

**Identifikasi Bakteri Pada Sampel Air Kolam Renang
di Pantai Parangtritis, Kretek, Bantul**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 pada Program Studi Biologi



disusun oleh :
Siti Fatimah
17106040004

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA
2022**

HALAMAN PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1887/Un.02/DST/PP.00.9/08/2022

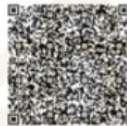
Tugas Akhir dengan judul : Identifikasi Bakteri Pada Sampel Air Kolam Renang di Pantai Parangtritis

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : SITI FATIMAH
Nomor Induk Mahasiswa : 17106040004
Telah diujikan pada : Rabu, 22 Juni 2022
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

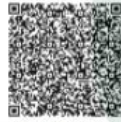
dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



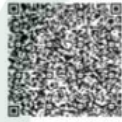
Ketaa Sidang
Dr. Arifah Khusnuryani, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 62f9b24a06712



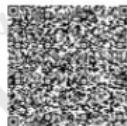
Penguji I
Agesty Ika Nurlita, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 62a649c355068



Penguji II
Siti Aisah, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 62fbc212edaae



Yogyakarta, 22 Juni 2022
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6305fba7a2c8f

HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumber secara jelas sesuai norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya sesuai peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Yogyakarta, 4 Juni 2022



Nama : Siti Fatimah

NIM : 17106040004

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN MOTTO

Pelan-pelan ikuti saja langkah kakimu

Aku percaya denganmu

Kalau lelah jangan lupa istirahat

It's okey to not be okey

Amor Fati

(dr. Jiemi Ardian, Sp.KJ; Menjadi Manusia)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan karunia-Nya sehingga penulisan skripsi dapat diselesaikan dengan baik. Sholawat serta salam kita curahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammmad SAW yang telah melimpahkan rahmat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Identifikasi Bakteri Pada Sampel Air Kolam Renang di Pantai Parangtitis”.

Penyusunan skripsi ini tidak akan terlaksana tanpa bantuan, bimbingan, pengarahan dari semua pihak. Oleh karena itu melalui kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang tulus kepada:

1. Prof. Dr. Phil. Al Makin, S. Ag, M.A. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Dr. Hj. Khurul Wardati, M. Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Najda Rifqiyati, S. Si, M. Si. selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Siti Aisah, S. Si, M. Si. selaku Sekertaris Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
5. Dr. Arifah Khusnuryani, S. Si, M. Si. selaku Pembimbing Skripsi.

6. Bapak/Ibu dosen Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
7. Asisten Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
8. Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Daerah Istimewa Yogyakarta.
9. Laboratorium Terpadu Universitas Islam Indonesia.
10. Orangtua Penulis Bapak Subarman dan Ibu Sudaryanti atas doa dan dukungan selama ini.
11. Sahabat Penulis yaitu Khoirul Agustina, Alifia Ghina Maharani dan Dhanis Nuranggitasari atas dukungan selama ini.
12. Rekan-rekan seperjuangan angkatan 2017 atas kebersamaan dan dukungan selama ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dan perlu pendalaman lebih lanjut. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk kita semua.

Bantul, 8 Juli 2022

Penulis

Identifikasi Bakteri Pada Sampel Air Kolam Renang di Pantai Parangtritis, Kretek, Bantul

Siti Fatimah
17106040004

Abstrak

Kolam renang di Pantai Parangtritis merupakan salah satu fasilitas umum yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat untuk berenang atau rekreasi. Berenang memiliki dampak positif dan negatif. Dampak negatif terkait dengan kualitas air kolam renang. Pencemaran kolam renang dapat terjadi karena pencemaran kimia dan mikrobiologi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui baku mutu kesehatan air kolam renang berdasarkan parameter fisika, kimia, dan biologi, serta mengetahui jenis-jenis bakteri yang dapat ditemukan di kolam renang Pantai Parangtritis. Metode yang digunakan adalah *purposive sampling*, dengan data disajikan dalam bentuk deskriptif kualitatif yang diperoleh dari pengukuran parameter kimia, fisika dan biologi yang dibandingkan dalam Peraturan Kementerian Kesehatan No. 32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan air kolam renang. Identifikasi mengacu pada *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Sampel air kolam yang diuji menunjukkan parameter fisika yaitu suhu sesuai baku mutu (27-32 °C), sedangkan kekeruhan tidak sesuai baku mutu (lebih dari 0, 5 NTU). Parameter kimia dan biologi ketiga sampel tidak sesuai baku mutu, yaitu dengan nilai pH 5-6 dan keberadaan bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* sejumlah 68/100 mL hingga lebih dari 1898/100mL. Bakteri yang ditemukan pada sampel air kolam renang memiliki kemiripan dengan genus *Staphylococcus* sp. untuk isolat B1.4, genus *Enterobacter* untuk isolat B1.5, genus *Bacillus* sp. untuk isolat C1.4 dan C1.5, serta genus *Escherichia* untuk isolat B103.

Kata Kunci: Bakteri, Identifikasi, Kolam renang, Baku Mutu Kesehatan Air

Identification of Bacteria in Sample of Swimming Pool Water On The Parangtritis Beach, Kretek, Bantul

Siti Fatimah
17106040004

Abstract

The swimming pool at Parangtritis beach is one of the public facilities that can be used by public for swimming or recreation. Swimming has positive and negative impact. The negative impact is related to the water quality of the swimming pool. The pollution of swimming pool can occur due to chemical and microbiological pollution. The purpose of this study was to determine the quality of swimming pool water on physical, chemical, and biological parameters, as well as knowing the types of bacteria that can be found in the swimming pool at Parangtritis beach. The method is purposive sampling, with data presented in the qualitative descriptive form obtained from measurements of chemical, physical, and biological parameters which are compared to the Regulation of Ministry of Health number 32 of 2017 concerning health quality standards for swimming pool water. Identification referred to *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. The result from pool water samples showed physical parameters, namely the temperature according to quality standard (27-32 °C), while the turbidity did not match quality standard (more than 0,5 NTU). The chemical and biological parameters of the three samples did not match the quality standards, namely with a pH value of 5-6 and the presence of *Coliform* and *Esheria coli* bacteria 68/100 mL to more than 1898/100 mL. The bacteria found in the swimming pool water samples were similar to the genus *Staphylococcus* sp. for isolate B1.4, genus *Enterobacteria* for isolate B1.5, genus *Bacillus* sp. for isolate C1.1 and C1.5, and genus *Esheria* for isolate B103.

Keyword: Bacteria, Identification, Swimming pool, Water Health Quality Standar

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSYARATAN BEBAS PLAGIARISME	iii
HALAMAN MOTTO	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan.....	3
D. Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Pantai Parangtritis.....	5
B. Baku Mutu Kesehatan Air Kolam Renang.....	5
C. Bakteri Pencemar Air Kolam.....	9
BAB III METODE PENELITIAN	18
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	18
B. Alat dan Bahan.....	18
C. Prosedur Kerja.....	19
D. Analisis Data.....	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
A. Gambaran Umum Pantai Parangtritis.....	34
B. Hasil dan Pembahasan Penelitian.....	36
BAB V PENUTUP	59
A. Kesimpulan.....	59
B. Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	66

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Baku Mutu Kesehatan Air Kolam Renang Parameter Fisika Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 Tahun 2017	6
Tabel 2. Baku Mutu Kesehatan Air Kolam Renang Parameter Kimia Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 Tahun 2017	7
Tabel 3. Baku Mutu Kesehatan Air Kolam Renang Parameter Biologi Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 Tahun 2017	8
Tabel 4. Hasil Pengukuran Parameter Fisika Sampel Air Kolam Renang di Pantai Parangtritis.....	37
Tabel 5. Hasil Pengukuran Parameter Kimia Sampel Air Kolam Renang di Pantai Parangtritis.....	39
Tabel 6. Hasil Pengukuran Nilai MPN Sampel Air Kolam Renang Di Pantai Parangtritis.....	41
Tabel 7. Hasil Karakterisasi Isolasi Bakteri Pada Sampel Air Kolam Renang di Pantai Parangtritis.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bakteri <i>E. coli</i> tampak mikroskopis.....	9
Gambar 2. Bakteri <i>P. aeruginosa</i> tampak mikroskopis.....	11
Gambar 3. Bakteri <i>S. aureus</i> tampak mikroskopis.....	13
Gambar 4. Bakteri <i>Legionella</i> spp. tampak mikroskopis.....	15
Gambar 5. Bakteri <i>Salmonella</i> sp. tampak mikroskopis.....	17
Gambar 6. Pengamatan makroskopis isolat bakteri air Kolam renang di Pantai Parangtritis.....	46
Gambar 7. Pengamatan mikroskopis dan mikroskopis Kolam renang di Pantai Parangtritis.....	49
Gambar 8. Pengamatan uji biokimia motil dan indol	51
Gambar 9. Pengamatan uji biokimia TSIA.....	53
Gambar 10. Pengamatan uji biokimia MR-VP.....	55
Gambar 11. Pengamatan uji biokimia Katalase.....	57

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar 1. Kolam Renang A.....	66
Gambar 2. Kolam Renang B.....	66
Gambar 3. Kolam Renang C.....	66
Gambar 4. Penjepit.....	67
Gambar 5. Kertas Lakmus.....	67
Gambar 6. Termometer Alkohol.....	68
Gambar 7. <i>Cooler bag</i>	68
Gambar 8. Jerigen 1 L (total 9 jerigen).....	69
Gambar 9. Pengukuran Parameter Fisika suhu.....	69
Gambar 10. Pengukuran Parameter Fisika Kekeruhan.....	70
Gambar 11. Pengukuran Parameter Kimia pH.....	71
Gambar 12. Pengukuran Parameter Kimia klorida	71
Gambar 13. Tes perkiraan 5X10 mL.....	72
Gambar 14. Tes Perkiraan 5X1 mL.....	72
Gambar 15. Tes Perkiraan 5X0,1 mL.....	73
Gambar 16. Tes Penegasan 5X10 mL.....	73
Gambar 17. Tes Penegasan 5X1 mL.....	74
Gambar 18. Tes Penegasan 5X0, 1 mL.....	74
Gambar 19. Tes Pelengkap Hasil (B1.4, B1.5, C1.1, dan C1.5).....	75
Gambar 20. Tes Pelengkap Pewarnaan Gram (B1.4, B1.5, C1.1, dan C1.5).....	75
Gambar 21. Hasil Pengenceran Isolat B103.....	76
Gambar 22. Hasil Pemurnian Isolat B103.....	76
Gambar 23. Hasil Pewarnaan Gram Isolat B103.....	77
Gambar 24. Tabel Formula Thomas 555.....	77
Gambar 27. Karakteristik Bentuk, permukaan dan tepi koloni bakteri.....	80

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pantai Parangtritis merupakan salah satu pantai terkenal yang berada di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Hal ini dibuktikan dengan data statistik Pemerintah Kabupaten Bantul (2020), jumlah pengunjung wisata Pantai Parangtritis sebesar 1.487.400 orang. Salah satu fasilitas yang ada di Pantai Parangtritis adalah kolam renang *outdoor* yang berada di tepi pantai. Kolam renang ini berada dekat dengan kamar mandi yang merupakan salah satu fasilitas yang disediakan oleh pengelola. Kondisi area kolam hanya dilapisi terpal dengan bagian tepi kolam ditutup menggunakan pagar bambu atau dengan tanaman, kemudian untuk bagian samping bagian luar diberi tegel atau disemen. Kolam renang ini dipergunakan untuk pengunjung anak-anak atau orang dewasa yang menemani anaknya berenang.

Indah *et al.* (2019), menyatakan bahwa kolam renang merupakan fasilitas umum yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat untuk berenang atau rekreasi. Renang untuk sebagian orang merupakan kebutuhan yang dapat mengembalikan *mood* atau menghilangkan rasa jenuh dan bosan setelah aktivitas sehari-hari. Renang memiliki dampak positif dan negatif bagi tubuh. Dampak negatif berenang berkaitan dengan kualitas air kolam renang. Hal ini karena air yang digunakan untuk mengisi kolam renang seringkali tidak diketahui kualitas airnya (Makhabbah & Aminah, 2017).

Pencemaran kolam renang dapat terjadi secara kimia dan mikrobiologi. Secara kimia dapat berasal dari tubuh perenang berupa kosmetik, sisa sabun, urin dan keringat. Secara mikrobiologi berasal dari kotoran yang dikeluarkan oleh perenang, hewan yang berada disekitar lingkungan kolam renang dan kotoran yang berasal dari sumber air kolam renang yang digunakan. Adanya kontaminan tersebut dapat menimbulkan masalah kesehatan bagi pengguna kolam renang, meliputi penyakit mata, penyakit kulit, penyakit hepatitis dan penyakit terkait saluran pencernaan yaitu diare dan typhus (Sang, 2017).

Parameter yang digunakan sebagai indikator kualitas air kolam renang antara lain fisika, kimia dan biologis. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan air keperluan sanitasi, kolam renang, sarana air yang dapat digunakan untuk terapi adalah parameter fisika (suhu, dan kekeruhan), parameter kimia (pH), dan parameter biologi bakteri (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* sp. dan *Legionella* spp.). Selain bakteri tersebut menurut Lukmanul & Chylen (2018), keberadaan bakteri *Salmonella* sp. dalam kolam renang disebabkan karena letak kolam renang berada dekat dengan sungai dan di dataran rendah.

Keberadaan bakteri patogen dalam air kolam renang dapat menyebabkan penyakit bagi manusia seperti diare, infeksi kulit dan infeksi pneumonia. Selain itu, mengingat bahwa pantai dan kolam renang merupakan tempat wisata yang banyak diminati masyarakat, kondisi pengelolaan kolam renang di pantai Parangtritis dan kemungkinan adanya bakteri di kolam renang maka perlu dilakukan penelitian tentang identifikasi bakteri di kolam renang Parangtritis.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana baku mutu kesehatan air kolam renang di pantai Parangtritis berdasarkan parameter fisika (Suhu dan kekeruhan), kimia (pH), dan biologi (*Coliform* dan *Escherichia coli*)?
2. Bakteri apa saja yang ditemukan di sampel air kolam renang pantai Parangtritis?

C. Tujuan

1. Mengetahui baku mutu kesehatan air kolam renang di pantai Parangtritis berdasarkan parameter fisika (suhu dan kekeruhan), kimia (pH), dan biologi (*Coliform* dan *Escherichia coli*)?
2. Mengetahui jenis-jenis bakteri yang ditemukan di sampel air kolam renang pantai Parangtritis.

D. Manfaat

1. Menginformasikan kepada masyarakat terkait baku mutu kesehatan air kolam renang secara fisika, kimia dan biologi di pantai Parangtritis.
2. Sebagai bahan kajian keilmuan bidang mikrobiologi mampu dimanfaatkan dalam pengelolaan kolam renang di pantai Parangtritis pada umumnya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pantai Parangtritis

Pantai Parangtritis merupakan salah satu objek wisata alam primadona yang berada di Daerah Istimewa Yogyakarta, tepatnya di Dusun XI Mancingan, Kelurahan Parangtritis, Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul. Banyak fasilitas umum yang dibangun sebagai penunjang wisatawan antara lain seperti, kamar mandi umum, parkir, rumah makan atau warung makan, tim SAR, tempat foto, tempat penyewaan mobil ATV, musholla, dan lain-lain.

Salah satu fasilitas yang disediakan adalah kolam renang yang ada di tepi pantai Parangtritis. Kolam renang ini diperuntukkan untuk pengunjung anak-anak agar tidak mandi di laut. Kolam renang yang ada di pantai Parangtritis merupakan kolam renang yang dimiliki oleh kelompok atau perorangan. Kolam renang buka pada waktu hari *weekend* (Sabtu dan Minggu) dan akan tutup pada hari biasa. Khusus pada hari Minggu jumlah pengunjung akan meningkat dari pagi hingga sore. Hal ini karena anak-anak baru libur sekolah bersamaan dengan para orangtua juga libur berkerja.

B. Baku Mutu Kesehatan Air Kolam Renang

Parameter kualitas air kolam renang diatur dalam Peraturan Kementerian Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 tentang kualitas air kolam renang. Parameter tersebut meliputi parameter fisika, kimia, dan biologi.

1. Parameter Fisika

Parameter fisika kualitas air untuk kolam renang meliputi bau, kekeruhan, suhu, kejernihan, dan kepadatan perenang. Terkait kepadatan sebagai salah satu parameter yang digunakan adalah semakin dalam kolam renang maka semakin luas ruang yang dibutuhkan.

Tabel 1. Parameter Fisika Baku Mutu Kesehatan Air Kolam Renang Berdasarkan Peraturan Kementerian Kesehatan No.32 Tahun 2017

No	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar Maksimum)	Keterangan
1.	Bau		Tidak berbau	
2.	Kekeruhan	NTU	0,5	
3.	Suhu	°C	16 – 40	
4.	Kejernihan	Piringan terlihat jelas		Piringan merah hitam (secchi) berdiameter 20 cm terlihat jelas dari kedalaman 4,572 m
5.	Kepadatan perenang	m ² /perenang	2,2	Kedalaman < 1 meter
			2,7	Kedalaman 1 – 1,5 meter
			4	Kedalaman > 1,5 meter

2. Parameter Kimia

Parameter kimia kualitas air kolam renang meliputi pH, alkalinitas, sisa khlor bebas, sisa khlor terikat, total *bromin*/sisa *bromin* dan potensial reduksi oksidasi. Konsentrasi minimum untuk setiap parameter tergantung pada jenis kolam renang. Apabila kolam renang menggunakan disinfektan *bromin* maka konsentrasi minimum juga berbeda dibanding dengan konsentrasi khlorin.

Tabel 2. Parameter Kimia Baku Mutu Kesehatan Air Kolam Renang Berdasarkan Peraturan Kementerian Kesehatan No.32 Tahun 2017

No	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar minimum/kisaran)	Keterangan
1.	pH		7 – 7,8	Apabila menggunakan khlorin dan diperiksa minimum 3 kali sehari
			7 - 8	Apabila menggunakan bromin dan diperiksa minimum 3 kali sehari
2.	Alkalinitas	mg/L	80 - 200	Semua jenis kolam renang
3.	Sisa khlor bebas	mg/L	1 – 1,5	Kolam beratap/tidak beratap
			2 – 3	Kolam panas dalam ruangan
4.	Sisa khlor terikat	mg/L	3	Semua jenis kolam renang
5.	Total bromine	mg/L	2 – 2,5	Kolam biasa
		mg/L	4 – 5	<i>Heated pool</i>
	Sisa bromine	mg/L	3 – 4	Kolam beratap/tidak beratap/kolam panas dalam ruangan

3. Parameter Biologi

Parameter biologi kualitas air kolam renang terdiri dari 4 (empat) yaitu, indikator pencemaran oleh bakteri dari tinja (*E. coli*), bakteri yang tidak berasal dari tinja (*P. aeruginosa*, *S. aureus*, dan *Legionella* spp.). *Heterotrophic Plate Count* (HPC) merupakan metode pemantauan air berdasarkan bakteri heterotrofik (Alex, 2011). Bakteri heterotrofik merupakan bakteri non patogen dan menjadi indikator adanya aktivitas penguraian senyawa organik. Bakteri ini berperan sebagai dekomposer dan dapat memecah fosfat, nitrat dan amonia. Beberapa jenis bakteri heterotrofik antara lain *Pseudomonas* sp., *Mocrococcus* sp., *Staphylococcus* sp., *Sarcina* sp., dan *Flavorbacterium* sp. (Lies, 2014).

Tabel 3. Parameter Biologi Baku Mutu Kesehatan Air Kolam Renang Berdasarkan Peraturan Kementerian Kesehatan No.32 Tahun 2017

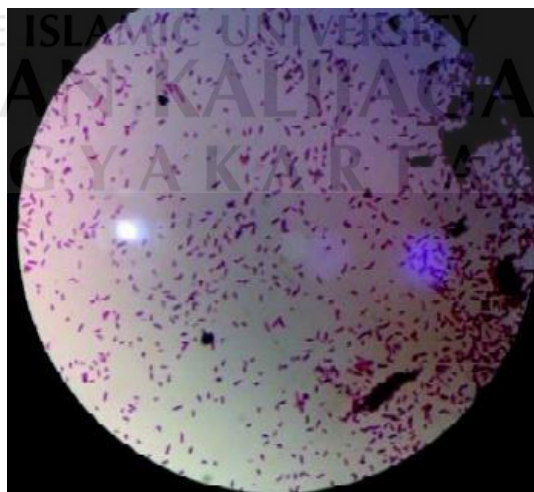
No	Parameter	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar maksimum)	Keterangan
1.	<i>E. coli</i>	CFU/100 mL	< 1	Diperiksa setiap bulan
2.	<i>Heterotrophic Plate Count</i> (HPC)	CFU/100 mL	100	Diperiksa setiap bulan
3.	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	CFU/100 mL	< 1	Diperiksa bila diperlukan
4.	<i>Staphylococcus aureus</i>	CFU/100 mL	< 100	Diperiksa sewaktu-waktu
5.	<i>Legionella</i> spp.	CFU/100 mL	< 1	Diperiksa setiap 3 bulan untuk air yang diolah dan setiap bulan untuk SPA alami dan panas

C. Bakteri Pencemar Air Kolam Renang

1. Bakteri *Escherichia coli*

Bakteri *E. coli* ditemukan pada tahun 1885 oleh Theodor Escherich (Lies, 2016). Bakteri tersebut merupakan salah satu kelompok bakteri fekal yang sering digunakan sebagai indikator kualitas air. Keberadaan bakteri ini dalam air mengindikasikan terjadi kontaminasi oleh feses (Amyati, 2019). Keberadaan bakteri *E. coli* dalam air dapat menyebabkan keluhan diare. Penyakit tersebut menjadi salah satu penyakit lain yang disebabkan karena kualitas air (Wahyu *et al.*, 2018).

Bakteri *E. coli* secara normal berada di usus manusia dan hewan berdarah panas. Nutrisi bakteri *E. coli* yaitu gula, protein, dan lemak. Bakteri ini mendapat makanan dari lingkungan sekitar dengan cara menguraikan zat makanan organik menjadi zat anorganik yaitu CO₂, H₂O, energi, dan mineral (Amyati, 2019).



Gambar 1. Bakteri *E. coli* tampak mikroskopis (Shabrina & Inayati, 2011)

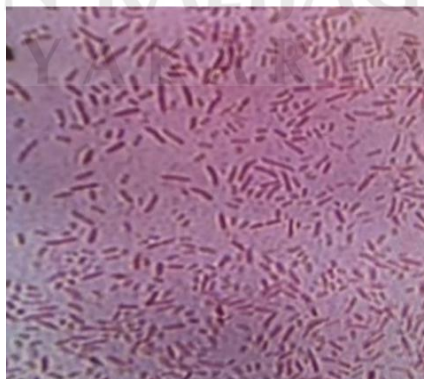
Bakteri *E. coli* termasuk dalam bakteri Gram negatif dengan susunan sel batang (Dian, *et al.* 2019). Selain itu juga termasuk dalam golongan bakteri *Coliform* disebut juga bakteri *Coliform* fekal dan tidak membentuk spora (Abdul, 2019). Berdasarkan uji biokimia bakteri *E. coli* dapat menghasilkan positif indol menggunakan enzim *tryptophanase*, uji *methyl red* (MR) juga menghasilkan positif MR yang ditunjukkan dengan larutan berwarna merah, uji *voges-proskauer* (VP) menghasilkan negatif VP karena *E. coli* dapat memfermentasi karbohidrat namun tidak menghasilkan produk netral seperti *asetonin*. Kemudian pada uji gula *E. coli* mampu memfermentasi laktosa, glukosa dan sukrosa dengan menghasilkan gas serta hidrogen sulfida (H₂S). Hal ini ditunjukkan dengan perubahan media menjadi kuning, adanya gelembung pada media gula dan adanya warna hitam pada media (Susi & Muhammad, 2017). Klasifikasi berdasarkan *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 7th edition* (Robbert *et al.*, 1957; Soedrato, 2015) :

Kingdom	: Bacteria
Divisio	: Proteobacteria
Kelas	: Gamma Proteobacteria
Ordo	: Enterobacteriales
Famili	: Enterobacteriaceae
Genus	: <i>Escherichia</i>
Species	: <i>Escherichia coli</i>

Manfaat bakteri *E. coli* adalah hampir semua rekayasa genetik dalam bioteknologi menggunakan bakteri ini. Hal ini karena struktur yang sederhana sehingga mudah untuk direkayasa. Selain itu bakteri *E. coli* membantu produksi vitamin K yang berfungsi untuk pembekuan darah (Lies, 2016).

2. Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*

Bakteri *P. aeruginosa* merupakan bakteri yang berasal dari tanah, air, selokan dan tinja. Keberadaan bakteri ini menandakan kurangnya kebersihan sistem distribusi. Selain itu keberadaan bakteri tersebut dapat menyebabkan infeksi sistem pernafasan (pneumonia) (Sri, 2017). Selain itu bakteri ini dapat tumbuh anaerob dengan menggunakan nitrat dan arginin. Bakteri *P. aeruginosa* termasuk dalam bakteri Gram negatif yang berbentuk batang dengan susunan tunggal berpasangan atau rantai. Selain itu memiliki bentuk koloni bulat, halus dengan warna fluoresen kehijauan yang berpigmen kebiruan dan tidak fluoresen (Srinatalia, 2020).



Gambar 2. Bakteri *P. aeruginosa* tampak mikroskopis (Aulia *et al.*, 2017).

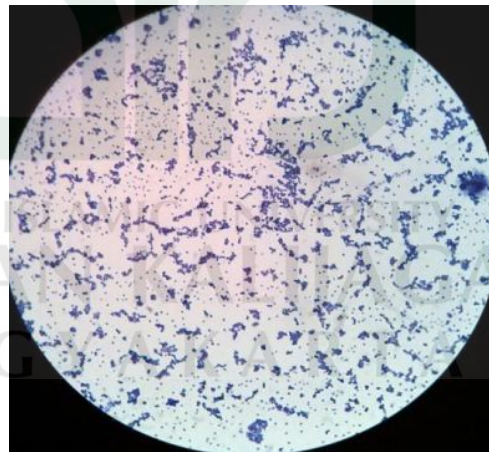
Secara umum bakteri *Pseudomonas* sp. Memiliki karakteristik termasuk Gram negatif dengan bentuk batang atau kokus dan motil dengan flagel polar. Selain itu bakteri ini memiliki hasil positif oksidasi, positif katalase, dan dapat memproduksi beberapa enzim seperti protease, amilase, dan lipase. Bakteri ini juga dapat mengurai protein, karbohidrat, dan senyawa lain menjadi CO₂, gas amoniak dan senyawa lain yang lebih sederhana. Dalam membedakan antara bakteri *P. aeruginosa* dengan *Pseudomonas* sp. lain suhu optimal tumbuh 37- 42 °C, pH optimal 6,6 - 7,0, memiliki warna koloni kuning, bentuk sel batang, tidak berspora, memproduksi indol, tidak memecah urea, negatif terhadap uji sitrat karena karbon yang digunakan bukan dari sitrat, dan positif terhadap uji katalase (Cut *et al.*, 2018). Berikut klasifikasi bakteri *P. aeruginosa* menurut *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 7th edition* (Robbert *et al.*, 1957; Soedrato, 2015) :

Kingdom : Bacteria
Divisio : Proteobacteria
Kelas : Gamma Proteobacteria
Ordo : Pseudomonales
Famili : Pseudomonadanceae
Genus : *Pseudomonas*
Species : *Pseudomonas aeruginosa*

3. Bakteri *Staphylococcus aureus*

Bakteri *S. aureus* merupakan bakteri patogen yang dapat menyebabkan terjadinya infeksi seperti infeksi kulit ringan dan keracunan makanan hingga diare (Ely *et al.*, 2017). Keberadaan bakteri ini dalam air juga dapat berasal dari kontak kulit dan selaput lendir manusia yang sudah terkontam bakteri *S. aureus*. Penyebab lain adalah limbah domestik yang juga berpotensi membawa berbagai jenis bakteri patogen termasuk *S. aureus* (Dea *et al.*, 2020).

Bakteri *S. aureus* termasuk bakteri patogen Gram positif yang berbentuk kokus dengan susunan sel berkelompok. Karakteristik bakteri *S. aureus* uji biokimia karakteristik uji katalase positif, *Voges-Proskauer* positif dan dapat mefermentasi glukosa dan manitol (Laila *et al.*, 2019).



Gambar 3. Bakteri *S. aureus* tampak tampak mikroskopis (Marlin *et al.*, 2015).

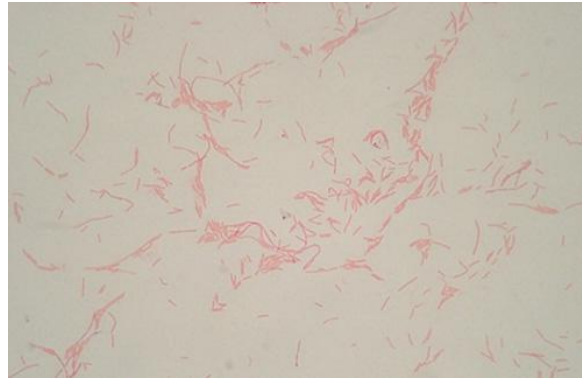
Bakteri *S. aureus* memerlukan waktu tumbuh 24 jam dengan koloni berwarna abu-abu sampai kuning emas tua atau keemasan dan kuning jeruk. Sedangkan bentuknya bundar, halus menonjol dan berkilau (Amalia, 2013). Berikut klasifikasi bakteri *S. aureus* menurut *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology edition 7th* (Robbert *et al.*, 1957; Soedarto, 2015) :

Kingdom	: Eubacteria
Divisio	: Firmicutes
Kelas	: Bacilli
Ordo	: Bacillales
Famili	: Staphylococcaceae
Genus	: <i>Staphylococcus</i>
Spesies	: <i>Staphylococcus aureus</i>

4. Bakteri *Legionella* spp.

Bakteri *Legionella* spp. merupakan bakteri yang banyak ditemukan di air hingga tersebar luas di lingkungan. Bakteri ini dapat bertahan dalam suhu ekstrim tinggi. Hal ini karena secara alami Bakteri *Legionella* spp. banyak hidup di ekosistem perairan, pemandian air panas atau dingin, kolam renang, rumah, kantor dan hotel (Eduardus *et al.*, 2017; Fragou *et al.*, 2011).

Bakteri *Legionella* spp. ini dapat menyebabkan pneumonia pada manusia melalui inhalasi aerosol atau mikroaspirasi dari air (Lucky *et al.*, 2019). Bakteri ini juga termasuk dalam bakteri Gram negatif dengan suhu pertumbuhan antara 25-43°C. Selain itu juga dapat beradaptasi pada suhu tinggi 55-60°C (Fragou *et al.*, 2011).



Gambar 4. Bakteri *Legionella* spp. tampak mikroskopis (Peera, 2021).

Identifikasi bakteri *Legionella* spp. dapat dilakukan dengan berbagai metode. Namun metode mendeteksi menggunakan DNA bakteri dengan *Polymerase Chain Reaction* (PCR) menjadi salah satu alternatif metode kultur konvensional yang dilakukan. Hal ini karena bakteri *Legionella* spp. memiliki pertumbuhan yang lambat dan sangat kritis (Behets *et al.*, 2007 dalam Eduardus *et al.*, 2017). Berikut klasifikasi *Legionella* spp. (Arthur *et al.*, 1994) :

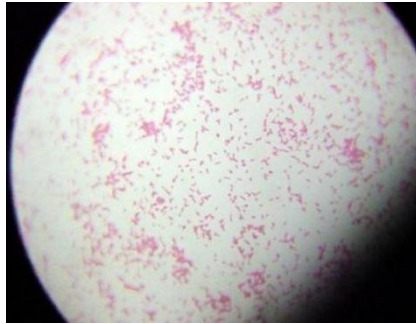
Kingdom : Bacteria
 Divisio : Proteobacteria
 Kelas : Gamma Proteobacteria
 Ordo : Enterobacteriales
 Famili : Enterobacteriaceae
 Genus : *Legionella*
 Spesies : *Legionella pneumophila*

5. Bakteri *Salmonella* sp.

Bakteri *Salmonella* sp. merupakan bakteri patogen yang dapat menyebabkan penyakit menular disebut salmonellosis. Bakteri ini pada umumnya menyerang usus manusia. Bakteri ini juga dapat bertahan beberapa minggu di air dan beberapa tahun di tanah apabila kondisi lingkungan mendukung (Pui *et al.*, 2011).

Bakteri *Salmonella* sp. merupakan bakteri Gram negatif berbentuk batang pendek. Secara uji biokimia bakteri ini adalah tidak dapat memfermentasi laktosa, tetapi dapat memfermentasi glukosa. Selain itu dapat menghasilkan H₂S, motil, positif sitrat, indol negatif, adanya ruang udara di bawah media sehingga media terangkat keatas dan koloni transparan dengan inti berwarna hitam (Darna *et al.*, 2018; Nyoman Indra & Ni Nyoman Sri, 2017).

Keberadaan bakteri *Salmonella* sp. dalam suatu perairan dapat diindikasikan dengan keberadaan bakteri *E. coli*. Hal ini karena bakteri tersebut sangat erat hubungannya dengan *Salmonella* sp. Dimana adanya korelasi positif antara densitas *E. coli* dengan *Salmonella* sp., semakin tinggi populasi *E. coli* maka semakin tinggi peluang *Salmonella* sp. ditemukan dalam suatu perairan tersebut (Kunarso 1989 dalam Leis, 2014).



Gambar 5. Bakteri *Salmonella* sp. tampak mikroskopis
(Nyoman Indra & Ni Nyoman Sri, 2017)

Berikut klasifikasi bakteri *Salmonella* sp. menurut *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology edition 7th* (Robbert *et al.*, 1957; Soedarto, 2015) :

Kingdom : Bacteria
 Divisio : Proteobacteria
 Kelas : Gamma Proteobacteria
 Ordo : Enterobacteriales
 Famili : Enterobacteriaceae
 Genus : *Salmonella*
 Spesies : *Salmonella enterica*
 Subspesies : *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar *typhi*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
 SUNAN KALIJAGA
 YOGYAKARTA

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan September 2021 sampai dengan bulan Januari 2022. Pengambilan sampel air kolam dilakukan di pantai Parangtritis Kretek, Bantul, Yogyakarta. Pengujian parameter biologi dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Uji parameter fisika kekeruhan dilakukan di Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Daerah Istimewa Yogyakarta, kemudian uji klorida di Laboratorium Terpadu Universitas Islam Indonesia.

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah autoklaf (*Astell*), Erlenmeyer (*Pyrex*), inkubator (*Heraeus*), *Laminar Air Flow Cabinet* (*Esco*), cawan petri, tabung Durham, gelas ukur (*Pyrex*), gelas objek, tabung reaksi (*Pyrex*), mikroskop (*Nikon*), hot plate (*Cimarec*), botol flakon, ose jarum, termometer, kertas lakmus, pipet ukur, gelas beaker (*Pyrex*), jarum tegak, slide, neraca analitik (*Ohaus*), mikropipet (*Socorex*) dan jerigen.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : Sampel air kolam, media *Indol*, media *methyl red and voges-proskauer*, media *sulfide indol motility* (SIM), *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA), kristal violet, lugol, safranin, alkohol 70%, aquades, media *Nutrien Agar* (NA), larutan alpha naptol, larutan KOH 40%, reagen kovac, larutan metil *red*, larutan H₂O₂ 3%, dan larutan NaCl 0,85%.

C. Prosedur Kerja

1. Pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan di pantai Parangtritis, Kretek, Bantul. Pengambilan sampel air kolam renang dilakukan dengan metode *purposive sampling*. Metode tersebut merupakan salah satu teknik pengambilan sampel dengan pertimbangan tertentu. Dalam penelitian ini pengambilan sampel melihat berdasarkan kondisi kolam renang yang ada di pantai Parangtritis.

Proses pengambilan dilakukan pada hari Minggu pagi antara jam 09.00-12.00 WIB karena pemilik kolam mengizinkan untuk mengambil sampel air dengan kondisi kolam yang tidak terlalu ramai takut mengganggu proses pengambilan sampel. Sampel air kolam renang di pantai Parangtritis diambil 3 sampel kolam yang masih satu kawasan sekitar pantai Parangtritis. Kemudian mengambil 4 titik pada masing-masing kolam renang agar dapat mewakili keseluruhan sampel kemudian dilakukan homogenisasi. Sampel dimasukkan dalam 100 mL botol flakon masing-masing 4 botol dan 600 mL jerigen 1 L berjumlah 6 jerigen. Hal ini karena untuk botol flakon akan dibawa ke Laboratorium Mikrobiologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, kemudian untuk yang jerigen 1 liter dibawa ke Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Daerah Istimewa Yogyakarta serta Laboratorium Terpadu Universitas Islam Indonesia (Lab Terpadu UII).

2. Parameter lingkungan :

a. Fisika

- 1) Suhu : Pengukuran suhu dalam penelitian ini menggunakan alat termometer gelas alkohol. Langkah pertama yang dilakukan peneliti yaitu mencatat suhu udara sekitar, kemudian termometer dalam alkohol dicelupkan dalam air. Selanjutnya ditunggu beberapa menit hingga menunjukkan suhu yang konstan dan dicatat suhu yang terbaca (Rosyida, 2016).
- 2) Kekeruhan : Pengukuran kekeruhan dalam penelitian ini menggunakan alat nefelometer. Langkah pertama yang dilakukan peneliti yaitu mengoptimalkan nefelometer sesuai dengan petunjuk penggunaan alat atau proses kalibrasi. Selanjutnya dilakukan proses uji dengan mencuci terlebih dahulu tabung nefelometer menggunakan air suling. Menurut Husnul *et al.*, (2017), tujuan untuk sterilisasi agar tidak terkontaminasi oleh bakteri, virus, protozoa dan bahan kimia (sulfat dan timbal). Sampel kemudian dimasukkan dalam tabung nefelometer yang sebelumnya dikocok terlebih dahulu dan ditunggu hingga menunjukkan nilai pembacaan yang stabil (SNI 06-6989.25-2005).

b. Kimia

- 1) pH : Pengukuran pH menggunakan kertas lakmus. Kertas lakmus dimasukkan ke dalam air kolam selama beberapa detik. Selanjutnya kertas lakmus diangkat dan perubahan warna pada kertas lakmus dibandingkan dengan tabel warna lakmus hingga menunjukkan keterangan nilai pH.
- 2) Klorida (Cl): Pengukuran klorida menggunakan metode volumetri (titrasi). Sampel sebanyak 100 mL dimasukkan ke dalam erlenmeyer kemudian, indikator potasium kromat (K_2CrO_4) 5% ditambahkan sebanyak 1 mL. Selanjutnya dilakukan titrasi dengan larutan silver nitrat ($AgNO_3$) sampai terbentuk endapan berwarna merah kecoklatan sebagai titik akhir dan hasil titrasi dicatat (Amalia, 2012; Agustina & Marce, 2014).

c. Biologi

1) Pembuatan media :

a) Media *Lactosa Broth* (LB) :

Media dibuat dengan cara menimbang 13 gram serbuk LB dan dilarutkan dengan 1 L aquades. Kemudian 10 mL larutan media dimasukkan ke dalam tabung pembiakan yang berisi tabung durham posisi terbalik. Tabung pembiakan ditutup dengan kapas dan disterilisasi dalam autoklaf suhu $121^\circ C$ selama 15 menit (Riri, 2015).

b) *Media Brilliant Green Lactose Bile Broth (BGLB) :*

Media BGLB dibuat dengan cara menimbang 40 gram serbuk BGLB dan dilarutkan dengan 1 L aquades. Kemudian 5 mL larutan media dimasukkan dalam tabung pembiakan yang berisi tabung Durham posisi terbalik. Tabung pembiakan ditutup dengan kapas, dan disterilisasi dalam autoklaf suhu 121°C selama 15 menit (Riri, 2015).

c) *Media Nutrient Agar (NA)*

Media NA dibuat dengan cara menimbang 11,5 gram serbuk NA, kemudian dilarutkan dengan 500 mL aquades yang dididihkan agar terlarut sempurna. Media tersebut kemudian disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit (Rafika & Pratiwi, 2014).

d) *Media Sulfida Indol Motil (SIM)*

Media SIM dibuat dengan cara menimbang serbuk SIM sebanyak 7,5 gram, kemudian dilarutkan dalam 250 mL aquades yang dididihkan agar terlarut sempurna. Media tersebut kemudian disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit.

e) Media *Methyl Red-Voges's Proskauer* (MR-VP)

Media MRVP dibuat dengan cara menimbang serbuk MR-VP sebanyak 3,6 gram untuk 200 mL aquades, kemudian disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit.

f) Media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA)

Media TSIA dibuat dengan cara menimbang serbuk TSIA sebanyak 10 gram untuk 250 mL aquades, kemudian disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit.

2) Pengukuran kualitas air dari sampel air kolam

a) Tes Perkiraan

Tes perkiraan menggunakan metode 5 seri tabung dengan sampel masing-masing sampel 5x10 mL, 5x1 mL, dan 5x0,1 mL, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Hasil tes ini bernilai positif apabila terdapat gas pada tabung Durham dan media menjadi keruh. Hal ini karena bakteri melakukan fermentasi laktosa dengan hasil akhir asam laktat dan karbondioksida. Tujuan tes perkiraan untuk memperkirakan nilai MPN *growth* unit bakteri (Edi & Wulandika, 2017). Fungsi media LB secara umum sebagai sumber nutrisi bakteri dengan menggunakan *Lactosa* sebagai sumber karbohidrat untuk fermentasi (Riri, 2015).

b) Tes penegasan

Hasil positif tes perkiraan dimasukkan dalam media 5 mL BGLB menggunakan jarum ose 1-2 kali, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Tujuannya untuk mengetahui jumlah perkiraan terdekat bakteri *Coliform* dan *E. coli* dalam 100 mL sampel air. Fungsi dari media BGLB untuk memastikan kembali bakteri menggunakan *Lactosa* sebagai sumber fermentasi (Edi & Wulandika, 2017; Riri, 2015).

c) Tes pelengkap

Hasil positif tes penegasan dimasukkan dalam media NA menggunakan jarum ose 1-2 kali yang digoreskan di permukaan media kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam (Riri, 2015). Tujuan untuk penetapan adanya bakteri *E. coli* yang diinokulasi (Edi & Wulandika, 2017).

3) Isolasi bakteri dari sampel air kolam

a) Pengenceran

Masing-masing sampel air kolam diencerkan secara berseri (10^{-1} , 10^{-2} , dan 10^{-3}) menggunakan 9 mL NaCl 0,85%. Kemudian 1 mL sampel diambil untuk kemudian masing-masing pengenceran diinokulasi pada media NA secara *pour plate* dalam cawan petri. Setelah itu diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Proses tersebut diulang sebanyak 3 kali (Lukmanul & Chylen, 2018).

b) Pemurnian sampel

Pemurnian dilakukan untuk mendapatkan sampel tunggal atau murni, sehingga bakteri yang tumbuh pada media NA (hasil pengenceran) diinokulasi pada permukaan NA dengan metode goresan. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan koloni tunggal, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam (Riri, 2015).

4) Karakterisasi bakteri :

a) Pengamatan morfologi

Pengamatan morfologi dilakukan dengan dua tahap yaitu: pengamatan morfologi koloni dan morfologi sel. Pengamatan morfologi koloni meliputi warna (ada beberapa jenis bakteri yang dapat menghasilkan pigmen seperti putih, kuning, merah hijau dan ungu), bentuk (*circular, irregular, filamentous*, dan *rhizoid*), elevasi (*entire, undulate, lobate*, dan *rhizoid*), dan permukaan koloni (*convex, raised, umbonate*, dan *flat*) (Meganada *et al.*, 2017).

Pengamatan morfologi sel dilakukan dengan pengecatan Gram untuk mengetahui sifat Gram sel, bentuk sel, dan susunan sel. Pengecatan Gram dilakukan dengan inokulasi satu *ose* koloni pada gelas objek yang sudah ditetesi dengan aquades steril, kemudian digeser-geserkan hingga membentuk lingkaran seperti uang logam. Preparat kemudian sedikit didekatkan di atas api bunsen hingga tidak ada air.

Preparat apusan yang sudah dibuat kemudian ditetesi dengan pewarna dasar Kristal violet (gram A), dibiarkan 1-2 menit lalu dicuci kelebihan pewarna dengan air mengalir secara hati-hati. Apusan ditetesi dengan lugol atau iodine (gram B), didiamkan selama 1- 2 menit, dibuang kelebihan reagen, kemudian direndam dalam alkohol 96 % selama 30 detik dan apusan dicuci dengan air mengalir secara hati-hati kemudian ditetesi safranin dan didiamkan selama 1 menit. Terakhir preparat dicuci kemudian dikeringkan dan diamati di bawah mikroskop.

Bakteri yang memiliki sifat Gram positif akan berwarna biru keunguan dan bakteri Gram negatif akan berwarna merah jika diamati dibawah mikroskop (Dian *et al.*, 2019). Perbedaan warna ini karena pada proses pewarnaan Gram didasarkan pada perbedaan struktur terluar dinding sel yang menyusun bakteri (Laila *et al.*, 2019). Dimana untuk struktur terluar dinding sel bakteri Gram positif terdiri dari peptidoglikan tebal tanpa lipoprotein atau lipopolisakarida, sedangkan untuk bakteri Gram negatif memiliki dinding sel yang tipis terdiri dari peptidoglikan tipis yang dilapisi oleh lipoprotein atau lipopolisakarida (Ely *et al.*, 2017).

b) Uji Biokimia

(1) Uji motilitas

Uji motilitas bertujuan untuk mengetahui sifat bakteri apakah motil (bergerak). Bakteri diinokulasi dengan jarum tanam tajam secara tegak ke dalam media agar tegak *Sulfida Indol Motil* (SIM). Usahakan jarum tanam tajam sampai menyentuh dasar tabung reaksi, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 (Yulianto *et al.*, 2019). Selanjutnya dilakukan pengamatan pertumbuhan bakteri. Jika bakteri menyebar dari bekas tusukan tegak artinya bakteri bersifat motil (+), sedangkan jika arah pertumbuhan bakteri hanya ada pada garis tegak artinya bakteri bersifat non motil (-) (Laila *et al.*, 2019; Dewi, 2010).

(2) Uji indol

Uji indol bertujuan untuk mengetahui apakah bakteri mampu menghasilkan enzim *triptofanase* dengan mengubah asam amino triptofan dalam media SIM. Bakteri diinokulasi sebanyak satu ose dalam tabung reaksi yang berisi media SIM, kemudian dilakukan inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Setelah itu ditetesi pereaksi kovac sebanyak 10 tetes lalu dikocok secara perlahan dan diamati perubahan warna yang terjadi (Yulianto *et al.*, 2019). Hasil positif (+) jika terbentuk cincin berwarna merah pada permukaan media SIM setelah ditetesi reagen Kovac's, sedangkan hasil negatif (-) jika sebaliknya (Dian *et al.*, 2019; Laila *et al.*, 2019).

(3) Uji *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA)

Uji TSIA bertujuan untuk membedakan jenis bakteri berdasar kemampuan pemecahan dekstrosa, laktosa dan sukrosa. Media yang digunakan mempunyai dua bagian yaitu miring (*slant*) dan tusuk (*bult*) (Dian *et al.*, 2019; Amalia, 2013). Bakteri diinokulasi sebanyak satu *ose* ke dalam media TSIA dengan cara menusuk tegak lurus pada media agar tegak, sedangkan pada media agar *slant* (miring) dengan cara *zig-zag*, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam (Sara *et al.*, 2018).

Uji TSIA bertujuan membedakan jenis bakteri dalam menfermentasi gula. Hasil positif (+) glukosa jika ditandai dengan bagian dasar berwarna kuning dan lereng merah, kemudian hasil laktosa negatif (-) jika bagian dasar dan lereng tetap berwarna merah. Hasil laktosa dan sukrosa positif (+) jika bagian lereng dan dasar berwarna kuning. Selain itu pada uji ini juga dapat untuk melihat pembentukan gas dan H₂S. Hasil positif gas jika ada bagian yang terbelah atau pecah pada media TSIA, kemudian hasil H₂S jika terdapat area yang berwarna hitam pada bagian dasar atau lereng media TSIA (Dian *et al.*, 2019).

(4) Uji *Methyl Red-Voges's Proskauer* (MR-VR)

Uji *Methyl Red* (MR) bertujuan untuk mengetahui kemampuan bakteri menfermentasi glukosa hingga menghasilkan produk asam dengan konsentrasi tinggi. Isolat bakteri dari media NA miring diinokulasi sebanyak satu ose dalam media MR-VP kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Setelah diinkubasi, kemudian ditambahkan indikator *methyl red* sebanyak 5 tetes, didiamkan selama 15 menit. Lalu terakhir diamati perubahan warna yang terjadi. Hasil positif (+) jika setelah ditambahkan indikator *methyl red* berubah menjadi merah karena kondisi asam, sedangkan hasil negatif (-) jika sebaliknya (Yulianto *et al.*, 2019; Sara *et al.*, 2018).

Uji MR selesai kemudian dilanjutkan uji VP dengan langkah sama. Hanya saja indikator yang ditambahkan adalah 2-3 tetes alpha naphthol, kemudian 1-2 tetes 40% KOH (Yulianto *et al.*, 2019; Rafika & Pratiwi, 2014). Tujuan uji VP adalah untuk mengetahui apakah bakteri mampu menghasilkan asetonin atau diasetil tidak pada media yang mengandung fosfat, glukosa dan pepton (Dian *et al.*, 2019; Ely *et al.*, 2017). Hasil positif (+) jika berubah menjadi merah, sedangkan hasil negatif (-) jika berwarna kuning atau coklat (Dian *et al.*, 2019).

(5) Uji Katalase

Uji katalase bertujuan untuk mengetahui sifat bakteri dalam menghasilkan enzim katalase. Bakteri yang sudah diinokulasi pada media NA digoreskan pada gelas objek, kemudian larutan H₂O₂ 3% diteteskan sebanyak 1 tetes (Yulianto, *et al.* 2019). Hasil positif (+) apabila terdapat gas seperti gelembung-gelembung pada ose, sedangkan negatif (-) jika sebaliknya (Sara *et al.*, 2018; Amalia, 2013).

D. Analisis data

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan deskriptif kualitatif yang diperoleh dari pengukuran parameter kimia, fisika dan biologi yang dibandingkan dengan Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 Tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan air kolam renang. Identifikasi mengacu pada *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* kemudian disajikan dalam bentuk *profile matching* berbagai tabulasi karakter (morfologi dan biokimia).



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Pantai Parangtritis

Pantai Parangtritis merupakan kawasan yang berada di Kelurahan Parangtritis, Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Menurut Riyadi (2008 *dalam* Rif'an dan Ragil, 2019), lokasi wisata ini terletak sekitar 27 km sebelah selatan Kota Yogyakarta dengan luas 967 hektar yang berbatasan dengan 4 daerah. Sebelah utara berbatasan dengan Desa Donotirto, sebelah selatan berbatasan dengan Samudra Hindia, sebelah barat berbatasan dengan Desa Tirtohargo dan Sungai Opak, sedangkan sebelah timur berbatasan dengan Kecamatan Panggang, Kabupaten Gunung Kidul.

Pantai Parangtritis secara topografi mempunyai kontur yang bervariasi dengan lahan yang dimanfaatkan oleh masyarakat untuk menunjang para wisatawan yang berkunjung (Antonius, 2018). Mayoritas penduduk sekitar pantai Parangtritis bermata pencarian dengan menjual jasa seperti berjualan menyewakan tempat penginapan, kamar mandi umum, parkir, rumah makan atau warung makan, tim SAR, tempat foto, tempat penyewaan mobil ATV, musholla, kolam renang dan lain-lain.

Salah satu fasilitas yang disediakan di pantai Parangtritis adalah kolam renang *outdoor* yang berada di tepi pantai. Berdasarkan pengamatan dan hasil wawancara yang sudah dilakukan peneliti ketika pengambilan sampel pada hari Minggu, 20 September 2021 salah satu penjaga kolam renang (Pak In), bahwa pengadaan kolam renang di pantai Parangtritis berlangsung sejak tahun 2010 dengan modal awal Rp 3.500.000 per kelompok yang dipinjamkan oleh pemerintah daerah. Uang tersebut digunakan untuk perlengkapan pengadaan kolam dengan pengembalian modal dicicil 3 bulan.

Fasilitas yang dibangun sekitar kolam renang adalah kamar mandi. Kondisi area kolam hanya dilapisi terpal dengan bagian tepi kolam ditutup menggunakan potongan asbes atau dengan tanaman yang sengaja ditanam mengelilingi area kolam renang, kemudian bagian tepi luar kolam terdapat dengan tegel dan bagian dalam samping kolam dilapisi terpal. Kolam renang ini dipergunakan untuk pengunjung anak-anak atau orang dewasa yang menemani anaknya berenang. Ukuran kolam sekitar 3 x 5 meter dengan kedalaman kurang dari 1 meter. Tarif untuk wisatawan yang ingin berenang sebesar Rp. 10.000 sepuasnya. Sumber air yang digunakan adalah sumur dari pemandian Panas Parang Wedang yang dialiri pipa dengan bantuan diesel. Perawatan kolam renang yang dilakukan adalah mengganti air yang digunakan antara 1-2 hari sekali.

B. Hasil dan Pembahasan Penelitian

1. Pengukuran Baku Mutu Kesehatan Kolam renang

Menurut Peraturan Kementerian Kesehatan Nomor 32 Tahun (2017), kolam renang merupakan fasilitas umum yang berkontruksi kolam berisi air yang telah diolah atau dilengkapi dengan fasilitas penunjang baik di luar atau di dalam bangunan untuk berenang, rekreasi, atau olahraga lainnya. Kolam renang harus memperhatikan aspek kesehatan. Hal ini karena kolam renang dapat menjadi salah satu faktor untuk penularan penyakit. Penyakit yang dapat ditularkan seperti penyakit mata, penyakit kulit, penyakit kuning (hepatitis) dan penyakit yang berhubungan dengan pencernaan (Christiani, 2019).

Standar baku mutu kesehatan kolam renang diatur dalam Peraturan Kementerian Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017. Menurut Peraturan Kementerian Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017, parameter kualitas air kolam renang dapat dilihat dari parameter fisika, kimia, dan biologi. Berikut adalah hasil parameter sampel air kolam renang di pantai Parangtritis berdasarkan Peraturan Kementerian Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017:

a. Parameter Fisika

Menurut Peraturan Kementerian Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017, standar baku mutu kolam renang untuk parameter fisika adalah suhu air berkisar antara 16-40 °C dengan nilai kekeruhan 0,5 NTU.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Parameter Fisika Sampel Air Kolam Renang di Pantai Parangtritis

No	Sampel Air Kolam	Parameter	
		Suhu	Kekeruhan
1	Sampel A	29-32 °C	0,72 NTU
2	Sampel B	27-29 °C	0,70 NTU
3	Sampel C	31-32 °C	0,68 NTU

Dalam proses pengukuran parameter fisika yaitu suhu menggunakan alat termometer alkohol dengan pengulangan 3 kali, kemudian pada kekeruhan 600 mL sampel dimasukkan dalam jerigen 1 L masing-masing 3 jerigen untuk dibawa ke Dinas Lingkungan dan Kehutanan Daerah Istimewa Yogyakarta (DLHK DIY). Pengambilan sampel 600 mL karena sampel yang dibutuhkan untuk uji sebanyak 500 mL (0,5 L).

Berdasarkan Tabel 4 di atas, dapat diketahui bahwa ketiga sampel air kolam renang memiliki nilai suhu sesuai baku mutu kolam renang. Hal ini dapat dilihat dari suhu untuk ketiga sampel berkisar diangka 27-32°C. Nilai suhu yang sesuai dengan standar baku mutu untuk dapat terus dijaga kebersihan dan rutin dilakukan pemantauan untuk pengukuran suhu. Jika suhu terlalu tinggi dapat mempengaruhi proses klorin dalam menonaktifkan mikroorganisme dalam air (Agbagwa *et al.*, 2012).

Nilai kekeruhan ketiga sampel air kolam renang tidak sesuai dengan baku mutu kolam renang karena nilai untuk ketiga sampel melebihi angka 0,5 NTU. Pengukuran kekeruhan ini menggunakan alat nefelometer oleh Dinas Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Daerah Istimewa Yogyakarta (DLHK Yogyakarta). Metode yang digunakan berdasarkan SNI 06-6989.25-2005.

Nilai kekeruhan yang berada di atas baku mutu kesehatan kolam renang dapat terjadi karena adanya zat padat baik yang bersifat organik maupun non organik. Zat organik berasal dari lapukan hewan atau tanaman, kemudian untuk zat non organik berasal dari lapukan batuan atau logam. Dampak dari air yang keruh atau kotor adalah dapat menyebabkan mata merah dan gatal (Nuning, 2019). Hal ini didukung pengamatan secara langsung area lokasi kolam renang yang berpasir dan dikelilingi oleh tanaman yang sengaja ditanam sebagai penutup atau untuk *estetika* di sekitar area kolam renang.

b. Parameter Kimia

Menurut Peraturan Kementerian Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017, baku mutu kolam renang untuk parameter kimia pH berada di angka 7 - 7,8.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Parameter Kimia Sampel Air Kolam Renang di Pantai Parangtritis

No	Sampel Air Kolam	Parameter	
		pH	Klorida (Cl ⁻)
1.	Sampel A	6	1,409 mg/L
2.	Sampel B	6	3,613 mg/L
3.	Sampel C	5	1,580 mg/L

Dalam proses pengukuran parameter kimia yaitu pH menggunakan kertas lakmus dengan pengulangan 3 kali, kemudian untuk klorida 600 mL dimasukkan dalam jerigen 1 L untuk dibawa ke Laboratorium Terpadu Universitas Islam Indonesia. Pengambilan sampel 600 mL karena sampel yang dibutuhkan untuk uji sebanyak 100 mL.

Berdasarkan Tabel 5 di atas dapat diketahui bahwa parameter kimia ketiga sampel air kolam renang tidak sesuai dengan nilai baku mutu kolam renang. Hal ini karena nilai pH yang sesuai baku mutu berkisar 7-7,8. pH yang berada di bawah normal maka air tersebut bersifat asam. pH rendah dapat menyebabkan ion logam menimbulkan korosidan meninggalkan noda di dinding dan lantai kolam (Nuning, 2019). Selain itu pH yang terlalu basa atau asam akan menyebabkan iritasi mata. Penggunaan kaca mata saat berenang sebagai perlengkapan aktivitas untuk berenang harus sesuai dengan standar yaitu tidak menimbulkan kabut dan tidak memasukkan air saat digunakan. Hal ini untuk menimalisir air masuk atau kontak langsung antara mata dengan air (Wicaksono, 2016).

Dalam baku mutu kesehatan air kolam klorida tidak dicantumkan. Namun pengukuran klorida untuk air bersih menjadi salah satu parameter, menurut Peraturan Kementerian Kesehatan Nomor 10 (1990) batas kadar maksimum kadar ion klorida air bersih sebesar 600 mg/L. Berdasarkan tabel 5 di atas kadar klorida tidak sesuai dengan batas maksimum kadar ion klorida. Hal ini karena ketiga sampel berada dikisaran 1,409-3,613 mg/L.

Pengukuran klorida (Cl^-) sampel A, B dan C dilakukan karena klorida merupakan senyawa yang umum di perairan yang dapat mengalami proses disosiasi dalam bentuk ion. Ion yang tidak teroksidasi akan bersifat toksik. Oleh karena itu analisis klorida penting karena dapat menurunkan kualitas air yang dapat ditandai dengan pembentukan noda putih di pinggiran badan air (Ahmad, 2004).

Metode yang digunakan untuk penetapan kadar klorida adalah metode volumetri oleh Laboratorium Terpadu Universitas Islam Indonesia (Lab Terpadu UII). Metode ini merupakan salah satu cara yang umum digunakan karena mudah dan cepat dengan jumlah zat yang luas kegunaannya. Prinsip metode ini adalah pada akhir proses titrasi terbentuk endapan yang secara kuantitatif terbentuk sebelum warna merah perak kromat terbentuk. Kekurangan dari penggunaan klorida yang tidak tepat adalah dapat mengiritasi sistem pernafasan (Amalia, 2012).

c. Parameter Biologi

Menurut Peraturan Kementerian Kesehatan Nomor 32 Tahun (2017), baku mutu kesehatan air kolam renang dapat diketahui dengan adanya indikator bakteri tinja (*E. coli*) dan bakteri yang tidak berasal dari tinja (*P. aeruginosa*, *S. aureus*, dan *Legionella sp*).

Tabel 6. Hasil Pengukuran Nilai MPN Sampel Air Kolam Renang di Pantai Parangtritis

Kode Sampel	Tes Perkiraan			Nilai MPN/100 mL	Tes Penegasan			Nilai MPN/100 mL
	10 mL	1 mL	0,1 mL		10 mL	1 mL	0,1 mL	
A	5	5	5	>1898	5	5	5	>1898
B	5	3	0	68	5	3	1	78
C	5	5	5	>1898	5	5	5	>1898

Dalam proses pengambilan sampel pengukuran parameter biologi sampel sebanyak 100 mL menggunakan botol flakon masing-masing 3 botol. Hal ini untuk mengantisipasi terjadinya kekurangan sampel. Sampel dimasukkan dalam *cooler bag* untuk kemudian dibawa ke Laboratorium Mikrobiologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Metode yang digunakan dalam pengukuran parameter biologi adalah *Most Probable Number* (MPN) dapat digunakan untuk mengetahui jumlah terdekak bakteri *Coliform* dan *E. coli* dengan melewati tiga tahapan (tes perkiraan, tes penegasan dan pelengkap). Hasil positif dari tahapan tersebut ditandai dengan adanya gelembung dalam tabung Durham serta terjadi perubahan media menjadi keruh setelah diinkubasi dalam suhu 37°C selama 48 jam. Kemudian dicocokkan menggunakan tabel formula Thomas 555 (Edi & Wulandika, 2017).

Penggunaan tabel formula Thomas 555 ini karena jenis sampel air yang digunakan termasuk air yang tidak melalui proses pengolahan terlebih dahulu sehingga diperkirakan angka kuman tinggi (Edi & Wulandika, 2017). Berdasarkan Tabel 6 di atas dapat diketahui bahwa ketiga sampel air kolam renang di pantai Parangtiris positif mengandung bakteri *Coliform* dan *E. coli* dengan nilai terendah 68/100 mL sampai lebih dari 1898/100 mL. Hal tersebut menandakan jika tidak sesuai dengan baku mutu, karena jumlah melebihi 1 CFU/mL dan bakteri *E. coli* termasuk dalam bakteri *Coliform* fecal.

Menurut Endang & Makhfud (2020), keberadaan bakteri *E. coli* dapat berasal dari kotoran manusia atau hewan (Endang & Makhfud 2020). Selain itu menurut Novan & Rudatian (2015), pada kolam renang terbuka keberadaan bakteri fekal dapat berasal dari kotoran yang dikeluarkan oleh pengunjung kolam renang atau sumber air yang digunakan. Namun pada kolam renang terbuka dapat berasal dari hewan seperti burung yang berada di area sekitar kolam renang. Hal ini didukung dengan pengamatan langsung dan hasil wawancara yang dilakukan. Dimana kolam renang ini termasuk kolam renang terbuka yang berada di tepi pantai yang terkadang terdapat burung dan sumber air berasal dari Parang Wedang. Dalam perawatannya air baru akan diganti langsung pada sore hari setelah digunakan atau 1-2 hari setelah digunakan.

Keberadaan bakteri *Coliform* pada ketiga sampel air kolam renang dapat mengindikasikan bahwa ketiga sampel air kolam renang tersebut terdapat bakteri lain. Hal ini karena bakteri *Coliform* mempunyai sifat yang dapat berkorelasi positif terhadap bakteri patogen lain. Semakin tinggi kontaminan bakteri *Coliform* semakin tinggi pula resiko kehadiran bakteri patogen lain yang biasa hidup dalam kotoran manusia dan hewan. Secara umum bakteri *Coliform* berbentuk batang, Gram negatif, tidak membentuk spora dan dapat memfermentasi laktosa dengan memproduksi gas dan asam pada suhu 37°C selama kurang dari 48 jam (Wiwid *et al.*, 2016).

2. Isolasi Bakteri Pada Sampel Air Kolam

Di dalam mengidentifikasi bakteri baik genus maupun spesies pada isolat bakteri maka perlu mencirikan berdasarkan makroskopis (morfologi koloni bakteri), mikroskopis (pewarnaan Gram untuk melihat bentuk sel bakteri) dan sifat-sifat fisiologi bakteri (uji biokimia). Proses identifikasi pada penelitian ini menggunakan karakteristik yang dilihat secara makroskopis dengan melihat morfologi koloni yang dibedakan atas bentuk koloni, tepi koloni (pinggiran koloni), warna koloni dan elevasi. Secara mikroskopis dengan pewarnaan Gram untuk mengetahui sifat Gram sel, bentuk sel, dan susunan sel. Secara fisiologi uji biokimia motilitas, indol, TSIA, MR-VP, dan katalase. Hasil karakterisasi isolasi bakteri pada sampel air kolam renang di pantai Parangtritis dapat dilihat pada tabel 7 berikut:

Tabel 7. Hasil Karakterisasi Isolat Bakteri Pada Sampel Air Kolam Renang di Pantai Parangtritis

Pengamatan	Karakter kunci	Isolat B1.4	Isolat B1.5	Isolat C1.1	Isolat C1.5	Isolat B103	<i>Staphylococcus</i> sp.	<i>Enterobacter</i>	<i>Bacillus</i> sp.	<i>Escherichia</i>
Makroskopis	Bentuk koloni	<i>Circular</i>	<i>Circuler</i>	<i>Circular</i>	<i>Circuler</i>	<i>Irreguler</i>	<i>Circular</i>	<i>Circular/ Irreguler</i>	<i>Circular/ Irreguler</i>	<i>Circular/ Irreguler</i>
	Tepi koloni	<i>Entire</i>	<i>Undulate</i>	<i>Entire</i>	<i>Undulate</i>	<i>Undulate</i>	<i>Entire</i>	<i>Undulate/ Entire</i>	<i>Lobate/ Undulate</i>	<i>Entire/ undulate</i>
	Warna koloni	Kuning	Putih	Putih	Putih	Putih	Kuning/ abu-abu/putih	Putih/ Kuning	Putih	Putih
	Elevasi koloni	<i>Convex</i>	<i>Raised</i>	<i>Raised</i>	<i>Raised</i>	<i>Flat</i>	<i>Convex</i>	<i>Raised/Flat</i>	<i>Flat/Raised</i>	<i>Raised/Flat</i>
Mikroskopis	Susunan sel	Kelompok	Tunggal	Tunggal	Tunggal	Tunggal	Berkelompok	Tunggal	Tunggal	Tunggal
	Sifat gram	+	-	+	+	-	+	-	+	-
	Bentuk sel	Bulat	Batang	Batang	Batang	Batang	Bulat	Batang	Batang	Batang
Uji biokimia	Motilitas	-	+	+	+	+	-	+	+/-	+/-
	Indol	-	-	-	-	-	-	+/-	-	+/-
	TSIA	+	+	-	-	+	+	+	+/-	+
	MR	+	+	+	+	+	+	+/-	+	+
	VP	-	-	-	-	-	+/-	+/-	-	-
	Katalase	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Keterangan:

B1.4 : Kolam B tes penegasan 5x1 mL nomor 4

B1.5 : Kolam B tes penegasan 5x1 mL nomor 5

C1.1 : Kolam C tes penegasan 5x1 mL nomor 1

C1.5 : Kolam C tes penegasan 5x1 mL nomor 5

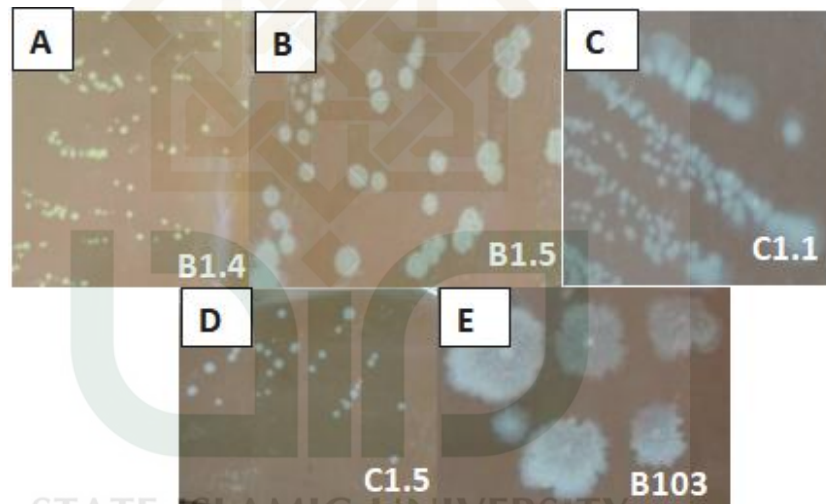
B103 : Kolam B pengenceran 10⁻³ nomor 3*Irreguler* (bentuk tidak beraturan)*Circular* (bulat)*Raised* (permukaan menonjol rata)*Convex* (permukaan cembung)*Flat* (permukaan rata dengan medium)*Entire* (tepi rata)*Undulate* (tepi bergelombang)*Lobate* (tepi berlekuk).

+ : hasil positif

- : hasil negatif

+/- : hasil positif/negatif

Menurut Rumondor *et al.* (2014), hasil pemeriksaan kualitas air baku selain bakteri *E. coli* juga dapat ditemukan beberapa bakteri lain seperti, *Enterobacter*, *Bacillus* sp., *Sterptococcus* sp., *Proteus*, *Pseudomonas* sp. dan *Staphylococcus* sp. Berdasarkan data pada tabel 7, diketahui bahwa isolat bakteri yang diperoleh dari sampel air kolam renang di pantai Parangtritis memiliki kemiripan dengan genus *Staphylococcus* sp. (isolat B1.4), *Enterobacter* (isolat B1.5), *Bacillus* sp. (isolat C1.4 dan C1.5). dan *Escherichia* (isolat B103)



Gambar 6. Pengamatan Makroskopis Isolat Bakteri dari Air Kolam Renang di Pantai Parangtritis

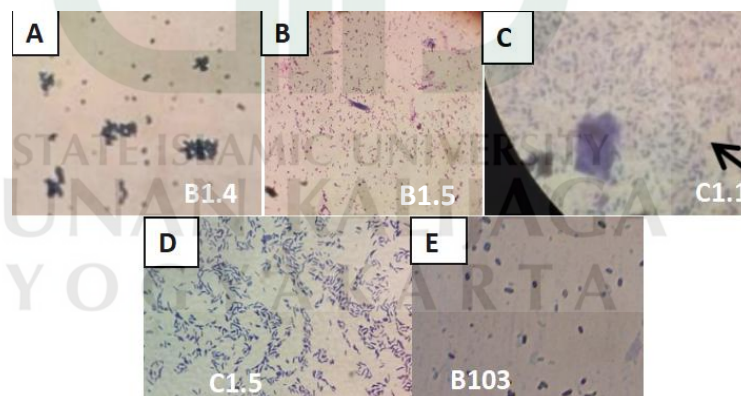
Keterangan Gambar:

- A: Isolat B1.4
- B: Isolat B1.5
- C: Isolat C1.1
- D: Isolat C1.5
- E: Isolat B103

Berdasarkan tabel 7 di atas bentuk koloni, tepi koloni, warna koloni dan elevasi (permukaan koloni) memiliki hasil yang berbeda-beda. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 6 di atas pengamatan morfologi secara makroskopis setelah inkubasi 48 jam (tes penegasan) dan 24 jam (pengenceran). Pengamatan morfologi koloni pada keempat isolat (B1.4, B1.5, C1.1 dan C1.5) memiliki kemiripan bentuk koloni yaitu *circuler* (bulat) dengan isolat B103 berbentuk *irreguler* (tidak beraturan). Tepian koloni isolat B1.4 dan C1.1 memiliki kemiripan dengan tepian koloni *entire* (rata), sedangkan untuk isolat B1.5, C1.5 dan B103 memiliki tepian *undulate* (bergelombang). Warna koloni isolat B1.4 memiliki warna kuning dan isolat lain (B15, C1.1, C1.5 dan B103) berwarna putih. Elevasi (permukaan koloni) isolat B1.4 memiliki permukaan *convex* (permukaan cembung), sedangkan isolat B1.5, C1.1 dan, C1.5 memiliki permukaan *raised* (permukaan menonjol rata). Kemudian untuk isolat B103 *Flat* (permukaan rata dengan medium).

Hasil isolasi kelima isolat berdasarkan pengamatan makroskopis pada isolat B1.4 memiliki kemiripan dengan genus *Staphylococcus* sp. Menurut *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology edition 7th* Robbert *et al.* (1957), genus *Staphylococcus* sp. memiliki koloni berwarna putih atau kuning, bentuk koloni *circuler*, tepi koloni *entire* dengan permukaan koloni halus. Berdasarkan Amalia (2013), dan Laila *et al.* (2019) hasil pengamatan genus *Staphylococcus* sp. memiliki karakteristik memiliki pigmen warna pada pertumbuhan koloni kuning/abu-abu/putih. Kemudian pada isolat B1.5 memiliki kemiripan dengan genus *Enterobacter*. Menurut *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology edition 7th* Robbert *et al.* (1957), genus *Enterobacter* memiliki koloni berwarna putih dengan tepian *undulate/entire*. Kemudian pada isolat B1.5 memiliki kemiripan dengan genus *Enterobacter*, menurut Nia *et al.* (2016), Irda *et al.* (2017), Dewi, (2010) dan Laila *et al.*, (2019) genus *Enterobacter* memiliki karakteristik dengan permukaan rata dan tebal.

Isolat C1.1 dan C1.5 memiliki kemiripan dengan genus *Bacillus* sp. Menurut *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology edition 7th* Robbert *et al.* (1957), genus *Bacillus* sp. memiliki koloni berwarna putih/kuning, berbentuk *irreguler*, dengan permukaan *flat/convex*. Berdasarkan Irda *et al.* (2017), genus *Bacillus* sp. memiliki ciri koloni *Irreguler/circular*, tepian *lobate/undulate*, elevasi *flat/raised* dan berwarna putih. Sedangkan isolat B103 memiliki kemiripan dengan genus *Escherichia*. Menurut *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology edition 7th* Robbert *et al.* (1957), genus *Escherichia* memiliki koloni berwarna putih dengan tepian *undulate/entire*. Berdasarkan Alexander (2008); Nia *et al.* (2016); Dian *et al.* (2019) pada genus *Escherichia* memiliki ciri bentuk koloni *circular*, tepi bergerigi/*entire* dan warna koloni putih hingga kekuningan serta permukaan *raised*.



Gambar 7. Pengamatan Mikroskopis Isolat Bakteri dari Air Kolam Renang di Pantai Parangtritis

Keterangan Gambar:

A: Isolat B1.4 perbesaran 1000x

B: Isolat B1.5 perbesaran 1000x

C: Isolat C1.1 perbesaran 1000x

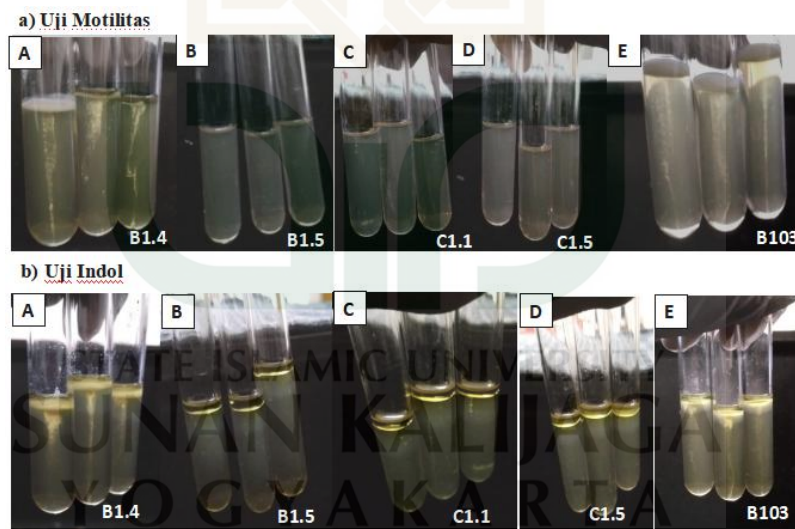
D: Isolat C1.5 perbesaran 1000x

E: Isolat B103 perbesaran 400x

Pewarnaan Gram dilakukan untuk melihat sifat Gram, bentuk sel, dan susunan sel (Ely *et al.*, 2017). Berdasarkan gambar 7 di atas, isolat B1.4, C1.1, dan C1.5 memiliki kesamaan bersifat Gram positif tetapi memiliki bentuk sel bulat dan batang dengan susunan kelompok atau tunggal. Sifat Gram positif pada isolat B1.4, C1.1, dan C1.5 ditandai dengan warna biru keunguan, sedangkan isolat B1.5 dan B103 memiliki kesamaan termasuk Gram negatif dengan susunan tunggal dan bentuk sel batang. Sifat Gram positif karena isolat dapat mempertahankan zat warna kristal violet (Gram A) sehingga dinding sel bakteri tidak meresap zat warna safranin (Gram D). Sebaliknya sifat Gram negatif karena isolat tidak mampu mempertahankan zat warna kristal violet (Gram A) sehingga pada dinding bakteri mampu menyerap warna safranin (Gram D) (Ely *et al.*, 2017; Laila *et al.*, 2019; Wiwid, 2016).

Isolat B1.4 memiliki bentuk sel *coccus* (bulat) dengan susunan berkelompok tak beraturan, sedangkan isolat C1.1 dan C1.5 memiliki bentuk sel *basil* (batang) dengan susunan tunggal. Berdasarkan hasil tersebut isolat B1.4, C1.1 dan C1.5 memiliki kemiripan dengan genus *Staphylococcus* sp. dan *Bacillus* sp. Menurut *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology edition 7th* Robbert *et al.* (1957), genus *Staphylococcus* sp. memiliki bentuk *coccus*, kemudian genus *Bacillus* sp. memiliki bentuk *basil*.

Berdasarkan Amalia (2013) dan Laila *et al.* (2019), genus *Staphylococcus* sp. yang memiliki bentuk sel *coccus* dengan susunan berkelompok tak beraturan, kemudian menurut Irda *et al.* (2017), genus *Bacillus* sp. memiliki bentuk sel *basil* dengan susunan tunggal. Isolat B1.5 dan B103 memiliki bentuk sel *basil* (batang) dengan susunan tunggal. Menurut *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology edition 7th* Robbert *et al.* (1957), *Enterobacter* dan *Escherichia* memiliki bentuk *basil* (batang). Berdasarkan Irda *et al.* (2017) dan Dian *et al.* (2019), genus *Enterobacter* dan *Escherichia* memiliki bentuk sel *basil* (batang) dengan susunan tunggal.



Gambar 8. Pengamatan Uji Biokimia Motilitas dan Indol

Keterangan Gambar:

A: Isolat B1.4

B: Isolat B1.5

C: Isolat C1.1

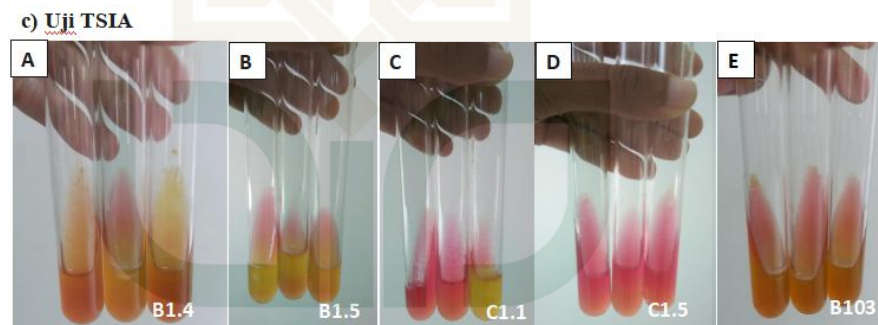
D: Isolat C1.5

E: Isolat B103

Berdasarkan gambar 8 di atas, uji motilitas sampel B1.4 memiliki hasil negatif, kemudian sampel B1.5, C1.1, C1.5 dan B103 memiliki hasil positif dengan keseluruhan isolat negatif indol. Hasil positif motil ditandai dengan pertumbuhan bakteri menyebar tidak hanya dari bekas garis tusukan, kemudian hasil negatif pertumbuhan bakteri hanya pada garis tegak (Laila *et al.*, 2019; Dewi, 2010). Hasil negatif indol ditandai dengan tidak terbentuknya cincin berwarna merah pada permukaan media SIM setelah ditetesi reagen *Kovac's* (Dian *et al.*, 2019; Laila *et al.*, 2019).

Berdasarkan hasil uji motilitas dan indol untuk isolat B1.4 yang negatif motil dan negatif indol memiliki kemiripan dengan genus *Staphylococcus* sp. Sedangkan pada isolat B1.5, C1.1, C1.5 dan B103 yang memiliki hasil positif motil dan negatif indol termasuk dalam genus kemiripan dengan genus *Enterobacter*, *Escherichia* dan *Bacillus* sp. Menurut *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology edition 7th* Robbert *et al.* (1957), genus *Staphylococcus* sp. bersifat negatif motil, kemudian genus *Bacillus* sp. dan *Escherichia* memiliki hasil positif/negatif motil. Kemudian pada hasil indol pada genus *Staphylococcus* sp. dan *Bacillus* sp. memiliki sifat negatif indol, sedangkan pada genus *Enterobacter* dan *Escherichia* memiliki hasil positif/negatif indol.

Berdasarkan Novianti & Viktor (2014), Irda *et al.*, (2017), hasil pengamatan salah satu ciri genus *Staphylococcus* sp. memiliki hasil negatif pada uji motilitas sedangkan pada genus *Bacillus* sp. dan *Escherichia* memiliki hasil negatif/positif motil. Menurut Irda *et al.* (2017) dan Nia *et al.* (2016), genus *Enterobacter* dapat memiliki hasil positif motil dan positif/negatif indol. Kemudian menurut Maruni *et al.* (2017), genus *Escherichia* dapat memberikan reaksi positif atau negatif terhadap uji motil. Selain itu pada genus *Escherichia* juga dapat memberikan reaksi negatif indol. Hasil negatif indol dapat termasuk dalam *Escherichia blatter* (Dian *et al.*, 2019).



Gambar 9. Pengamatan Uji Biokimia TSIA

Keterangan Gambar:

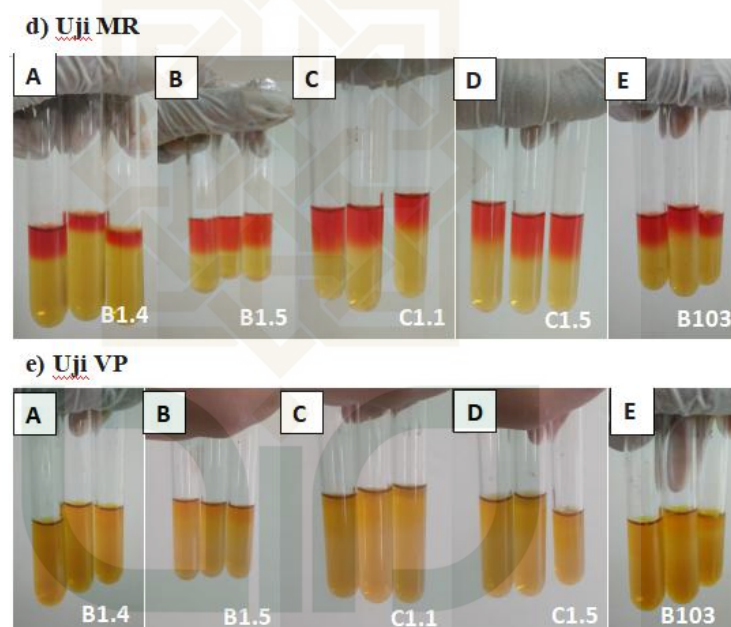
- A: Isolat B1.4 uji TSIA positif
- B: Isolat B1.5 uji TSIA positif
- C: Isolat C1.1 uji TSIA negatif
- D: Isolat C1.5 uji TSIA negatif
- E: Isolat B103 uji TSIA positif

Berdasarkan gambar 9 di atas, uji TSIA isolat B1.4, B1.5, dan B103 memiliki hasil positif, kemudian isolat C1.1 dan C1.5 memiliki hasil negatif. Hasil positif ditandai dengan adanya perubahan warna media TSIA dari merah menjadi kuning pada bagian dasar dan lereng. Perubahan warna tersebut menunjukkan bahwa bakteri dapat memfermentasi laktosa dan sukrosa. Hasil negatif ditandai dengan tidak terjadi perubahan media TSIA merah menjadi kuning baik pada daerah dasar atau lereng. Hal ini menunjukkan bahwa isolat tidak dapat memfermentasi laktosa tetapi memfermentasi glukosa.

Dalam uji TSIA selain untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam memfermentasi gula, juga dapat melihat pembentukan gas dan sulfur (H_2S). Pembentukan gas dan H_2S ditandai dengan adanya bagian yang pecah atau terbelah dan adanya area yang berwarna hitam pada lereng atau dasar media TSIA. Berdasarkan gambar 9 di atas untuk semua isolat negatif dalam menghasilkan gas dan H_2S .

Hasil positif TSIA pada isolat B1.4, B1.5 dan B103 memperkuat dugaan bahwa isolat tersebut secara berturut-turut termasuk dalam genus *Staphylococcus* sp., *Enterobacter* dan *Escherichia*. Ketiga isolat tersebut dapat melakukan fermentasi laktosa dan sukrosa serta tidak menghasilkan gas dan H_2S . Hal ini karena glukosa yang terdapat dalam media TSIA akan menghasilkan asam sehingga akan menurunkan pH dan membuat media berubah warna menjadi kuning pada daerah lereng dan dasar (Dian *et al.*, 2019; Irda *et al.*, 2017; Nia *et al.*, 2016).

Hasil uji TSIA negatif pada isolat C1.1 dan C1.5 memperkuat dugaan bahwa isolat tersebut termasuk dalam genus *Bacillus* sp. Genus *Bacillus* sp. tidak dapat melakukan fermentasi laktosa dan sukrosa. Namun dapat memfermentasi glukosa yang ditandai dengan warna merah pada bagian lereng dan dasar media TSIA, serta tidak menghasilkan gas dan H₂S (Irda *et al.*, 2017; Dewi, 2010).



Gambar 10. Pengamatan Uji Biokimia MR-VP

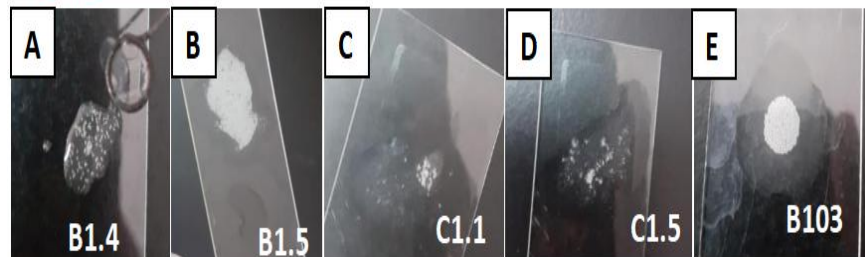
Keterangan Gambar:

- A: Isolat B1.4 positif MR; negatif VP
- B: Isolat B1.5 positif MR; negatif VP
- C: Isolat C1.1 positif MR; negatif VP
- D: Isolat C1.5 positif MR; negatif VP
- E: Isolat B103 positif MR; negatif VP

Berdasarkan gambar 10 di atas, uji MR semua isolat memiliki hasil positif MR. Hasil positif MR ditandai dengan media menjadi merah setelah ditetesi indikator *methyl red*. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri dapat menfermentasi glukosa dan dapat menghasilkan produk asam berkonsentrasi tinggi sebagai hasil akhir. Produk asam tersebut menghasilkan warna merah setelah ditambah indikator *methyl red* (Dian *et al.*, 2019; Irda *et al.*, 2017; Nia *et al.*, 2016; Sara *et al.*, 2018).

Hasil uji VP isolat B1.4, B1.5, C1.1, C1.5, dan B103 memiliki hasil negatif. Hasil negatif uji *Voges Proskauer* (VP) karena tidak terjadi perubahan warna menjadi merah setelah ditambahkan alpha-naphthol dan 40% KOH. Hal ini menunjukan bahwa isolat ini tidak mengandung asetonin atau dapat menfermentasi glukosa tetapi produk yang dihasilkan tidak netral seperti asetonin, jika hasil positif maka sebaliknya (Susi & Muhammad, 2017; Laila *et al.*, 2019). Hasil positif MR dan negatif VP isolat B1.4, B.1.5, C1.1, C1.5, dan B103 memiliki kemiripan dengan genus *Staphylococcus* sp., *Enterobacter*, *Bacillus* sp., dan *Escherichia* (Alexsander, 2008; Dewi, 2010; Irda *et al.*, 2017; Maruni *et al.*, 2017; Susi & Muhammad, 2017).

f) Uji Katalase



Gambar 11. Uji biokimia Katalase

Keterangan Gambar:

- A: Isolat B1.4, uji katalase positif
- B: Isolat B1.5, uji katalase positif
- C: Isolat C1.1, uji katalase positif
- D: Isolat C1.5, uji katalase positif
- E: Isolat B103, uji katalase positif

Berdasarkan gambar 11 di atas, hasil uji katalase untuk semua isolat positif katalase. Hasil positif ditandai dengan adanya gelembung setelah bereaksi dengan larutan H_2O_2 (Hidrogen peroksida). Dimana H_2O_2 dapat dipecah menggunakan enzim katalase menjadi H_2O (air) dan O_2 (oksigen). Hal ini ditunjukkan dengan adanya dalam gelembung-gelembung oksigen yang terbentuk (Sara *et al.*, 2018; Amalia, 2013).

SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Hasil positif katalase isolat B1.4, B1.5, C1.1, C1.2 dan B103 memiliki kemiripan dengan genus *Staphylococcus* sp., *Enterobacter*, *Bacillus* sp., dan *Escherichia* (Dewi, 2010; Irda *et al.*, 2017; Maruni *et al.*, 2017). Genus *Staphylococcus* sp. dengan *Streptococcus* sp. dapat berdasarkan uji katalase. Namun untuk membedakan spesies *Staphylococcus aureus* dengan *Staphylococcus* sp. yang lain perlu melihat hasil morfologi koloni, uji katalase, uji koagulasi, fermentasi manitol pada *mannitol salt agar* (MSA) serta adanya produksi aseton pada uji *Voges Proskauer* (VP). Salah satu ciri *Staphylococcus aureus* adalah memiliki hasil positif pada uji *Voges Proskauer* (VP) (Novianti & Viktor, 2014).

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas dapat diketahui bahwa sampel air kolam di pantai Parangtritis berdasarkan Peraturan Kementerian Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 terkait baku mutu lingkungan pada aspek suhu sesuai dengan baku mutu. Namun untuk aspek kekeruhan, pH, dan keberadaan bakteri *Escherichia coli* tidak memenuhi syarat baku mutu. Hasil karakterisasi berdasarkan pengamatan makroskopis, mikroskopis dan uji biokimia isolat B1.4 memiliki kemiripan dengan genus *Staphylococcus*, isolat B1.5 memiliki kemiripan dengan genus *Enterobacter*, isolat C1.4 dan C1.5 memiliki kemiripan dengan genus *Bacillus*, serta B103 memiliki kemiripan dengan genus *Escherichia*.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah :

1. Baku mutu kesehatan air kolam renang di pantai Parangtritis berdasarkan parameter fisika ketiga sampel air kolam renang untuk suhu (27-32 °C) sesuai baku mutu, tetapi untuk kekeruhan tidak sesuai baku mutu. Sementara untuk parameter kimia untuk pH (5-6) dan parameter biologi keberadaan bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* (68/100 mL sampai lebih dari 1898/100mL) ketiga sampel air kolam renang tidak sesuai baku mutu.
2. Bakteri yang ditemukan di sampel air kolam renang pantai Parangtritis memiliki kemiripan dengan genus *Staphylococcus* sp. (isolat B1.4), genus *Enterobacter* (isolat B1.5), genus *Bacillus* sp. (isolat C1.4 dan C1.5), serta genus *Escherichia* (isolat B103).

B. Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan dan pembahasan, maka dapat disarankan beberapa hal berikut:

1. Bagi pengelola kolam renang di pantai Parangtritis untuk meningkatkan pengawasan terhadap sanitasi kolam renang sesuai peraturan yang berlaku.
2. Bagi peneliti lain diharapkan dapat melanjutkan penelitian ini terkait pengawasan terhadap sanitasi kolam renang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, H. (2019). Densitas Bakteri *Escherichia coli* pada Ikan Tembakul (*Periophthalmus schlosseri*) di Kota Dumai Provinsi Riau. Diakses 23 Juni 2022, Universitas Riau, <https://jom.unri.ac.id>.
- Agbagwa, O.E., Young, & Harry, W.M. (2012). Health Implication of Some Public Swimming Pools Located in Port Harcourt, Nigeria. *Public Health Research*, 2 (6): 190-196.
- Agustina, W.D. & Marce, S.T. (2014). The Analysis of Chloride in Argemometry on Dig Well Water in Kupang Regency of Kupang Tengah District Oebelo Village in 2014. *Infomasi Kesehatan*, 14 (2): 1084-1090.
- Ahmad, R. (2004). *Kimia Lingkungan Cetakan Pertama*. Jakarta : Penerbit Andi.
- Alponsin. (2019). Pengamatan Koloni Bakteri, Khamir dan jamur. Diakses 24 Desember 2021, <https://alponsin.wordpress.com/2019/06/13/pengamatan-koloni-bakteri-khamir-dan-jamur/>
- Alexander, D.J. (2008). Newcastle Disease, Other Avian Paramyxovirus, and Pneumovirus Infection. Dalam *Disease of Poultry*, 12th (Ed.) (pp 25-28). Iowa: Saif, Y.M. Blackwell Publishing.
- Amyati. (2019). Identifikasi Bakteri *Escherichia* Pada Air Sumur Gali. *Jurnal Imiah Ilmu Kesehatan: Wawasan Kesehatan*, 6 (1): 88-94.
- Amalia, K.D. (2013). Isolasi Identifikasi Dan Uji Sensitivitas *Staphylococcus aureus* Terhadap *Amoxicillin* Dari Susu Kambing Peranakan Ettawa (Pe) Penderita Mastitis di Wilayah Girimulyo, Kulonprogo, Yogyakarta. *Sains Veteriner*, 31 (2): 138-150.
- Amalia. (2012). Analisis Kadar Fosfat, Klorida Dan Timbal Dalam Air Sungai Mamasa Di Kabupaten Mamasa. [Skripsi]. Makassar: Universitas Hasanuddin Makassar.
- Anthony, J.A. (2018). Pesona Pantai Parangtritis Daerah Istimewa Yogyakarta. Diakses 25 Juni 2022, <http://osf.io/pq6f8/download/?format=pdf>
- Arthur, G.J., Richard, J. & Ziegler. (1994). *Mikrobiologi dan Imunologi*. Jakarta : Binarupa Aksara.
- Aulia, W. S., Nony, P. & Rizal, M. R. (2017). Identifikasi *Pseudomonas aeruginosa* Dan Uji Sensitivitas Terhadap Antibiotik Dari Sampel Pus Infeksi Luka Operasi Di RSUD Dr. Moewardi. *Biomedika*, 10 (2): 18-24.

- Awalun, F., Riri, N. & Ike, A. (2019). Pengujian Salmonella Dengan Menggunakan Media SSA dan *E. coli* Menggunakan Media Emba Pada Bahan Pangan. *Indobiosains*, 1 (1): 22 - 29.
- Christiani, E.H. (2019). Analisis Kadar Residu Klorin Pada Air Kolam Renang Umum Di Kota Kupang. [Karya Tulis Ilmiah]. Kupang: Politeknik Kesehatan Kemenkes Kupang.
- Cut, A. R., Ismail., Mahdi, A., Erina., Rastia., & Yudha, F. (2018). Isolasi dan Identifikasi Bakteri *Pseudomonas* sp. Pada Ikan Asin di Tempat Pelelangan Ikan Labuhanhaji Aceh Selatan. *Jimvet*, 2 (4) : 493-502.
- Darna., Masnur, T., & Rahmawati. (2018). Identifikasi Bakteri Anggota *Enterobacteriaceae* pada Makanan Tradisional SotongPangkong. *Jurnal Labora Merdeka*, 2 (2) : 6-12.
- Dea, A., Rahmiati., Husnul, K., Noor, M & Ida, Y. (2020). Identifikasi *Staphylococcus aureus* pada Air Galon dan Isi Ulang di Banjarmasin. *Homeostatis*, 3 (2) : 161-168.
- Dewi, Jumiarni. (2010). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Sedimen Waduk. Diakses 20 Februari 2022, dari http://www.researchgate.net/profile/DewiJumiarni/publication/316988709_ISOLASI_DAN_IDENTIFIKASI_BAKTERI_SEDIMEN_WADUK/links/591c02690e9b7727d9ead/ISOLASI-DAN-IDENTIFIKASI-BAKTERI-SEDIMEN-WADUK.pdf
- Dian, P.S, Rahmawati, & Elvi, R.P.W. (2019). Deteksi dan Identifikasi Genera Bakteri Coliform Hasil Isolasi dari Minuman Lidah Buaya. *Labora Medika*, 3 (1): 29-35.
- Dian, W.C. & Retno, A. (2013). Kualitas Air dan Keluhan Kesehatan Pengguna Kolam Renang di Sidoarjo. *Kesehatan Lingkungan*, 7 (1): 26-31.
- Edi & Wulandika. (2017). Uji Mpn Coliform Dan Identifikasi Fungi Patogen Pada Air Kolam Renang Di Kota Malang. *Sain Health*, 1 (1): 15-22.
- Eduardus, B.A., Ana, A.F., & Eka, P.,H. (2017). Bakteri *Leginella Pneumophila* Terdeteksi Pada Air Kolam Renang Di Kota Surabaya Dengan *Nested Polymerase Chain Reaction*. *Veteriner*, 18 (2): 221-225.
- Fragou, K. P. Kokkinos, C. Gogos, Y. Alamanos, & A. Vantarakis. (2011). Prevalence Of *Legionella* Spp. In The Water Systems Of Hospital And Hotel In South Western Greece. *Internasional Journal Of Environmental Health Research*, 1 (1): 1-15.

- Ely, J.H., Frans, G.I., & Henny, A.D. (2017). Karakteristik *Staphylococcus aureus* yang di Isolasi Dari Ikan Asap Pinekuhe Hasil Olahan Tradisional Kabupaten Sangahe. *Jphpi*, 20 (1): 185-198.
- Flrda, S., Nusras, & Istami, H.B. (2017). Isolation And Identification of Bacteria Oil Waste of Waters Sungai Duku Port City Of Pekanbaru As Learning Module Design Biology In Senior High School. Diakses 23 Februari 2022, dari <http://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFKIP/article/download/13960/13521>
- Indah, W., Bambang, S., & Iva, R.E.W. (2019). Keberadaan Bakteri *Escherichia coli* Pada Air Kolam Renang Umum. *Gema Lingkungan Kesehatan*, 17 (2): 87-91.
- Kabupaten Bantul. (2020). Data Kunjungan Wisatawan. Diakses 23 Juni 2022 dari website Pemerintah Kabupaten Bantul : https://data.bantulkab.go.id/gl/dataset/dataunjunganwisatawan/resource/1bde08e-1583-4508-b5c6-702cde203359?view_id=97d126cf-be194b3988ee-4919be9dda16
- Laila, N.H., Wiwiek, T., Ratih, N.P., Sri, C., Maya, N.Y., & Prima, A.Y. (2019). Isolasi dan Identifikasi *Staphylococcus aureus* pada Susu Kambing Peranakan Etawah Penderita Mastitis Subklinis di Kelurahan Kalipuro, Banyuwangi. *Medik Veteriner*, 2 (2): 76-82.
- Lies, I. S. (2016). Bioindikator Pencemaran Bakteri *Escherichia coli*. *Oseana*, 41 (4): 63 - 71.
- Lies, I. S. (2018). Keragaman Bakteri pada Perairan Sabang, Provinsi Aceh. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera : A Scientific journal*, 35 (2) : 54-64.
- Lies, I. S (2014). Kualitas Perairan Tambak Udang Berdasarkan Parameter Mikrobiologi. *Jural Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6 (1) : 157-170.
- Lucky, H.M, T. Robertus, Yuliana, G., & Enty, T. (2019). Screening Of *Legionella Pneumophila* From Watersource In The Hospitals In Jakarta. *Health Science Journal Of Indonesia*, 10 (1): 21-26.
- Lukmanul & Cylen. (2018). Identifikasi *Escherichia coli* dan *Salmonella* sp. Pada Air Kolam Renang Candi Pari. *Medicra*, 1 (2): 84-93.
- Makhabbah, J & Aminah. (2017). Isolasi Dan Identifikasi Fungi Patogen Di Kolam Renang Kota Tangerang. *Ilmu Dan Teknologi Kesehatan*, 4 (2): 195 - 20.

- Marlin, C.C.M., Diana, A.W., & Elisabet, T. (2015). Tingkat Pencemaran *Staphylococcus aureus* Pada Ikan Asin Di Pasar Tradisional Kupang. *Veteriner*, 3 (2): 147-163.
- Maruni, W. D., Rohmi, Yuri, S.K.A & Yunan, J. (2017). Karakteristik Morfologi, Koloni Dan Biokimia Bakteri Yang Diisolasi Dari Sedimen Laguna Perindukan Nyamuk. *Jurnal Kesehatan Prima*, 11 (2): 124-136.
- Meganada, H. P., Sukini, & Yodong. (2017). *Bahan Ajar Mikrobiologi Perawatan Gigi*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (1990) "Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416/Men. Kes/Per/IX/1990 Tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air". Jakarta : Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (2017). "Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum". Jakarta : Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Mochamad, Nibras. B.A. Nur, A. & Ikhwan, R.W. (2020). Gambaran Kualitas Kadar *Chlorine*, Suhu, dan pH terhadap Keluhan Iritasi Mata Pada Perenang. *Kesehatan Lingkungan*, 18 (1): 65-70.
- Nia, H., Irda, S., & Yustina. (2016). Isolation And Identification of Bacteria Market Organic Waste Pekanbaru City And Potential As Student Worksheet Design Biology SMA. Diakses 23 Februari 2022, dari <http://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFKIP/article/download/14259/13817>
- Novianti, N.T & Viktor, L. (2014). Identifikasi dan Karakteristik *Staphylococcus sp* dan *Streptococcus sp* dari Infeksi Ovarium Pada Ayam Petelur Komersial. *Jurnal Ilmu Ternak*, 1 (7): 32-37.
- Nuning, R. (2019). *Kualitas Fisik, Kimia Dan Bakteriologis Air Kolam Renang Di Wilayah Kecamatan Ponorogo Kabupaten Ponorogo 2019*. Diakses 15 Februari 2022, dari <http://digilib.poltekkesdepkes-sby.ac.id>.
- Nyoman, Indra. K.M & Ni Nyoman, Sri. B. (2017). Prevalensi *Salmonella sp*. Pada Cilok Di Sekolah Dasar Di Denpasar. *Medika*, 6 (5): 36-41.

- Peera, H. (2021, Maret). Cooling Tower of Terror: Legionella s's Public Health Significance. Diakses 16 Maret, 2022, dari <http://asm.org/Articles/2021/March/Cooling-Tower-of-Terror-Legionella-s-Public-Health>
- Pui, C.F, W.C .Wong, L.C. Chai, R. Tunung, P. Jayeetchumi, M.S. Noor Hidayah, A. Ubong, M.G. Farinazleen, Y.K Cheah And R. Son. (2011). Review Article *Salmonella: A Foodborne Pathogen. International Food Research Journal*, 18: 465-473.
- Putri, M. S. (2019). Analisa Kadar Klorin Pada Air Kolam Renang Deli Di Kota Medan. [Karya Tulis Ilmiah]. Medan: Politeknik Kesehatan Kemenkes Medan.
- Ribka, A.S. (2014). Uji Angka Kapang/Khamir (AKK), Angka Lempeng Total (ALT) dan Identifikasi *Escherichia coli* Dalam Jamu Cekok dari Penjual Jamu Racik "X" di Yogyakarta. [Skripsi]. Yogyakarta : Universitas Sanata Dharma.
- Rafika, S & Pratiwi, A. (2014). Cemaran Bakteri *E. coli* Dalam Beberapa Makanan Laut Yang Beredar Di Pasar Tradisional Kota Pontianak. *Kartika*, 2 (4): 14-19.
- Rif'an & Ragil. (2019). Partisipasi masyarakat Dalam Pengelolaan Pariwisata Pantai Parangtritis. *Reka Ruang*, 2 (2): 63-67.
- Riri, N. S. (2015). Uji Kualitas Air Sumur Dengan Menggunakan Metode MPN (*Most Probable Numbers*). *Bioolmi*, 1 (1): 30-34.
- Robbert, S. Breed., E.G.D, Murray & Nathan, R. Smith. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (7 th Ed.). USA : United States of America.
- Rosyida, M. (2016). Analisis Sifat Fisis Dalam Studi Kualitas Air di Mata Air Sumber Asem Dusun Kalijeruk, Desa Siwuran, Kecamatan Garung, Kabupaten Wonosobo. [Skripsi]. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Rumondor, P.P., Porotu'o, J & Waworuntu, O. (2014). Identifikasi Bakteri pada Depot Air Minum Isi Ulang di Kota Manado. *Journale-Biomedik (eBM)*, 2 (2) : 1-4.
- Sang, G. P. (2017). Inspeksi Sanisitas Lingkungan. [Diktat]. Bali : Universitas Udayan.
- Sara, S. B. G., Dwi, S & Desrita. (2018). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Potensial Probiotik pada Saluran Pencernaan Ikan Bandeng (*Chanos chanos*). *Acta aquatica*, 5 (1): 23-29.

- Shabrina, A. R. & Inayati, H. (2011). Perbandingan Kualitas Es Batu di Warung Makan dengan Restoran di DIY dengan Indikator Jumlah Bakteri *Coliform* dan *Escherichia coli* Terlarut. *Mutiara Medika*, 11 (3): 150-158.
- Soedarto. (2015). *Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta : CV. Sagung Seto.
- Srinatalia, S. (2020). Adanya Kandungan *Pseudomonas* sp. Terhadap Sayuran Lalapan *Lactuca sativa* dan Brassica rapa Subps. Pekininensis. ISSN 2722-7847, 2 (1) : 20-29.
- Susi, A. R & Muhammad, H.G. (2017). Uji Cemarkan Air Minum Masyarakat Sekitar Margahayu Raya Bandung Dengan Identifikasi Bakteri *Escherichia coli*. *IJPST*, 4 (2): 50-56.
- Wahyu, Z., Ami, A., & Andani, E.K. (2018). Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* (*E.coli*) pada Air Minum di Rumah Makan dan Cafe di Kelurahan Jati serta Jati Baru Kota Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 7 (2) : 212-216.
- Wicaksono, B., Budiyono, & Setiani, O. 2016. Faktor Risiko Kejadian Iritasi Mata pada Pengguna Kolam Renang X di Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 4(4), 852-858.
- Wiwid, W., Supriharyanto. & Niniek, W. (2016). Analisis Total Bakteri Coliform di Perairan Muara Kali Wisu Jepara. *Diponegoro Journal of Maquares*, 5 (5): 157-164.
- Yulianto, A. P., Ike, Y. W., Kharisma, A.P., Merinsa, C. H., & Dita, N. R. (2019). Deteksi Fenotipik *Esherichia coli* Penghasilan *Extended Spectrum Beta-Lactamases* (ESBLs) pada Sampel Makanan di Krian Sidoarjo. *Life Science*, 8 (1): 75-85.