju dengan berbagai aspek yang terkait dengan pengelolaan kebersihan rumah sakit. Hal ini menunjukkan bahwa dukungan secara luas datang dari masyarakat untuk menjaga kebersihan lingkungan rumah sakit. Artinya bahwa sebagaimana fungsinya sebagai tempat berobat dan beristirahat sudah semestinya masalah kebersihan lingkungan harus mendapat perhatian serius.

Tingkat Partiasipasi Pengunjung dalam Kebersihan Rumah Sakit

Berdasarkan persepsi dan sikap para pengunjung maka secara langsung maupun tidak langsung berdampak terhadap partisipasi dalam kebersihan lingkungan rumah sakit. Sebaran responden berdasarkan partisipasi terhadap kebersihan lingkungan dapat ditinjau pada beberapa aspek, seperti disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. menunjukkan bahwa tingkat partisipasi sebagian besar pengunjung berada pada kategori tinggi hampir pada semua aspek, kecuali pada aspek upaya Gerakan kebersihan dan Upaya Promosi Kesehatan berada pada kategori sedang, yaitu masing-masing sebesar 73 % dan 78 % responden. Berdasarkan angka-angka persentase pada masing-masing aspek tersebut terlihat bahwa responden kurang berpartisipasi pada aspek-aspek yang masih bersifat himbauan ataupun gerakan. Dengan perkataan lain bahwa responden sudah paham permasalahannya dalam hal kebersihan lingkungan rumah sakit, sehingga solusinya juga sudah jelas. Sebagai missal permasalahan fisik bangunan, sampah dan air bersih adalah masalah klasik dari tahun ke tahun sehingga diperlukan komitmen bersama.

Keseluruhan aspek kebersihan lingkungan selanjutnya dijumlahkan berdasarkan nilai skor yang dikategorikan atas tingkat partisipasi tinggi,

partisipasi sedang dan partisipasi rendah seperti pada Tabel 11.

Tabel 11. menunjukkan bahwa tingkat partisipasi responden dalam kebersihan rumah sakit sebagian besar (73,68 %) berada pada kategori tinggi. Tingginya partisipasi responden ini sangat erat hubungannya dengan keinginan masyarakat pada umum tentang harapan adanya rumah sakit representative, bersih dan bebas dari sampah. Faktor lainnya adalah bahwa umumnya responden menginginkan rumah sakit yang bersih sehingga sangat termotivasi

untuk berpartisipasi langkah-langkah apa saja yang harus dilakukan.

Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Partisipasi dalam Kebersihan Rumah Sakit

Berdasarkan pengolahan data primer, maka untuk mengetahui pengaruh Pendidikan formal (X1), penyuluhan (X2), umur (X3), Lamanya betrkunjung (X4), terhadap tingkat partisipasi Kebersihan Rumah Sakit (Y) maka diperoleh koefisien regresi linier berganda antara variabel bebas dengan variabel terikat disajikan pada Tabel 12.

Tabel 10. Partiasipasi Pengunjung dalam Kebersihan Rumah Sakit berdasarkan Beberapa Aspek

Upaya Partisipasi per Aspek	Tinggi		Sedang		Rendah	
	Jumlah	%	Jumlah	%	Jumlah	%
Upaya Menciptakan Kebersihan Fisik Halaman	20	0,52	18	0,47	0	0
Upaya Menciptakan Kebersihan Fisik Bangunan	32	0,84	6	0,15	0	0
Upaya Menciptakan Kebersihan Toilet dan Kamar Mandi	25	0,65	9	0,23	4	0,10
Upaya Menciptakan Penanganan Sampah	26	0,68	10	0,26	2	0,05
Upaya Menciptakan Ketersediaan Air Bersih	24	0,63	14	0,36	0	0
Upaya Menciptakan Pelestarian lingkungan:	20	0,52	14	0,36	4	0,10
Upaya Menciptakan Gerakan kebersihan	0	0	28	0,73	10	0,26
Upaya Menciptakan Promosi Kesehatan	0	0	30	0,78	8	0,21

Sumber: Hasil Pengolahan Data Primer

Tabel 11. Partisipasi Pengunjung dalam Kebersihan Rumah Sakit berdasarkan Beberapa Aspek

No.	Nilai Skor	Tingkat Partisipasi	Responden	
			Jumlah	Persen
1	17 sampai 23	(Tinggi)	28	73,68
2	9 sampai 16	(Sedang)	9	23,68
3	0 sampai 83	(trendah)	1	2,63

Sumber: Hasil Pengolahan Data Primer

Tabel 12. Koefisien Regresi Linier Berganda Antara Variabel Bebas Dengan Variabel Terikat

Variabel	Koefisien Regresi	t hitung
Pendidikan (X1)	0,357	2,689*
penyuluhan (X2)	0,309	2,293*
Umur (X3)	0,010	1,053
Lama berkunjung (X4)	0,110	1,046

Constant = 1,001, Koef. Determinasi (R²) = 0,505, Koef. Korelasi (R) = 0,711
t tabel (0,05) = 2,021, t tabel (0,01) = 2,704

Keterangan:

* = signifikan pada tingkat kepercayaan 95 %

** = Sangat signifikan pada tingkat kepercayaan 99 %

Hasil analisis regresi linear berganda untuk tingkat partisipasi masyarakat dalam Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan diperoleh model persamaan sebagai berikut:

$$Y = 1,001 + 0,357 X1 + 0,309 X2 + 0,010 X3 + 0,110 X4$$

Dimana:

- Y = Tingkat Partisipasi Pengunjung Rumah Sakit
- A = Konstanta
- β1- β3 = Koefisien Regresi
- X1 = Pendidikan
- X2 = Penyuluhan
- X3 = Umur
- X4 = Lama berkunjung
- e = Faktor Galat

Hasil perhitungan analisis korelasi diketahui bahwa korelasi antara variabel X1 sampai dengan X4 dengan variabel Y adalah sebesar 0.505. Hal ini menjelaskan bahwa tingkat partisipasi pengunjung terhadap kebersihan rumah

sakit di kabupaten Manokwari dipengaruhi oleh keenam karakteristik responden sebesar 50,5 %, dan sisanya sebesar 49.5 % dipengaruhi oleh faktor lainnya di luar model. Menurut Sarwono (2009) koefisien korelasi sebesar 0.505 menunjukkan bahwa korelasi variabel X1 - X4 secara bersamaan dengan variabel Y termasuk dalam korelasi kuat.

Hasil analisis regresi memperlihatkan bahwa hubungan positif antara tingkat partisipasi pengunjung terhadap kebersihan rumah sakit (Y) terjadi dengan faktor pendidikan (X1), penyuluhan (brosur dll) (X2), Umur (X3) dan Lama berkunjung.

Pengaruh Secara Simultan

Untuk menguji tingkat keberartian pengaruh variabel bebas secara bersama-sama (simultan) terhadap partisipasi pengunjung dalam kebersihan rumah sakit, dapat dilihat pada analisis varians atau uji statistik F. Analisis varians uji F disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Analisis Varians Uji F

Sumber variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat rata-rata	F
Regresi	10,998	4	2,749	8,432
Residual	10,760	33	,326	
Total	21,758	37		

Sumber: Hasil Olahan SPSS 21.0

Berdasarkan hasil analisis varians uji statistik F, diketahui F hitung (8,432) lebih besar daripada F tabel (0,05; 4,33) = 2,66. Semua variabel bebas, yang terdiri dari pendidikan (X1), penyuluhan (X2), Umur (X3) dan Lama berkunjung (X4) secara bersama-sama berpengaruh terhadap tingkat partisipasi pengunjung dalam kebersihan rumah sakit. Hal ini mengandung pengertian bahwa apabila variabel bebas tersebut ditambah atau dikurangi dapat meningkatkan atau menurunkan partisipasi pengunjung dalam hal kebersihan rumah sakit.

Pengaruh Secara Parsial

Secara parsial pengaruh masing-masing variabel ditunjukkan oleh uji t, seperti pada Tabel 14.

Berdasarkan Tabel 15 hasil uji t memberikan gambaran bahwa variable tingkat pendidikan formal dan penyuluhan berpengaruh nyata terhadap partisipasi dalam kebersihan rumah sakit; serta variabel umur dan lamanya kunjungan tidak berpengaruh nyata terhadap partisipasi dalam kebersihan rumah sakit.

Pengaruh Pendidikan terhadap Tingkat Partisipasi dalam Kebersihan Rumah Sakit

Berdasarkan hasil pengujian statistik, nilai t hitung (2,689) lebih besar daripada t tabel (0,05; 4. 33) = 2,021. Hal ini berarti bahwa pendidikan formal

berpengaruh terhadap tingkat partisipasi dalam kebersihan lingkungan rumah sakit. Dengan tingkat pendidikan yang dimiliki akan berdampak pada pola pikir dan wawasan seseorang sehingga akan mengarahkan seseorang dalam mengambil keputusan. Artinya semakin tinggi tingkat pendidikan seseorang maka cenderung semakin tepat dan benar dalam mengambil keputusan, termasuk didalamnya yang terkait dengan kebersihan lingkungan. Seseorang akan lebih menyadari tentang manfaat penting dari lingkungan sehingga seseorang cenderung untuk berpartisipasi.

Pengaruh Penyuluhan (edukasi) terhadap Tingkat Partisipasi dalam Kebersihan Rumah Sakit

Berdasarkan hasil pengujian statistik nilai t hitung (2,293) lebih besar daripada t tabel (0,05; 4. 33) = 2,021. Hal ini berarti bahwa penyuluhan dan bentuk edukasi lingkungan lainnya yang dimiliki oleh seseorang berpengaruh nyata terhadap tingkat partisipasi dalam kebersihan lingkungan rumah sakit. Semakin sering seseorang mengikuti penyuluhan atau pendidikan formal lainnya yang terkait dengan lingkungan, maka semakin paham tentang permasalahan dan dampak kerusakan/ pencemaran lingkungan. Terlebih lagi menyangkut kebersihan rumah sakit, sebagai tempat yang seharusnya factor kebersihan dan kenyamanan selalu dijaga.

Tabel 14. Hubungan Parsial Variabel Bebas Terhadap Variabel Terikat

variabel	t hitung	t table		Peluang	Keterangan
		α 0,05	α 0,01		
X1	2,689	2,021	2,704	,011	Signifikan
X2	2,293	2,021	2,704	,028	Signifikan
X3	1,053	2,021	2,704	,300	Tidak Signifikan
X4	1,046	2,021	2,704	303	Tidak Signifikan

Sumber: Hasil Olahan SPSS 21.0

Bentuk penyuluhan yang biasa diikuti seseorang dapat berbentuk ceramah satu arah, dialogis, bentuk poster maupun media cetak dan elektronik lainnya. Berdasarkan hasil pengamatan lapangan menunjukkan bahwa responden umumnya cukup memahami dan perhatian tentang poster (informasi anjuran kebersihan) yang ditempel di sekitar lingkungan rumah sakit terkait dengan menjaga kebersihan.

Pengaruh Umur terhadap Tingkat Partisipasi dalam Kebersihan Rumah Sakit

Berdasarkan hasil pengujian statistik nilai t hitung (1,053) lebih kecil daripada t tabel (0,05; 4. 33) = 2,021. Hal ini berarti bahwa variabel umur tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat partisipasi dalam kebersihan lingkungan rumah sakit. Dengan perkataan lain bahwa seseorang lebih tua atau sebaliknya lebih berusia muda tidak menentukan partisipasinya dalam hal kebersihan rumah sakit. Perilaku seseorang tentunya terkait erat dengan pemahaman terhadap masalah kebersihan dan dampaknya.

Pengaruh Lama Berkunjung terhadap Tingkat Partisipasi dalam Kebersihan Rumah Sakit

Berdasarkan hasil pengujian statistik nilai t hitung (1,046) lebih kecil daripada t tabel (0,05; 4. 33) = 2,021. Hal ini berarti bahwa lama berkunjung tidak berpengaruh terhadap tingkat partisipasi seseorang dalam kebersihan lingkungan rumah sakit. Artinya lama tidaknya seseorang berkunjung ke rumah sakit tidak berpengaruh terhadap partisipasinya dalam menjaga kebersihan rumah sakit. Hal tersebut juga mengindikasikan bahwa durasi waktu untuk seseorang yang berkunjung ke rumah sakit baik sebagai pasien

maupun menjenguk saudara atau kerabat tidak memberikan efek terhadap tingkat partisipasinya dalam hal kebersihan lingkungan rumah sakit.

KESIMPULAN

Persepsi para pengunjung rumah sakit sebagian besar menyatakan bahwa masalah kebersihan adalah hal yang harus diprioritaskan dan masih terus ditingkatkan. Hal ini tentunya berkaitan dengan meningkatkan kesadaran para petugas dalam menjalankan tanggung jawabnya. Di sisi lain, kesadaran dan dukungan para pengunjung/ keluarga pasien diperlukan untuk kebersihan lingkungan rumah sakit. Sikap para pengunjung adalah sebagian besar setuju dan mendukung segala bentuk upaya yang diselenggarakan dalam rangka pengelolaan kebersihan lingkungan rumah sakit. Tingkat partisipasi pengunjung sebagian besar berada pada kategori tinggi terkait dengan kebersihan lingkungan rumah sakit. Hasil analisis regresi linier berganda, menunjukkan bahwa variabel Pendidikan Formal (X1), Penyuluhan (X2), Umur (X3) dan Lama Kunjungan (X4) secara bersama-sama berpengaruh terhadap Tingkat Partisipasi Kebersihan Lingkungan Rumah Sakit (Y). Hasil pengujian hubungan parsial menunjukkan variabel pendidikan formal (X1) dan penyuluhan (X2) berpengaruh nyata terhadap Tingkat Partisipasi Kebersihan Lingkungan Rumah Sakit (Y), sedangkan variabel Umur (X3) dan Lama Kunjungan (X4) tidak berpengaruh terhadap Tingkat Partisipasi Kebersihan Lingkungan Rumah Sakit (Y).

DAFTAR PUSTAKA

- Gerungan, W. A. 2004. Psikologi Sosial. Bandung: PT. Refika Aditama. IKAPI
- Oktaviany H. Puspa. 2016. Analisis sistem manajemen lingkungan

- rumah Sakit dalam aspek pengelolaan limbah medis Padat (Studi Kasus Rumah Sakit Umum Daerah Kardinah Kota Tegal). Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat. Fakultas Ilmu Keolahragaan. Universitas Negeri Semarang.
- Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 159b/MenKes/Per/II/1988 tentang Rumah Sakit.
- Rizal, Muhammad. 2011. Analisis Pengelolaan Persampahan Perkotaan. Jurnal Smartek Volume 9 No. 2 Tahun 2011.
- Sarwono, Sarlito W., Meinarno, Eko A. 2009. Psikologi Sosial. Jakarta: Salemba Humanika.
- Siti Irene Astuti Dwiningrum. 2009. Desentralisasi dan Partisipasi dalam Pendidikan. Yogyakarta: UNY.
- Slameto. 1995. Belajar dan Faktor Yang Mempengaruhinya. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sugihartono, Kartika Nur Fathiyah, Farida Harahap. 2007. Psikologi Pendidikan. Yogyakarta: UNY Press.
- Thoha, Miftah. 2003. Perilaku Organisasi Konsep Dasar dan Aplikasi. Jakarta: Rajawali.
- Van Den Ban dan Hawkins, H.S., 1999. Penyuluhan Pertanian. Diterjemahkan dari Agricultural Extension oleh Agnes D. Herdianti. Kanisius. Yogyakarta.

Pertumbuhan dan produksi beberapa mutan kedelai Kipas Merah generasi ke lima di kebun percobaan Lampahan Bener Meriah

Fahmil Huda, Ainun Marliah, Erita Hayati, Hasanudin dan Zuyasna*

¹Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala
Jln.T.H. Krueng Kalee. No 3. Darussalam. Banda Aceh, 23111, Indonesia.

*Email: zuyasna@unsyiah.ac.id

Disubmit: 31 Maret 2021, direvisi: 26 Mei 2021, diterima: 30 Mei 2021

Doi: <https://doi.org/10.30862/cassowary.cs.v4.i2.99>

ABSTRACT: The research objective was to determine the growth and production of the fifth generation mutant soybean (M₅) at the Lampahan Bener Meriah University Farm. This study used a non-factorial randomized block design (RBD) with three replications, where four genotypes of Kipas Merah mutants were tested and compared with Kipas Merah (their parents) and Grobogan variety (large seeds). The variables observed were plant height, number of branches, number of productive branches, days of flowering, number of pods, number of pithy pods, number of seeds, weight of seeds per plant and weight of 100 seeds. The results of this study indicate that the M₅ mutant soybean genotype has no significant different on plant height at age 4, 6, 8 WAP, number of branches per plant aged 6, 8 WAP, number of pods, and number of productive branches per plant. The highest average plant height and the highest number of productive branches found in Kipas Merah (G₀) varieties. Mutant soybean genotype M₅ had a very significant effect on flowering age and seed weight per plot. The fastest flowering was Kipas Merah (G₀) and the latest flowering was A11 (G₄) and A14 (G₅) mutants. The highest weight of 100 seeds found in mutant A11 (G₄) about 18.585 g and no significant different with Grobogan variety (18.827 g). The highest seed weight per plot found in mutant A11 (G₄) about 169.35g. Based on the results of this study, mutant A11 (G₄) was the best growth and production of the tested M₅ genotypes.

Keywords: mutagenesis, soybean breeding, radiation, gamma rays

PENDAHULUAN

Kebutuhan kedelai sebagai sumber pangan langsung maupun sebagai bahan baku industri di Indonesia setiap tahunnya terus mengalami peningkatan, sementara produksi kedelai masih rendah bahkan terus menurun (Handara *et al.*, 2014). Kementerian Pertanian (2020) mengemukakan bahwa produksi kedelai tahun 2019 mengalami penurunan dari tahun 2018 menjadi 424,18 ribu ton.

Penurunan produksi kedelai terjadi karena adanya penurunan luas panen yang disebabkan oleh menurunnya luas tanam, masih rendahnya minat petani, dan kurang tersedianya benih kedelai pada saat musim tanam tiba.

Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi kedelai yaitu dengan memperbaiki sistem budidaya tanaman secara optimal,

yaitu penggunaan benih bermutu dari varietas unggul, pengendalian hama penyakit tanaman, pengaturan irigasi dan teknik budidaya serta pemupukan. Upaya untuk mendapatkan kedelai varietas unggul dapat dilakukan melalui kegiatan pemuliaan tanaman.

Kegiatan pemuliaan pada tanaman kedelai dilakukan untuk memperbaiki potensi hasil dan karakter agronomi, peningkatan komposisi biji, peningkatan toleransi terhadap cekaman abiotik, dan toleransi terhadap herbisida, serta perbaikan resistensi terhadap hama dan penyakit (Syukur *et al.*, 2012). Menurut Purba *et al.* (2013), peningkatan produksi suatu tanaman juga dapat dilakukan melalui usaha pemuliaan tanaman yaitu dengan induksi mutasi. Mutasi bisa dihasilkan oleh beberapa agen mutagenik seperti radiasi, non-radiasi maupun kimia. Sumber radiasi yang sering digunakan adalah sinar X, sinar- gamma dan ultra-violet.

Pembentukan varietas unggul kedelai yang sesuai pada tipe lahan agroekosistem target memerlukan sumber-sumber gen dari sifat yang diinginkan yang diperoleh dari plasma nutfah yang dimiliki. Salah satu varietas kedelai asal Aceh adalah kedelai Kipas Merah. Kelebihan dari varietas ini adalah mampu tumbuh dan berkembang pada lahan kering atau tegalan baik dataran rendah maupun perbukitan, pada sawah tadah hujan dan irigasi setelah panen padi, tumbuh pada daerah beriklim tipe zona C2 sampai E2. Varietas Kipas Merah berpotensi menjadi varietas unggul yang sesuai dengan kondisi lahan di Aceh.

Zuyasna *et al.* (2016) telah melakukan mutagenesis pada varietas Kipas merah menggunakan radiasi sinar gamma pada tahun 2013 dan telah dilakukan seleksi pada beberapa galur yang berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut menjadi varietas unggul.

Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian untuk melihat potensi produksi mutan-mutan kedelai Kipas Merah generasi ke lima di daerah Kabupaten Bener Meriah.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan University Farm Lampahan Kecamatan Timang Gajah Kabupaten Bener Meriah. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah empat galur mutan kedelai Kipas Merah generasi ke-5, varietas Kipas Merah dan Grobogan, pupuk kandang, furadan, dan abu sekam padi bakar. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) pola non-faktorial, terdiri dari 3 ulangan sehingga ada 18 unit satuan percobaan. Pada masing-masing perlakuan diamati 5 tanaman sampel yang diambil dari 25 tanaman perplot. Untuk mengetahui pengaruh genotipe yang dicobakan digunakan uji F. Bila pada Anova menunjukkan pengaruh yang nyata atau sangat nyata, maka dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil pada taraf 5% (BNT 0, 05%). Peubah yang diamati yaitu: tinggi tanaman, jumlah cabang pertanaman, umur tanaman berbunga, jumlah cabang produktif, jumlah polong pertanaman, jumlah polong bernas, jumlah biji pertanaman, berat biji perbedeng dan berat 100 biji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

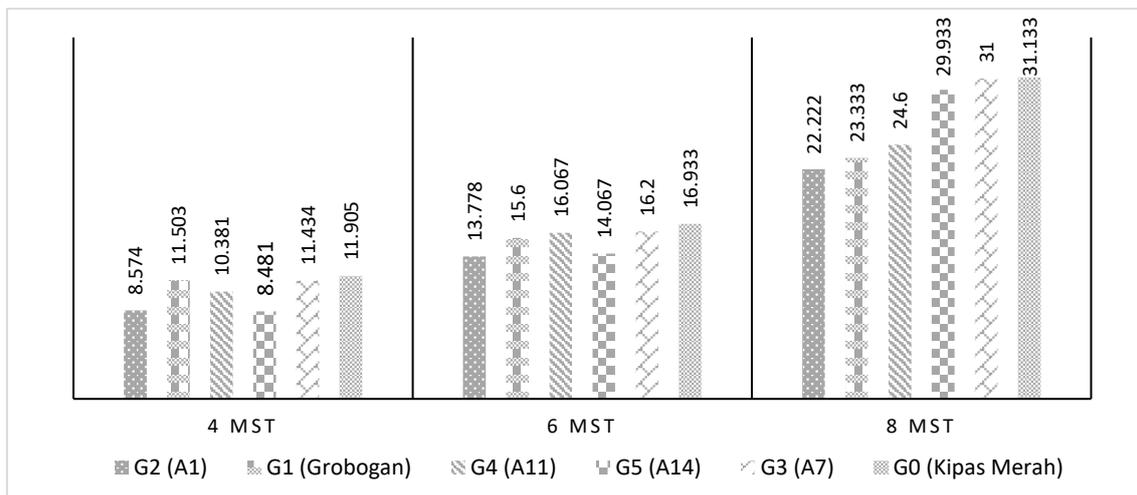
Hasil uji F terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang pertanaman, dan jumlah cabang produktif pertanaman tidak berpengaruh nyata pada genotipe yang diuji. Rerata tinggi tanaman umur 4, 6, dan 8 MST cenderung lebih tinggi pada Kipas Merah (G0), walaupun secara statistika berbeda tidak nyata dengan tinggi tanaman kedelai varietas Grobogan (G1), mutan A1 (G2), A7 (G3), A11 (G4) dan A14 (G5). Untuk lebih jelas rerata tinggi tanaman kedelai yang diuji pada umur 4,

6, 8 MST dapat dilihat pada gambar 1. Menurut Purba *et al.* (2013) pengaruh radiasi sinar gamma dapat menyebabkan tanaman kedelai lebih pendek dari pada tetuanya. Kemungkinan hal ini disebabkan oleh mutasi yang terjadi mengakibatkan metabolisme protein terganggu, menghambat aktivitas pembelahan dan perpanjangan sel-sel meristem dan pertumbuhan tanaman akan terganggu.

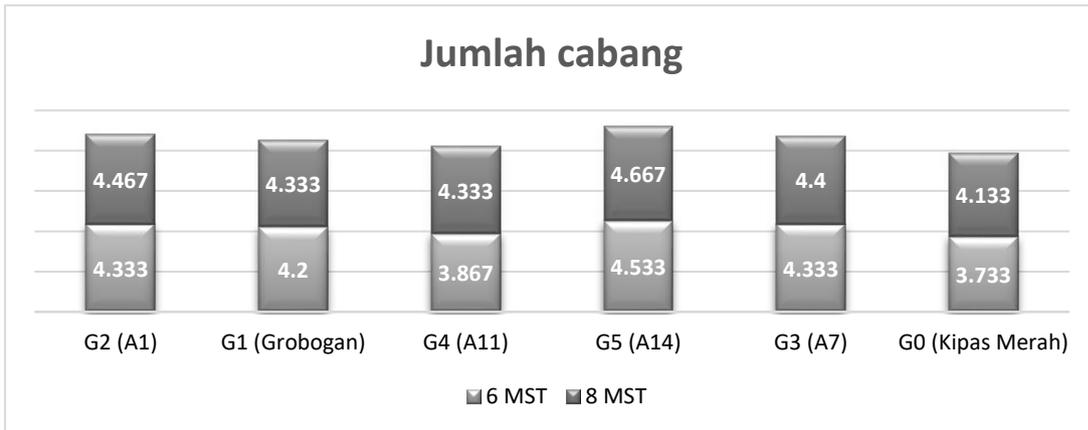
Rerata jumlah cabang per tanaman kedelai umur 6 dan 8 MST relatif lebih tinggi diperoleh pada genotype A7 (G3), walaupun secara statistika tidak berbeda nyata dengan genotipe lain yang diuji seperti disajikan pada gambar 2. Jumlah cabang produktif pertanaman kedelai cenderung lebih tinggi pada tanaman tetua Kipas Merah (G0), walaupun secara statistika tidak berbeda nyata dengan genotype lain yang diuji, seperti disajikan pada gambar 3. Jumlah cabang dan jumlah cabang produktif tidak berbeda nyata kemungkinan disebabkan faktor genetik yang diuji dan kondisi lingkungan yang terus menerus kemarau.

Hal ini sesuai dengan pendapat Rahmat *et al.* (2018) bahwa penampilan suatu tanaman tidak menunjukkan sifat yang dibawanya (faktor genetik) kecuali ada faktor lingkungan yang menunjang. Karakter morfologi tanaman yang bervariasi merupakan hasil dari pengaruh yang terjadi antara genetik tanaman dengan lingkungannya.

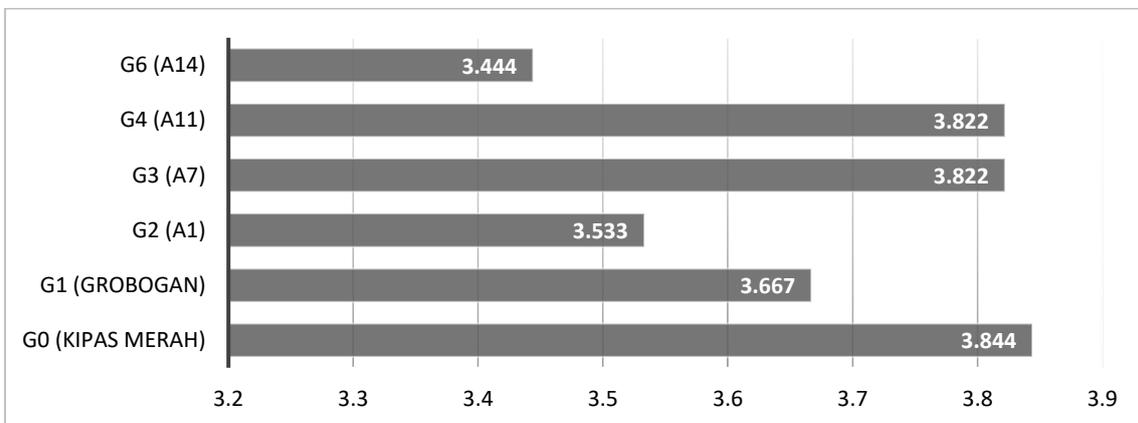
Rerata umur berbunga kedelai tercepat diperoleh pada varietas Kipas merah (G0) yang berbeda nyata dengan mutan A1 (G2), A7 (G3), A11 (G4) dan A14 (G6), namun berbeda tidak nyata dengan umur berbunga kedelai varietas Grobogan (G1). Bunga yang ada pada tanaman kedelai muncul dan tumbuh di bagian ruas-ruas batang dan ada juga tumbuh pada cabang yang memiliki daun. Menurut Adisarwanto (2014) potensi jumlah bunga yang tumbuh dan terbentuk tidak sama, bergantung dari varietas atau genotype kedelai dan pada umumnya yang terdapat 40 – 200 bunga pertanaman.



Gambar 1. Rerata tinggi kedelai genotype M₅, tetua Kipas Merah dan varietas Grobogan pada umur 4, 6, 8 MST



Gambar 2. Rerata jumlah cabang genotipe kedelai M₅ tetua Kipas Merah dan varietas Grobogan pada umur 4, 6, 8 MST



Gambar 3. Rerata jumlah cabang produktif genotipe kedelai M₅, tetua Kipas Merah dan varietas Grobogan pada umur 4, 6, 8 MST

Tabel 1. Rerata umur berbunga kedelai beberapa genotipe mutan M₅, tetua Kipas Merah dan varietas Grobogan

Umur berbunga	
Kipas Merah (G0)	34,800a
Grobogan (G1)	37,333a
Mutan A1 (G2)	61,333b
Mutan A7 (G3)	61,333b
Mutan A11 (G4)	66,333b
Mutan A14 (G5)	66,333b
BNT _{0,05} =	17,66
KK=	17,77%

Genotipe mutan M₅ berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah polong per tanaman kedelai dan jumlah polong ber-

nas kedelai (Tabel 2). Hal ini kemungkinan disebabkan karena kondisi lingkungan yang tidak mendukung seperti angin yang sangat kuat sehingga banyak bunga yang berguguran. Krisnawati (2017) berpendapat bahwa polong tanaman kedelai dipengaruhi oleh jumlah bunga yang terbentuk pada kondisi yang optimum.

Rerata jumlah polong bernas per tanaman cenderung lebih banyak diperoleh pada mutan A11 (G4), walaupun secara statistika berbeda tidak nyata dengan tetua Kipas Merah (G0) serta genotipe lainnya. Diduga hal ini disebabkan kondisi lingkungan seperti suhu, lama penyinaran dan intensitas cahaya pada lokasi yang digunakan tidak optimal untuk genotipe yang diuji.

Rerata jumlah biji pertanaman dan berat biji pertanaman tidak berbeda nyata secara statistik pada semua perlakuan. Rerata jumlah biji terbanyak terdapat pada mutan A11 (G4) yaitu sebanyak 275,867. Demikian juga halnya dengan berat biji per tanaman, tertinggi pada mutan A11 sebesar 48,852 g (Tabel 3).

Tabel 2. Rerata jumlah polong pertanaman dan jumlah polong bernas pertanaman pada beberapa beberapa genotipe mutan M₅, tetua Kipas Merah dan varietas Grobogan

Jumlah polong pertanaman	
Kipas Merah (G0)	58,533
Grobogan (G1)	24,000
Mutan A1 (G2)	46,556
Mutan A7 (G3)	60,067
Mutan A11 (G4)	92,933
Mutan A14 (G5)	79,400
KK=	47,12%
Jumlah polong bernas pertanaman	
Kipas Merah (G0)	58,533
Grobogan (G1)	24,000
Mutan A1 (G2)	46,556
Mutan A7 (G3)	60,067
Mutan A11 (G4)	92,933
Mutan A14 (G5)	79,400
KK=	47,12%

Kedelai genotipe mutan M₅ berpengaruh nyata terhadap berat biji per bedeng dan berat 100 biji (Tabel 3). Rerata berat biji kedelai per bedeng tertinggi di peroleh mutan A11 (G4) yang berbeda nyata dengan varietas Grobogan (G1), mutan A1 (G2) dan A7 (G3), namun berbeda tidak nyata dengan Kipas Merah (G0) dan mutan A14 (G6). Berat 100 biji kedelai tertinggi diperoleh pada mutan A11 (G4) yang berbeda nyata dengan tetua Kipas Merah (G0), G2 (A1), dan A14 (G6), namun berbeda tidak nyata dengan mutan A7 (G3), dan varietas Grobogan (G1). Peningkatan berat 100 biji tanaman pada mutan A11

dari tetuanya varietas Kipas Merah diduga karena adanya pengaruh radiasi yang dapat mempengaruhi karakter fisik biji yang merubah susunan genetik.

Tabel 3. Rerata jumlah biji pertanaman, berat biji pertanaman, berat biji perbedeng, berat 100 biji pada beberapa beberapa genotipe mutan M₅, tetua Kipas Merah dan varietas Grobogan

Jumlah Biji Per Tanaman	
Kipas Merah (G0)	176,800
Grobogan (G1)	72,867
Mutan A1 (G2)	140,222
Mutan A7 (G3)	179,200
Mutan A11 (G4)	275,867
Mutan A14 (G5)	236,200
KK=	47,33%
Berat Biji PerTanaman (g)	
Kipas Merah (G0)	33,900
Grobogan (G1)	18,031
Mutan A1 (G2)	22,380
Mutan A7 (G3)	32,608
Mutan A11 (G4)	48,852
Mutan A14 (G5)	35,609
KK=	40,54%
Berat Biji Per bedeng (g)	
Kipas Merah (G0)	144,630ab
Grobogan (G1)	109,950a
Mutan A1 (G2)	123,607a
Mutan A7 (G3)	137,263a
Mutan A11 (G4)	169,35b
Mutan A14 (G5)	144,63ab
BNT _{0,05} =	12,35
KK=	31,04%
Berat 100 biji (g)	
Kipas Merah (G0)	16,454ab
Grobogan (G1)	18,827c
Mutan A1 (G2)	16,077a
Mutan A7 (G3)	17,248abc
Mutan A11 (G4)	18,585c
Mutan A14 (G5)	16,813ab
BNT _{0,05} =	1,89
KK=	5,99%

Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa genotipe mutan A11 sangat

sesuai dan cocok untuk dibudidayakan pada kondisi lahan dan iklim di desa Lampahan Kabupaten Bener Meriah, kemungkinan juga bisa dibudidayakan pada kondisi yang serupa.

KESIMPULAN

Rata-rata tinggi tanaman cenderung lebih tinggi pada tetua Kipas Merah (G0), jumlah cabang pertanaman terbanyak dimiliki oleh mutan A7 (G3), dan jumlah cabang produktif terbanyak dimiliki oleh tetua Kipas Merah (G0). Tetua Kedelai Kipas Merah (G0) paling cepat berbunga dibandingkan genotipe lain yang diuji. Berat 100 biji tertinggi terdapat pada varietas Grobogan (G1) dan mutan A11 (G4). Mutan A11 (G4) juga merupakan genotipe dengan berat biji perbedeng tertinggi. Dengan demikian maka mutan A11 (G4) merupakan yang terbaik dari beberapa genotipe mutan M₅ yang diuji.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto. 2014. *Budidaya kedelai Tropika*. Penebar swadaya. Jakarta. Hal.5-25.
- Handara, N., Suharsono dan Mustikarini. E.D. 2014. Uji adaptasi galur harapan kedelai di lahan podsolik merah kuning di kabupaten Bangka. *Jurnal Pertanian dan Lingkungan*. 3(2): 1-48.
- Kementerian Pertanian. 2020. Laporan Kerta Kementerian Pertanian tahun 2019. <http://ppid.pertanian.go.id/>. Diakses tanggal: 15 Desember 2020
- Krisnawati. 2017. Kedelai sebagai Sumber Pangan Fungsional. *Jurnal Iptek Tanaman Pangan* Vol. 12 (1):1-2.
- Purba, K., Bayu, E., & Nuriadi, I. (2013). Induksi Mutasi Radiasi Sinar Gamma pada Beberapa Varietas Kedelai Hitam (*Glycine Max (L.) Merrill*). *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 1(2), 94420. <https://doi.org/10.32734/jaet.v1i2.1530>.
- Rahmat, F., Mayani, N., & Zuyasna, Z. (2018). Uji Daya Hasil Kedelai (*Glycine max (L.) Merril*) Varietas Kipas Merah Mutan Generasi Ke-3 (M3) di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v3i2.7477>
- Syukur, M., S. Sujiprihati, dan R. Yunianti. 2012. Teknik Pemuliaan Tanaman. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Zuyasna, Effendi, Chairunnas, dan Arwin. 2016. Efektivitas Polietilena Glikol Sebagai Bahan Penyeleksi Kedelai Kipas Merah Bireun yang Diiradiasi Sinar Gamma Untuk Toleransi Terhadap Cekaman Kekeringan. *J. Floratek* ISSN No. 1907- 2686 Vol.11, No 1: 66-74

Kondisi sanitasi pada kapal kargo di Wilayah Kerja Kantor Kesehatan Pelabuhan (KKP) Kelas III Manokwari

Syamsudin¹, Vera Sabariah^{1*,2}, Meike M. Lisangan^{1,3} Zita L Sarungallo¹, Hendri⁴, Yuanike Kaber¹

¹Program Studi S2 Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana, Universitas Papua, Jl. Gunung Salju Amban, Manokwari, 98314, Papua Barat

²Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Papua, Jl. Gunung Salju Amban, Manokwari, 98314, Papua Barat

³Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Papua, Jl. Gunung Salju Amban, Manokwari, 98314, Papua Barat

⁴Program Studi S2 Ilmu Kehutanan, Program Pascasarjana, Universitas Papua, Jl. Gunung Salju Amban, Manokwari, 98314, Papua Barat

*Email: v.sabariah@unipa.ac.id

Disubmit: 28 April 2021, direvisi: 27 Mei 2021, diterima: 01 Juni 2021

Doi: <https://doi.org/10.30862/cassowary.cs.v4.i2.101>

ABSTRACT: Ship sanitation and its environment are a mandate from *International Health Regulation (IHR)2005* and the regulation of Ministry of Health Republic Indonesia No 40 Tahun 2015 that request all the ship in Indonesia territory should have a certificate of ship sanitation. This is due to prevent, protect and control spreading of diseases. This study aimed to analyze the sanitation condition of cargo ships in working area of Harbour Health Office (KKP) type III Manokwari. Research location was done in Manokwari Harbour on September to October 2020. Method used in this study was descriptive approach and direct observation. Sample was obtained by purposive sampling, that 13 (thirteen) cargo ships anchored in Manokwari. Variables observed included room sanitation, vector, foods and drinking water, and waste. Results showed that in general the sanitation of the 13 cargo ships was qualified good (91.21%), except for warehouse and medical facilitation. There were two ships (15.38%) unqualified because had no storage room for dry and wet foods. Moreover, six cargo ships (46.15%) had no medical facilitation according to the requirement, but only some medicines without observation room and medical tools. On the other hands, the vector and disease-spread animals, management food and drinking water, as well as the waste management for 13 cargo ships were qualified.

Keywords: sanitation condition, cargo ship, Manokwari harbour

PENDAHULUAN

Sanitasi kapal merupakan suatu usaha yang ditujukan terhadap faktor risiko lingkungan di kapal untuk memutuskan mata rantai penularan penyakit

guna memelihara dan mempertinggi derajat kesehatan. Sanitasi kapal mencakup seluruh aspek penilaian kompartemen kapal antara lain dapur, ruang penyediaan makanan, palka, gudang,

kamar anak buah kapal, penyediaan air bersih, dan penyajian makanan serta pengendalian vektor penular penyakit atau *rodent* (WHO,2005). Putri *dkk* (2017) melaporkan bahwa terdapat 14,5% kehadiran vektor dari 16 kapal kargo dan penumpang yang diamatinya di pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Sofyan dan Keman (2017) mengemukakan adanya vektor penular penyakit pada 23 kapal dari 2734 kapal yang diperiksa pada tahun 2015 di wilayah Kantor Kesehatan Pelabuhan (KKP) Kelas I Surabaya.

Sanitasi kapal adalah amanat dari *International Health Regulation* (IHR) 2005 dengan tujuan dan ruang lingkup adalah untuk mencegah, melindungi dan mengendalikan terjadinya penyebaran penyakit secara internasional serta melaksanakan respon kesehatan masyarakat sesuai dengan risiko kesehatan masyarakat, dan menghindarkan hambatan yang tidak perlu terhadap perjalanan dan perdagangan internasional. Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 431 Tahun 2007 juga mengamanatkan pentingnya sanitasi lingkungan dalam rangka upaya pencegahan penyebaran penyakit karantina dan penyakit menular potensial wabah dilakukan dengan mengusahakan agar wilayah pelabuhan dan alat angkut tidak menjadi sumber penularan atau habitat bagi berkembangbiakan kuman atau vektor penyakit. Hal ini juga diperkuat dengan adanya Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 40 Tahun 2015 yang mengamanatkan kewajiban setiap kapal di wilayah perairan Indonesia untuk memiliki sertifikat Sanitasi Kapal, yakni diberikan kepada kapal yang telah dilakukan pemeriksaan sanitasi.

Pelabuhan Manokwari merupakan salah satu pelabuhan yang melayani pelayaran domestik. Jumlah kedatangan kapal kargo cenderung meningkat dari

70 kapal/tahun menjadi 637 kapal/tahun pada lima tahun terakhir ini, dikarenakan adanya keberadaan pabrik semen SDIC Manokwari. Tercatat pada tahun 2018-2019, dengan jumlah penerbitan SSCEC/SSCC sebanyak 352 sertifikat (KKP Manokwari, 2019). Keadaan ini menunjukkan bahwa pemeriksaan sanitasi kapal menjadi agenda rutin dan tugas penting bagi KKP, sehingga kapal-kapal yang berlabuh di seluruh pelabuhan di Manokwari terjamin sanitasi kapalnya dan bebas dari sumber penularan penyakit khususnya penyakit yang berpotensi wabah. Kondisi sanitasi kapal kargo yang masuk di pelabuhan Manokwari belum banyak diinformasikan, padahal mobilitas orang dan barang semakin cepat dapat melebihi masainkubasi penyakit menular jika ada. Oleh karenanya, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi sanitasi kapal kargo di Wilayah Kerja Kantor Kesehatan Pelabuhan (KKP) Kelas III Manokwari.

MATERI DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di di Wilayah Kerja Kantor Kesehatan Pelabuhan (KKP) Kelas III Manokwari, pada bulan September-Oktober 2020. Meskipun pada masa pandemi COVID-19, pemeriksaan sanitasi kapal tetap dilaksanakan semestinya sebagai persyaratan yang harus dipenuhi oleh kapal untuk masuk ke pelabuhan Manokwari.

Alat dan Bahan

Bahan penelitian ini adalah 13 kapal kargo dalam negeri yang masuk di pelabuhan Manokwari. Alat yang digunakan adalah formulir pemeriksaan sanitasi kapal (*International Health Regulation*, 2005) yang dirincikan pada metode, serta kamera untuk dokumentasi.

Metode

Penelitian ini berupa observasi dengan cara pendekatan deskriptif (Sofyan dan Keman, 2017), yang dilakukan dalam 4 tahap meliputi (a) observasi kondisi ruangan sanitasi kapal kargo, terdiri dari ruangan dapur, ruangan rakit makanan, gudang, ruangan tidur ABK, deck, ruang mesin, (b) observasi keberadaan vektor pembawa penyakit,

untuk memastikan ada/tidak keberadaan vektor seperti lalat, kecoa, tikus di dalam kapal (c) observasi pengelolaan makanan dan minuman, untuk memastikan bahwa makanan telah dilakukan pengolahan dan ketersediaan air bersih serta air minum di dalam kapal memenuhi syarat kesehatan; dan (d) observasi pengelolaan limbah di kapal.

Variabel pengamatan dalam penelitian ini dihitung sebagai berikut:

$$\text{Skor Sanitasi Ruang (A)} = \frac{\text{Jumlah skor variabel ruangan} \times \text{Bobot variabel ruangan}}{\text{Sub Total Variabel Ruang}}$$

$$\text{Skor Vektor (B)} = \frac{(\text{Jumlah skor variabel vektor}) \times \text{Bobot variabel vektor}}{\text{Sub Total Variabel Vektor}}$$

$$\text{Skor Makanan dan Minuman (C)} = \frac{(\text{Jumlah skor variabel makanan dan minuman}) \times \text{Bobot variabel Makanan dan Minuman}}{\text{Sub Total variabel makanan dan minuman}}$$

$$\text{Skor Limbah (D)} = \frac{(\text{Jumlah skor variabel limbah}) \times \text{Bobot variabel limbah}}{\text{Sub Total Variabel limbah}}$$

Analisis Data

Data hasil pemeriksaan sanitasi kapal yang telah dikumpulkan kemudian diolah untuk penilaian. Apabila variabel memenuhi syarat maka akan diberikan nilai sesuai dengan sub bobot, dan jika variabel tidak memenuhi syarat maka akan diberikan nilai 0 (nol). Selanjutnya seluruh variabel akan dihitung dengan rumus:

Skor Ruang(A): Total A/100x10

Skor Vektor(B): Total B/100 x 30

Skor Makanan dan Minuman (C): Total C/100 x 50

Skor Limbah(D): Total D/100x10

Total variabel untuk mendapatkan total skor kapal, dengan rumus :

Total Skor Kapal: (Skor A+B+C+D)

Jika hasil akhir menunjukkan nilainya ≥ 90 berarti sanitasi pada kapal dikatakan baik, dan sebaliknya apabila

nilainya < 90 maka sanitasi dikatakan buruk (IHR,2005).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan kapal terutama kapal kargo meliputi pemeriksaan sanitasi kapal, pemeriksaan dokumen kapal dan pemeriksaan kelengkapan P3K kapal. Pemeriksaan kapal kargo di masa pandemi COVID-19 dilakukan terhadap semua kapal yang datang dari daerah terjangkit sesuai dengan Kepmenkes nomor 425/Menkes/SK/IV/2007. Kapal tersebut diminta untuk menurunkan jangkar di laut wilayah berlabuh menunggu pemeriksaan lanjutan. Kecuali bagi kapal-kapal yang memuat sembako atau barang yang mudah membusuk dan harus segera bongkar muat, maka diijinkan untuk sandar di dermaga, setelah ada pemeriksaan dari pihak Kantor Kesehatan Pelabuhan (KKP). Pemeriksaan sanitasi kapal merupakan kewenangan KKP. KKP adalah unit pelaksana

teknis di Lingkungan Kesehatan Republik Indonesia yang berada di bawah dan bertanggungjawab kepada Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan (Ditjen-PP-PL). Hasil pemeriksaan sanitasi kapal terbagi atas dua rekomendasi yaitu bebas tindakan sanitasi (*SSCEC*), dan dengan tindakan sanitasi (*SSCC*). Apabila kapal dinyatakan 'bebas Tindakan sanitasi', maka diterbitkan dokumen *Ship Sanitation Control Exemption Certificate (SSCEC)*, namun apabila kapal dinyatakan 'dengan tindakan

sanitasi', tindakan yang dilakukan adalah fumigasi dan desinfeksi untuk selanjutnya diterbitkan dokumen *Ship Sanitation Control Certificate (SSCC)*.

Sanitasi Ruangan Kapal

Komponen penilaian sanitasi ruangan meliputi kondisi ruang dapur, ruang rakit makanan (*pantry*), ruang gudang, ruang tidur abk, geladak (*deck*), ruang mesin, dan fasilitas medik (Tabel 1).

Tabel 1. Sanitasi Ruangan Kapal Kargo di Pelabuhan Manokwari

No	Sanitasi Ruangan	Jumlah	Persentase (%)
1	Ruang Dapur		
	Memenuhi syarat	13	100
	Tidak Memenuhi Syarat	0	0
	Jumlah	13	100
2	Ruang rakit makanan (<i>pantry</i>)		
	Memenuhi syarat	13	100
	Tidak Memenuhi Syarat	0	0
	Jumlah	13	100
3	Ruang Gudang		
	Memenuhi syarat	11	84.62
	Tidak Memenuhi Syarat	2	15.38
	Jumlah	13	100
4	Ruang tidur ABK		
	Memenuhi syarat	13	100
	Tidak Memenuhi Syarat	0	0
	Jumlah	13	100
5	Geladak (<i>deck</i>),		
	Memenuhi syarat	13	100
	Tidak Memenuhi Syarat	0	0
	Jumlah	13	100
6	Ruang Mesin		
	Memenuhi syarat	13	100
	Tidak Memenuhi Syarat	0	0
	Jumlah	13	100
7	Fasilitas Medik		
	Memenuhi syarat	7	53.85
	Tidak Memenuhi Syarat	6	46.15
	Jumlah	13	91.21

Variabel sanitasi ruangan meliputi dapur, ruang rakit makanan, ruang mesin, ruang tidur ABK dan geladak memenuhi syarat. Dari 13 kapal yang diperiksa, terdapat dua kapal (15.38%) tidak memenuhi syarat yaitu komponen gudang, karena tidak memiliki gudang penyimpanan bahan makanan kering dan basah. Komponen lain yang tidak memenuhi syarat adalah ketersediaan fasilitas medik yang lengkap sebanyak enam kapal (46.15%), karena hanya tersedia obat-obatan saja tanpa adanya ruang pemeriksaan dan peralatan medis lainnya.

Kondisi sanitasi ruang dapur di seluruh kapal kargo yang diperiksa di pelabuhan Manokwari adalah bersih, tidak terlihat kotoran dan sampah dibuang pada tempatnya. Tersedia tempat sampah di area dapur. Pertukaran udara baik, asap dapur dibuang melalui cerobong asap/ exhauster/ventilasi biasa. Pencahayaan baik untuk memasak. Sarana pencucian pada seluruh kapal yang diperiksa memenuhi syarat. Tersedian air yang cukup dan air mengalir dengan lancar. Putri *dkk* (2017) menyatakan dapur yang bersih adalah tidak tampak kotoran, tertata rapi, dan sampah dibuang pada tempatnya. Pertukaran udara dapur yang baik adalah asap dapur dibuang melalui cerobong asap, exhauster, atau ventilasi biasa. Sedangkan pada sub variabel pencahayaan dikategorikan baik jika dapat digunakan untuk membaca koran dengan nyaman. Ruang dapur yang memenuhi syarat menjadi aman dalam menjaga kualitas makanan saat diolah sehingga bahan makanan dan makanan terbebas dari kontaminasi bahan pencemar dan vektor. Dapur di kapal kargo merupakan tempat yang paling penting dan krusial dalam proses pengolahan makanan dapat memungkinkannya terjadinya penyebaran penyakit

atau kontaminasi melalui vektor dan makanan (Humaan, 2012).

Sanitasi ruang rakit makanan (*pantry*) dari kapal kargo dalam keadaan yang bersih, tertata rapi, dan *pantry* selalu dibersihkan setiap selesai tahap penyajian makanan. Ruang *pantry* yang memenuhi syarat menjadi aman dalam menjaga kualitas makanan, karena dapat menghindarkan makanan dari kontaminasi bahan pencemar dan vektor. Sofyan dan Keman (2017) mengemukakan bahwa penyimpanan makanan yang baik, dapat meminimalkan terjadinya kontaminasi, terlindung dari serangga dan binatang pengganggu serta penurunan mutu makanan. Sumantri (2010) menyatakan penyajian makanan yang telah matang harus memenuhi persyaratan sanitasi yaitu bebas dari kontaminasi bersih, dapat memenuhi selera makan.

Ruang mesin, ruang tidur ABK dan geladak memenuhi syarat sesuai dengan persyaratan yang tercantum dalam *Handbook for inspection of ships and issuance of ship sanitation certificates*. Setiap ruangtidur ABK dalam kondisi bersih, pertukaran udara baik dengan menggunakan AC, dan pencahayaan cukup. Demikian juga dengan ruang geladak dan ruang mesin pada 13 kapal kargo yang diperiksa, telah memenuhi syarat. Geladak (*deck*) dalam keadaan bersih, tidak terlihat kotoran dan tersedia tempat sampah, pertukaran udara baik. Menurut Sofyan dan Keman (2017), pertukaran udara dan penerangan yang cukup serta kebersihan dapat menjamin kesehatan, kesejahteraan serta keamanan ABK maupun penumpang. Bila penerangan secara alami tidak mencukupi, maka diberikan penerangan secara mekanis dengan menggunakan lampu neon. Ruang mesin yang ada pada semua kapal kargo yang diperiksa dalam keadaan bersih, tidak terdapat

sampah yang berserakan, serta pencahayaan baik. Pada seluruh kapal yang diperiksa tidak ditemukan vektor ataupun tanda-tanda kehidupan vektor. Ruang mesin yang memenuhi syarat terutama dalam hal pencahayaan, menjadi aman bagi petugas di ruang mesin dalam memantau dan memeriksa keadaan mesin. Selain itu pertukaran udara yang baik juga dapat mencegah terjadinya ketidaknyamanan akibat kondisi panas dari mesin (Siregar, 2019).

Terdapat dua kapal yang tidak memenuhi syarat sanitasi gudang. Kapal tersebut tidak memiliki fasilitas gudang penyimpanan bahan makanan kering dan basah. Bahan makanan kering disimpan di kulkas dan sisanya di simpan di wadah dan diletakkan di meja, seperti bawang merah dan bawang putih. Bahan makanan basah seperti ikan dan daging juga disimpan didalam kulkas atau tempat khusus bahan makanan kering. Bahan makanan di lemari harus diatur dengan baik dan rapi (Marpaung dkk, 2012). Menurut Suryani (2020), ruang penyimpanan bahan makanan dibagi dua yaitu (a) penyimpanan perkakas dan makanan yang kering atau tidak mudahbusuk,

dan (b) penyimpanan berpendingin untuk makanan yang mudah busuk.

Hasil observasi kapal kargo yang tidak memiliki fasilitas medic lengkap sebanyak 6 kapal (46.15%). Di kapal tersebut hanya tersedia obat-obatan saja tanpa adanya ruang pemeriksaan dan peralatan medis lainnya. Hal ini tidak sesuai dengan persyaratan yang tercantum dalam *Handbook for inspection of ships and issuance of ship sanitation certificates*. WHO (2011) menganjurkan semua kapal untuk memiliki lemari obat, peralatan medis dan panduan medis. Namun jumlah standar jenis obat dan peralatan medis dengan mempertimbangkan jenis kapal, jumlah orang di kapal, tujuan dan lamanya perjalanan di atas kapal.

Keberadaan vector pembawa penyakit

Keberadaan vektor dan binatang penular penyakit di kapal kargo yang diperiksa tidak ditemukan, menandakan bahwa kondisi kapal terawat baik. Selain itu, diamati ada terpasangnya *ratguard* pada setiap tali kapal kargo yang diperiksa.

Tabel 2. Vektor dan binatang penular penyakit Kapal Kargo di Pelabuhan Manokwari

No	Vektor dan binatang penular penyakit	Jumlah	Persentase (%)
1	Tidak ditemukan vektor dan binatang pembawa penyakit		
	Memenuhi syarat	13	100
	Tidak Memenuhi Syarat	0	0
	Jumlah	13	100
2	Terpasang rat guard pada setiap tali kapal yang bersandar		
	Memenuhi syarat	13	100
	Tidak Memenuhi Syarat	0	0
	Jumlah	13	100

Kapal kargo yang diperiksa tidak ditemukan vektor pembawa penyakit di dalam kapal, baik tikus, nyamuk, kecoa maupun lalat. Keberadaan vektor di dalam alat angkut dapat mengakibatkan *Public Health Emergency Of International Concern* (PHEIC). PHEIC adalah suatu kejadian luar biasa yang dapat menjadi ancaman kesehatan bagi negara lain. Penyakit-penyakit yang berpotensi sebagai PHEIC jika ditemukan vektor pembawa penyakit antara lain pes dan demam lassa yang disebabkan oleh vektor tikus, penyakit yellow fever, west Nile fever dan demam berdarah dengue (DBD).

Pengelolaan makanan dan minuman

Komponen penilaian pengelolaan makanan dan minuman dalam pemeriksaan sanitasi kapal kargo di pelabuhan Manokwari meliputi pengelolaan makanan, penyediaan air minum dan air bersih.

Pengelolaan maupun pengolahan makanan pada kapal kargo dilakukan dari mulai tahap pemilihan bahan makanan hingga penyajian makanan.

Penjamah makanan pada semua kapal kargo yang diinspeksi dalam kondisi sehat, namun tidak menggunakan baju yang khusus digunakan hanya pada saat mengolah makanan, tidak menggunakan sarung tangan, ataupun pelindung kepala. Siregar (2019) menyatakan penggunaan baju yang bersih dan sarung tangan dapat mengurangi potensi risiko terjadinya kontaminasi makanan yang berasal dari rambut dan kuman ataupun toksin yang terdapat pada tangan maupun pada baju yang digunakan penjamah makanan. Sangat dianjurkan menggunakan baju bersih yang khusus digunakan pada saat mengolah makanan, menggunakan sarung tangan, dan penutup kepala untuk mencegah terkontaminasinya makanan yang dapat berasal dari rambut dan bakteri yang ada di tangan para penjamah makanan.

Penyediaan air minum di kapal kargo memenuhi syarat kesehatan, sesuai dengan persyaratan *Handbook for inspection of ships and issuance of shipsanitation certificates*.

Tabel 3. Pengelolaan Makanan dan Minuman pada Kapal Kargo di Pelabuhan Manokwari

No	Pengelolaan makanan dan minuman	Jumlah	Persentase (%)
1	Makanan		
	Memenuhi syarat	13	100
	Tidak Memenuhi Syarat	0	0
	Jumlah	13	100
2	Air Minum		
	Memenuhi syarat	13	100
	Tidak Memenuhi Syarat	0	0
	Jumlah	13	100
3	Air Bersih		
	Memenuhi syarat	13	100
	Tidak Memenuhi Syarat	0	0
	Jumlah	13	100

Penyediaan air minum tidak hanya sebatas pada kualitas air minum yang akan dikonsumsi, namun juga tersedianya air minum dalam jumlah yang cukup. Air minum yang dikonsumsi di kapal bersumber dari air galon. Hasil pengukuran kualitas air minum baik secara fisik dengan parameter *Total Dissolved Solid* (TDS) pada kisaran 500 mg/liter dan pH 6,5–8,5 untuk sampel air masih memenuhi syarat kesehatan sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492 tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum.

Penyediaan air bersih kapal kargo memenuhi syarat kesehatan, dan air bersih yang disuplai dari reservoir Pelindo Manokwari. Beberapa kapal kargo pada saat masuk pelabuhan Manokwari bahkan masih memiliki ketersediaan air bersih yang cukup. Air bersih di kapal memenuhi syarat fisik

yaitu, jernih, tidak berasa, tidak berwarna dan tidak berbau (Permenkes RI nomor 416/Menkes/Per/IX/1990). Air bersih yang terdapat pada kapal kargo digunakan untuk kegiatan memasak, mencuci, dan kegiatan di kamar mandi. Saluran tempat pengambilan air dalam kondisi bersih dan tidak terdapat kotoran di sekeliling kran air.

Pengelolaan Limbah

Komponen penilaian pengelolaan limbah di kapal kargo meliputi: air tergenang, limbah cair, limbah padat dan sampah.

Ditinjau dari variabel pengelolaan limbah, terdapat satu kapal (7.69%) saja yang tidak memenuhi syarat. Kapal tersebut tidak memiliki tempat pembuangan sampah, dan hanya dibuang ditempat sampah yang kondisinya tidak disertai penutup.

Tabel 4. Pengelolaan Limbah Kapal Kargo di Pelabuhan Manokwari

No	Pengelolaan makanan dan minuman	Jumlah	Persentase (%)
1	Air tergenang		
	Memenuhi syarat	13	100
	Tidak Memenuhi Syarat	0	0
	Jumlah	13	100
2	Limbah Cair		
	Memenuhi syarat	13	100
	Tidak Memenuhi Syarat	0	0
	Jumlah	13	100
3	Limbah Padat		
	Memenuhi syarat	13	100
	Tidak Memenuhi Syarat	0	0
	Jumlah	13	100
4	Sampah		
	Memenuhi syarat	12	92.31
	Tidak Memenuhi Syarat	1	7.69
	Jumlah	13	100

Shahraki (2013), menyebutkan bahwa tempat sampah yang tidak dilengkapi dengan tutup akan mengundang kedatangan vektor. Menurut Mutiarani (2017) sampah dibagian dapur hendaknya dimasukkan ke dalam tempat sampah yang dilapisi dengan plastik sampah, tertutup dan kedap air, dipisahkan antara sampah basah dan sampah kering masing-masing mempunyai tempat sendiri. Waktu pengangkutan sampah ke tempat penampungan lainnya supaya diperhatikan jangan sampai berceceran atau menimbulkan bau. Penempatan kantong plastik pada tempat sampah bertujuan untuk mempermudah proses penanganan sampah yang akan diangkut apabila sudah mencapai volume maksimal. Selain itu tempat sampah akan lebih mudah dibersihkan.

Pengelolaan limbah cair pada kapal kargo semua memenuhi syarat kesehatan. Jika ada air tergenang maka akan menyebabkan permasalahan. Air tergenang juga dapat berasal dari deburan air laut dan air hujan yang mengenai geladak kapal (Siregar, 2019). Oleh karena itu, dengan menghilangkan air tergenang dapat mengurangi resiko tempat perkembangbiakan larva nyamuk ataupun seranggalainnya. Pengelolaan limbah padat pada kapal kargo yang diamati dikelola dengan adanya tempat sampah yang layak yaitu kedap air dan tertutup, dan sesuai volume tempat pembuangan dengan limbah yang dihasilkan. Hal serupa dikemukakan Mukaromah dan Lailiyah (2018) bahwa aspek pemeriksaan limbah padat dan limbah medik pada kapal dalam negeri dan luar negeri harus memenuhi persyaratan sarana penampungan limbah pada seluruh kapal.

KESIMPULAN

Penelitian ini diperoleh bahwa kondisi sanitasi 13 kapal kargo di Pelabuhan Manokwarisecara umum

memenuhi syarat sanitasi (91.21%). Kecuali ada dua komponen yang tidak memenuhi syarat pada variabel ruangan yaitu (a) gudang pada dua kapal (15,38%) yang tidak memenuhi syarat dan (b) fasilitas medik, pada enam kapal (46.15%). Kapal yang tidak memenuhi syarat, maka direkomendasikan untuk segera memperbaiki hasil temuan pemeriksaan dan akan dilakukan pemeriksaan ulang oleh pihakKKP. Kondisi sanitasi pada variable vector dan binatang pembawa penyakit, variable pengelolaan makanan dan minuman dan variabel pengelolaan limbah pada setiap kapal kargo yang diperiksa, telah memenuhisyarat.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. 2010. Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik. Rineka Cipta. Jakarta
- Departemen Perhubungan RI, 2008. Undang-Undang Nomor 17 tahun 2008 tentang Pelayaran, Jakarta.
- Desriyanti .2013. Gambaran Fasilitas Sanitasi di Lingkungan Pelabuhan Sungai Duku Pekanbaru, Jurnal Kesehatan Masyarakat. Universitas Riau.Pekanbaru
- Direktorat Jenderal Pencegahan Pengendalian dan Penyehatan Lingkungan. 2009. Standar Operasional Prosedur Nasional Kegiatan Kantor Kesehatan Pelabuhan di Pintu Masuk Negara
- International Health Regulation. 2005. Handbook for Inspection of Ships and Issurance of Ship Sanitation Certificates. 1st ed. France: WHOPress
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 425/Menkes/SK/IV/2007. 2007. Pedoman Teknis Pengendalian Resiko Lingkungan Pelabuhan/Bandara/ Pos Lintas Batas Dalam Rangka Karantina Kesehatan.Jakarta

- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 431/Menkes/SK/IV/2007. 2007. Pedoman Penyelenggaraan Karantina Kesehatan di Kantor Kesehatan Pelabuhan
- Mutiarani, T., Puspita. 2014. Studi Sanitasi Kapal Kargo dan Keberadaan Bakteri *E.coli* pada Makanan Jadi di Wilayah Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Tesis. Departemen Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Airlangga.Surabaya.
- Marpaung, N. D. Nuraini, S, dan I. Marsaulina. 2012. Hygiene Sanitasi Pengolahan dan Pemeriksaan *Escherichia Coli* dalam Pengolahan Makanan di Instalasi Gizi Rumah Sakit Umum Pusat H. Adam Malik. Jurnal Lingkungan danKesehatan Kerja. Vol. 1 No. 2: Hal.1–10.
- Mukaromah, H. dan S Lailiyah. 2018. Higine Sanitasi Kapal dalam Negeri dan Luar Negeri Jurnal Kesehatan Lingkungan 15 (2) :605-614
- Putri, A Intan, T. Joko, N. Astorina. 2017. Evaluasi Sanitasi dan Keberadaan Vektor pada Kapal Barang dan Kapal Penumpang di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Jurnal Kesehatan Masyarakat 5(5) : 356-3346.
- Saifullah. 2010. Pengaruh Sanitasi dan Manajemen Kapal Terhadap Kepemilikan Sertifikat Sanitasi Kapal pada Pelabuhan Lhokseumaweh. Tesis. Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.
- Sofiyan, 2017. Sanitasi Kapal dan Tindakan Sanitasi Anak Buah Kapal (ABK) mempengaruhi Keberadaan Tikus pada Kapal Kargo di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Jurnal Kesehatan Lingkungan 9 (2) : 145–153.
- Siregar, Dwi Indri Yani. 2019. Tinjauan Higiene Sanitasi Kapal Kargo di Pelabuhan Belawan Wialyah Kerja Kantor Kesehatan Pelabuhan (KKP) Kelas I Medan. Karya Tulis Ilmiah. Politeknik Kesehatan Kemenkes Medan Jurusan Kesehatan Lingkungan. Medan
- Sumantri, A. 2010. Kesehatan Lingkungan & PerspektifI slam. Jakarta: Prenada Media
- Suryani, D. A Hendrawan. 2020. Studi tentang Sanitasi Kapal. Jurnal Saintara 4 (2)
- Shahraki, G. 2013. Evaluation of Sanitation in an IPM Program for Cocroach Infestation in Housing. Yasuj University of Medical Sciences.
- World Health Organization.2007. International Health Regulation Gaide to Ship Sanitation. Geneva.
- World Health Organization. 2005. International Health Regulation tahun 2005. Jakarta.
- World Health Organization. 2005. Medical Guide for Ship. Edisi ke II, Switzerland.
- Yunus, S. JM L, Umboh dan O Pinontoan. 2015. Hubungan Personal Hygiene danFasilitas Sanitasi dengan Kontaminasi *Escherichia coli* Pada Makanan di Rumah Makan Padang Kota Manado Dan Kota Bitung. Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi 5(3)

Analisis potensi limbah kelapa sawit untuk pakan ternak ruminansia di PT Medco Papua, Kabupaten Manokwari

Novita Sari Ojaba¹, Marlyn N. Lekitoo², Sientje D. Rumetor²

¹Program Studi Magister Ilmu Peternakan Universitas Papua, Jl. Gunung Salju Amban Manokwari, 98314, Papua Barat, Indonesia

²Fakultas Peternakan Universitas Papua. Jl. Gunung Salju Amban Manokwari 98314, Papua Barat, Indonesia

*E-mail: merlynpentaloka@gmail.com

ABSTRACT: This research aimed to investigate and analyze the potential of palm oil wastes based on the type, amount and quality as ruminants feed. The research was conducted at PT Medco Papua Hijau Selaras in Sidey District, Manokwari Regency from 2 September until 3 October 2019. The results of this study indicated that the potential of waste palm oil at PT Medco Papua Hijau Selaras were empty bunches, 112.2 tons/day, fibers 28.36 tons/day, shell and liquid 28.94 tons/days, oil sludge 24.80 tons/day. The dry matter (DM) and organic matter (OM) contents of palm oil wastes namely (DM 91.95%, OM 81.84%) fibers (DM 92.16%, OM 93.83%), shell (DM 91.51%, OM 75.01%), oil sludge (DM 23.90%, BO 83.78%). It was concluded that palm oil waste has the potential to be used as ruminants feed.

Keywords: *Medco, potential, palm oil waste, ruminants*

PENDAHULUAN

Pengembangan populasi ternak ruminansia terus ditingkatkan dalam rangka memenuhi kebutuhan permintaan daging nasional yang mengalami peningkatan sebesar 6-8% setiap tahun. Kondisi ini terlihat dari produksi daging nasional tahun 2017 sebesar 452.231,45 ton sedangkan kebutuhan daging mencapai 711.114,96 ton (Puslitbangnak, 2017). Fenomena tersebut menunjukkan adanya kesenjangan yang cukup besar antara permintaan dan produksi daging sapi dalam negeri.

Provinsi Papua Barat adalah salah satu daerah yang cukup potensial untuk pengembangan ternak ruminansia terutama sapi potong. Populasi sapi potong di Provinsi Papua Barat mengalami peningkatan dari 68.999 ekor di tahun

2016 menjadi 69.888 ekor di tahun 2017 atau naik sebesar 1,28 %. (BPS PB, 2017). Peningkatan ini menunjukkan bahwa kebutuhan pakan untuk keberlangsungan populasi tersebut cukup tinggi.

Pakan utama ternak ruminansia adalah hijauan namun ketersediaannya tidak selalu terpenuhi sepanjang tahun. Penyebab utamanya adalah faktor iklim, lahan, jenis hijauan dan teknik pengelolaan (Whiteman *et al.*, 1974). Produksi hijauan pakan perlu didukung dengan ketersediaan lahan. Hal ini berkaitan erat dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) dan alih fungsi lahan peternakan.

Kuantitas, kualitas dan kontinuitas ketersediaan pakan sangat penting diperhatikan dalam rangka peningkatan

populasi dan produksi daging ternak ruminansia, pemanfaatan sumber daya alam lainnya seperti limbah pertanian dan perkebunan dapat membantu meningkatkan ketersediaan pakan.

Rata-rata satu hektar lahan kelapa sawit dapat ditanami 130 pohon, dan setiap pohon menghasilkan 22 pelepah/tahun. Setiap pelepah yang rata-rata bobotnya 5 kg, dalam satu hektar lahan kelapa sawit produktif dapat menghasilkan 9 ton pelepah segar setiap tahun atau setara dengan 0,66 ton bahan kering per tahun. Limbah kelapa sawit sangat banyak yang berpotensi untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak yaitu berupa daun, pelepah, tandan kosong, cangkang, serabut buah, batang, lumpur sawit, dan bungkil kelapa sawit. Limbah ini mengandung bahan kering (BK), protein kasar (PK), dan serat kasar yang nilai nutrisinya dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pakan ternak ruminansia. Apabila untuk dijadikan pakan ternak unggas perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu seperti fermentasi atau amoniasi untuk meningkatkan nilai nutrient serta menurunkan kandungan serat kasarnya. (BPTP Bangka Belitung, 2018).

Pakan adalah komponen biaya terbesar dalam suatu usaha peternakan sehingga penyediaan dan pemanfaatannya harus direncanakan dengan baik. Saat ini ketersediaan pakan hijauan relatif berkurang disebabkan oleh alih fungsi lahan peternakan. Ketersediaan lahan, Luas wilayah yang semakin terbatas sebagai dampak dari kebijakan Pemekaran beberapa kabupaten sehingga dukungan wilayah untuk pengembangan ternak sapi dengan pola ranch sudah tidak memungkinkan. Selain itu perubahan iklim yang ekstrim sangat mengganggu produksi hijauan, kondisi ini akan menjadikan masalah dalam penyediaan hijauan untuk ternak ruminansia.

Dalam rangka peningkatan kontinuitas ketersediaan hijauan pakan, pemanfaatan limbah pertanian dan limbah perkebunan dapat menjadi solusi penyediaan pakan. Limbah perkebunan adalah limbah yang diperoleh dari industri pengolahan tanaman perkebunan salah satunya kelapa sawit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi limbah pengolahan kelapa sawit pada PT Medco Papua Hijau Selaras yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak ruminansia, meliputi jumlah, jenis dan komposisi kimianya.

MATERI DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini berlangsung dari tanggal 2 September sampai 30 Oktober 2019 di PT Medco Papua Hijau Selaras, Distrik Sidey, Kabupaten Manokwari. Penelitian dilakukan menggunakan metode deskriptif dengan teknik studi kasus. Kasus yang diteliti adalah potensi limbah pengolahan kelapa sawit.

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sampel kelapa sawit, sampel jenis-jenis limbah, sarung tangan, kantong plastik, kertas label, kuisioner, Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: nampan plastik, timbangan, spidol, kamera, kalkulator, desikator, oven, tanur listrik, penjepit wadah.

Metoda

Penelitian dilakukan menggunakan metode deskriptif dengan teknik studi kasus. Kasus yang diteliti adalah limbah dari pengolahan kelapa sawit.

Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan dengan mengikuti prosedur sebagai berikut:

Mengamati Diagram alir proses pengolahan kelapa sawit yang diolah perhari; Mengidentifikasi jenis dan jumlah limbah yang dihasilkan; Menganalisis kualitas limbah dengan menghitung Kadar Bahan Kering dan Bahan Organik

Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati meliputi:

1. Diagram alir proses pengolahan dan jumlah kelapa sawit yang diolah per hari.
2. Jenis dan jumlah limbah yang dihasilkan. Jumlah limbah diukur dengan cara menimbang sampel dengan cara menimbang sampel setiap jenis limbah selanjutnya dikonversi ke jumlah kelapa sawit yang diolah (ton)
3. Komposisi kimia yang meliputi BK dan bahan organik (BO) menggunakan rumus:

$$BK = \frac{(\text{Sampel Segar} - \text{Sampel Setelah Oven})}{\text{Sampel segar}} \times 100\%$$

$$BO = \frac{(\text{Sampel Awal (Setelah Oven)}) - \text{Abu}}{\text{Sampel Awal}} \times 100\%$$

$$BO = (\text{dasar BK}) \frac{BO}{100} \times BK$$

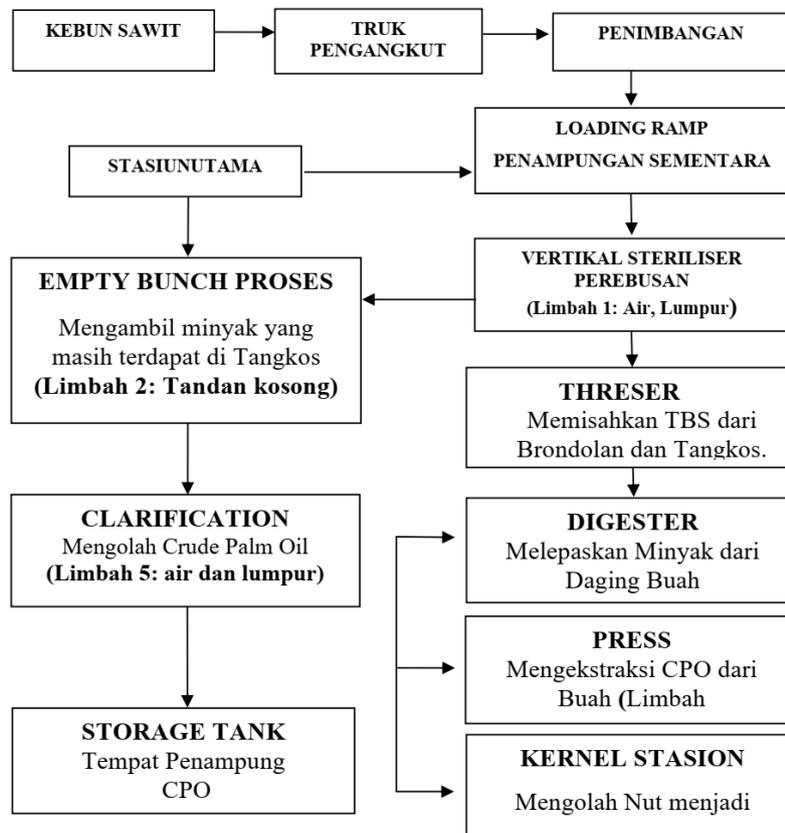
Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan tabulasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Diagram alir dan jumlah kelapa sawit yang diolah

Berdasarkan informasi yang diperoleh dari manajemen PT Medco Papua Hijau Selaras, maka proses pengolahan kelapa sawit dan limbah dapat digambarkan dalam diagram alir sebagaimana tertera pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir proses pengolahan kelapa sawit dan hasil limbah

Gambar 1. memperlihatkan bahwa dalam proses pengolahan kelapa sawit dihasilkan limbah padat dan limbah cair. Limbah padat berupa tandan kosong kelapa sawit, serabut, kelapa sawit dan cangkang, sedangkan limbah cair terdiri atas air dan lumpur sawit. Berdasarkan data PT Medco Papua Hijau Selaras menargetkan pengolahan kelapa sawit sebanyak 600-900 ton/hari, tetapi namun hanya target yang tercapai berkisar 234–775 atau rata-rata 413,40 ton/hari. Produksi kelapa sawit belum optimal yang diduga karena terjadi penurunan produksi. Menurut Pahan (2008), tanaman kelapa sawit dapat dipanen pada saat tanaman berumur tiga atau empat tahun. Produksi yang dihasilkan akan terus bertambah seiring bertambahnya umur dan akan mencapai produksi maksimalnya pada saat tanaman berumur 9 - 14 tahun. Setelah umur tersebut, produksi yang dihasilkan akan mulai menurun. Umur ekonomis tanaman kelapa sawit berkisar antara 25 – 26 tahun. Selain itu kondisi lahan juga berpengaruh terhadap produksi. Lahan yang optimal untuk kelapa sawit mengacu pada tiga faktor yaitu lingkungan, sifat fisik lahan, dan sifat kimia tanah atau kesuburan tanah. Tanaman kelapa sawit diperkebun komersial dapat tumbuh dengan baik pada kisaran suhu 24-28°C. Untuk memperoleh hasil maksimal dalam budidaya kelapa sawit perlu memperhatikan sifat fisik dan kimia tanah diantaranya struktur tanah dan drainase tanah yang baik (Pahan, 2006).

Jenis dan Jumlah Limbah Kelapa Sawit

Hasil penelitian menunjukkan jenis dan jumlah limbah yang dihasilkan tertera pada Tabel 1. Data tersebut menunjukkan bahwa jenis dan jumlah limbah yang dihasilkan di PT Medco

Papua Hijau Selaras adalah tandan kosong, serabut (fiber), cangkang (shell), lumpur sawit (solid decanter) dan air.

Tabel 1. Jenis dan jumlah limbah kelapa sawit

Jenis Limbah	Jumlah	
	%	Ton/hari
Tandan Kosong	27,16	112, 20
Serabut	6,86	28, 36
Cangkang	7,00	28, 94
Lumpur Sawit	6,00	24, 80
Air (m ³ /hari)	20,15	83,30

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

Tandan Kosong kelapa sawit yang dihasilkan sebesar 27,16%. Potensi ini lebih tinggi bila dibandingkan dengan hasil penelitian Haryanti dkk. (2014) yaitu sebesar 23%. Jenis limbah tandan kosong dihasilkan dari tandan brondolan atau tandan buah segar (TBS) yang buahnya telah matang dan terlepas dari tandannya saat masih berada di perkebunan atau dikebun dan keadaan tandannya kering. Pada pabrik pengolahan kelapa sawit jenis limbah ini dihasilkan pada bagian perontok (station thresher). Dengan tujuan agar (TBS) yang telah direbus yaitu brondolan dan tandan kosong dapat mudah dipisahkan sehingga brondolan dikirim ke bagian digester dan dipress, kemudian tandan kosong akan masuk ke bagian Empty Brunch Press.

Tandan kosong kelapa sawit merupakan limbah yang berpotensi meskipun belum banyak dimanfaatkan, hal ini disebabkan karena mengandung serat kasar yang cukup tinggi sehingga saat ini masih dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kompos (Mathius *et al.*, 2003). Tandan kosong kelapa sawit pemanfaatannya disaran-

kan agar dicampur dengan bahan pakan lain yang berkualitas. Pemanfaatan untuk ternak sapi harus diberikan perlakuan fisik agar dihasilkan ukuran yang mudah untuk dikonsumsi ternak (± 2 cm).

Serabut

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa limbah serabut yang dihasilkan 6,86% lebih rendah dibandingkan yang dilaporkan Haryanti dkk. (2014) yaitu 13%. Serabut merupakan hasil ekstraksi crude palm oil (CPO) dari buah. Jenis limbah ini dihasilkan pada stasion press. Stasion pressing akan mengekstraksi crude oil dari buah. Serabut adalah produk sampingan yang berpotensi, meskipun belum banyak dimanfaatkan karena mengandung serat kasaryang cukup tinggi. saat ini serabut dan tandan kosong masih dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kompos (Mathius *et al.*, 2003).

Cangkang

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa cangkang yang dihasilkan sebesar 7,00% lebih tinggi dari pada yang dikemukakan oleh Kamal (2012) yaitu 6,5%.

Lumpur Sawit

Hasil penelitian (Tabel 1) menunjukkan bahwa lumpur sawit yang dihasilkan sebesar 6,00% lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian Utomo dan Widjaja (2004) yaitu 3,00%. Lumpur sawit merupakan limbah yang dihasilkan dari stasion vertikal steriliser yang berfungsi sebagai tempat merebus buah (TBS) dalam menghasilkan minyak sawit kasar atau CPO. Jumlah produksi lumpur sawit sangat bergantung pada jumlah buah sawit yang diolah (Sinurat, 2003). Pemanfaatan lumpur yang dihasilkan

dari industri pengolahan kelapa sawit masih belum umum dilakukan untuk tujuan ekonomi. Pada umumnya lumpur sawit digunakan sebagai penimbun jurang atau bahkan dibuang sehingga menimbulkan polusi. Menurut Suharto (2003), pemanfaatan lumpur sawit memberikan hasil ganda yaitu menambah persediaan bahan pakan dan mengurangi polusi. Diketahui bahwa satu pabrik kelapa sawit rata-rata mampu memproduksi 20 ton solid/hari (Utomo dan Widjaja 2004).

Tinggi rendahnya produksi limbah kelapa sawit kemungkinan dipengaruhi oleh banyaknya tanaman kelapa sawit dalam suatu luasan lahan. Selain itu juga karena tingkat kesuburan dari tanah tersebut sehingga berdampak pada semakin tinggi produksi kelapa sawit dan limbah yang dihasilkan dalam suatu luasan lahannya. Lahan kebun kelapa sawit PT Medco Papua Hijau Selaras seluas 9.324,91 Ha. Seperti halnya yang dikemukakan Nasution (2014) produksi berkaitan dengan meningkatnya luas lahan kelapa sawit, sedangkan jarak tanam kelapa sawit 9 x 9 m bisa memenuhi 1 hektar lahan untuk 143 tanaman kelapa sawit (Ariyanti dkk., 2017).

Jumlah produksi lumpur sawit sangat tergantung dari jumlah buah sawit yang diolah (Sinurat, 2003). Tobing *et al.* (1990) menyatakan bahwa asal dan jumlah bahan buangan PKS terutama diperoleh dari air kondensat rebusan (*sterilizer condensate*), dengan jumlah bahan buangan sekitar 150-175 kg/ton TBS, lumpur (*sludge water*), karena adanya pengenceran, dengan jumlah bahan buangan sekitar 350-400 kg/ton TBS dan bak pemisah lumpur (*clay bath*) atau hydrocyclone separator, dengan bahan buangan sekitar 100-150 kg/ton TBS. Untuk setiap ton TBS yang diolah akan menghasilkan 0.6-0.7 ton limbah pabrik kelapa sawit. Pada

umumnya satu PKS mengolah TBS dengan kapasitas 60 ton dengan jumlah jam kerja 20 jam/hari, dengan demikian setiap PKS akan menghasilkan limbah sekitar 720-840 ton hari. Dengan demikian proses pengolahan tandan buah segar (TBS) pada industri kelapa sawit PT Medco Papua Hijau Selaras dalam memproduksi minyak sawit mentah CPO dan minyak inti sawit, Palm Kernel Oil (PKO) menghasilkan dua jenis limbah yaitu limbah padat dan cair.

Limbah padat berupa tandan kosong, serabut, cangkang. Limbah cair berupa lumpur sawit (*solid decanter*) dan air. Menurut Utomo dan Widjaja (2004), dari 100% proses pengolahan kelapa sawit terdapat 23% CPO, 16% tandan buah segar, 26% serat, 4% bungkil inti sawit, 3% solid, 8,50% limbah cair, dan 13,50% limbah lain. Sementara itu, limbah gas dan debu berasal dari penggunaan cangkang dan serabut sebagai bahan bakar boiler dan proses sterilisasi (berupa uap air).

Haryanti dkk, (2014) melaporkan untuk 1 ton kelapa sawit menghasilkan jenis limbah berupa TKKS sebanyak 23% atau 230 kg, limbah cangkang sebanyak 6,5% atau 65 kg, dan limbah sabut 13% atau 130 kg. Menurut Batubara *et al* (2003) dalam tiap hektar kebun kelapa sawit dapat menghasilkan tandan buah sawit segar (TBS) sebanyak 10-15 ton dan jika diolah maka tiap ton TBS dapat menghasilkan tiga jenis limbah yang dapat digunakan sebagai pakan yaitu bungkil inti sawit 45-46%, sabut buah kelapa sawit 12%, dan lumpur sawit 2%. Limbah gas dapat pula berasal dari pembakaran TKKS ditunggu pembakaran (Pandia, 2001).

Kualitas Limbah Kelapa Sawit

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kandungan BK dan BO asal limbah kelapa sawit di PT Medco Papua

Hijau Selaras sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kualitas limbah kelapa sawit

Jenis limbah	Kandungan Gizi (%)	
	Bahan Kering	Bahan Organik
Tandan kosong	91,95	81,84
Serabut	92,16	93,83
Cangkang	91,51	75,01
Lumpur Sawit	23,90	83,78

Tabel 2 menunjukkan bahwa kandungan BK tandan kosong, serabut dan lumpur sawit asal limbah kelapa sawit sangat tinggi. Bila dibandingkan dengan kandungan BK yang dikemukakan oleh Unand (2008) yaitu lumpur sawit berkisar 90-94%, maka pada ketiga jenis limbah kelapa sawit tersebut masih lebih rendah. Namun kandungan BK limbah sawit pada penelitian ini telah memenuhi kriteria limbah yang baik sebagai bahan pakan. Selain itu hasil penelitian Rostini dkk. (2016) bahwa limbah kelapa sawit yang dimanfaatkan sebagai bahan campuran pakan bentuk wafer menunjukkan kadar air yang masih relatif baik. Keadaan ini menunjukkan bahwa BK limbah asal kelapa sawit bisa dimanfaatkan sebagai salah satu bahan formulasi pakan bentuk wafer.

Data pada Tabel 2 terlihat bahwa kandungan BO tandan kosong, serabut dan lumpur sawit berturut-turut 81,84%, 93,89% dan 83,78%. Hasil kajian Andini dkk. (2015) menunjukkan bahwa kandungan BO asal limbah kelapa sawit mampu memberi nilai pencernaan BO 50,09-54,24% secara *in vitro*. Menurut penelitian Rostini dkk. (2016) bahwa kandungan PK pada pakan bentuk wafer yang diformulasi dengan limbah kelapa sawit berupa

lumpur sawit menunjukkan potensi protein yang baik.

Berdasarkan karakteristik fisik, limbah yang dapat dimanfaatkan untuk pakan ternak adalah serabut kelapa sawit dan lumpur sawit, namun limbah lainnya mungkin dapat digunakan tetapi melalui pengolahan lebih lanjut atau harus di uji coba ke ternak. Beberapa penelitian telah dilakukan terhadap pemanfaatan lumpur sawit sebagai bahan pakan untuk ternak ruminansia dan non ruminansia. Penggunaan lumpur sawit dari limbah asal industri pengolahan kelapa sawit, telah banyak diteliti sangat bermanfaat sebagai pakan ternak terutama ruminansia dan unggas (Sutardi, 1991).

Limbah sawit yang dapat dimanfaatkan berupa tandan kosong, cangkang, serabut buah, lumpur sawit, dan bungkil kelapa sawit. Limbah-limbah ini mengandung BK, PK, dan serat kasar yang cukup baik sebagai sumber zat gizi ternak diantaranya unggas dan ruminansia. Lumpur sawit yang dihasilkan dari industri pengolahan kelapa sawit di PT Medco Papua Hijau Selaras masih belum dilakukan untuk tujuan ekonomi. Pada umumnya lumpur sawit digunakan sebagai penimbun jurang atau bahkan dibuang sehingga menimbulkan polusi, sedangkan pada sisi lainnya diperoleh informasi bahwa lumpur sawit merupakan limbah sawit yang paling dibutuhkan oleh ternak sapi daripada limbah sawit lainnya. Solid sawit mempunyai sifat lunak seperti ampas tahu, berwarna coklat tua, dan berbau asam manis (Utomo dan Widjaja 2004).

Solid sawit berpotensi sebagai sumber pakan tambahan untuk ternak ruminansia karena solid sebagai bahan pakan asal limbah sehingga tidak bersaing dengan kebutuhan manusia. sehingga tergolong murah, tetapi kandungan nutrisinya baik dan disukai

ternak, tingkat produksinya berkesinambungan yang menjamin ketersediaan cukup sepanjang waktu.

Pemberian lumpur sawit dalam bentuk padatan setelah dibebaskan dari air, kemudian solid tersebut diberikan dalam bentuk segar maupun difermentasi bersama bahan lain untuk ternak sapi. Solid diberikan 1,5% dari bobot badan sapi (rata-rata 250 kg/ekor), seperti di Kalimantan Tengah untuk tujuan perkembangbiakan ternak (Utomo dan Widjaja 2007). Berdasar laporan Utomo dan Widjaja (2004) bahwa satu pabrik kelapa sawit rata-rata mampu memproduksi 20 ton solid/hari, maka produksi solid dari satu pabrik dapat menyediakan pakan bagi 533 ekor sapi/hari.

Solid dapat mengganti seluruh dedak padi dalam pakan konsentrat dan memberi pengaruh positif terhadap konsumsi ransum, kadar lemak susu, dan efisiensi penggunaan energi dan protein (Widyati *et al.* 1992 dalam Ginting dan Elizabeth, 2003). Beberapa perusahaan di Kalimantan Tengah telah memanfaatkan solid sebagai pakan tambahan untuk sapi, seperti PT Korin III, PT Sulung Ranch, dan PT Sabut Mas Abadi (Widjaja *et al.*, 2005).

Penggemukan sapi potong pada PKS di Kalimantan Tengah dengan pakan tambahan solid sawit secara *ad libitum* menghasilkan pertambahan bobot badan harian (PBBH) 0,52 kg/ekor/hari untuk sapi lokal tipe kecil (Widjaja dan Utomo 2006). Sapi PO yang diberi pakan tambahan solid sawit dan dipelihara secara intensif menghasilkan PBBH 0,77 kg/ekor/hari (Utomo dan Widjaja 2004). Menurut Jalan *et al.* (1997) dalam Ginting dan Elizabeth (2003), penerapan inovasi teknologi perbaikan komposisi pakan tetapi bukan dari hasil samping PKS pada usaha penggemukan sapi di Kalimantan Tengah meningkatkan PBBH rata-rata

0,528 kg/ekor/hari untuk sapi bali dan 0,697 kg/ekor/hari untuk sapi PO. Menurut Utomo (2001) dalam Utomo dan Erwin (2004) seekor sapi mampu menghabiskan 20 kg/hari lumpur sawit (jumlah yang biasa diberikan peternak pada sapi dengan rata-rata bobot badan 250 kg = 7,3 ton/tahun).

Kelemahan dari lumpur sawit yaitu tingginya kadar air sehingga dalam pemberiannya bagi ternak tidak bisa tunggal. Selain itu kandungan energi rendah dan abu yang tinggi (Mathius *et al.*, 2003).

Pengolahan solid untuk meningkatkan kualitas gizinya telah dilakukan yaitu melalui proses fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* (Sinurat, 2003). Selanjutnya diketahui bahwa produk yang dihasilkan dari proses fermentasi dengan *A. niger* mengandung enzim mananase dan selulase. Enzim yang dihasilkan selama proses fermentasi diharapkan dapat memecah serat sehingga menjadi molekul karbohidrat yang lebih sederhana dan meningkatkan energi yang dapat dimetabolisme oleh ternak. Penelitian yang dilakukan oleh Widjaja dan Utomo (2001) bahwa pemberian solid/lumpur sawit untuk ternak sapi PO jantan memberikan PBBH nyata lebih tinggi dibanding pakan kontrol. Pertambahan bobot badan harian yang dihasilkan dari sapi yang diberi pakan solid *ad libitum* dan rumput sebesar 0,77 kg/ekor, sedangkan pemberian 1,5% solid dari bobot badan ternak dihasilkan pertambahan bobot badan harian sebesar 0,44 kg/ekor.

Lumpur sawit dapat digunakan sebanyak 15% (Sinurat, 2001). Kecernaan nutrisi lumpur minyak sawit pada ternak kambing cukup tinggi, yaitu 70-78%, 72-90% dan 63-84%, masing-masing untuk kecernaan BK, BO dan PK (Batubara, 2003). Penelitian pada ternak kambing yang diberikan lumpur

sawit 0,9% dari bobot badan bersama rumput lapangan secara *ad libitum* telah menghasilkan pertumbuhan yang terbaik (Batubara, 2003). Lumpur sawit kering dapat digunakan sebagai sumber nutrisi untuk ternak ruminansia karena mengandung PK dan energi yang cukup tinggi dan dapat menggantikan dedak padi sampai tingkat 60% dalam ransum ternak dengan hijauan lapangan sebagai ransum basal (Harfiah, 2007). Hasil penelitian penggunaan lumpur sawit untuk menggantikan dedak dalam ransum ternak sapi perah jantan dan laktasi menunjukkan bahwa penggantian semua (100%) dedak dalam konsentrat memberikan pertumbuhan dan produksi susu yang sama dengan kontrol (ransum tanpa lumpur sawit). Bahkan ada kecenderungan bahwa kadar protein susu yang diberi ransum lumpur sawit lebih tinggi dari kontrol (Sutardi, 1991).

Wijaya (2016) menyatakan penggunaan sabut buah kelapa sawit amoniasi dalam ransum sapi perah sebagai pengganti tebon jagung sebesar 5-20% dari total ransum. Namun kendala sabut buah kelapa sawit sebagai pakan ternak adalah rendahnya PK dan terikatnya SK pada lignin, sehingga pemanfaatannya sebanyak 15-30% untuk pakan substitusi. Rohaeni, (2007) menyatakan pemberian pakan dengan substitusi sabut buah kelapa sawit amoniasi akan mempengaruhi nilai TDN. Suharto (2003) menyatakan bahwa sabut buah kelapa sawit mempunyai kandungan energi (TDN 56%), hal ini menunjukkan potensi yang baik, namun kekurangannya adalah palatabilitasnya rendah. Wijaya (2016) melaporkan bahwa nilai TDN dari sabut buah kelapa sawit yaitu 51,81% dalam ransum sapi perah.

Menurut Pond *et al.* (2005), energi tersedia dari serat, pati, gula protein dan lemak. Serat akan terfermentasi dalam rumen dan mampu dimanfaatkan oleh

ternak. Limbah padat kelapa sawit berpotensi sebagai sumber pakan ternak. Hasil penelitian Utomo (1999) menunjukkan bahwa limbah padat kelapa sawit mengandung BK 81,56%, PK 12,63%, serat kasar 9,98%, lemak kasar 7,12%, kalsium 0,03%, fosfor 0,003%, dan energi 154.0 kal 100 g. Pemberian limbah padat kelapa sawit dalam bentuk segar secara *ad libitum* kepada sapi PO jantan memberikan PBBH 770 g/ekor/hari sedangkan rata-rata PBBH sapi yang diberi pakan rumput alami hanya 250g/ekor/hari. Pada domba, pemberian limbah padat 1% dari bobot badan, baik dalam bentuk segar, *complete feed block* fermentasi masing-masing memberikan PBBH 45, 64 dan 83 g/ekor/hari.

Pada uji preferensi terhadap 25 ekor sapi Madura, limbah padat kelapa sawit pada akhirnya sangat disukai, namun perlu waktu adaptasi 4-5 hari. Umumnya limbah padat industri kelapa sawit mengandung BO yang tinggi sehingga jika penanganan limbah secara tidak tepat akan mencemari lingkungan. Pada TKKS juga dapat dimanfaatkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa, pupuk dan bioetanol, untuk cangkang kelapa sawit dapat dimanfaatkan karbon atau arang aktif, pembuatan pupuk cair kalium sulfat, pengawet alami tahu, bahan bakar (biomassa), briket. Untuk sabut kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai bahan penguat sifat mekanik komposit, fiber glass, pengolah limbah cair, pembuatan pulp, media tanaman alternatif, alternatif pengganti solar dan batubara sebagai bahan bakar pembangkit listrik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di PT Medco Papua Hijau Selaras dapat disimpulkan:

1. Potensi limbah kelapa sawit yang dihasilkan PT Medco Papua Hijau Selaras relatif sangat besar yaitu tandan kosong, 112,2 ton/hari, Serabut 28,36 ton/hari, cangkang, 28,94 ton/hari dan limbah cair, lumpur sawit 24,80 ton/hari,
2. Limbah yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak ruminansia adalah yang memiliki kandungan BK dan BO cukup baik, berturut-turut: BK tandan kosong 91,95% dan BO 81,84 %; BK serabut 92,16 % dan BO 93,83%; BK cangkang 91,51% dan BO 75,01%, BK umpur sawit 23,90% dan BO 83,78%).
3. Berdasarkan penelitian perlu dilakukan analisis kualitas limbah kelapa sawit pada PT. Medco Papua Hijau Selaras secara lengkap. Selain itu perlu dilakukan uji coba penggunaan limbah kelapa sawit pada ternak baik secara langsung maupun dengan teknologi pengolahan untuk mengetahui besarnya toleransi ternak terhadap pakan asal limbah kelapa sawit.

DAFTAR PUSTAKA

- Batubara L. P., S. P. Ginting, K. Simanhuruk, J. Sianipar dan A. Tarigan, 2003. Pemanfaatan Limbah dan Hasil Ikutan Perkebunan Kelapa Sawit sebagai ransum kambing potong. Prosiding Seminar nasional: Teknologi Peternakan dan Veteriner 2003. Bogor. Pp 106-109.
- Balai Penelitian Tanaman Pertanian, Bangka Belitung. 2018. Teknologi pakan sapi berbasis limbah kelapa sawit.
- BPS Provinsi Papua Barat (2017). Provinsi Papua Barat Dalam Angka. <https://papuabarot.bps.go.id>

- Ditjen PKH, 2018. Kementrian Pertanian Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan.
- Ginting, S.P., dan J. Elisabeth, 2003. Teknologi Pakan Berbahan Dasar Hasil Sampingan Perkebunan Kelapa Sawit. Prosiding Lokakarya Nasional Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi. Bengkulu 9-10 Sept 2013. P.129-136.
- Harfiah, H. 2007. Lumpur Minyak Sawit Kering (*Dried Palm Oil Sludge*) Sebagai Sumber Nutrisi Ternak Ruminansia. Buletin Nutrisi dan Makanan Ternak. 6(2) halaman. 75-85
- Mathius, I. W. D. Sitompul, B. P. Manurung dan Asmi. 2003. Produk samping Tanaman Kelapa Sawit Sebagai Bahan Dasar Pakan Komplit Untuk Suatu Tinjauan Proses. P. 120-128 Balitbang Pertanian Bengkulu.
- Pahan, I. 2006. Paduan Lengkap Kelapa Sawit Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir. Bogor.
- Sinurat, A.P. 2013. Pemanfaatan lumpur sawit untuk bahan pakan unggas, wariagoza 13(R), 39-47-Lokakarya Pengembangan Sistem Integrasi Kelapa Sawit - Sapi, Banjar baru, 22-23 Agustus 2005: 3-9.
- Suharto, 2003. Pengalaman Pengembangan Usaha Sistem Integrasi Sapi-Kelapa Sawit di Riau. Prosiding Lokakarya Nasional: Sistem integrasi kelapa sawit-sapi. Bengkulu 9-10 September 2003 : 57-63.
- Sutardi , T. 1991. Aspek Nutrisi Sapi Bali. Prosiding Seminar Nasional Sapi Bali. Fakultas Peternakan UNHAS, Ujung Pandang : 85-109
- Whiteman, P.C., L.R. Humpreys and N.H. Mo-inth. 1974. A Course Manual in Tropical Pasture Science. Vice-Thancellors Com-mite. Australia.120-125

Persepsi Masyarakat Lokal Terhadap Pengembangan Hutan Mangrove Sebagai Kawasan Ekowisata Di Kampung Ruar Distrik Biak Timur Kabupaten Biak Numfor

Ferdinand Rumbino¹, Soetjipto Moeljono¹, Antoni Ungirwalu^{3*}

¹ Program Studi Kehutanan Pasca Sarjana Universitas Papua Jl. Gunung Salju, Amban, Manokwari, 98314 Papua Barat.

³Fakultas Kehutanan Universitas Papua, Jl. Gunung Salju, Amban, Manokwari, 98314 Papua Barat.

*Email: a.ungirwalu@unipa.ac.id

Disubmit: 3 November 2020, direvisi: 02 Juni 2021, diterima: 3 Juni 2021

Doi: <https://doi.org/10.30862/cassowary.cs.v4.i2.54>

ABSTRACT: The mangrove forest area of Kampung Ruar, East Biak District, is an area that has traditionally been a place for fishing and lime-making efforts by the community who have been hereditary. This condition raises questions from various parties whether this location is suitable to be developed as a mangrove ecotourism destination. Development of Mangrove Ecotourism by the Papua Provincial Forestry Service as a tourist attraction by utilizing local natural potential and supporting tourism policies in Biak Numfor Regency. This study aims to see the socio-cultural conditions of local communities in the Mangrove Forest Area of Kampung Ruar, Biak Timur District, Biak Numfor Regency as an ecotourism area and to assess the local community's perceptions of the development of ecotourism areas in providing benefits to the community both economically and socio-culture in Kampung Ruar Distrik Biak Regency. Timur Biak. The study hasli revealed that the perception of local communities about ecotourism (60%), community knowledge about resources (70%) and understanding of community knowledge about forest damage and aspects of forest protection are very good (67), most (49%) people who understand that the potential for ecotourism development has future prospects. The four alternative strategies for mangrove ecotourism in Kampung Ruar, Biak Timur District, Biak Numfor District in Kampung Ruar are as follows: (a) Development of a Tour Package between Mangrove Ecotourism and TBTA Biak; (b) Increase Knowledge and Community Empowerment; (c) Mangrove Rehabilitation and Community Empowerment; and (d) Mentoring and involvement of local communities in management.

Keywords: Mangrove ecotourism, local community, perception, Biak Numfor

PENDAHULUAN

Kekayaan potensi dan pemanfaatan SDA sebagai sumber informasi mendasar yang digunakan dalam pengelolaan keanekaragaman hayati dan

ekosistem (Joa *at al.*, 2018). Pelibatan masyarakat dalam mengembangkan potensi SDA adalah cara yang efektif dalam mengelola lingkungan mereka (Albuquerque *et al.*, 2018). Masyarakat

memainkan perang penting dalam pemanfaatan hutan di sekitarnya untuk mencapai kesejahteraan dan keberlanjutan ekologis (Kanel and Shrestha 2001; Kellert et al. 2000).

Indonesia memiliki kekayaan alam dan kekayaan budaya yang sangat melimpah sebagai objek dan atraksi yang menjadi basis pengembangan kegiatan pariwisata (Adrian *et al.*, 2016). Salah satu bentuk pemanfaatan jasa lingkungan hutan yang secara ekonomi menguntungkan (*economically viable*), secara ekologi ramah lingkungan (*environmentally benign*), secara teknis dapat diterapkan (*technically feasible*), dan secara sosial dapat diterima oleh masyarakat (*socially acceptable*) adalah jasa lingkungan ekowisata (Karsudi *et al.* 2010). Pengelolaan ekowisata memiliki tujuan kelestarian alam dan budaya serta kesejahteraan masyarakat terutama masyarakat lokal. Sementara pemanfaatan hanya dilakukan terhadap aspek jasa estetika, pengetahuan (pendidikan dan penelitian) terhadap ekosistem dan keanekaragaman hayati, serta pemanfaatan jalur untuk *tracking* dan *adventuring* (Rumengan et al, 2011).

Ekowisata merupakan kegiatan wisata yang dianggap sebagai kegiatan pariwisata berkelanjutan. Rumengan *et al.*, (2011) mengemukakan bahwa kegiatan ekowisata berbeda dengan kegiatan pariwisata lain. Ekowisata mempunyai karakteristik yang spesifik karena adanya kepedulian pada pelestarian lingkungan dan pemberian manfaat ekonomi bagi masyarakat lokal. Pemandangan alam yang indah serta berbagai atraksi wisata lokal yang ditampilkan adalah salah satu keunggulan ekowisata unggulan (Dewi dkk, 2017). Ekowisata dapat memberikan sumbangsih yang signifikan terhadap pendapatan asli daerah (PAD)

dalam mendukung kemandirian ekonomi daerah (Haryanto, 2014).

Salah satu potensi dan pemanfaatan SDA yang saat ini banyak menarik perhatian masyarakat di Kabupaten Biak Numfor adalah Ekowisata Mangrove di Kampung Ruar Distrik Biak Timur. Pengembangan ekowisata Mangrove oleh Dinas Kehutanan Provinsi Papua dimaksudkan sebagai salah satu obyek wisata dengan memanfaatkan potensi alam setempat dan mendukung kebijakan pariwisata di Kabupaten Biak Numfor.

Kabupaten Biak Numfor dalam pelaksanaan pembangunan memiliki orientasi pembangunan prioritas pada sektor sumber daya kelautan dan pariwisata sebagai penunjang pendapatan asli daerah. Kabupaten Biak Numfor memiliki kawasan hutan mangrove seluas 3.130 Ha (Data Statistik Dinas Kehutanan Provinsi Papua, 2017), dengan memiliki aksesibilitas dan konektivitas transport-tasi udara, laut dan darat sehingga dapat memudahkan kunjungan wisatawan dalam dan luar negeri dengan berbagai potensi alam dan laut.

Kita ketahui bersama bahwa sejak awal masyarakat di Papua secara aktual telah memanfaatkan dan melestarikan sumberdaya lokal yang dikelolanya (Ungirwalu *et al.*, 2017). Sayangnya peran masyarakat lokal dibatasi bahkan terkesan masih diabaikan dalam proses pengelolaan di Papua (Fatem, 2019). Permasalahan yang sama dihadapi dalam upaya pengembangan kawasan hutan mangrove Kampung Ruar Distrik Biak Timur sebagai wilayah yang secara tradisional dimanfaatkan sebagai tempat menangkap ikan dan usaha pembuatan kapur oleh masyarakat dan telah berlangsung turun temurun. Kondisi ini menimbulkan pertanyaan berbagai pihak apakah lokasi ini layak dikembangkan sebagai salah satu

destinasi ekowisata mangrove dengan tetap mampu menjaga kelestarian ekologi dan keberlanjutan budaya masyarakatnya.

Atas dasar permasalahan tersebut perlu dilakukan kajian yang bertujuan untuk mengetahui persepsi dan sikap masyarakat terhadap pengetahuan, manfaat dan pengembangan ekowisata mangrove Kampung Ruar Distrik Biak Timur dalam mewujudkan pengembangan ekowisata berkelanjutan berbasis ekologi dan budaya. Diharapkan kajian ini dapat digunakan sebagai referensi dalam mendukung kebijakan pengembangan pemberdayaan masyarakat di Papua.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama lama 2 (dua) bulan di Kampung Ruar Distrik Biak Timur Kabupaten Biak Numfor. Pemilihan Lokasi ini telah dikembangkan kegiatan Jasa Lingkungan Ekowisata Mangrove oleh Dinas Kehutanan Provinsi Papua sebagai salah satu alternatif tujuan wisata karena memiliki aksesibilitas yang mudah dijangkau, Objek dalam penelitian ini adalah Masyarakat Lokal Pemilik Hak Ulayat, Masyarakat yang memanfaatkan jasa hutan mangrove, tokoh adat, tokoh pemerintah yang berada di Kampung Ruar Distrik Biak timur Kabupaten Biak Numfor.

Metode Penelitian

Metode Penelitian adalah metode deskriptif dimana pengambilan data primer yaitu melalui wawancara, kuesioner, observasi, dan dokumentasi. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan analisis SWOT untuk mendapatkan kesimpulan yang akan direkomendasikan dalam pengembangan ekowisata.

Teknik Pengambilan Contoh

Populasi dalam Penelitian ini adalah masyarakat mendiami kawasan mangrove serta yang secara ekonomi memanfaatkan kawasan mangrove di Kampung Ruar Distrik Biak Timur. Sampel adalah jumlah yang diambil dari karakteristik dan pengaruh oleh populasi di masyarakat tersebut. Sampel yang akan diteliti diambil sebanyak 10%-30% dari jumlah responden, yang dipilih berdasarkan *simple random sampling*

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data, menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan cara wawancara menggunakan kuisisioner serta observasi. Pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan beberapa teknik, diantaranya observasi, wawancara *in-depth interview*, dokumentasi dan menggunakan data sekunder pendukung. Pemilihan informan yang digunakan menggunakan teknik purposif, dimana kebutuhan informasi dan data yang diinginkan telah ditetapkan sebelumnya oleh peneliti serta dipandang sesuai dengan kebutuhan penelitian.

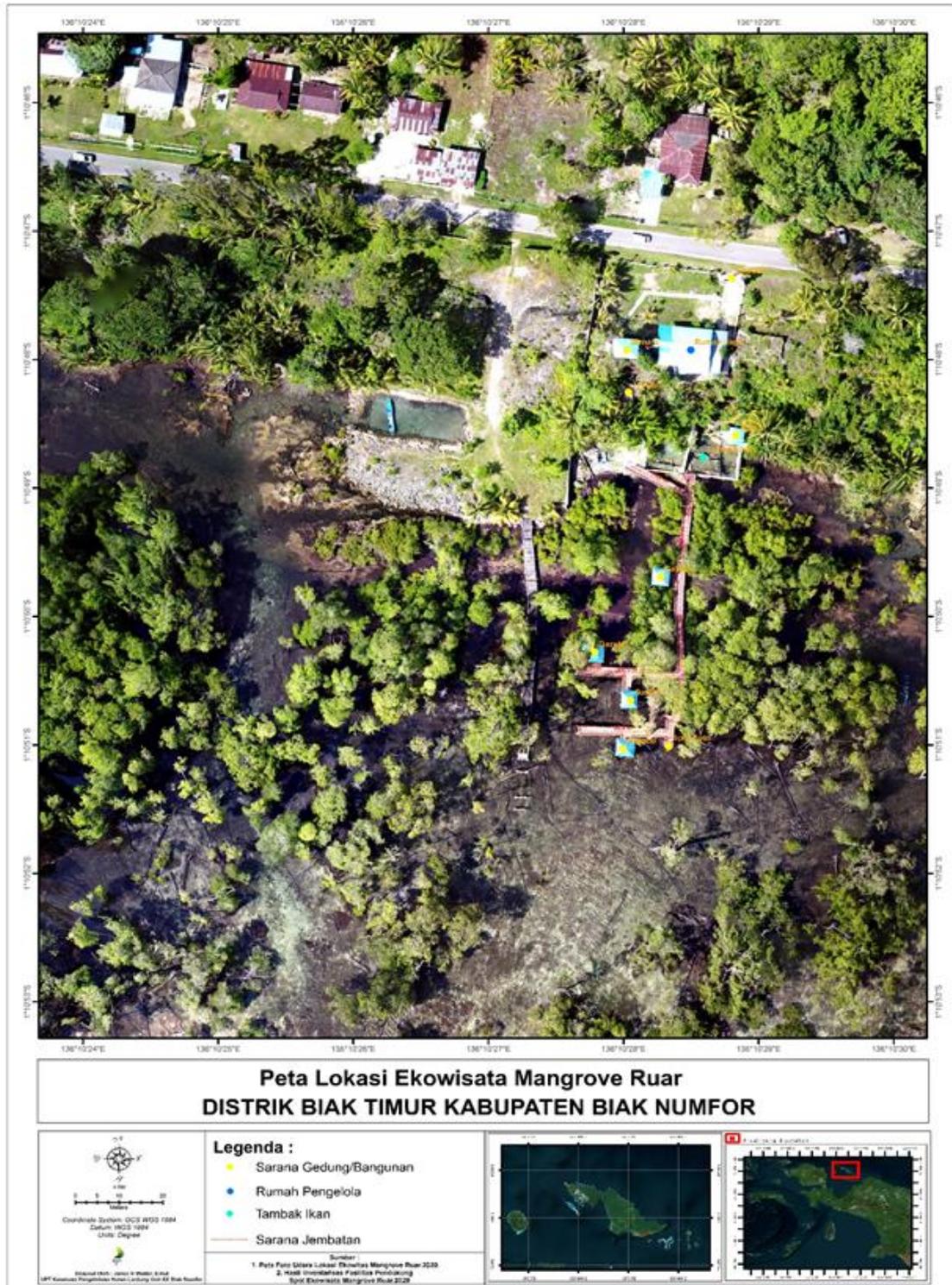
Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah:

1. Penilaian tinggi rendahnya persepsi masyarakat Kampung Ruar Distrik Biak Timur Kabupaten Biak Numfor terhadap pelaksanaan Pengembangan Kawasan Hutan Mangrove untuk tujuan ekowisata,
2. Faktor-faktor yang mempengaruhi persepsi masyarakat di Kampung Ruar Distrik Biak Timur Kabupaten Biak Numfor terhadap pelaksanaan Pengembangan Kawasan Hutan Mangrove untuk tujuan Ekowisata

3. Faktor-faktor yang mempengaruhi sikap masyarakat di Kampung Ruar Distrik Biak Timur Kabupaten Biak

Numfor terhadap pelaksanaan Pengembangan Kawasan Hutan Mangrove untuk tujuan Ekowisata.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Analisis Data

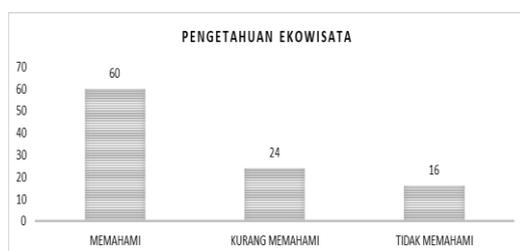
Analisis data Persepsi dan sikap Masyarakat di Kampung Ruar Distrik Biak Timur terhadap pengembangan ekowisata mangrove yang dikumpulkan akan dianalisis secara deskriptif. Selanjutnya untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi persepsi dan sikap masyarakat menggunakan analisis regresi dengan SPSS. Kemudian hasil analisis regresi persepsi dan sikap dilanjutkan dengan uji F dan Uji t. Uji F dipergunakan untuk melihat pengaruh variable bebas secara bersama-sama terhadap variabel tidak bebas. Sedangkan untuk melihat pengaruh variabel bebas terhadap variabel tidak bebas secara sendiri-sendiri dipergunakan uji t.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persepsi masyarakat lokal terhadap pengembangan hutan mangrove sebagai kawasan ekowisata di Kampung Ruar Distrik Biak Timur Kabupaten Biak Numfor berdasarkan distribusi jawaban responden pada kuisioner, berdasarakan penentuan bobot nilai atau skor sesuai dengan kategori jawaban.

Pengetahuan Masyarakat tentang Ekowisata Mangrove

Secara umum persepsi masyarakat lokal Kampung Ruar terhadap pengembangan Kawasan hutan mangrove untuk ekowisata seperti tercantum pada Gambar 2.



Gambar 2. Persepsi Masyarakat terhadap Pengetahuan Ekowisata Mangrove

Pengetahuan Masyarakat dibutuhkan dalam pelaksanaan program dimana sosialisasi dan pendampingan dibutuhkan untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat. Persepsi Masyarakat terhadap Pengetahuan Ekowisata Mangrove Berdasarkan gambar 2, persepsi masyarakat lokal terhadap pengetahuan ekowisata 60% responden memahami manfaat hutan mangrove pengembangan ekowisata serta pembinaan dan dukungan kepada masyarakat. Sedangkan 24 % kurang memahami dan 16% tidak memahami. Hal ini dikarenakan masyarakat belum mendapat pembinaan dan dukungan yang intensif dari instansi teknis. Saat ini, pendampingan serta pembinaan yang diberikan kepada masyarakat masih ber Persepsi Masyarakat terhadap Pengetahuan Ekowisata Mangrove Berdasarkan gambar 2, persepsi masyarakat lokal terhadap pengetahuan ekowisata 60% responden memahami manfaat hutan mangrove pengembangan ekowisata serta pembinaan dan dukungan kepada masyarakat. Sedangkan 24% kurang memahami dan 16% tidak memahami. sifat insidental. Penyuluhan dan Pembinaan kepada masyarakat merupakan aspek penting dalam peningkatan pengetahuan masyarakat dalam memahami suatu permasalahan. Mengumpulkan informasi pengetahuan ekologi lokal adalah pendekatan yang berguna untuk memahami interaksi dari sistem sosial-ekologis yang kompleks (Naah and Guroh, 2017). Apriyanti (2011) dalam Maruf *et al*, (2018) menyatakan bahwa pengetahuan dan persepsi masyarakat yang benar mengenai ekowisata mangrove diperlukan dalam rangka membangun sikap yang positif untuk keberlanjutan pengembangan ekowisata dimaksud.

Pemahaman Masyarakat mengenai pemanfaatan sumber daya hutan

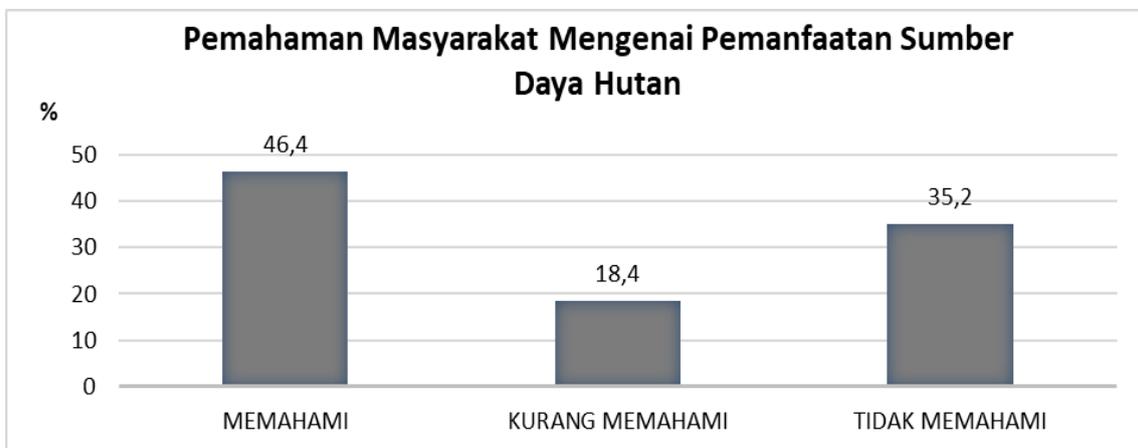
Secara umum persepsi masyarakat lokal Kampung Ruar terhadap pemahaman mengenai pemanfaatan sumber daya hutan ekowisata seperti tercantum pada Gambar 3.

Pemahaman masyarakat terhadap manfaat Kawasan hutan mangrove berpengaruh terhadap tingkat partisipasi. Pemahaman Masyarakat mengenai pemanfaatan hutan mangrove berdasarkan gambar 3, pemahaman masyarakat lokal di Kampung Ruar 46.4% responden memahami pemanfaatan hutan mangrove. Sedangkan 18.4% kurang memahami dan 35,2% tidak memahami. Hal ini dikarenakan masyarakat lebih menjunjung tinggi hak ulayat sehingga ragu-ragu dalam menjawab manfaat hutan mangrove dalam arti sesungguhnya. Klooster (2002) bahwa intensifikasi pemanfaatan sumberdaya hutan termasuk hutan secara sosial lingkungan dilakukan

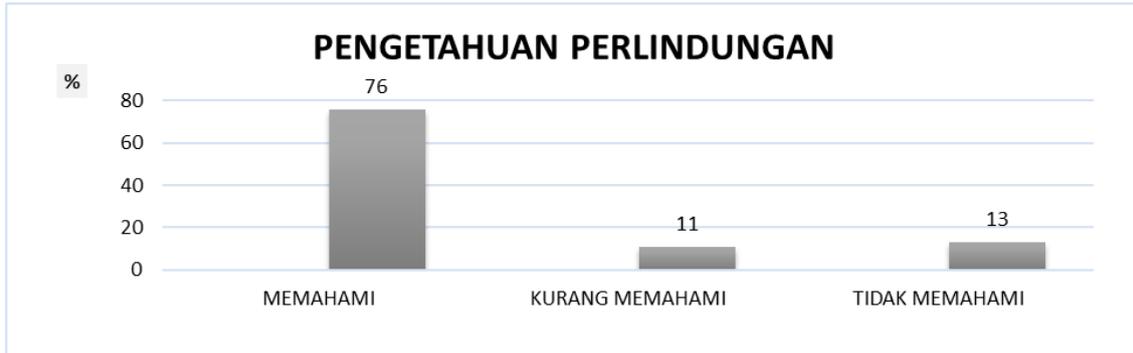
secara berkelanjutan oleh masyarakat lokal. Sekali lagi bahwa kegiatan sosialisasi, penyuluhan dan pembinaan kepada masyarakat perlu dilakukan secara kontinu sehingga memberikan pemahaman yang benar kepada masyarakat. Persepsi masyarakat yang baik juga didukung oleh penilaian dan pengetahuan masyarakat mengenai manfaat Kawasan. kajian kebijakan terhadap pemanfaatan hasil hutan secara langsung dikatakan sebagai kunci bagi pengembangan masyarakat lokal saat ini (Bhattacharya dan Basnyat, 2003; Maryudi dkk., 2012).

Pengetahuan masyarakat terhadap kerusakan hutan dan aspek perlindungan hutan

Secara umum persepsi masyarakat lokal Kampung Ruar terhadap pemahaman mengenai pemanfaatan sumber daya hutan ekowisata seperti tercantum pada Gambar 4.



Gambar 3. Pemahaman Masyarakat mengenai Pemanfaatan Sumber Daya Hutan



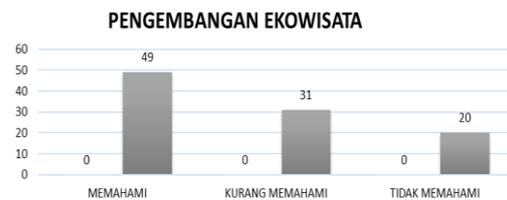
Gambar 4. Pengetahuan Masyarakat mengenai Kerusakan dan Aspek Perlindungan

Pengetahuan Masyarakat mengenai Kerusakan dan Aspek Perlindungan berdasarkan gambar 4, menunjukkan bahwa 76% memahami tentang kerusakan dan upaya perlindungan. Sedangkan 11% pemahaman masyarakat lokal di Kampung Ruar kurang memahami dan 13% tidak memahami. Dengan demikian Sebagian besar masyarakat memahami hal sangat membantu dalam hal pelestarian Kawasan hutan serta upaya perlindungan terhadap Kawasan tersebut dalam mendukung pengembangan ekowisata di Kampung Ruar Distrik Biak Timur. Dalam pemahaman ini interaksi tersebut bersifat proses kreatif, yang perlu dipahami terutama berasal dari manusia terhadap ekosistemnya sebagai faktor determinan yang dalam proses perkembangannya sangat rentan terhadap perubahan suatu kebudayaan (Mansoben, 1995).

Persepsi Masyarakat terhadap Pengembangan Ekowisata Mangrove

Secara umum persepsi masyarakat lokal Kampung Ruar terhadap Pengembangan ekowisata mangrove seperti tercantum pada Gambar 5. Terlihat bahwa 51% kurang hingga tidak memahami kegiatan pengembangan ekowisata mangrove ini. Hal ini disebabkan bahwa pengelola ekowisata ini dalam

pembentukan organisasi masih bersifat kelompok dengan mempertimbangkan hak ulayat sehingga sebagian responden tidak terlibat dan merasakan dampak ekonomi dan ekologi dari kegiatan ini.



Gambar 5. Persepsi Masyarakat terhadap Pengembangan Ekowisata Mangrove

Berdasarkan Hasil Penelitian diperoleh bahwa Persepsi dan sikap Masyarakat di Kampung Ruar Distrik Biak Timur terhadap pengembangan ekowisata mangrove pengetahuan masyarakat tentang ekowisata mangrove 60%, pengetahuan masyarakat tentang sumber daya hutan 58%, pengetahuan masyarakat terhadap kerusakan hutan dan aspek perlindungan hutan 76% dan persepsi masyarakat terhadap pengembangan ekowisata mangrove 49%. Hal ini dapat dilihat secara terinci pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase Persepsi Masyarakat terhadap Pemanfaatan Hutan Mangrove sebagai Kawasan ekowisata di Kampung Ruar Distrik Biak Timur Kabupaten Biak Numfor.

No	Kategori Persepsi Masyarakat	Memahami/ Setuju	Kurang memahami/ Ragu-ragu	Tidak memahami/ Tidaksetuju
1.	Pengetahuan Masyarakat tentang Ekowisata Mangrove	60 %	24%	16%
2.	Pengetahuan Masyarakat mengenai sumber daya hutan	58%	23%	44%
3.	Pengetahuan masyarakat terhadap kerusakan hutan dan aspek perlindungan hutan	76%	11%	13%
4	Persepsi Masyarakat terhadap Pengembangan Ekowisata Mangrove	49%	31%	20%

Persepsi dan sikap adalah proses penginderaan dan penafsiran rangsangan suatu obyek atau peristiwa yang diinformasikan, sehingga responden dapat memandang, mengartikan, dan menginterpretasikan rangsangan yang diterimanya sesuai dengan keadaan dirinya dan lingkungan dimana ia berada, sehingga ia dapat menentukan tindakannya (Amar Maruf et al, 2018). Persepsi seseorang terhadap suatu obyek akan positif apabila sesuai dengan kebutuhannya, sebaliknya akan negatif apabila bertentangan dengan kebutuhan orang tersebut.

Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Persepsi Masyarakat Terhadap Pengembangan Ekowisata Mangrove

Faktor-faktor yang mempengaruhi persepsi masyarakat di Kampung Ruar Distrik Biak Timur Kabupaten Biak Numfor terhadap pelaksanaan Pengembangan Kawasan Hutan Mangrove untuk tujuan Ekowisata yang terdiri dari: umur, pendidikan formal, pendidikan informal, jumlah tanggungan, luas lahan usaha, pendapatan, ketersediaan informasi, pembinaan teknis kepada masyarakat dan Intensitas Penyuluhan Kehutanan

Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi persepsi masyarakat dianalisis menggunakan analisis regresi menggunakan SPSS sebagai berikut:

Hasil Analisis Regresi Faktor-Faktor yang mempengaruhi Persepsi Masyarakat Lokal di Kampung Ruar Distrik Biak Timur dalam rangka Pengembangan Ekowisata Mangrove diperoleh Persamaan Regresi sebagai berikut:

$$Y + 1.164 - 0,098X_1 + 2,663X_2 + 1,227X_3 + 0,783X_4 + 0,634X_5 + 0,114X_6 + 0,527X_7 - 2,260X_8 + 1,073X_9 + e$$

Hasil Analisis Regresi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Regresi Faktor-Faktor yang mempengaruhi Persepsi Masyarakat Lokal di Kampung Ruar Distrik Biak Timur

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	221.774	9	24.642	1.274	.326 ^b
	Residual	290.226	15	19.348		
	Total	512.000	24			

- a. Dependent Variable: Persepsi Masyarakat
 b. Predictors: (Constant), Penyuluhan, Jumlah Tanggungan, Informasi, Umur, Pendapatan, Pendidikan Formal, Pembinaan, Luas Lahan Usaha, Pendidikan Informal

Tabel 3. Hasil Uji t Faktor-Faktor yang mempengaruhi Persepsi Masyarakat Lokal di Kampung Ruar Distrik Biak Timur

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.164	18.973		.061	.952
	Umur	-.098	1.373	-.017	-.071	.944
	Pendidikan Formal	2.663	1.109	.606	2.401	.030
	Pendidikan Informal	1.227	2.819	.147	.435	.670
	Jumlah Tanggungan	.783	1.716	.115	.456	.655
	Luas Lahan Usaha	.634	1.891	.093	.335	.742
	Pendapatan	.114	1.510	.020	.076	.941
	Informasi	.527	3.909	.032	.135	.895
	Pembinaan	-2.260	3.925	-.183	-.576	.573
	Penyuluhan	1.073	2.212	.146	.485	.635

- a. Dependent Variable: Persepsi Masyarakat

Kemudian hasil analisis regresi di atas dilanjutkan dengan uji t untuk melihat pengaruh masing-masing variable bebas terhadap variable bebas. Hasil uji t sebagai berikut: Menurut Sujarweni (2014) jika $t_{hit} > t_{tabel}$ maka variable independent (x) secara parsial berpengaruh terhadap variable dependent (Y). untuk mendapatkan t tabel digunakan rumus $t_{tabel} = \alpha/2; n-k-1$ sehingga diperoleh $t_{tabel} = 2.231$. dengan demikian kesimpulan yang

diperoleh bahwa secara parsial variable yang berpengaruh terhadap persepsi masyarakat adalah Pendidikan Formal dimana $t_{hit} (2,401) > t_{tabel} (2,231)$

Untuk melihat pengaruh variable bebas secara simultan maka dilakukan uji F terhadap variabel tidak bebas. Menurut Imam Ghozali (2011, 101) jika nilai $sig < 0,05$ maka artinya variable indenpenden X secara simuktan berpengaruh terhadap variable dependent (Y). nilai sig pada tabel

Anova = 0,326 artinya lebih besar dari 0.05 sehingga secara simultan tidak berpengaruh terhadap persepsi masyarakat. Menurut T. Wiratna sujarweni (2014, 154) jika $F_{hit} > F_{table}$ maka variable independent (x) secara simultan berpengaruh terhadap variable dependent (Y). $F_{Hit} (1,274 < 2,131)$ F_{tabel} sehingga disimpulkan bahwa secara simultan Faktor-Faktor tersebut tidak berpengaruh terhadap persepsi masyarakat. Hal yang sama dijumpai pada penelitian (Waliki, Tjolli and Warami, 2020) yang menunjukkan bahwa variabel Pendidikan Formal, Arahan Tokoh Masyarakat, Sarana Prasarana dan Pengetahuan secara bersama-sama berpengaruh terhadap Perilaku Masyarakat.

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Sikap Masyarakat Terhadap Pengembangan Ekowisata Mangrove

Koentjaraningrat (1990), mengatakan bahwa sebageaian besar masyarakat lokal mengenai apa yang dianggap penting dan berharga, tetapi juga mengenai apa yang dianggap remeh dan tidak berharga secara internal berdasarkan sistem sosialnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi persepsi masyarakat di Kampung Ruar Distrik Biak Timur Kabupaten Biak Numfor terhadap pelaksanaan Pengembangan Kawasan Hutan Mangrove untuk tujuan Ekowisata terdiri dari: Manfaat, Kesempatan Berusaha, Jenis Usaha,

Hak Ulayat, Hak dan kewajiban, Kelembagaan, Sosialisasi, Tenaga pendamping dan dukungan Pemerintah. Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi persepsi masyarakat dianalisis menggunakan analisis regresi menggunakan SPSS.

Hasil Analisis Regresi Faktor-Faktor yang mempengaruhi Persepsi Masyarakat Lokal di Kampung Ruar Distrik Biak Timur dalam rangka Pengembangan Ekowisata Mangrove diperoleh Persamaan Regresi sebagai berikut:

$$Y = 4,615 + 0,235X_1 + 0,434X_2 - 0,020X_3 - 0,079X_4 + 0,175X_5 - 0,099X_6 + 1,645X_7 - 0,213X_8 + 0,977X_9 + e$$

Hasil analisis regresi diatas dilanjutkan dengan uji t untuk melihat pengaruh masing-masing variable bebas terhadap variable bebas. Hasil uji t sebagai berikut: Menurut Wiratna Sujarweni (2014, 155) jika $t_{hit} > t_{table}$ maka variable independent (x) secara parsial berpengaruh terhadap variable dependent (Y). untuk mendapatkan t tabel digunakan rumus $t_{tabel} = \alpha/2; n-k-1$ sehingga diperoleh $t_{tabel} = 2.231$. dengan demikian kesimpulan yang diperoleh bahwa secara parsial variable yang berpengaruh terhadap sikap masyarakat adalah Sosialisasi dan Dukungan Pemerintah dimana $t_{hit} > t_{tab}$.

Tabel 4. Hasil Analisis Regresi Faktor-Faktor yang mempengaruhi Sikap Masyarakat Lokal di Kampung Ruar Distrik Biak Timur

ANOVA ^a						
	Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	253.321	9	28.147	32.680	.000 ^b
	Residual	12.919	15	.861		
	Total	266.240	24			

a. Dependent Variable: Sikap Masyarakat
 b. Predictors: (Constant), Dukungan, Kelembagaan, Sosialisasi, Tenaga Pedamping, Jenis Usaha, Manfaat, Kesempatan Beusaha, Hak Ulayat, Hak dan Kewajiban

Tabel 5. Hasil Uji t Faktor-Faktor yang mempengaruhi Persepsi Masyarakat Lokal di Kampung Ruar Distrik Biak Timur

Model		Coefficients ^a				
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	4.615	1.037		4.450	.000
	Manfaat	.235	.192	.104	1.229	.238
	Kesempatan Berusaha	.434	.204	.170	2.126	.051
	Jenis Usaha	-.020	.132	-.011	-.148	.884
	Hak Ulayat	-.079	.146	-.042	-.543	.595
	Hak dan Kewajiban	.175	.163	.096	1.075	.299
	Kelembagaan	-.099	.181	-.050	-.544	.594
	Sosialisasi	1.645	.177	.645	9.273	.000
	Tenaga Pedamping	-.213	.157	-.105	-1.358	.195
	Dukungan	.977	.127	.517	7.710	.000

a. Dependent Variable: Sikap Masyarakat

Untuk melihat pengaruh variable bebas secara simultan maka dilakukan uji F terhadap variabel tidak bebas. Menurut Imam Ghozali (2011, 101) jika nilai sig < 0,05 maka artinya variable independen X secara simultan berpengaruh terhadap variable dependent (Y). nilai sig pada tabel Anova = 0,000 artinya lebih kecil dari 0.05 sehingga secara simultan berpengaruh terhadap sikap masyarakat. Menurut Wiratna sujarweni (2014, 154) jika $F_{hit} > F_{table}$ maka variable independent (x) secara simultan berpengaruh terhadap variable dependent (Y). $F_{Hit} (32,680 > 2,131)$ F_{table} sehingga disimpulkan bahwa secara simultan Faktor-Faktor tersebut berpengaruh terhadap sikap masyarakat. Perilaku timbul sebagai wujud reaksi mental psikologis yang terangsang oleh keadaan lingkungan. Dukungan terhadap pengelolaan ekowisata dapat berperan sebagai salah satu cara untuk menyelesaikan konflik ketidakpastian akses terhadap kawasan (Pratiwi, 2008;

Karsudi, Soekmadi and Kartodihardjo, 2010).

Analisis SWOT

SWOT adalah singkatan dari lingkungan *Internal Strengths* dan *Weakness* serta lingkungan *eksternal Opportunities* dan *Threats*. Matriks SWOT dapat menggambarkan secara jelas bagaimana peluang dan ancaman eksternal yang dihadapi dapat disesuaikan dengan kekuatan dan kelemahan yang dimilikinya.

Ekowisata mangrove Kampung Ruar memiliki luas wilayah sekitar ± 1 Ha dan mempunyai jarak dari kota Biak sejauh 12 km dari pusat kota dengan aksesibilitas yang sangat baik. Jarak tempuh kendaraan roda 2 maupun roda 4 kurang lebih 15 menit. Lokasi ekowisata ini termasuk dalam kawasan mangrove Kampung Ruar Distrik Biak Timur dan Kampung Paray Distrik Biak Kota.

Pengembangan Kawasan Ekowisata di Kampung Ruar Distrik Biak Timur dilaksanakan sejak Tahun 2019 oleh

Pemerintah Provinsi Papua melalui Dinas Kehutanan Provinsi Papua. Pengembangan Kawasan ini bertujuan sebagai salah alternatif kunjungan wisata masyarakat Biak selain Taman Burung dan Taman Anggrek yang berada pada lokasi yang sama dalam sebagai satu paket wisata.

Dinas Kehutanan Provinsi Papua dalam mendukung pengembangan Kawasan ekowisata mangrove ini dengan membangun tracking, gazebo tempat bersantai, Menara pengamatan, gapura dan toilet serta spot foto.

Analisis Strategi Faktor Internal dan Eksternal

Faktor strategi internal pengembangan ekowisata mangrove di Kampung Ruar Distrik Biak Timur.

Penentuan skor faktor faktor internal berdasarkan perkalian bobot dengan rating. Penentuan skor dari faktor strategi internal strategi pengelolaan untuk pengembangan ekowisata mangrove Kampung Ruar tersaji pada Tabel 6. Penentuan skor faktor faktor eksternal berdasarkan perkalian bobot dengan rating. Penentuan skor dari faktor strategi eksternal strategi pengelolaan untuk pengembangan ekowisata mangrove Kampung Ruar tersaji pada Tabel 7.

Tabel 6. Matriks Faktor-Faktor Internal Ekowisata Mangrove Kampung Ruar

No.	Faktor-faktor Internal	Tingkat Signifikan	Bobot	Rating	Skor
	Kekuatan				
1	Budaya	3	0.15	4	0.60
2	Aksesibilitas	3	0.15	4	0.60
3	Manfaat Mangrove	2	0.10	3	0.30
4	Dukungan Masyarakat	3	0.15	3	0.45
			0.55		1.95
	Kelemahan				
1	Hak Ulayat	2.5	0.13	2	0.25
2	Kurangnya Pemahaman Masyarakat	2.5	0.13	2	0.25
3	Organisasi Pengelola	2	0.10	2	0.20
4	Pengetahuan tentang ekowisata	2	0.10	2	0.20
		20	0.45		0.90
			1.00		2.85

Tabel 7. Matriks Faktor-Faktor Eksternal Ekowisata Mangrove Kampung Ruar

No	Faktor-faktor Eksternal	Tingkat Signifikan	Bobot	Rating	Skor
	Peluang				
1	Dekat dengan TBTA	3	0.16	4	0.63
2	Dukungan Pemerintah	3	0.16	3	0.47
3	Banyaknya Kunjungan Wisata	3	0.16	3	0.47
4	Aksesibilitas	3	0.16	3	0.47
			0.63		2.05

Lanjutan Tabel 7.

No	Faktor-faktor Eksternal	Tingkat Signifikan	Bobot	Rating	Skor
	Ancaman				
1	Abrasi Pantai	3	0.16	4	0.63
2	Pemngambilan Kayu Bakar	2	0.11	1	0.11
3	Sengketa Kepemilikan Lahan	2	0.11	2	0.21
		19	0.37		0.95
			1.00		3.00

Tabel 8 Matriks SWOT Strategi Pengelolaan

IFAS EFAS	STRENGTHS (S) 1. Budaya 2. Aksesibilitas 3. Manfaat Mangrove 4. Dukungan Masyarakat	WEAKNESS (W) 1. Hak Ulayat 2. Kurang Pemahaman Masyarakat 3. Organisasi Pengelola 4. Kurangnya Pengetahuan Ekowisata
	OPPORTUNITES (O) 1. Dekat TBTA Biak 2. Dukungan Pemerintah 3. Banyaknya Kunjungan 4. Aksesibilitas	Strategi S-O Pengembangan Paket Wisata antara Ekowisata Mangrove dan TBTA Biak
THREATS (T) 1. Abrasi Pantai 2. Pengambilan kayu Bakar 3. Sengketa Kepemilikan Lahan	Strategi S-T Rehabilitasi Mangrove dan Pemberdayaan Masyarakat	Strategi W-T Pendampingan dan Pelibatan masyarakat dalam Pengelolaan secara umum Masyarakat

Tabel 9. Perangkingan Strategi Pengelolaan Berdasarkan Matriks SWOT.

No	Alternatif Strategi	Keterkaitan	Nilai	Rangking
	Strategi S-O			
1	Pengembangan Paket Wisata antara Ekowisata Mangrove dan TBTA Biak	S1 S2 S3 S4 O1 O2 O3 O4	1,95 2,05	I
	Strategi W-O			
2	Meningkatkan Pengetahuan dan Pemberdayaan Masyarakat	W1 W2 W3 W4 O1 O2 O3 O4	0.90 2.05	II
	Strategi S-T			
3	Rehabilitasi Mangrove dan Pemberdayaan Masyarakat	S1 S2 S3 S4 T1 T2 T3	1.95 0.95	III
	Strategi W-T			
4	Pendampingan dan Pelibatan masyarakat lokal dalam Pengelolaan	W1 W2 W3 W4 T1 T2 T3	0.90 0.95	IV

Prioritas dari strategi yang dihasilkan dengan memperhatikan faktor-faktor yang saling terkait. Rangking akan ditentukan berdasarkan urutan jumlah skor terbesar sampai terkecil.

Berdasarkan analisis yang mempertimbangkan kepentingan faktor-faktor eksternal dan internal serta keterkaitan antar faktor-faktornya (analisa SWOT) maka diperoleh 4 alternatif strategi kegiatan ekowisata

mangrove Kampung Ruar Distrik Biak Timur Kabupaten Biak Numfor di Kampung Ruar sebagai berikut:

1. Pengembangan Paket Wisata antara Ekowisata Mangrove dan TBTA Biak. Pengembangan Paket Wisata antara Ekowisata Mangrove dan Taman Burung dan Taman Anggrek Biak (TBTA) sebagai salah satu diharapkan dapat memberikan dampak positif dalam membangun pariwisata di Kabupaten Biak Numfor secara khusus kunjungan ke obyek wisata efektif dan efisien. Untuk maksud tersebut perlunya pembinaan dari instansi teknis seperti Dinas Pariwisata bekerja sama dengan instansi Dinas Kehutanan dan Lingkungan Hidup serta pengelola Ekowisata dan TBTA Biak. Hal ini akan tercapai manakala direncanakan dengan baik akan selain memberikan manfaat estetika juga dapat menjadi obyek Pendidikan dan pengetahuan bagi pelajar dan mahasiswa melalui paket cinta lingkungan. Dampak dari paket wisata ini dapat memberikan kontribusi ekonomi bagi masyarakat lokal dan perlindungan terhadap ekosistem mangrove yang ada di sekitarnya dari kerusakan.
2. Meningkatkan Pengetahuan dan Pemberdayaan Masyarakat. Meningkatkan partisipasi dan pemberdayaan masyarakat. Konsep pengembangan ekowisata salah satunya adalah bertujuan untuk meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan, sehingga dapat bermanfaat untuk ekonomi masyarakat setempat. Adanya program-program pemberdayaan masyarakat yang ada sudah sepatutnya makin dikembangkan dan semakin diaktifkan. Masyarakat lokal sebenarnya bukanlah hambatan bagi pengembangan Ekowisata, karena peran mereka seharusnya tidak terpisahkan dalam program-program wisata. Pengelolaan berbasis masyarakat ini merupakan salah satu pendekatan pengelolaan alam yang meletakkan pengetahuan dan kesadaran lingkungan masyarakat lokal sebagai dasar pengelolaannya.
3. Rehabilitasi Mangrove dan Pemberdayaan Masyarakat. Hutan mangrove memiliki berbagai macam fungsi fisik, ekologi, ekonomi dan sosial-budaya. Fungsi fisik diantaranya sebagai stabilisator wilayah pesisir, perlindungan garis pantai, serta menjaga stabilitas sedimen. Fungsi ekologi adalah sebagai penyedia nutrisi, tempat pemijahan (spawning ground), tempat pengasuhan (nursery ground) dan tempat mencari makan (feeding ground) bagi fauna yang berasosiasi di dalamnya. Fungsi ekonomi ekosistem mangrove adalah sebagai mata pencaharian masyarakat sekitar; sedangkan fungsi sosial-budaya sosial hutan mangrove adalah memungkinkannya sebagai tujuan wisata serta sebagai kawasan pengembangan budaya, konservasi, dan pendidikan. Oleh karena itu perlu adanya kegiatan pemberdayaan masyarakat untuk dalam pemanfaatan potensi tersebut sehingga membangun kesadaran untuk memperbaiki dan melindungi Kawasan ekosistem mangrove. Perlu adanya dukungan pemerintah dalam memelihara serta merehabilitasi Kawasan yang telah mengalami kerusakan melalui peran serta masyarakat lokal serta pendampingan yang intensif.
4. Pendampingan dan Pelibatan masyarakat lokal dalam Pengelolaan. Pendampingan dan Pelibatan masyarakat dalam kegiatan ini adalah bagaimana dilakukan pembinaan dan peningkatan pengetahuan masyarakat lokal mendapat dampak dan manfaat dari kegiatan ekowisata ini meningkatkan kondisi sosial dan ekonomi masyarakat.

rakat sekitarnya. Selain itu, kegiatan ekowisata ini sekaligus memberikan informasi lingkungan yang diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan dan kesadaran masyarakat dalam mencintai alam.

KESIMPULAN

Persepsi Masyarakat Lokal terhadap Pengetahuan Ekowisata Mangrove 60% responden memahami manfaat hutan mangrove bagi pengembangan ekowisata serta pembinaan dan dukungan kepada masyarakat. Sedangkan 24% kurang memahami dan 16% tidak memahami. Analisis Regresi dan Uji t terhadap variable yang berpengaruh terhadap persepsi masyarakat adalah variable Pendidikan Formal dimana $t_{hit} (2,401) > t_{tab} (2,231)$. Sedangkan secara simultan atau bersama-sama $F_{Hit} (1,274 < 2,131)$ F tabel sehingga disimpulkan bahwa variable yang berpengaruh terhadap sikap masyarakat adalah Sosialisasi dan Dukungan Pemerintah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrian, H., Hadi, S. and Nurisjah, S. (2016) 'Perencanaan Lanskap Kawasan Wisata Berkelanjutan Di Kecamatan Cisarua, Kabupaten Bogor', *Jurnal Lanskap Indonesia*, 8(2), pp. 53–69. doi: 10.29244/jli.2016.8.2.53-69.
- Albuquerque, U. P. *et al.* (2018) 'Humans as niche constructors: Revisiting the concept of chronic anthropogenic disturbances in ecology', *Perspectives in Ecology and Conservation*, 16(1), pp. 1–11. doi: 10.1016/j.pecon.2017.08.006.
- Dinas Kehutanan Provinsi Papua, 2018, Data Statistik Dinas Kehutanan Provinsi Papua Tahun 2017
- Dewi Indah Novita, San Afri Awang, Wahyu Andayani dan Priyono Suryanto, (2017) Pengembangan Ekowisata Kawasan Hutan Dengan Skema Hutan Kemasyarakatan Di Daerah Istimewa Yogyakarta. (Development Of Forest Area Ecotourism With Community Forest Scheme In Daerah Istimewa Yogyakarta) *Manusia & Lingkungan*, 2017, 24(2):95-102, DOI:10.22146/jml.38566
- Fatem, S. M. (2019) 'Connecting social forestry to conservation policies in Tanah Papua', *Forest and Society*, 3(1), pp. 141–147. doi: 10.24259/fs.v3i1.5865.
- Imam Ghozali, (2011). Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 19, (Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro, 2011)
- Joa, B., Winkel, G. and Primmer, E. (2018) 'The unknown known – A review of local ecological knowledge in relation to forest biodiversity conservation', *Land Use Policy*. Elsevier, 79(May), pp. 520–530. doi: 10.1016/j.landusepol.2018.09.001.
- Kanel, K. R. and Shrestha, K. (2001) 'Tropical Secondary Forests in Nepal And Their Importance to Local People', 13(4), pp. 691–704.
- Karsudi, Soekmadi, R. and Kartodihardjo, H. (2010). 'Ecotourism Development Strategy in the Yapen Islands, Papua Province', *Manajemen Hutan Tropika*, 16(3), pp. 148–154.
- Kellert, S. R. *et al.* (2000). 'Community Natural Resource Management: Promise, Rhetoric, and Reality School of Forestry and Environmental Studies Yale University New Haven, Connecticut, USA', *Society and Natural Resources*, 13, pp. 705–715.
- Koentjaraningrat, R.M., (1990). Pokok-pokok Antropologi Sosial. PT Dian Rakyat. Jakarta.
- Klooster, D.J., (2002). Toward Adaptive Community Forest Management:

- Integrating Local Forest Knowledge with Scientific Forestry. *Journals Economic Geography*, 78(1):43-70.
- Maruf et al, (2018). Persepsi dan sikap Masyarakat terhadap Pengembangan Ekowisata Mangrove Bungkutoko Kendari. Fakultas Kehutanan dan Ilmu Lingkungan, Universitas Halu Oleo. **Ecogreen** Vol. 4 No. 1, April 2018 Halaman 43 – 51
- Maryudi, A. *et al.* (2012) 'Forest Policy and Economics Back to basics: Considerations in evaluating the outcomes of community forestry', 14, pp. 1–5. doi: 10.1016/j.forpol.2011.07.017.
- Naah, J. B. S. N. and Guuroh, R. T. (2017) 'Factors influencing local ecological knowledge of forage resources: Ethnobotanical evidence from West Africa's savannas', *Journal of Environmental Management*. Elsevier Ltd, 188, pp. 297–307. doi: 10.1016/j.jenvman.2016.11.064.
- Pratiwi S. (2008). Model pengembangan institusi ekowisata untuk penyelesaian konflik di Taman Nasional Gunung Halimun Salak. [disertasi]. Bogor: Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian
- Rumengan et al, (2011). Strategi Pengembangan Ekowisata Di Kelurahan Lemo dan Sarira Kec. Makale Utara Kab. Tana Toraja, Program Studi Pengelolaan Lingkungan Hidup, Universitas Hasanuddin Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin (2011). Email: sel_vcn@yahoo.com
- Ungirwalu, A. *et al.* (2017) 'The ethno-techno-conservation approach in the utilization of Black Fruit (*Haplolobus* sp.) by the Wandamen ethnic of Papua, Indonesia', 18(4), pp. 2085–4722. doi: 10.13057/biodiv/d180408.
- Waliki, Y., Tjolli, I. and Warami, H. (2020) 'Perilaku Masyarakat dalam Mengelola Sampah Rumah Tangga di Distrik Manokwari Timur Kabupaten Manokwari', 3(2), p. 15.
- Wiratna Sujarweni, 2014. SPSS untuk Penelitian, (Yogyakarta: Pustaka Baru Press, 2014).

Kajian kualitas air sungai Somi di hutan pendidikan Tuwanwowi Kampung Somi Distrik Prafi Kabupaten Manokwari

Sergius Wamafma, Nurhaidah Sinaga, Agustinus Murdjoko, Anton Sineri

Program Studi Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Papua, Jalan
Gunung Salju, Amban, Manokwari, Papua Barat, 98314, Indonesia.

*Email: sergius.wamafma@gmail.com

Disubmit: 16 Maret 2021, direvisi: 15 Juni 2021, diterima: 27 Juni 2021

Doi: <https://doi.org/10.30862/cassowary.cs.v4.i2.54>

ABSTRACT: The Somi River in Prafi District is one of the rivers used by residents in Somi Village, Knagbey Village and Yaser Village. Until now there has been no continuous accurate data in the period regarding the quality of the water. The study was conducted to determine the composition and composition parameters Physical parameters Chemical River Water Somi. The results of the comparative descriptive analysis of water quality standards according to PP. No. 82 Tahun 2001 shows that, the value of the composition of physical parameters observed in the Upstream (ASS-1) and Downstream (ASS-2) is not significantly different, as is the composition of the chemical parameters. The level of values for the presence of water physical parameters consisting of temperature, color, odor, taste, TSS, turbidity, DHL, TDS, and the composition of water chemical parameters such as pH, DO, BOD, COD, Total Phosphate, Nitrate (NO₃), Nitrite (NO₂), Sulfate (SO₄), Manganese (Mn), Six-valence Chrome (CrO⁶⁺), Iron (Fe), which were observed at the Downstream and Upstream Points also met the criteria for river water class II which could be used for freshwater fish cultivation, livestock, water to irrigate crops (Agriculture). Local wisdom for the preservation of the surrounding nature needs to be raised and applied considering that the population will continue to increase and increase according to the series of measurements. The attention of the government and related agencies is needed to overcome the acquisition of clean water by utilizing the Somi river water so that in the future forest damage which results in contamination of the Somi river water can be controlled, for this it requires regular and continuous research and observation.

Keywords: Parameters, Physics, Chemistry, Somi River Water, Standard Water Quality

PENDAHULUAN

Air merupakan materi esensial dalam kehidupan, dimana setiap makhluk hidup seperti mikroorganisma, tumbuhan, hewan dan manusia memerlukan air untuk dapat terus berkembang biak dan melaksanakan berbagai aktifitas. Dalam

kehidupan manusia dan lingkungan, air dapat menguntungkan dan juga dapat merugikan jika tidak dikelola secara arif dan bijaksana.

Sebagai salah satu makhluk hidup yang selalu menggunakan air dalam jumlah yang kontinyu, manusia memiliki berbagai alternatif untuk memenuhi

kebutuhan akan air. Air yang diperlukan oleh manusia diperoleh dari berbagai sumber antara lain air hujan, air sungai atau kali, air danau, mata air, sumur atau air bawah tanah atau membeli dari perusahaan penyedia air bersih. Perolehan air dari sumber-sumber tersebut mengharuskan manusia atau masyarakat mengeluarkan biaya yang cukup besar.

Manurut Widiyanti (2004), tidak satupun makhluk hidup di dunia ini yang tidak memerlukan dan tidak mengandung air. Sel hidup, baik tumbuhan maupun hewan, sebagian besar tersusun oleh air, seperti didalam sel tumbuhan terkandung lebih dari 75%, didalam sel hewan terkandung lebih dari 67%. Dari 40 juta mil kubik air yang berada di permukaan dan di dalam tanah, ternyata tidak lebih dari 0,5% (0,2 juta mil kubik) yang secara langsung dapat digunakan untuk kepentingan manusia. Sekitar 97% dari sumber air tersebut terdiri dari air laut, 2,5% berbentuk salju abadi dan es yang dalam keadaan mencair baru dapat digunakan.

Salah satu sumber penyedia air tawar untuk kebutuhan masyarakat adalah sungai atau kali atau bengawan adalah aliran air besar dan memanjang yang mengalir secara terus menerus dari hulu (sumber) menuju hilir (muara). Air dalam sungai umumnya terkumpul dari presipitasi seperti hujan dan embun, mata air, limpasan air bawah tanah serta lelehan es atau salju. Ada sungai yang terletak di bawah tanah yang disebut "underground river", ada sungai yang mengalir meresap ke dalam tanah sebelum menemukan badan air lainnya. Sungai terdiri dari beberapa bagian, bermula dari mata air yang mengalir ke anak sungai, beberapa anak sungai akan bergabung untuk membentuk sungai utama. Aliran air sungai biasanya berbatasan dengan saluran dengan dasar dan tebing disebelah kiri dan kanan.

Kali atau Sungai Somi yang mengalir ditengah hutan Pendidikan Tuwanwowi berada di kampung Somi Distrik Prafi, memiliki beberapa sumber mata air yang mengalir dan bergabung menjadi satu badan sungai. Sungai Somi telah lama dikenal, digunakan dan dimanfaatkan oleh masyarakat kampung Somi dan masyarakat sekitar yang bekerja di perkebunan kelapa Sawit dilembah Somi di hutan Tuwanwowi untuk berbagai kepentingan. Air sungai Somi, merupakan salah satu sumber penyedia air bersih yang perlu untuk diperhatikan, karena mudah mendapat pencemaran dan pengotoran yang berasal dari luar terutama bila dekat dengan sumber pencemar seperti limbah produksi pertanian dan limbah peternakan, yang akan mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas air baik secara kimiawi, maupun secara fisika.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui komposisi parameter fisika dan parameter kimia yang merupakan indikator utama status kualitas air sungai Somi, sehingga dapat menentukan langkah-langkah konservasi untuk kepentingan masyarakat kampung Somi, kampung Kangbey dan kampung Yaser di masa mendatang.

MATERI DAN METODE

Tempat penelitian dan tempat pengambilan sampel untuk pengujian sampel yaitu di sungai Somi dan laboratorium Lingkungan Hidup Universitas Papua. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September – Oktober 2020.

Alat yang digunakan untuk menunjang jalannya pelaksanaan penelitian secara insitu meliputi, pH Meter digunakan untuk mengukur status asam – basa (pH) air sungai, Thermometer dipakai untuk mengukur suhu air sungai yang dinyatakan dalam satuan derajat Celcius,

Salinometer digunakan untuk mengukur tingkat salinitas/alkalinitas air sungai, ember digunakan untuk menampung air sungai, GPS (Global Stationing System) atau Program Avenza Map digunakan untuk menentukan titik koordinat pengambilan sampel di wilayah penelitian (pembuatan peta wilayah penelitian), Camera/Tustel digunakan untuk mengambil gambar (dokumentasi). Sementara peralatan yang digunakan secara exsitu meliputi, jerigen/botol atau wadah sampel digunakan untuk menampung sampel air, dimana botol sampel diberi label atau kode sesuai dengan titik pengambilan sampel air diamankan dalam Cold Box yang dibawa untuk diperiksa di laboratorium.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, meliputi; kertas pH universal indikator digunakan sebagai pembanding, sampel air sungai Somi, gumpalan es yang dipecahkan dan bahan kimia dengan berbagai konsentrasi dalam jumlah tertentu yang dinyatakan dengan satuan molaritas atau normalitas.

Penelitian ini berpedoman pada metode deskriptif dengan Teknik survey dan panduan SNI 03-7016-2004 (Standar Nasional Indonesia 03-7016-2004) Informasi dan data yang dikumpulkan dari hasil pengamatan, dokumen dan wawancara yang ditentukan secara langsung (spontan). Selanjutnya penentuan tempat aliran air sungai yang dijadikan sebagai lokasi penelitian ditetapkan secara (purposif) baik di wilayah Hilir maupun di wilayah Hulu.

Variabel Penelitian

Ukuran konsep yang dapat diberikan nilai untuk diamati dalam penelitian ini meliputi:

1. Parameter fisika meliputi: a. Temperatur; b. Warna; c. Bau; d. Rasa; e. Kekeruhan; f. Residu terlarut (TDS); g. Daya hantar listrik; h. Padatan tersuspensi (TSS)

2. Parameter kimia meliputi: pH, DO, BOD, COD, Total Fosfat-P, Nitrat (NO_3), Nitrit (NO_2), Ammonia (NH_3), Sulfat (SO_4), Mangan (Mn), Kromium Valensi Enam (Cr^{6+}), dan Besi (Fe).

Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang diinginkan, dilakukan pengelompokan data yaitu data primer (Variabel Utama) dan data sekunder (Variabel Penunjang), untuk data primer diambil secara langsung ketika pengamatan dilapangan yaitu:

1. Pengambilan sampel air Sungai berasal dari 1 lokasi tetapi mempunyai 2 titik dimana titik pertama diambil pada bagian Hulu sementara titik kedua diambil pada bagian Hilir sungai Somi. Sedangkan Teknik pengamatan dan pengambilan sampel dimulai dari titik bagian hilir kemudian bagian hulu, yang diawali dengan penentuan titik koordinat.
2. Pengumpulan data Insitu terkait dengan beberapa variabel yang dapat berubah dengan cepat. Pengambilan sampel air dengan standar perlakuan pengawetan mengacu pada panduan SNI untuk dibawa ke Laboratorium untuk analisis lanjutan.

Data sekunder yang diambil adalah data keadaan umum lokasi penelitian yang berasal dari Kampung Somi dan 2 kampung yang baru dimekarkan yaitu Kampung Knagbey dan Kampung Yaser, yang berhubungan langsung dengan fokus penelitian serta data Kawasan Hutan Pendidikan Tuwanwowi (BBKSDA Papua Barat) dan data hasil penelitian sebelumnya.

Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang dilalui untuk mempermudah pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Persiapan turun ke lapangan dengan mengacu pada jadwal (kalender) kegiatan, penentuan anggota tim peneliti persiapan administrasi (surat izin, dll) perlengkapan alat dan bahan.
2. Survey dan observasi pada Kawasan Hutan Pendidikan Tuwanwowi, wawancara dan pengambilan data sekunder di Kampung Somi.
3. Menentukan titik koordinat pada dua titik pengambilan sampel air yaitu titik hilir dan titik hulu, dilanjutkan dengan pengambilan sampel air.
4. Analisis Insitu atau pengamatan Insitu dilakukan dilokasi penelitian untuk variable yang cepat berubah seperti suhu, pH, warna, bau, dan rasa.
5. Perlakuan sampel exsitu ke laboratorium untuk analisis lanjutan sesuai variable pengamatan.

Analisis Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini dianalisis secara deskriptif komparatif, yaitu membandingkan nilai parameter air sungai Somi hasil pengukuran/pengamatan baik di lapangan (insitu) dan Laboratorium (exsitu) dengan standar baku mutu air bersih dan air minum sesuai peraturan menteri (PP No. 82 Tahun 2001, PP No. 20 Tahun 1990 dan SK Memnteri KLH No. 03 Tahun 1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kualitas Air Sungai Somi

Penentuan tempat pengambilan sampel dilakukan secara purposive, dengan mempertimbangkan aktifitas sosial, mengingat kawasan titik penarikan sampel adalah perkebunan kelapa sawit. Pengambilan sampel dilakukan di bagian hulu (ASS-1) dan bagian hilir (ASS-2) [ASS = Air Sungai Somi] dengan jarak aliran air sungai ±

1,74 Km. Data titik koordinat pengambilan sampel air disajikan pada Tabel 1, sedangkan gambar peta lokasi dapat dilihat pada daftar lampiran.

Tabel 1. Titik koordinat pengambilan sampel air Sungai

No	Titik Koordinat		Objek Pengamatan	Keterangan
	Lintang (S)	Bujur (E)		
1	00°51'55"	133°56'12"	Kualitas Air	Sungai-1 (Hulu)
2	00°51'52"	133°55'55"	Kualitas Air	Sungai-2 (Hilir)

Sumber: Data Primer September, 2020

Penentuan lokasi dilakukan secara purposive dengan pertimbangan bagian hulu tidak ada aktifitas yang berisiko terjadinya pencemaran, begitu pula dengan titik koordinat bagian hilir dimana aliran air sungai melewati wilayah aktifitas perkebunan kelapa sawit yang diduga ada buangan sampah yang berisiko. Sampel air dari kedua lokasi yang sudah dilakukan pengamatan *Insitu* selanjutnya dibawa ke Laboratorium untuk analisis lanjutan sesuai variabel.

Analisis Insitu dan Exsitu

Sampel air sungai Somi yang telah dianalisis secara insitu dan exsitu sesuai parameter kimia dan fisika yang diinginkan sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Data yang disajikan pada tabel 2, merupakan komposisi parameter fisika dan kimia hasil pengamatan di lapangan (insitu) dan hasil pemeriksaan laboratorium (exsitu) titik Hulu (ASS-1) dan titik Hilir (ASS- 2). Komposisi parameter fisika dan kimia, yang diamati secara insitu meliputi; Temperature, Warna, Bau, Rasa dan pH. Sedangkan data yang dianalisis secara exsitu untuk

komposisi parameter fisika meliputi; Padatan Tersuspensi (TSS), Kekeruhan (Turbidity), Daya Hantar Listrik (DHL), Padatan Terlarut (TDS), dan komposisi parameter kimia meliputi; DO, BOD₅, COD, Total Fosfat (P), Nitrat (NO₃), Nitrit (NO₂), Ammonia (NH₃), Sulfat

(SO₄), Mangan (Mn), Kromium Valensi Enam (Cr⁶⁺), Besi (Fe), selanjutnya dilakukan analisis deskriptif komparatif dengan PP. No. 82 Tahun 2001 dan PP. No. 20 Tahun 1990., tentang Pengelolaan kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Tabel 2. Hasil analisis kualitas air sungai Somi.

No	PARAMETER	SATUAN	BAKU MUTU	HASIL	
				ASS - 1	ASS - 2
A	FISIKA				
01	Temperatur	⁰ C	20 - 27 ⁰ C	24 ⁰ C	27 ⁰ C
02	Warna	Unit Pt-Co	5		9
03	Bau	-	Tidak Berbau (5)	Tidak Berbau (5)	Tidak Berbau (5)
04	Rasa	-	Tidak Berasa (10)	Tawar (10)	Tawar (10)
05	Padatan Tersuspensi	mg/L	50	27	14
06	Kekeruhan	NTU	25	12	16
07	Daya Hantar Listrik	μ S/cm	10	21	27
08	Padatan Terlarut (TDS)	mg/L	10	33	26
B	KIMIA				
01	pH	-	6 - 9	7,08	6,71
02	DO	mg/L	6	6,63	7,61
03	BOD	mg/L	2	2,12	1,05
04	COD	mg/L	10	9,16	12,22
05	Total Fosfat-P	mg/L	0,2	0,24	0,20
06	Nitrat NO ₃	mg/L	10	1,2	1,2
07	Nitrit NO ₂	mg/L	0,06	0,006	0,006
08	Ammonia NH ₃	mg/L	0.5	0,03	0,07
09	Sulfat SO ₄	mg/L	400	5	4
10	Mangan Mn	mg/L	1	0,6	0,5
11	Kromium valensi enam, Cr ⁶⁺	mg/L	0,05	0,014	0,009
12	Besi Fe	mg/L	0,3	0,04	0,04

Sumber: Data Primer September, 2020

Komposisi Parameter Fisik Insitu

Data parameter fisik yang disajikan pada Tabel 3, merupakan data insitu yang dapat berubah dengan cepat dimana data parameter tersebut menyatakan kondisi fisik air atau keberadaan bahan yang dapat diamati secara visual atau organoleptik. Parameter yang termasuk dalam parameter fisik insitu antara lain, Temperatur (Suhu), Warna, Bau, Rasa, dibandingkan dengan baku mutu air menurut PP No. 82 Tahun 2001.

Tabel 3. Data parameter fisika analisis insitu

No	PARAMETER	SATUAN	BAKU MUTU	HASIL	
				ASS-1	ASS-2
A FISIKA					
1	Temperatur	°C	Deviasi 3 (25°C)	24°C	27°C
2	Warna	Unit Pt-Co Standar	5	13	9
3	Bau	-	Tidak Berbau (5)	Tidak Berbau (5)	Tidak Berbau (5)
4	Rasa	-	Tidak Berasa (10)	Tawar (10)	Tawar (10)

Sumber: Data Primer September 2020

Keterangan:

ASS – 1 = Titik Sampel Hulu;

ASS – 2 = Titik Sampel Hilir

Tidak Berbau (5); Angka lima sebagai symbol untuk penampilan grafik/ gambar

Tidak Berasa (10); Tawar (10); Angka sepuluh sebagai symbol untuk penampilan grafik.

Hasil analisis deskriptif komparatif terhadap parameter ini menunjukkan bahwa air kali sungai Somi jika dibanding dengan standar baku mutu air menurut PP. No. 82 Tahun 2001 dan PP. No. 20 Tahun 1990, maka parameter ini masuk dalam air kelas I dan air kelas II.

Komposisi Parameter Fisik Exsitu

Sebagaimana disajikan pada tabel 10., komposisi parameter fisika hasil analisis laboratorium dan parameter standar baku mutu air dimana parameter fisik untuk DHL (daya hantar listrik) dan TDS (Total Dissolved Solids) sedikit lebih tinggi dari baku mutu air sementara TSS

dan kekeruhan berada dibawah standar baku mutu.

Tabel 4. Data parameter fisika analisis exsitu

No	PARAMETER	SATUAN	BAKU MUTU	HASIL	
				ASS-1	ASS-2
A FISIKA					
5	Padatan Tersuspensi	mg/L	50	27	14
6	Kekeruhan	NTU	25	12	16
7	Daya Hantar Listrik	µS/cm	10	21	27
8	Padatan Terlarut (TDS)	mg/L	10	33	26

Bahan padat yang tersuspensi (TSS) biasanya terdiri dari zat organik dan anorganik yang melayang-layang dalam air, secara fisika zat ini sebagai penyebab kekeruhan pada air dan dapat menghalangi sinar matahari masuk kedalam dasar air sehingga proses fotosintesa mikroorganisma tidak dapat berlangsung. Perbandingan data exsitu padatan tersuspensi (TSS) pada hasil analisis di titik hulu dan di titik hilir berada dibawah standar baku mutu air 50 mg/L; ASS-1: 27 mg/L dan ASS-2: 14 mg/L; baku mutu kekeruhan 25 NTU; di hulu (ASS-1) 12 NTU dan di hilir 16 NTU (ASS-2)., pembanding untuk daya hantar listrik (DHL) baku mutu internasional 10 µS/cm; hasil analisis di hulu (ASS-1) 21 µS/cm dan di hilir 27 µS/cm (ASS-2) dan untuk padatan terlarut (TDS) baku mutu 10 mg/L; 33 mg/L di hulu dan 26 mg/L di hilir.

Parameter Kimia

Parameter kimia yang dianalisis terdiri dari pH, DO, BOD, COD, Total fosfat-P, Nitrat (NO₃), Nitrit (NO₂), Amonia (NH₃), Sulfat (SO⁴), Sulfida (S), Mangan (Mn), Kromium Valensi Enam (Cr⁶⁺), Besi (Fe). dibandingkan dengan baku mutu PP No 82 Tahun 2001 untuk kualitas air bersih kelas II. Data hasil analisis sampel ASS-1 bagian hulu dan analisis sampel ASS-2 bagian hilir,

dimana komposisi parameter kimia yang diperoleh dibandingkan dengan baku mutu air kelas II disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil analisis parameter kimia dari kualitas air sungai exsitu

No	PARAMETER	SATUAN	BAKU MUTU	HASIL	
				ASS-1	ASS-2
B	KIMIA				
1	pH	-	6 – 9	7,08	6,71
2	DO	mg/L	6	6,63	7,61
3	BOD	mg/L	2	2,12	1,05
4	COD	mg/L	10	9,16	12,22
5	Total Fosfat-P	µS/cm	0,2	0,24	0,20
6	Nitrat,NO ₃	mg/L	10	1,2	1,2
7	Nitrit,NO ₂	mg/L	0,06	0,006	0,006
8	Ammonia,NH ₃	mg/L	0,5	0,03	0,07
9	Sulfat,SO ₄ ⁻	mg/L	400	5	4
10	Mangan,Mn	mg/L	1	0,6	0,5
11	Kromium valensi enam, Cr ⁶⁺	mg/L	0,05	0,014	0,09
12	Besi,Fe	mg/L	0,3	0,04	0,04

Sumber: Data Primer September 2020

Sebaran baku mutu air untuk nilai pH berkisar dari 6 – 9., hasil analisis insitu ASS-1 = 7,08 dan ASS-2=6,71., keberadaan pH termasuk tingkat keasaman atau basa yang cepat mengalami perubahan. pH hasil pengamatan menunjukkan keberadaan kualitas sungai Somi pada air kelas I dan air kelas II. Parameter DO (Oksigen terlarut) dibanding dengan baku mutu air masuk dalam kategori kelas I dan kelas II., dimana nilai baku mutu air 6 mg/L; ASS-1=6,63 mg/L dan ASS-2= 7,61., walaupun nilai ASS-2 berada pada air kelas III, namun jika dibanding dengan hasil analisis (Warami, 2020) dimana nilai pada titik-1 dan titik-2 sama yaitu 7 mg/L dan dikelompokkan pada air kelas II., dapat dikatakan bahwa semakin tinggi nilai kelarutan oksigen maka kualitas air sangat baik untuk kelangsungan hidup organisme dalam air. Parameter BOD dengan nilai baku 2 mg/L dibanding ASS-1=2,12 mg/L dan ASS-2=1,05 mg/L walau sedikit berbeda dalam nilai dan koma dimana baku mutu = 2; masih berada pada kategori air kelas II. Keberadaan komposisi parameter COD dengan baku mutu = 10 mg/L;

ASS-1 = 9,16 mg/L dan ASS-2 = 12,22 penyebarannya berada pada air kelas I dan air kelas II.

Total Fosfat dalam baku mutu air menurut PP No. 82 Tahun 2001 untuk kelas II adalah 0,2 mg/L. Sementara hasil analisis sampel air dari kedua lokasi ASS-1 (0,24 mg/L) dan ASS-2 (0,20 mg/L) keberadaan fosfat dalam jumlah yang banyak dalam air disebabkan proses dekomposisi dan pelapukan batuan mineral (pencucian) secara alami maupun dari aktifitas perkebunan kelapa sawit.

Sajian data pada tabel 4, untuk komposisi parameter Nitrat (NO₃) dimana baku mutu air komposisi parameter NO₃ adalah 10 mg/L sedangkan hasil analisis sampel wilayah hulu (ASS-1) 1,2 mg/L dan wilayah hilir (ASS-2) nilai analisisnya sama yaitu 1,2 mg/L., hal ini menunjukkan bahwa keberadaan nitrat dibawah standar baku mutu air yaitu, 10 mg/L ≥ 1,2 mg/L = 1,2 mg/L. dengan demikian maka dapat dikatakan keberadaan komposisi parameter Nitrat (NO₃) dilokasi penelitian sangat baik dan memenuhi air kelas I dan kelas II.

Nilai baku mutu Nitrit (NO₂) 0,06 mg/L dan nilai baku mutu air NH₃ 0,5 mg/L yang ditetapkan untuk air bersih kelas II, sementara hasil analisis laboratorium untuk sampel daerah hulu dan hilir dimana ASS-1 NO₂ adalah 0,006 mg/L, ASS-2 NO₂ adalah 0,006 mg/L., untuk nilai parameter NH₃ ASS-1 yaitu 0,03 dan ASS-2 0,07.

Data yang disajikan pada tabel 11, menunjukkan nilai baku mutu Sulfat (SO₄⁻) 400 mg/L, secara alami sulfat berasal dari atmosfer dan bersama air hujan terjadi pencucian batuan gips dan pelapukan batuan beku. Hasil analisis laboratorium untuk sampel air wilayah hulu dan hilir berada dibawah baku mutu yaitu ASS-1 (4 mg/L) dan ASS-2 (5 mg/L), sebagai indikator parameter nilai

Sulfat lebih rendah dan masih memenuhi kriteria kualitas air bersih kelas I dan II.

Nilai baku mutu air untuk Mangan (Mn) 1 mg/L hasil analisis sampel air wilayah hulu dan wilayah hilir dimana ASS-1 = 0,6 mg/L dan ASS-2 = 0,5 mg/L. Mangan (Mn), merupakan mineral yang penting bagi makhluk hidup dalam jumlah yang sangat sedikit, hasil analisis dan perbandingan baku mutu menunjukkan bahwa jika nilai Mn lebih besar dari baku mutu maka akan berada pada kelas air III dan kelas air IV. Sementara hasil analisis menunjukkan bahwa Mn, berada pada air kelas I dan kelas II. Dampak yang ditimbulkan Mn bila komposisi parameternya melebihi baku mutu dapat menimbulkan keracunan (Sambel 2015).

Kromium valensi enam (Cr^{6+}) dalam baku mutu air dengan nilai 0,05 mg/L jika dibandingkan dengan hasil analisis sampel air di wilayah hulu dan wilayah hilir (ASS-1 = 0,014 mg/L dan ASS-2 = 0,09 mg/L) dimana hasil analisis di wilayah hilir lebih tinggi dari baku mutu. Hal ini kemungkinan disebabkan senyawa-senyawa kromium yang berasal dari limbah industri atau produk yang menggunakan kromium sebagai bahan pengawet terbuang tanpa sengaja ke badan air dibagian hilir. Senyawa kromium tidak berbahaya bagi kesehatan tetapi kromium valensi enam menurut (Barceloux *et al.*, 1999) telah diketahui memiliki toksitas dan sifat karsinogenik.

Data yang disajikan pada table. 11. Dimana hasil pemeriksaan untuk Fe di bagian hulu (ASS-1 = 0,04 mg/L) dan di bagian hilir (ASS-2 = 0,04 mg/L) dibanding dengan standar baku mutu (0,3 mg/L) nampak nilai Fe hasil analisis lebih kecil. Hal ini berarti komposisi parameter Fe di wilayah penelitian berada dibawah standar dimana air sungai ini layak memenuhi kualitas air kelas I dan kelas II. Indikator kelebihan Fe didalam air menyebabkan masalah

seperti timbulnya warna merah (konsentrasi Fe dan Mn). Dengan demikian parameter nilai Fe masih memenuhi syarat baku mutu air bersih kelas II.

Parameter Fisika

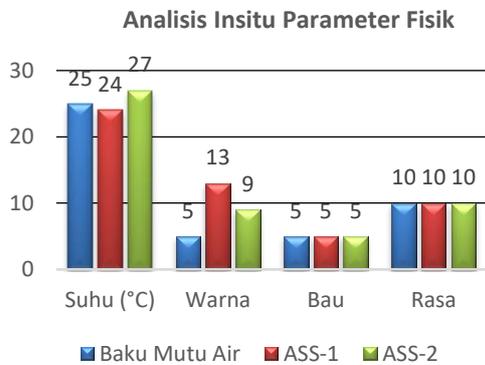
Parameter fisik air merupakan parameter yang dapat diamati akibat perubahan fisika seperti cahaya, suhu, kecerahan, kekeruhan, warna padatan tersuspensi dan padatan terlarut hingga salinitas air. Sifat-sifat fisika air merupakan faktor pemisah antara lingkungan air dengan lingkungan udara. Selain itu faktor fisika juga banyak mempengaruhi kehidupan organisme di dalam air. Adanya perbedaan dari masing-masing faktor fisika di lingkungan air, mengakibatkan pengaruh yang berbeda terhadap tumbuhan dan hewan disekitarnya. Disamping itu air juga berfungsi untuk menjaga tekanan osmosis, sebagai pelarut dan penghantar listrik.

Hasil analisis sampel air di titik hulu dan di titik hilir dimana parameter fisik air yang masuk dalam variabel pengamatan untuk menentukan kualitas air sungai Somi yang meliputi, Temperatur, Warna, Bau dan Rasa (pengamatan Insitu) dan data perbandingan dengan PP. No. 82 Tahun 2001 (baku mutu air) sebagaimana disajikan pada Gambar 1.

Temperatur (Suhu)

Temperature atau suhu air sungai Somi yang ditampilkan pada gambar 2., memberikan perbandingan yang jelas bahwa baku mutu suhu dengan deviasi 3 (25°C), devias-3 (25°C) merupakan rata-rata suhu median untuk kualitas air yang baik dimana standar baku mutu untuk suhu yaitu berkisara dari 20°C – 28°C dibanding dengan hasil analisis insitu di wilayah hulu ASS-1 = 24°C dan di wilayah hilir ASS-2 = 27°C . Sebaran

suhu ini dapat kita bandingkan bahwa kualitas air sungai Somi dari sisi temperature memenuhi untuk air kelas I dan II.



Gambar 1. Perbandingan baku mutu air dan hasil pengamatan insitu titik hulu dan titik hilir

Warna Air

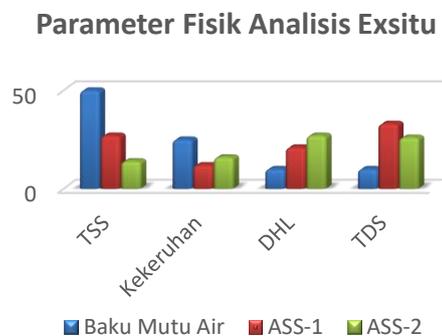
Standar baku mutu air untuk komposisi parameter air adalah 5 Unit Pt-Co Standar, sementara hasil analisis insitu menunjukkan bahwa di wilayah hulu nilai warna air adalah, 13 Unit Pt-Co Standar, dan di wilayah hilir nilai warnanya 9 Unit Pt-Co Standar., jika dibandingkan dengan standar baku air dimana hasil analisis lebih tinggi, hal ini berhubungan dengan beberapa parameter yang terkait dengan kecerahan air dalam hal ini komposisi parameter kekeruhan yang diakibatkan oleh proses dekomposisi bahan organik dan pencucian mineral, komposisi parameter TSS dan TDS. Namun demikian warna air sungai Somi masi berada pada air kelas II dengkat kecerahan manual yang dapat ditembusi sinar matahari untuk kelangsungan hidup organisma dalam air.

Bau dan Rasa

Bau dan rasa pada air standarnya pada air yaitu tidak berasa dan tidak berbau. Bau dan rasa dapat dirasakan langsung oleh indera pengecap dan penciuman. Bau dan rasa umumnya terjadi secara

bersamaan dan biasanya disebabkan oleh adanya bahan-bahan organik yang membusuk sebagai proses dekomposisi serta persenyawaan kimia seperti fenol. Bau air memberikan gambaran tentang kondisi air tersebut. Air yang berbau busuk kemungkinan disebabkan karena campuran nitrogen, sulfur dan phosphor. Rasa dapat ditimbulkan karena adanya zat organik atau bakteri atau unsur lain yang masuk ke badan air, secara fisika air dapat dirasakan oleh lidah (Rahayu, 2011). Air sungai Somi berdasarkan standar baku mutu air adalah tidak berbau dan tidak berasa (tawar), dibandingkan dengan hasil analisis insitu secara organoleptik pada ASS-1 dan ASS-2 dimana hasilnya tidak berbau dan tidak berasa (nilai 5 untuk bau dan nilai 10 untuk rasa) merupakan symbol untuk penampilan gambar. Dengan demikian bau dan rasa menunjukkan bahwa air sungai Somi memenuhi kriteria kualitas air kelas I dan kelas II.

Pengamatan exsitu untuk Padatan Tersuspensi (TSS=Total Suspended Solid), Kekeruhan, Daya Hantar Listrik (DHL) dan Padatan Terlarut (TDS=Total Dissolved Solid) dengan data pembanding PP. No. 82 Tahun 2001 sebagaimana disajikan pada gambar berikut yang menjelaskan hubungan parameter fisika secara exsitu dari data ASS-1 dan data ASS-2.



Gambar 2. Pembanding baku mutu, ASS-1, ASS-2

Padatan Tersuspensi (TSS)

Zat padat tersuspensi adalah tempat berlansungnya reaksi-reaksi kimia yang bersifat heterogen dan dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik disuatu perairan serta berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan yang paling awal. Hasil pengamatan parameter TSS di sungai Somi, di Titik Hulu (ASS-1) dan Titik Hilir (ASS-2) dimana nilai yang diperoleh adalah; ASS-1 = 27 mg/L dan ASS-2 = 14 mg/L, Standar Baku Mutu Air TSS = 50 mg/L. Jika semakin tinggi nilai TSS hasil analisis melewati Baku Mutu air, maka kualitas airnya semakin kurang baik, namun demikian hasil analisis menunjukkan nilai padatan tersuspensi (TSS) berada dibawah standar baku mutu air, sehingga dapat dikatakan bahwa parameter padatan tersuspensi air sungai Somi memenuhi kriteria baku mutu air dengan kualitas sangat baik untuk air kelas I dan air kelas II.

Kekeruhan

Kekeruhan pada air, disebabkan oleh sekumpulan partikel-partikel melayang dalam air yang umumnya tak dapat dilihat oleh mata telanjang, tingkat kekeruhan berkaitan dengan nilai TSS dimana tingkat konsentrasi TSS sebanding dengan peningkatan konsentrasi kekeruhan, bilamana nilai kekeruhan tinggi maka akan berbanding terbalik dan berdampak pada budidaya perairan. Nilai kekeruhan dengan baku mutu air 25 NTU dibandingkan dengan hasil analisis sampel air di hulu dan di hilir dimana, ASS-1 = 12 NTU dan ASS-2 = 16 NTU., memenuhi syarat masi berada pada ambang batas (PP. No. 20/1990), kualitas air sungai Somi masuk air kelas II.

Daya Hantar Listrik (DHL)

Kemampuan air sebagai penghantar listrik, dipengaruhi oleh jumlah ion atau

garam yang terlarut di dalam air. Semakin banyak garam yang terlarut semakin tinggi daya hantar listrik yang terjadi. Sesuai hasil analisis Laboratorium, Nilai DHL adalah, ASS-1 = 21 μ S/cm dan ASS-2 = 27 μ S/cm., Baku Mutu = 0 μ S/cm., namun menurut Colorado State University dalam Fitriyah (2012)., klasifikasi air irigasi berdasarkan DHL, kelas I : 0 – 250 μ S/cm = sangat baik., kelas II: > 250 – 750 μ S/cm = baik., kelas III: > 750 – 2000 μ S/cm = agak baik., kelas IV: > 2000 – 3000 μ S/cm = kurang baik., kelas V: > 3000 μ S/cm kurang sesuai. Nilai daya hantar listrik pada suatu perairan erat kaitannya dengan keberadaan padatan terlarut, dimana bila nilai TDS tinggi maka akan diikuti oleh nilai DHL. Hasil analisis DHL untuk ASS-1 dan ASS-2 menunjukkan bahwa nilai DHL berada pada kisaran 0 – 250 uS/cm dimana hasilnya seimbang dengan nilai TDS. Dengan demikian maka dapat dikatakan bahwa daya hantar listrik untuk kualitas air sungai Somi layak memenuhi standar baku mutu air kelas I.

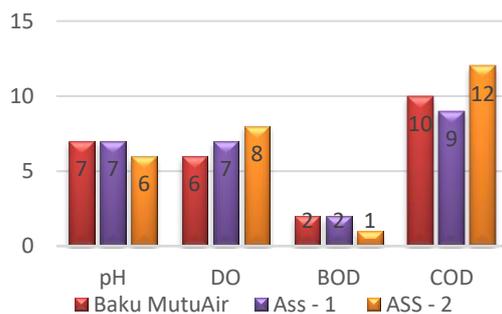
Padatan Terlarut (TDS)

Merupakan ukuran zat terlarut baik itu zat organik maupun anorganik yang terdapat pada sebuah larutan. TDS menyatakan jumlah zat terlarut dalam miligram per Liter (mg/L). Hasil analisis Air Sungai Somi (ASS) pada 2 titik pengamatan yaitu titik bagian hulu dan bagian hilir ASS-1=33 mg/L mg/L dan ASS-2 = 26 mg/L., Standar Baku Mutu Air = 1000 mg/L., sangat memenuhi syarat. Menurut EPA Secondary Regulations (2015)., menyarankan tingkat kontaminasi maksimum (MCL) dari 500 mg/liter (500 part per million (ppm)) untuk TDS. Banyak persediaan air melebihi tingkat ini. Ketika tingkat TDS melebihi 1000 mg/L umumnya dianggap tidak layak untuk dikonsumsi manusia. Tingkat TDS yang tinggi

merupakan indikator potensi masalah yang mengkhawatirkan dan ini akan menjadi indikator untuk penelitian lebih lanjut.

Parameter Kimia

Parameter kimia perairan merupakan parameter perairan yang terukur akibat adanya reaksi kimia di perairan, seperti pertukaran ion-ion terlarut dalam air. Parameter kimia yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi, pH (poer of hidrogen), DO (dissolved oxygen), BOD (biochemical oxygen demand), COD (chemical oxygen demand), Total fosfat-P, Nitrat (NO_3), Nitrit (NO_2), Amonia (NH_3), Sulfat (SO_4), Mangan (Mn), Kromium valensi enam (Cr^{6+}), Besi (Fe) dan dibandingkan dengan standar baku mutu air yang tertuan dalam PP No 82 Tahun 2001. Adapun hasil parameter kimia dari lokasi tersebut dibandingkan dengan baku mutu air kelas II dan dapat dilihat pada gambar berikut, yang menunjukkan sebaran perbandingan baku mutu air terhadap parameter nilai pH, DO, BOD dan COD hasil analisis insitu dan eksitu di 2 titik pengamatan.



Gambar 3. pH, DO, BOD, COD Baku Mutu dan ASS-1, ASS-2

pH (Derajat Keasaman)

Nilai pH yang disajikan dalam Gambar 3, masuk dalam kisaran pH berdasarkan baku mutu air PP No.82 Tahun 2001 yaitu berkisar antara pH 6 – 9. Hasil pengukuran nilai pH yang

dilakukan di ASS-1= 7,08 dan ASS-2 =6,71, bahwa hasil analisis masih dalam batas yang ditolerir. Variasi nilai pH yang diperoleh pada sungai Somi erat kaitannya dengan aktifitas masyarakat selain itu faktor dekomposisi bahan organik oleh aktifitas mikro organisme. Nilai pH pada gambar diagram menunjukkan bahwa air sungai somi memiliki pH yang sangat baik yaitu berada pada kisaran pH baku mutu 6 – 9, yaitu dapat melarutkan bahan-bahan kimia yang berpotensi pencemaran air sungai Somi.

DO (Oksigen Terlarut)

Gambar 3, diagram batang menunjukkan nilai oksigen terlarut yang sangat baik, dimana baku mutu air oksigen terlarut (DO) adalah 4 mg/L, jika dibandingkan dengan nilai DO hasil analisis laboratorium lokasi sampel bagian hulu ASS-1 (6,63 mg/L) dan bagian hilir ASS-2 (7,61 mg/L), maka nilai DO untuk sampel air sungai Somi menunjukkan memenuhi kriteria air kali kelas II. Semakin tinggi nilai DO kualitas air semakin baik karena ketersediaan oksigen terlarut untuk kelangsungan hidup organisma didalam kali/sungai.

BOD (Biochemical Oxygen Demand)

Biochemical Oxygen Demand merupakan parameter pengukuran jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikro-organisma (bakteri) untuk mengurai hampir semua zat organik (bahan organik) yang terlarut dan tersuspensi dalam air buangan, dinyatakan dengan BOD5 hari pada suhu 20°C dalam mg/liter atau ppm.

Baku mutu parameter BOD berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 adalah 2 mg/L, hasil analisis sampel BOD di wilayah hulu ASS-1 (2,12 mg/L) dan wilayah hilir ASS-2 (1,05 mg/L), menunjukkan hasil yang signifikan

memenuhi air bersih kelas II dan dapat digunakan sebagai air untuk mengairi pertanian. Biological Oxygen Demand (BOD) atau kebutuhan oksigen biologis adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan organisme hidup di dalam air lingkungan untuk memecah (mendegradasi/ mengoksidasi) bahan-bahan buangan organik yang ada di dalam air lingkungan tersebut., data yang disajikan pada gambar 4 menunjukkan bahwa jika nilai BOD lebih kecil sama dengan 2 maka data itu memenuhi baku mutu air bersih dan sebaliknya jika data hasil penelitian lebih besar sama dengan 2, dapat dikatakan tidak memenuhi syarat., namun demikian aliran air sungai terus mengalir sehingga pergeseran dan sirkulasi perubahan peningkatan nilai BOD selalu terjadi. Nilai BOD ini merupakan suatu pendekatan umum yang menunjukkan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisma untuk menguraikan zat organik terlarut dan sebagian zat-zat organik yang tersuspensi di dalam air.

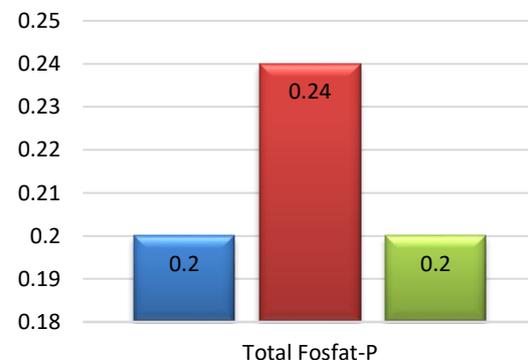
COD (Chemical Oxygen Demand)

Nilai COD hasil analisis ASS-1 dan ASS-2 di wilayah hulu (9,16 mg/L) dan wilayah hilir (12,22 mg/L) dibandingkan dengan baku mutu air (10 mg/L), menunjukkan hasil analisis yang baik., dimana COD merupakan kebutuhan oksigen kimia yang diperlukan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang terdapat dalam limbah cair dengan memanfaatkan oksidator kalium dikromat sebagai sumber oksigen. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses biologis dan dapat menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air. Chemical Oxygen Demand (COD) atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada di dalam air dapat

teroksidasi melalui reaksi kimia., data yang disajikan pada diagram menunjukkan perbandingan pada air kelas 1, sehingga data hasil penelitian masuk dalam kategori tidak memenuhi syarat namun demikian jika dibandingkan dengan standar baku mutu air kelas 2, dimana kelas air memenuhi syarat jika nilai ≤ 25 dan tidak memenuhi syarat jika nilai ≥ 25 . Dengan demikian maka parameter COD air sungai Soma masuk dalam air kelas II standar baku air bersih.

Nilai Hasil Analisis Total Fosfat

Nilai Total Fosfat-P yang diperoleh dari hasil analisis Laboratorium, ASS-1 (0,24 mg/L) dan ASS-2 (0,20 mg/L) dan baku mutu air 0,2 mg/L jika dibandingkan, nilai ASS-1 dan ASS-2 agak tinggi melampaui baku mutu namun demikian kisaran nilai masih berada pada angka toleran yaitu 0, 2 yang berada pada baku mutu air kelas I dan kelas II. Gambar berikut ini menjelaskan perbedaan dan persamaan.



Gambar 4. Nilai komposisi parameter total fosfat-P

Fosfat merupakan senyawa kimia dalam bentuk ion yang dapat menurunkan kualitas perairan dan membahayakan kehidupan makhluk hidup. Data yang ditampilkan dalam bentuk diagram batang menunjukkan sedikit tingginya komposisi parameter total fosfat-p di dalam air sebagai akibat adanya proses pelapukan batuan secara

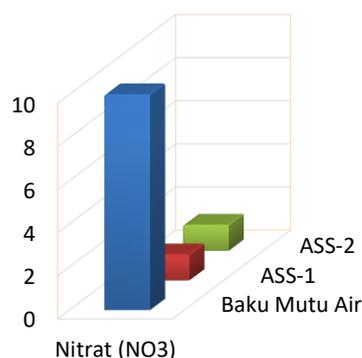
alami dan berasal dari lahan-lahan pertanian (perkebunan kelapa sawit) yang ada disekitar sungai sehingga mengakibatkan eutrofikasi yaitu proses pengayaan nutrisi dan bahan organik dalam air atau pencemaran air yang disebabkan munculnya nutrisi yang berlebihan ke dalam ekosistem perairan. Hasil pengujian kadar fosfat dalam sampel air sungai Somi di ASS-1 = 0,24 mg/L dan di ASS-2 = 0,2 mg/L dibanding baku mutu air 0,2 mg/L., dengan demikian maka dapat dikatakan kadar fosfat dalam keseluruhan sampel masih memenuhi syarat ketentuan PP. No. 82 Tahun 2001, tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air.

Nilai Baku Mutu Nitrat (NO_3)

Nilai baku mutu Nitrat (NO_3) yaitu 10 mg/L berbanding nilai hasil analisis laboratorium untuk ASS-1 = 1,2 mg/L dan ASS-2 1,2 mg/L dimana kisaran nilai hasil analisis berada dibawah lebih kecil dari standar baku mutu, hal ini menunjukkan bahwa jika nilai Nitrat (NO_3) komposisi parameternya semakin rendah atau semakin kecil maka parameter ini sangat baik sebaliknya bila komposisi parameternya tinggi akan memberi dampak yang kurang baik. Baku mutu air yang ditetapkan untuk air kelas II adalah 10 mg/L, sedangkan hasil analisis nilainya berada dibawah baku mutu untuk kedua titik pengamatan yaitu sebesar ASS-1 (1,2 mg/L) dan ASS-2 (1,2 mg/L), angka nilai ini sangat baik dan memenuhi kriteria air bersih kelas I dan kelas II, untuk lebih jelasnya digambarkan pada gambar berikut.

Pada Gambar 5., terlihat nilai hasil analisis air sungai somi di daerah hilir sama dengan hasil di wilayah hulu. Nilai yang disajikan ini merupakan gambaran bahwa hasil analisis berada dibawah standar baku air, dengan demikian maka dapat dikatakan bahwa air sungai Somi

tidak tercemar NO_3 dan kualitas baik untuk air kelas II. Nitrat di perairan merupakan makro nutrien yang mengontrol produktivitas primer di daerah eufotik yaitu perairan yang masih mendapatkan cahaya matahari.



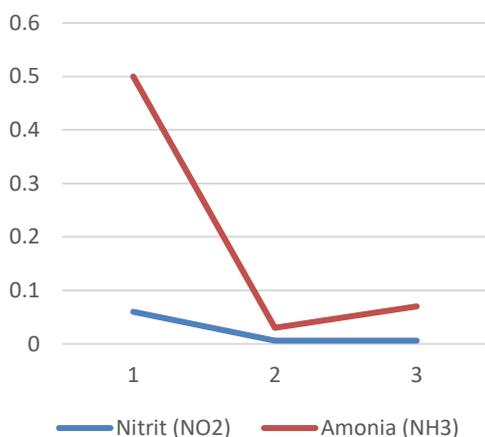
Gambar 5. Perbandingan keberadaan NO_3 di sungai Somi dengan baku mutu air

Sumber utama nitrat berasal dari buangan (sampah) rumah tangga dan pertanian termasuk kotoran hewan dan manusia. Sehubungan dengan itu maka hasil kajian laboratorium menunjukkan bahwa sungai Somi belum terkontaminasi dan tidak tercemar oleh limbah baik itu limbah pertanian, limbah ternak limbah rumah tangga dan buangan sampah musiman.

Nitrit (NO_2)

Hasil analisis untuk nilai Nitrit (NO_2) di wilayah hulu (ASS-1) sebesar 0,006 mg/L dan di wilayah hilir (ASS-2) sebesar 0,006 mg/L., bila dibanding dengan standar baku mutu air yaitu 0,06 mg/L., menunjukkan bahwa nilai nitrit sangat kecil dan jumlahnya sangat sedikit. Keberadaan nitrat dan nitrit di perairan merupakan senyawa nitrogen organik yang masuk ke perairan dari ekskresi hewan liar dan ikan, jaringan hewan yang mati, kotoran manusia dan kotoran ternak dan dekomposisi bahan organik lainnya. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa jika nilai nitrit tinggi

maka akan sangat berdampak pada nilai kualitas air. Hal ini menunjukkan parameter nilai baku mutu NO_2 memenuhi kriteria air bersih kelas II. Pembeding data yang disajikan pada gambar 7., dimana dalam grafik itu terlihat nilai nitrit (NO_2) baku mutu berada pada kisaran nilai yang berada diatas hasil analisis yaitu $0,06 \text{ mg/L} \geq \text{ASS-1 } 0,006 \text{ mg/L} = \text{ASS-2 } 0,006 \text{ mg/L}$ (baku mutu air nitrat lebih besar sama dengan hasil analisis ASS-1, hasil analisis ASS-1 sama dengan hasil analisis ASS-2). Nitrit (NO_2) bersifat racun bila bereaksi dengan haemoglobin dalam darah, sehingga darah tidak dapat mengangkut oksigen, disamping itu nitrit membentuk nitrosamin (RRN-NO) pada air buangan tertentu dan dapat menimbulkan kanker. Dengan demikian maka dapat dikatakan NO_3 di sungai Somi memenuhi kualitas air kelas II.



Gambar 6. Pembeding baku mutu air dan hasil analisis

Ammonia (NH_3)

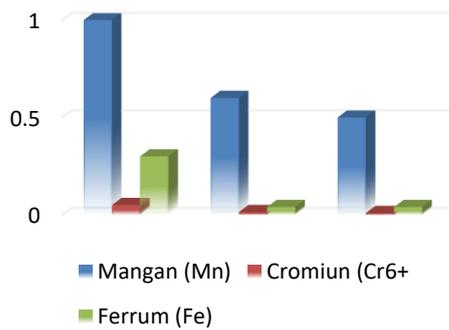
Nilai yang ditampilkan pada gambar 7. grafik NH_3 dimana baku mutu air $0,5 \text{ mg/L}$ hasil analisis laboratorium menunjukkan kedua nilai NH_3 masih berada dibawah baku mutu untuk ASS-1($0,03 \text{ mg/L}$) dan ASS-2($0,07 \text{ mg/L}$) dengan demikian, parameter nilai NH_3 masih memenuhi kriteria air bersih kelas

II. Data ammonium (NH_3) yang disajikan pada gambar 7., dimana grafik menunjukkan bahwa jika semakin tinggi nilai NO_2 dan NH_3 melampau standar baku mutu maka akan terjadi pergeseran kelas air lebih mengarah pada air kelas III.

Amonia (NH_3) bebas yang tidak terionisasi bersifat toksik terhadap organisme akuatik. Toksitas ammonia terhadap organisme akuatik akan meningkat jika terjadi penurunan kadar oksigen terlarut (DO). Jika kita amati hasil analisis komposisi parameter DO di titik ASS-1 dengan nilai $6,63 \text{ mg/L}$ dan ASS-2 dengan nilai $7,61 \text{ mg/L}$ dimana nilai DO ini cukup tinggi dan memberi dampak terhadap keberadaan NH_3 , dimana jika kadar DO tinggi maka komposisi parameter NH_3 menjadi kecil. Hasil analisis menunjukkan bahwa baku mutu air komposisi parameter NH_3 yang ditetapkan untuk air bersih kelas II adalah $0,5 \text{ mg/L}$, sedangkan hasil analisis menunjukkan kedua nilai NH_3 masih berada dibawah baku mutu untuk ASS-1($0,03 \text{ mg/L}$) dan ASS-2 ($0,07 \text{ gr/L}$) dengan demikian, parameter nilai NH_3 masih memenuhi kriteria air bersih kelas II.

Sulfat (SO_4)

Sulfat secara alami berada di air sebagai SO_4 berasal dari atmosfer bersama sama dengan air hujan, pencucian batuan gips dan atau pyrite, pelapukan batuan beku. Sulfat oleh bakteri dapat digunakan sebagai sumber oksigen dengan mengkonversi menjadi H_2S dalam keadaan anarob. Konsentrasi sulfat di perairan alami berkisar antara $2 - 80 \text{ mg/L}$, walau kadang-kadang lebih dari 1000 mg/L . bila dekat dengan buangan limbah industry kadar sulfat yang tinggi $\geq 400 \text{ mg/L}$ ini menyebabkan air tidak sehat untuk dikonsumsi.

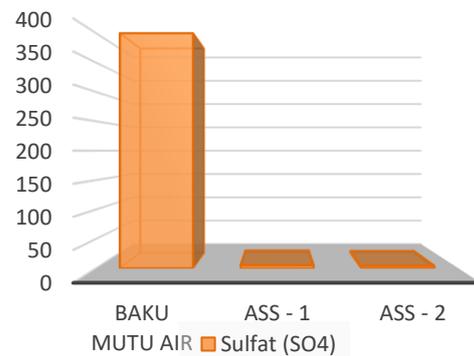


Gambar 7. Perbandingan Baku Mutu dan hasil analisis laboratorium

Terkait dengan baku mutu air untuk Sulfat (SO_4) 400 mg/L pada air kelas II, sementara hasil analisis sampel wilayah hulu dan hilir yang hasilnya ASS-1 = 5 mg/L dan ASS-2 = 4 mg/L, masih berada dibawah baku mutu. Hal tersebut menunjukkan bahwa parameter nilai Sulfat lebih rendah dan masih memenuhi kriteria kualitas air bersih kelas II. Namun demikian perlu untuk kajian-kajian lebih lanjut mengingat data hasil analisis ini dilakukan pada musim kemarau untuk itu perlu ada analisis lanjutan ketika musim hujan atau pada akhir musim hujan.

Mangan (Mn)

Parameter Mn (mangan) Untuk baku mutu kelas II adalah 1mg/L. hasil analisis ASS-1 (0.6 mg/L) dan ASS-2 (0,5 mg/L). Mangan di alam jarang berada dalam bentuk unsur, melainkan dalam bentuk senyawa oksida dan hidroksida dengan berbagai macam valensi. Didalam air, Mangan sering dijumpai dalam senyawa Mangan dengan valensi 2, 4, dan 6. Air yang mengandung Mangan (Mn) berlebihan ditandai dengan adanya rasa, warna (merah/coklat/hitam), dan kekeruhan pada air (Said, 2005). Hal tersebut menunjukkan parameter nilai Mangan masih memenuhi kriteria air bersih kelas II.



Gambar 8. Pembandingan komposisi baku mutu air dan hasil analisis laboratorium

Kromium valensi enam (Cr^{6+})

Keberadaan tingkat konsentrasi kromium dalam suatu perairan bergantung pada kisaran pH, karena Cr^{6+} adalah oksidator kuat pada pH rendah atau netral (Agung, 2016). Jika hasil analisis dan perbandingan baku mutu air berada pada rentang nilai searah atau segaris dengan perbedaan nilai yang didahului dengan angka yang sama, sebagaimana yang diperoleh dari hasil analisis di titik hulu dan dititik hilir (ASS-1 0,014 mg/L dan ASS-2 0,09 mg/L) dan baku mutu air 0,05 mg/L, menunjukkan bahwa kualitas air sangat baik dan hasil pemeriksaan menunjukkan Cr^{6+} layak untuk air bersih kelas II adalah.

Kandungan Besi (Fe)

Pada umumnya, besi yang ada di dalam air dapat bersifat terlarut sebagai Fe_2^+ (ferro) atau Fe_3^+ (ferri); tersuspensi sebagai butir koloidal (diameter < 1 mikrometer) atau lebih besar, seperti Fe_2O_3 , FeO , FeOOH , $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dan sebagainya; bergabung dengan zat organik atau zat padat yang inorganik seperti tanah liat (Christian, 1992).

Komposisi parameter Fe sesuai baku mutu dan hasil analisis sampel wilayah

hulu dan wilayah hilir menunjukkan bahwa keberadaan Fe di air sungai Somi berada dibawah baku mutu air sehingga tidak berbahaya sebagaimana yang dikatan Christian, 1992, keberadaannya terikat secara kovalen dengan zat organis lain atau zat padat seperti tanah liat. Sementara menurut Warami (2020) kelebihan Fe didalam air yang melebihi akan menyebabkan masalah seperti timbulnya warna merah dan bau pada air, juga berpengaruh pada tubuh. Baku mutu Besi (Fe) yang terdapat pada PP No 82 Tahun 2001 adalah 0,3 mg/L. sedangkan hasil Fe untuk analisis Laboratorium untuk kedua lokasi tersebut untuk ASS-1 (0,04 mg/L) dan ASS-2(0,04 mg/L).

KESIMPULAN

Kajian Kualitas Air Sungai Somi berdasarkan analisis deskriptif komparatif, menunjukkan bahwa perbandingan hasil analisis parameter fisika air dan parameter kimia air di bagian Hulu dan Bagian Hilir dengan PP. No. 82 Tahun 2001, tidak berbeda nyata karena kisaran nilai pembanding menyebar secara merata pada kelas air I dan kelas air II., sementara pembanding pada PP. No. 90 Tahun 1990 penyebaran nilai merata dari air golongan A, B, C, dan D, memberikan indikasi bahwa aliran air telah menerima limbah buangan organik dalam jumlah yang sangat kecil dari berbagai kegiatan disekitarnya yang disengaja maupun yang tidak disengaja, terjadi proses pencucian mineral bebantuan dan perombakan bahan organik. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa Kualitas Air Sungai Somi lebih memenuhi air kelas II yang dapat digunakan untuk keperluan budidaya ikan air tawar, peternakan, pengairan pertanian.

Komposisi nilai parameter fisik air yang terdiri dari Suhu, Warna, Bau,

Rasa, TSS, Kekeruhan, DHL, TDS, dan komposisi parameter kimia air seperti pH, DO, BOD, COD, Total Fosfat, Nitrat (NO_3), Nitrit (NO_2), Sulfat (SO_4), Mangan (Mn), Krom valensi enam (CrO^{6+}), Besi (Fe), yang diamati pada Titik bagian Hilir dan Titik bagian Hulu juga memenuhi kriteria air kali kelas II yang dapat digunakan untuk keperluan pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengiri pertanian (Pertanian).

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak Chay., 2010. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press, Anggota IKAPI, Yogyakarta 55281
- Azwar, A., 1996. Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan, Penerbit Mutiara Sumber Widja, Jakarta;
- Budiman, Chandra., 2007. Pengantar Kesehatan Lingkungan, Penerbit Yayasan Anak Didik Imanuel Yogyakarta
- Darmono, 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam, Universitas Indonesia Press;
- Effendi Hefni, 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Penerbit PT. Kanisius Yogyakarta 55281 Indonesia;
- Irwan Zoer'aini Djamal., Prof. Dr, M.Si., 2010, Prinsip – Prinsip Ekologi Ekosistem, Lingkungan dan Pelestariannya., Penerbit PT. Bumi Aksara Jakarta 13220;
- Pandia Setiaty, Amir Husin, Zuhriana Masyithah., 1996. Kimia Lingkungan, Penerbit Proyek Pengembangan Pusat Studi Lingkungan (PP-PSL) Jakarta;
- Sembel Dantje T., 2015., Toksikologi Lingkungan, Dampak Pencemaran dari Berbagai Bahan Kimia dalam

- Kehidupan Sehari-hari., Penerbit CV. Andi Offset Yogyakarta 55281;
- Sineri Anthon Silas; Yosep H Y Rahawarin; Rusdi Angrianto; Hans Z. F. Peday., 2015., Potensi & Strategi Pengelolaan Hutan Lindung Wosi Rendani., Penerbit Deepublish (Group Penerbitan CV. Budi Utama) Yogyakarta 55581;
- SNI 03-7016-2004., Tata Cara Pengambilan Contoh dalam Rangka Pemantauan Kualitas Air pada Suatu Daerah Pengaliran Sungai., Badan Standarisasi Nasional.
- Susilo Rachmad K. Dwi., 2012., Sosiologi Lingkungan dan Sumberdaya Alam. Perspektif Teori dan Isu-isu Mutakhir., Penerbit AR – Ruzz Media., Sleman Jogjakarta 55282
- Wintjang Indan, 2000, Ilmu Kesehatan Masyarakat, Penerbit Alumni Bandung.

Analisis Kualitas Air Lindi Dan Permukaan Diareal TPA Sowi Gunung Dan Sekitarnya Di Kabupaten Manokwari, Papua Barat

Novaldi Laudi Angrianto¹, Jacob Manusawai¹, Anton S. Sinery¹

¹Program Studi S2 Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Papua, Jalan Gunung Salju Amban Manokwari, 98314, Papua Barat, Indonesia

*Email: anton_sineri@yahoo.com

Disubmit: 11 Februari 2021, direvisi: 20 Juni 2021, diterima: 27 Juni 2021

Doi: <https://doi.org/10.30862/cassowary.cs.v4.i2.79>

ABSTRACT: The aim of the research was to determine the quality of leachate water in the processing unit (IPAL) of TPA Sowi Gunung and the quality of surface water around the TPA in relation to the operation of the IPAL TPA. The method used in this research was descriptive method with cross sectional survey technique by collecting leachate samples from the IPAL unit and surface water samples from two springs around the landfill area. It was accompanied by *in-situ* measurements of pH parameters and continued with 6 parameter quality analysis others (TSS, TDS, BOD, COD, N-total, TOC) at the Laboratory of the Research Center for Environmental Assessment, University of Papua. The result of the research was known that the parameters of pH, TSS, BOD, COD, N-total, and TOC in the TPA IPAL unit were categorized as under quality standards (PerMenLHK No.59 of 2016). In particular, the TDS parameter does not have a tolerance limit corresponding to this quality standard so it becomes a separate consideration in its management considering that water with a high amount of dissolved solids > 1000 mg / L that has an unpleasant taste, so it is not suitable for consumption. Likewise, the quality of surface water at 2 (two) observation points of springs through parameters of pH, TSS, TDS, BOD, COD, N-total, and TOC were categorized as under class I water quality standards according to PP No. 82 of 2001 concerning water quality management and water pollution control.

Keywords: leachate, surface water, pH, TSS, TDS, BOD, COD, N-total, TOC, TPA, Manokwari

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki komposisi sampah basah lebih besar dari sampah kering dan sampah basah menghasilkan kandungan air yang sangat tinggi dibandingkan sampah kering, sehingga menghasilkan air lindi yang besar pula (REF). Menurut Damanhuri (2010) dalam Srikandi (2014), airlindi (leachate) adalah cairan

yang merembes melalui tumpukan sampah dengan membawa materi terlarut atau tersuspensi terutama hasil proses dekomposisi materi sampah.

Zat pencemar dalam air lindi seperti kesadahan, mangan, nitrit, besi, BOD, COD dan logam berat akan mengalir meninggalkan timbunan sampah yang menyebabkan pencemaran pada air permukaan maupun air tanah (Srikandi,

2014). Salah satu kelemahan dari sistem pengolahan sampah yaitu tidak adanya pengolahan air lindi sehingga dapat mencemari kualitas air yang ada disekitar TPA. Menurut Herlambang dan Indriatmoko (2005) dalam Gunawan dkk (2016), air tanah adalah air yang bergerak di dalam tanah yang terdapat didalam ruang antar butir-butir tanah yang meresap ke dalam tanah dan bergabung membentuk lapisan tanah. Lapisan tanah dapat dibedakan menjadi lapisan permeable dan lapisan impermeable. Lapisan permeable adalah lapisan tanah yang dapat ditembus oleh air, yang terbentuk dari hasil endapan pasir atau kerikil. Sedangkan lapisan impermeable adalah lapisan yang kedap air sehingga air tidak akan mampu melewati lapisan ini. Menurut Alfiandy (2013) dalam Saleh dan Purnomo (2014), air lindi akan merembes melalui tanah secara perlahan. Apabila terdapat aliran air tanah di bawah lokasi TPA, maka air lindi akan mencemari aliran tersebut dengan kandungan zat yang cukup berbahaya bagi lingkungan.

Air lindi yang dihasilkan seharusnya dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang. Jika air lindi tersebut tidak ditangani dengan benar dan langsung dibuang ke tanah maka akan mencemari kualitas air yang berada disekitar lingkungan TPA. Menurut Said, dkk (2015), pengolahan lindi sebagian besar TPA di Indonesia masih menggunakan teknologi sistem kolam, yaitu menggunakan kolam penampung, kolam anaerobik, kolam aerobik, kolam stabilisasi, dan dilanjutkan dengan menggunakan wetland. Kelemahan teknologi tersebut adalah waktu tinggal yang relatif lama yakni antara 30 – 50 hari sehingga bangunan kolam membutuhkan lahan yang cukup luas. Selain itu hasil olahan lindi masih di atas baku mutu yang diijinkan untuk dibuang ke badan lingkungan (REF).

Menurut Soemirat (2009) dalam Srikandi (2014), bahaya atau resiko kesehatan yang berhubungan dengan pencemaran air secara umum dapat diklasifikasikan menjadi dua yakni bahaya langsung dan tidak langsung. Bahaya langsung terhadap kesehatan manusia/masyarakat dapat terjadi akibat mengkonsumsi air yang tercemar atau air kualitas yang buruk, baik secara langsung diminum atau melalui makanan, dan akibat penggunaan air yang tercemar untuk berbagai kegiatan sehari-hari.

Menurut Munawar (2011), berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengetahui karakteristik air lindi. Pada umumnya hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa parameter air lindi yaitu mengandung BOD, COD jauh lebih besar dari pada air buangan. Hal ini disebabkan karena dari timbunan sampah yang masih baru, biodegradasi umumnya berlangsung cepat yang ditandai dengan kenaikan produksi asam dan penurunan pH air lindi yang mengakibatkan kemampuan pelarutan bahan-bahan pada sampah oleh air menjadi tinggi (REF). Kemungkinan tercemarnya air sangat besar terutama jika terjadi infiltrasi dari air limpasan dan limbah dari hasil kegiatan manusia.

Beberapa hasil penelitian telah menunjukan adanya dampak yang cukup besar terkait letak TPA terhadap kualitas air sekitarnya. Winni (2012) menyebutkan bahwa kandungan nitrat telah melebihi batas baku mutu dalam air sumur gali masyarakat di sekitar tempat pembuangan (TPA) sampah di Desa Namo Bintang Kecamatan Pacur Batu Kabupaten Deli Serdang. Kurniawan (2006) menyebutkan bahwa parameter fisik, kimia dan mikrobiologi air sumur di wilayah sekitar TPA Galuga telah melampaui ambang batas maksimum yang diperbolehkan di TPA Gabuga Cibungbulong Bogor. Hal

tersebut terlihat dari 11 parameter (bau, rasa, pH, DO, BOD5, COD, ammonia, nitrit, seng, bakteri coliform dan fecal coli (*E. coli*) yang telah melampaui ambang batas maksimum sesuai baku mutu kelas I. Demikian halnya Arbain, dkk (2008) yang menyebutkan bahwa parameter TDS, BOD, COD, DO, PO4, NO3, NO2, NH3, Besi, H₂S, Fenol, dan Cl telah melebihi baku mutu terkait pengaruh air lindi tempat pembuangan akhir sampah TPA Suwung di kota Denpasar.

TPA Sowi Gunung merupakan salah unit pengelolaan sampah yang dikelola dengan sistem sanitary landfill guna menunjang target Manokwari sebagai kota bersih. Berdasarkan hasil wawancara (dengan pengelola unit) dan survei awal diketahui bahwa TPA ini telah berumur > 10 tahun dan dilengkapi dengan beberapa sarana penunjang termasuk IPAL yang dilengkapi 4 unit bak/kolam pengolahan lindi. Menurut Mamboai dkk (2020), spesifikasi TPA Sowi Gunung dibangun dengan menggunakan sistem semi sanitary *landfill*, dengan luas lahan 12.000m² (120m x 100m) dan kedalaman bak mencapai 5 meter. Total volume sampah yang dapat ditampung di TPA Sowi Gunung mencapai 60.000m³. Beberapa infrastruktur pendukung yang terdapat di TPA Sowi Gunung antara lain bak penampung lindi, *workshop*, rumah pengomposan, dan gudang. Sementara dalam menunjang operasional penanganan TPA Sowi Gunung terdapat tiga unit kendaraan *bull-dozer* yang kondisi dua diantaranya rusak. Di sekitar TPA ini terdapat 2 mata air yang dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar sebagai sumber air bersih untuk kebutuhan rumah tangga. Namun demikian informasi terkait kualitas air pada kedua mata air ini dalam hubungannya dengan

operasional TPA belum diketahui secara ilmiah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berlangsung selama tiga bulan dan dimulai pada bulan September sampai November Oktober 2020 dan dilaksanakan pada areal Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah Sowi Gunung Kabupaten Manokwari. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskripsif dengan teknik survey potong silang (*cross-sectional*) melalui pengumpulan sampel air lindi pada unit IPAL dan sampel air permukaan pada dua mata air di sekitar areal TPA disertai pengukuran secara in-situ terhadap parameter pH dan dilanjutkan analisis kualitas 6 parameter lainnya (TSS, TDS, BOD, COD, N-total, TOC) pada laboratorium Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH) Universitas Papua. Data hasil analisis selanjutnya dibandingkan dengan baku mutu kualitas air lindi sesuai PerMenLHK No. 59 tahun 2016 tentang baku mutu lindi bagi usaha dan/atau kegiatan tempat pemrosesan akhir sampah baku dan baku mutu kualitas air (kriteria mutu air berdasarkan kelas I) sesuai PP No. 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Air Lindi

Berdasarkan hasil analisis laboratorium terhadap contoh air yang diambil dari lokasi unit pengolahan diketahui bahwa masih dalam kondisi normal sesuai baku mutu yang berlaku (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil Uji Kualitas Air Lindi

Parameter Satuan	Air Lindi	
	IPAL	Baku Mutu*

pH	-	8.07	6-9
TSS	mg/L	77	100
TDS	mg/L	2733	-
BOD	mg/L	4.3	150
COD	mg/L	16.5	300
N-total	mg/L	0.701	60
TOC	mg/L	17.4	-

*PerMenLHK no. 59 thn 2016

Parameter pH

Nilai pH menyatakan intensitas keasaman atau alkalinitas dari suatu cairan encer dan mewakili konsentrasi hidrogen ionnya. Menurut Chapman (2000), nilai pH merupakan parameter penting dalam analisis kualitas air karena pengaruhnya terhadap proses-proses biologis dan kimia di dalamnya. Suatu lingkungan perairan dapat dikatakan baik jika memenuhi syarat untuk menjamin kehidupan dan mempunyai pH netral, yaitu berkisar 6,5-7,5 (Purwanti, 2005). Dalam beberapa kasus pH air yang jauh dari netral diketahui dapat memberikan dampak negatif bagi makhluk hidup, misalnya penurunan kekerasan gigi akibat konsumsi minuman yang memiliki pH lebih kecil dari 7 (Prasetyo, 2004).

Kadar pH air lindi TPA Sowi Gunung tergolong basa (8,07) dan berada pada batas toleransi baku mutu air lindi sesuai PerMenLHK No. 59/2016. Kadar pH ini sesuai dengan Arbain dkk (2008) yang melaporkan bahwa pH air lindi TPA Suwung Bali sebesar 8,57. Salah satu faktor yang diduga mempengaruhi nilai pH air lindi adalah umur sampah. Menurut Priambodho (2005), bahwa pada proses pertambahan umur tumpukan sampah akan terjadi fase fermentasi metana sebagai hasil dekomposisi biologis anaerobik yang hampir sempurna dengan nilai pH berfluktuasi 7,5 - 9.

Parameter Total Padatan Tersuspensi (TSS)

Total Suspended Solid (TSS) didefinisikan sebagai jumlah bobot bahan tersuspensi dalam suatu volume tertentu yang dinyatakan dalam mg/liter. Sumber suspensi ini dapat berasal dari kotoran hewan, manusia, lumpur, dan limbah industri (Sastrawijaya, 2000) serta dapat pula berasal dari sisa-sisa tumbuhan. TSS merupakan salah satu bagian dari zat padat dalam air selain zat padat terlarut dan koloidal (REF). Analisis zat padat penting dilakukan bagi penentuan komponen-komponen air secara lengkap juga untuk perencanaan serta pengawasan proses pengolahan dalam bidang air minum maupun air buangan (Alaerts dan Santika, 1987).

Air lindi TPA Sowi Gunung memiliki kadar TSS sebesar 77 mg/L dan masih berada di bawah baku mutu sesuai PerMenLHK No. 59 tahun 2016. Kadar tersebut menggambarkan bahwa potensi material TSS yang cukup besar dalam sampah di TPA ini, dan masih terlihat melalui proses sirkulasi menuju unit IPAL yang dapat terlihat dari endapan suspensi pada kolam IPAL yang berwarna hitam pekat. Jumlah hujan yang cukup tinggi mengakibatkan kadar TSS dalam air menurun karena terjadi pengenceran kadar zat tersuspensi dan sebaliknya. Jika kadar TSS melebihi 100 mg/L, maka TSS tersebut menunjukkan jumlah kepekatan padatan tersuspensi yang terdiri dari zat organik dan anorganik berupa ion-ion antara lain Sodium, Kalsium, Magnesium, Bikarbonat, Sulfat, Klorida, Besi, Kalium, Karbonat, Nitrat, Strontium, Boron dan Silika yang tinggi dan melayang-layang dalam air lindi sampah (Effendi, 2003). Secara fisik keberadaan TSS umumnya dapat dikenali sebagai penyebab kekeruhan pada air. Limbah cair yang mempunyai

kandungan zat tersuspensi tinggi tidak boleh dibuang langsung ke badan air karena disamping dapat menyebabkan pendangkalan juga dapat menghalangi sinar matahari masuk kedalam dasar air sehingga proses fotosintesa mikroorganisme (fitoplanton) tidak dapat berlangsung (Erni, 2013). Proses fotosintesis ini merupakan salah satu penyedia oksigen terlarut dalam air, sehingga bila proses ini terhalang, maka proses dekomposisi hanya dapat terjadi secara anaerobik. Aktifitas mikroba yang hidup di bagian badan air yang anaerob selain menghasilkan sel-sel mikroba baru juga menghasilkan senyawa-senyawa CO_2 , NH_3 , H_2S , dan CH_4 serta senyawa lainnya seperti amin, PH_3 dan komponen fosfor (REF). Asam sulfide (H_2S), amin dan komponen fosfor adalah senyawa yang mengeluarkan bau menyengat yang tidak sedap, misalnya H_2S berbau busuk dan amin berbau anyir (REF). Selain itu disinyalir bahwa NH_3 dan H_2S hasil dekomposisi anaerob pada tingkat konsentrasi tertentu dapat beracun dan oleh karenanya membahayakan organisme lain, termasuk ikan (Erni, 2013).

Parameter Total Padatan Terlarut (TDS)

Zat padat adalah material tersuspensi atau terlarut dalam air yang dapat mempengaruhi kualitas air (Djuhariningrum, 2005). Air lindi TPA Sowi Gunung memiliki kadar TDS yang tergolong cukup tinggi yaitu 2.733 mg/L. Hal ini dikarenakan air lindi sangat banyak mengandung material organik dan anorganik serta padatan dan mikro organisme yang apabila dimasukkan kembali ke dalam sampah, akan terakumulasi di dalam sampah (REF). Namun demikian masih dalam batas toleransi sesuai baku mutu (PerMenLHK No. 59 tahun 2016). Air

dengan jumlah zat padat terlarut tinggi >1000 mg/L mempunyai rasa yang tidak enak, sehingga tidak layak dikonsumsi sebagai air minum. Apabila TDS bertambah, maka kesadahan akan bertambah pula, dan akan mempengaruhi daya hantar listrik (REF). Semakin banyak ion bermuatan listrik, maka akan mempengaruhi dan mempermudah daya hantar listrik. Selain itu, TDS menyebabkan kekeruhan (turbidity) serta mempengaruhi salinitas karena senyawa terlarut menyebabkan air menjadi asin (Djuhariningrum, 2005). Resirkulasi air lindi ke dalam tumpukan sampah dapat menyebabkan akumulasi ion klorida dan amonia karena tidak digunakan kembali selama proses degradasi sampah (REF). Karena ion klorida dan amonia ini merupakan salah satu komponen penyusun TDS, menyebabkan konsentrasi TDS pada lysimeter 2 yang menerapkan system resirkulasi air lindi menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan lysimeter 1 (Erni, 2013).

Parameter Biochemical Oksigen Demand (BOD)

BOD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi zat-zat organik menjadi bentuk anorganik yang stabil (Chapman, 2000). BOD adalah suatu analisa empiris yang mencoba mendekati secara global proses-proses mikrobiologis yang benar-benar terjadi di dalam air. Angka BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan (mengoksidasi) hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat-zat organik yang tersuspensi dalam air.

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai BOD pada air lindi TPA cukup rendah yaitu 4,3 mg/L dan masih berada dibawah baku mutu sesuai PerMenLHK No. 59 tahun 2016. Hal ini dikarenakan

jumlah bahan organik yang tergolong rendah sehingga tidak membutuhkan oksigen yang banyak. Jika kadar BOD melebihi 150 mg/L, maka konsentrasi BOD ini menggambarkan mengandung material organik pula. Adanya konsentrasi yang tinggi akan membutuhkan banyak oksigen untuk melakukan proses dekomposisi secara biologis (*biodegradable*) oleh mikroorganisme aerob (REF). Penguraian zat organik adalah peristiwa alamiah, jika suatu badan air tercemar oleh zat organik maka bakteri akan dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air selama proses *biodegradable* berlangsung, sehingga dapat mengakibatkan kematian pada biota air dan keadaan pada badan air dapat menjadi anaerobik yang ditandai dengan timbulnya bau busuk (Erni, 2013).

Parameter Chemical Oxygen Demand (COD)

Kebutuhan oksigen kimiawi (COD) adalah ukuran indikasi dari jumlah oksigen yang dapat dikonsumsi oleh reaksi dalam larutan yang diukur, umumnya dinyatakan dalam massa oksigen yang dikonsumsi miligram per liter (mg/l). COD adalah jumlah total oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia (Munawar, 2011). Sebuah tes COD dapat digunakan untuk menghitung kandungan organik dalam larutan. Penggunaan paling umum dari COD adalah dalam mengukur jumlah polutan teroksidasi yang ditemukan dalam air permukaan (misalnya danau dan sungai) atau air limbah (REF).

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai COD pada air lindi TPA cukup rendah yaitu 16,5 mg/L dan masih berada dibawah baku mutu. Jika kadar COD melebihi 300 mg/L, maka konsumsi oksigen tinggi ditunjukkan

dengan semakin kecilnya sisa oksigen terlarut, sehingga kandungan bahan-bahan buangan yang membutuhkan oksigen juga tinggi. Dengan demikian tingginya COD merupakan indikator adanya pencemaran yang paling penting untuk menentukan kekuatan atau daya cemar air limbah (Erni, 2013).

Parameter N-total

Nitrogen adalah nutrisi penting dalam sistem biologis makhluk hidup. Proporsi nitrogen berupa nitrogen organik dan nitrogen amonia dalam air limbah, tergantung degradasi bahan organik yang berlangsung (REF). Senyawa nitrogen organik dapat ditransformasi menjadi nitrogen amonium dan dioksidasi menjadi nitrogen nitrit dan nitrat dalam sistem biologis makhluk hidup (Saeni, 1989). Amonia (NH_3), nitrit (NO_2^-) dan nitrat (NO_3^-) merupakan senyawa-senyawa yang mengandung unsur nitrogen (N). Unsur N sebagai salah satu unsur makro yang penting dibutuhkan untuk pertumbuhan suatu organisme. Di dalam perairan, kebanyakan senyawa-senyawa nitrogen dijumpai dalam bentuk organik dan anorganik (Mahida, 1997).

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai COD pada air lindi TPA cukup rendah yaitu 0,71 mg/L dan masih berada dibawah baku mutu. Jika kadar N-total melebihi 60 mg/L, maka dapat menyebabkan methaemoglobinemia, yaitu kondisi dimana hemoglobin (Hb) didalam darah sehingga darah menjadi kekurangan oksigen dan dikenal dengan penyakit "babie blues" pada bayi (REF). Hal ini dapat mengakibatkan pengaruh yang fatal serta dapat mengakibatkan kematian khususnya pada bayi (Srikandi, 2014). Selain itu, senyawa nitrogen berikatan dengan perak (*argentum*) sebagai senyawa debu, yang dapat menimbulkan iritasi pada kulit dan

menghitamkan kulit (*argyria*) karena ketika kedua senyawa ini saling berikatan, maka *argentum* akan menjadi sangat korosif. Kondisi tersebut mengakibatkan *argyria* dapat terjadi karena senyawa ini diakumulasikan di dalam selaput lendir dan kulit (Srikandi, 2014).

Parameter Total Organik Karbon (TOC)

Total Organic Karbon (TOC) adalah jumlah carbon yang menempel/terkandung didalam senyawa organik dan digunakan sebagai salah satu indikator kualitas air (air bersih maupun air limbah). Dari hasil uji kualitas air pada sampel air lindi pada pemeriksaan parameter TOC yaitu 17,4 mg/L. Namun, dalam baku mutu (PerMenLHK No. 59 tahun 2016 tentang baku mutu lindi bagi usaha dan/atau kegiatan tempat pemrosesan akhir sampah), tidak tercantum batas maksimal parameter TOC.

Pada PerMenLHK No. 59 tahun 2016 dalam persyaratan parameter kualitas air tanah yang dipantau pada sumur pantau atau sumur uji tercantum parameter kimia organik. Semua bahan organik mengandung karbon (C) yang berkombinasi dengan satu atau lebih elemen lainnya (Effendi, 2003). Bahan organik dikelompokkan menjadi tiga kelompok utama yaitu alifatik, aromatik, dan heterosiklik, dan semua kelompok tersebut memiliki beberapa contoh senyawa yang cukup banyak (Sawyer dan McCarty, 1978).

Kenyataan menunjukkan bahwa untuk penentuan masing-masing bahan

organik tersebut cukup sulit dan sangat kompleks. Meskipun TOC merupakan bagian dari bahan organik, tetapi pada PerMenLHK No. 59 tahun 2016 parameter bahan organik hanya mencakup batas-batas maksimum bahan kimia organik saja. Selanjutnya karbon diperairan juga terdapat dalam bentuk karbon organik yang berasal dari tumbuhan atau biota akuatik, baik yang hidup atau yang mati dan menjadi detritus (Effendi, 2003). Dengan pengujian TOC, semua senyawa karbon organik dalam perairan akan dapat diketahui dalam bentuk jumlah total (tidak spesifik), sehingga TOC dapat menjadi alternatif untuk mengetahui parameter kimia organik pada PerMenLHK No. 59 tahun 2016.

Hasil wawancara dengan Kepala Bidang Persampahan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Manokwari selaku perwakilan pengelola TPA Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah diketahui bahwa pada lapisan *landfill* yang seharusnya berfungsi sebagai tempat mengalirnya air lindi mengalami kebocoran akibat terjadinya kebakaran pada beberapa waktu sebelumnya sehingga diduga terjadi infiltrasi air lindi pada TPA.

Kualitas Air Permukaan

Hasil uji menunjukkan bahwa 7 parameter kimia air (Tabel 2) yang dianalisis secara keseluruhan masih berada pada batas toleransi sesuai baku mutu yang berlaku sebagaimana pada air lindi.

Tabel 1. Hasil Uji Kualitas Air Permukaan

Parameter	Satuan	Air Permukaan		Baku Mutu*
		Site 1	Site 2	
pH	-	7.22	6.92	6-9
TSS	mg/L	4	3	50
TDS	mg/L	241	382	1000

BOD	mg/L	1.6	1.4	2
COD	mg/L	7.4	8.2	10
N-total	mg/L	0.514	0.414	10.56
TOC	mg/L	4.3	7.6	-

Baku Mutu Kelas I (PP no. 82 Thn 2001)

Parameter pH

Derajat keasaman merupakan kekuatan antara asam dan basa dalam air dan suatu kadar konsentrasi ion hidrogen dalam larutan (Sutamihardja, 1978). Nilai pH menggambarkan kekuatan bahan pelarut dari air, karena itu penunjukkannya mungkin dari reaksi kimia pada batu-batuan dan tanah-tanah. Pertumbuhan organisme perairan dapat berlangsung dengan baik pada kisaran pH 6,5 - 8,5. Namun menurut Effendi (2003) besarnya pH dapat digunakan sebagai petunjuk dalam memprediksi kualitas air. Jika nilai pH = 7, air digolongkan netral, untuk pH < 7 air digolongkan asam dan untuk pH > 7 digolongkan basa.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pH kedua mata air tersebut tergolong layak untuk di konsumsi sebagai air baku air minum sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001. Demikian halnya dengan Permenkes Nomor 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum dimana pH memiliki ambang batas berkisar antara 6,5-8,5. Kondisi ini diduga dipengaruhi oleh kualitas lingkungan khususnya batuan yang diketahui merupakan batuan batu gamping (limestone), selain kondisi vegetasi dan faktor lingkungan lainnya.

Parameter Total Padatan Tersuspensi (TSS)

Penyebab nilai zat tersuspensi yang utama adalah kikisan tanah atau erosi yang terbawa ke badan air (Effendi, 2003). Menurut Priyono (1994), bahan partikel yang tidak terlarut seperti pasir, lumpur, tanah, dan bahan kimia anorganik menjadi bentuk bahan

tersuspensi di dalam air, sehingga bahan tersebut menjadi penyebab polusi tertinggi di dalam air.

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai TSS pada mata air kedua lokasi pengamatan masih berada pada toleransi baku mutu dan dipengaruhi kondisi lingkungan seperti curah hujan, jenis tanah, topografi, kelerengan, dan tutupan vegetasi. Diketahui bahwa kedua titik pengambilan sampel ini merupakan daerah lereng yang berada pada cekungan sehingga memiliki vegetasi yang cukup rapat pada bagian atasnya yang menjadi faktor penentu besarnya limpasan permukaan dan potensi penyerapan air tanah.

Parameter Total Padatan Terlarut (TDS)

Zat padat terlarut merupakan padatan yang terdiri dari senyawa-senyawa organik dan anorganik yang larut di dalam air, termasuk mineral dan garam (Fardiaz, 1992). Hasil pengukuran nilai TDS pada kedua mata air masih berada pada toleransi baku mutu dan dipengaruhi oleh kondisi vegetasi yang masih cukup rapat, juga oleh kondisi lingkungan lainnya termasuk jarak mata air yang relatif dekat dengan TPA. Hal ini didukung oleh Djuhariningrum (2005) yang menyatakan bahwa penyebab utama keberadaan TDS di perairan adalah sisa-sisa bahan organik dan molekul sisa-sisa bahan buangan seperti molekul sabun, deterjen dan surfaktan yang larut dalam air. Kualitas air pada kedua titik pengamatan ini berdasarkan parameter TDS tergolong pada kategori layak untuk dikonsumsi sebagai air baku air minum bagi masyarakat sekitar.

Parameter Biochemical Oksigen Demand (BOD)

Kebutuhan Oksigen Biologik (BOD) merupakan ukuran banyaknya oksigen yang diperlukan oleh jasad pengurai untuk merombak bahan organik yang ada dalam perairan dalam volume air tertentu (REF). Berdasarkan hasil pengukuran nilai BOD pada kedua mata air (titik pengamatan) tergolong pada kategori layak untuk di konsumsi sesuai PP No. 82 Tahun 2001 dan juga Permenkes Nomor 492 Tahun 2010 tentang persyaratan kualitas air minum dimana parameter BOD tidak memiliki ambang maksimal.

Parameter Chemical Oxygen Demand (COD)

Nilai COD menggambarkan total jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimia, baik yang dapat didegradasi secara biologis maupun yang sukar didegradasi secara biologis menjadi karbondioksida dan air (Effendi, 2003). Hasil pengukuran COD pada kedua mata air menunjukkan nilai COD masih berada pada toleransi baku mutu dan layak untuk di konsumsi sesuai PP No. 82 Tahun 2001, dan juga Permenkes No. 492 Tahun 2010. Hasil uji kedua mata air tersebut menunjukkan kadar COD hampir mencapai ambang batas maksimal baku mutu, hal ini dikarenakan kadar COD menggambarkan bahwa tingginya jumlah total bahan organik pada kedua air permukaan, sebagaimana Effendi (2003) menyatakan bahwa semakin tinggi nilai COD semakin tinggi pula pencemaran oleh zat organik.

Parameter N-total

N-total atau nitrogen total merupakan kalkulasi dari Amonia (NH_3), nitrit (NO_2^-) dan nitrat (NO_3^-) yang

menggambarkan senyawa-senyawa yang mengandung unsur nitrogen (N). Berdasarkan hasil pengukuran nilai N-total pada kedua mata air tersebut tergolong pada kategori layak untuk di konsumsi sesuai PP No. 82 Tahun 2001, dan juga Permenkes Nomor 492 Tahun 2010.

Parameter Total Organik Karbon (TOC)

Total Organik Karbon didefinisikan sebagai jumlah karbon yang terikat dalam senyawa organik yang terkandung didalam air (REF). Menurut Jenie (1993) Nilai TOC sangat berkorelasi dengan hasil analisis BOD dan COD bila limbah relatif seragam. TOC menggunakan pendekatan karbon akan tetapi tidak menunjukkan laju degradasi senyawa karbon. Senyawa – senyawa yang dianalisis dalam uji TOC seperti selulosa, hanya memecah secara lambat dalam lingkungan alamiah. Nilai TOC akan berubah apabila limbah diberi penanganan dengan berbagai metode. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai TOC tertinggi pada titik pengamatan 2 (dua) 7,6 mg/L dan terendah pada titik pengamatan 1 yaitu 4,3 mg/L. Parameter TOC tidak memiliki batas maksimal yang tercantum pada baku mutu air pada PP No. 82 tahun 2001, demikian halnya dengan Permenkes Nomor 492 Tahun 2010. Secara umum hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai TOC kedua mata air tersebut tergolong pada kategori layak untuk dikonsumsi karena parameter TOC memiliki korelasi terhadap parameter BOD dan COD, dimana hasil uji BOD dan COD menunjukkan bahwa parameter tersebut memenuhi baku mutu.

Unsur-unsur pencemar air lindi sampah dari TPA Sowi Gunung diduga berinfiltrasi masuk ke dalam akifer air tanah disebabkan oleh masuknya air

hujan ke dalam timbunan sampah. Hal ini akan menghanyutkan komponen-komponen sampah yang telah mengalami proses dekomposisi yang menghasilkan air lindi sampah (leachate) yang kemudian merembes keluar dari TPA sehingga menimbulkan pencemaran pada air sumur dan badan air lainnya di sekitar TPA. Pencemaran air lindi sampah akibat air hujan mencuci sampah yang sudah busuk serta segala kotoran yang terperangkap di dalamnya. Air lindi tersebut ada yang mengalir dipermukaan tanah yang dampaknya pada air permukaan, menimbulkan bau dan penyakit, sedangkan air lindi yang merembes ke dalam air tanah akan menimbulkan pencemaran air mata air di sekitarnya. Saway (2015) mengatakan bahwa rembesan air lindi yang terdapat dan telah tersebar pada daerah pinggiran lokasi TPA sampah telah mencapai jarak ± 50 m dari pinggiran TPA, dengan arah umum penyebaran lindi dari barat kearah selatan lokasi TPA. Air lindi yang menyebar umumnya mengikuti kemiringan morfologi setempat dengan kedalaman air lindi berkisar antara 1,71–8,0m dibawah permukaan tanah dan telah berakumulasi dengan satuan batu gamping yang terdapat pada areal TPA sampah.

Hasil analisis air lindi (TPA) dan air permukaan disekitar TPA dimana TPA memiliki ketinggian tertinggi ± 145 mdpl, sedangkan pada titik pengamatan 1 (satu) memiliki ketinggian yaitu ± 130 mdpl dan pada titik pengamatan 2 (dua) memiliki ketinggian yaitu ± 90 MDPL sehingga sangat berpotensi mencemari kualitas air permukaan karena TPA memiliki ketinggian lebih dibandingkan dengan pengambilan sampel air pada kedua air permukaan yang memiliki ketinggian dibawah lokasi TPA tersebut. Saway (2015) menyebutkan bahwa arah aliran

sebaran air lindi dari timur ke barat. Hasil tersebut berbeda dengan penelitian ini karena hasil uji kualitas air menunjukkan bahwa air lindi TPA tidak memiliki pengaruh terhadap kualitas air permukaan disekitar TPA. Hal ini ditunjukkan oleh parameter-parameter kualitas air permukaan yang masih berada pada batas toleransi baku mutu air kelas I (PP No. 82 tahun 2001) maupun Permenkes No.492 tahun 2016.

Kondisi tersebut dipengaruhi oleh kondisi curah hujan wilayah Manokwari yang cukup tinggi pada tahun 2020 (2.874,8 mm/tahun) sesuai data pada BPS Kabupaten Manokwari (2021). Curah hujan merupakan unsur iklim yang berpengaruh kualitas air secara langsung. Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi milimeter (mm) di atas permukaan horizontal (REF). Curah hujan juga dapat diartikan sebagai ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir (REF). Air hujan yang jatuh di permukaan tanah dapat menyebabkan unsur kimia yang ada di permukaan tanah terlarut dalam air tersebut. Selanjutnya jenis batuan formasi geologi juga sangat berperan dalam mencegah atau mengurangi pencemaran air tanah dan air permukaan secara alami yang berasal dari air lindi. Formasi geologi TPA terdapat batu gamping terumbu, kalsirudit, kalkarenit dan batupasir, konglomerat, breksi neka bahan dan gampingan (REF). Tingkat peredaman sangat tergantung pada attenuation capacity (kemampuan peredaman) batuan (REF). Attenuation capacity mencakup permeabilitas, daya filtrasi, pertukaran ion, absorpsi, dan lain-lain. Demikian halnya dengan topografi dan kelerengan yang berhubungan dengan arah aliran air

tanah terkait kedua sumber mata air serta keberadaan vegetasi. Diketahui bahwa areal sekitar TPA juga memiliki vegetasi yang baik sehingga mampu mendegradasi pencemaran akibat air lindi secara alami. Hal ini dikemukakan oleh penelitian Rachmawati (2014) yang mengatakan bahwa vegetasi riparian berperan penting dalam peningkatan kualitas air dimana vegetasi (hidromakrofit) mampu menurunkan konsentrasi beberapa parameter fisik-kimia air seperti bikarbonat, TSS, TDS, nitrat, ortofosfat, ammonium, TOM, suhu, konduktivitas serta meningkatkan kadar oksigen terlarut di bagian hilir saluran irigasi.

KESIMPULAN

Kualitas air lindi TPA melalui parameter pH, TSS, BOD, COD, N-total, dan TOC dikategorikan aman karena masih berada dibawah standar baku mutu (PerMenLHK No. 59 tahun 2016 tentang baku mutu lindi bagi usaha dan/atau kegiatan tempat pemrosesan akhir sampah). Parameter TDS tidak memiliki batas toleransi sesuai baku mutu ini sehingga menjadi pertimbangan tersendiri dalam pengelolaannya mengingat air dengan jumlah zat padat terlarut tinggi > 1000 mg/L mempunyai rasa yang tidak enak, sehingga tidak layak dikonsumsi sebagai air minum. Kualitas air permukaan pada 2 (dua) titik pengamatan mata air melalui parameter pH, TSS, TDS, BOD, COD, N-total, dan TOC dikategorikan aman untuk dikonsumsi sebagai air baku air minum untuk keberlangsungan hidup masyarakat disekitar TPA Sowi Gunung dikarenakan masih berada dibawah standar baku mutu air kelas I (PP No. 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air).

DAFTAR PUSTAKA

- Alaert, G. dan S.S. Santika. 1987. Metode Penelitian Air. Usaha Nasional. Surabaya.
- Arbain, N.K. Mardana., Sudana I.B. 2008. Pengaruh Air Lindi Tempat Pembuang Akhir Sampah Suwung Terhadap Kualitas Air Tanah Dangkal di Sekitarnya di Kelurahan Pendungan Kota Denpasar. *Echotropic* 3 (2) 211-226
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Manokwari Provinsi Papua Barat, Tahun 2020.
- Chapman, D. 2000. Water Quality Assesment. E & FN Spon. London.
- Djuhariningrum T., 2005, Penentuan Total Zat Padat Terlarut dalam Memprediksi Kualitas Air Tanah dari berbagai Contoh Air, Pusat Pengembangan Geologi Nuklir-Batan, Jakarta.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius, Yogyakarta.
- Erni M. 2013. Pengaruh Lindi (Leachate) Sampah Terhadap Air Sumur Penduduk Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Air Dingin. *Jurnal Kesehatan Masyarakat, Padang*. Vol. 7 (No.2): 56-58.
- Fardiaz, S. 1992. Polusi Udara dan Air. Karnisius. Yogyakarta.
- Gunawan SA, Prasetyo Y, dan Amarrohman FJ. 2016. Studi Penentuan Kawasan Resapan Air Pada Wilayah DAS Banjir Kanal Timur. Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang. Vol5 (2) : 126.
- Kurniawan, Bambang. (2006). Analisis kualitas air sumur sekitar wilayah tempat pembuangan akhir sampah (studi kasus di TPA Galuga

- Cibungbulang Bogor). Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.
- Mahida, U.N. 1997. Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri. Rajawali. Jakarta.
- Mamboai H, Sinery A.S, Wanggai C.B, Marhan M, Pamuji K.E, 2020. reviuw masterplan pengelolaan persampahan di Kabupaten Manokwari. Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Papua
- Munawar, A. 2011. Rembesan Air Lindi (Leachate) Dampak Pada Tanaman Pangan dan Kesehatan. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jatim, Surabaya.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor p.59/MENLHK/Setjen/KUM.1/7/2016 Tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha Dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air
- Prasetyo EA. 2004. Keasaman minuman ringan menurunkan kekerasan permukaan gigi. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Priambodho K. 2005. Kualitas Air pada Tempat Pembuangan Akhir Sampah Galuga Kabupaten Bogor. IPB: Bogor.
- Priyono, A. 1994. Parameter-parameter Kualitas Air. Laboratorium Analisis Lingkungan. Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan. Fakultas Kehutanan. Bogor.
- Purwanti AA, Sunarto, Setyaningsih R. 2005. Kualitas air tanah di sekitar Aliran Sungai Pepe, Surakarta. BioSmart. Vol 7(No. 1):66- 71.
- Rachmawati ET, dan Retnaningdyah C. 2014. Karakteristik Vegetasi Riparian dan Interaksinya dengan Kualitas Air Mata Air Sumber Awan Serta Salurannya di Kecamatan Singosari Malang. Jurnal Biotropika. Vol 2 (No.3).
- Saeni, M.S. 1989. Kimia Lingkungan. Depdikbud, Ditjen Pendidikan Tinggi. PAU – Ilmu Hayat, IPB. Bogor.
- Said NI, dan Hartaja DRK. 2015. Pengolahan Air Lindi Dengan Proses Biofilter Aaerob-Aerob dan Denitrifikasi. Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT. JAI Vol 8 (No.1): 1-2.
- Saleh C, dan Purnomo H. 2014. Analisis Efektifitas Instalasi Pengolahan Limbah Lindi Di TPA Supit Urang Kota Malang. Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang. Vol 5 (No.1): 103-104.
- Sastrawijaya AT. 2000. Pencemaran Lingkungan. Rineke Cipta. Jakarta.
- Saway F.D, 2015. Identifikasi Arah Rembesan dan Letak Akumulasi Lindi Pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Lokasi Sowi Kabupaten Manokwari. Pascasarjana Ilmu Lingkungan. Universitas Papua.
- Sawyer, C.N. and P.L. McCarty. 1978. Chemistry for Environmental Engineering Third edition. McGraw-Hill Book Company, Tokyo.
- Srikandi, F. 2014. Analisis Kualitas Air Tanah Masyarakat di Sekitar Tempat Pembuangan Sampah Kelurahan Sumur Batu Bantar Gebang Bekasi. Univesitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta. Tugas Akhir. Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.

- Sutamiharjda, 1978. Kualitas Pencemaran Lingkungan. Sekolah Pascaprasarjana Jurusan Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Bahan Kuliah: Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Winni, R. T., & Surya, D. (2012). Analisis Kandungan Pb Pada Air Sumur Gali Masyarakat di Sekitar Tempat Penimbunan Limbah Padat Industri Timah Dari Daur Ulang Aki Bekas Desa Sei Rotan Kecamatan Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang Tahun 2012. Program Sarjana Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara Departemen Kesehatan Lingkungan. Vol 2 (No.4): 1-6.

P-ISSN: 2614-8900

E-ISSN: 2622-6545



Diterbitkan oleh: Program Pascasarjana Universitas Papua