

PENGARUH PEMBERIAN BIOSURFAKTAN TERHADAP *COMPLETE BLOOD COUNT* IKAN LELE SANGKURIANG (*Clarias gariepinus* var. *sangkuriang*) YANG TERPAPAR LIMBAH MINYAK SOLAR

**DAYANA AMALIA DARSAN
C031 20 1021**



**PROGRAM STUDI KEDOKTERAN HEWAN
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**



Optimized using
trial version
www.balesio.com

**THE EFFECT OF ADMINISTERING BIOSURFACTANT IN
SANGKURIANG CATFISH (*Clarias gariepinus* var. *sangkuriang*)
COMPLETE BLOOD COUNT EXPOSED TO OIL DIESEL EFFLUENTS**

**DAYANA AMALIA DARSAN
C031 20 1021**



**PROGRAM STUDI KEDOKTERAN HEWAN
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**



Optimized using
trial version
www.balesio.com

PENGARUH PEMBERIAN BIOSURFAKTAN TERHADAP *COMPLETE BLOOD COUNT* IKAN LELE SANGKURIANG (*Clarias gariepinus* var. *sangkuriang*) YANG TERPAPAR LIMBAH MINYAK SOLAR

**DAYANA AMALIA DARSAN
C031 20 1021**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Kedokteran Hewan

pada

**PROGRAM STUDI KEDOKTERAN HEWAN
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**



Optimized using
trial version
www.balesio.com

**PENGARUH PEMBERIAN BIOSURFAKTAN TERHADAP COMPLETE
BLOOD COUNT IKAN LELE SANGKURIANG (*Clarias gariepinus* var.
sangkuriang) YANG TERPAPAR LIMBAH MINYAK SOLAR**

DAYANA AMALIA DARSAN
C031 20 1021

Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Kedokteran
Hewan pada 11 Juni 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat
kelulusan
pada

**PROGRAM STUDI KEDOKTERAN HEWAN
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

Mengesahkan:
Pembimbing Tugas Akhir,


drh. Muhammad Ardiansyah Nurdin, M.Si
NIDK : 8819323419

Mengetahui
Ketua Program Studi,


Dr. drh. Dwi Kesuma Sari, Ap.Vet
NIP. 19730216 199903 2 001



PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Pengaruh Pemberian Biosurfaktan Terhadap *Complete Blood Count* Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus* var. *sangkuriang*) Yang Terpapar Limbah Minyak Solar" adalah benar karya saya dengan arahan dari tim pembimbing (drh. Muhammad Ardiansyah Nurdin, M.Si sebagai Pembimbing Utama dan Andi Ninnong Renita Relatami, S.Pi, M.Si sebagai Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 11 Juni 2024



Dayana Amalia Darsan

C031 20 1021



UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, tiada kata yang lebih patut diucapkan oleh seorang hamba yang beriman selain ucapan puji syukur kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Mengetahui, pemilik segala ilmu, karena atas petunjuk-Nya maka skripsi yang berjudul **“Pengaruh Pemberian Biosurfaktan Terhadap *Complete Blood Count* Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus* var. *sangkuriang*) Yang Terpapar Limbah Minyak Solar”** dapat diselesaikan.

Rasa penghargaan dan ungkapan terima kasih kepada kedua orang tua yang sangat disayangi oleh penulis, ayahanda **Drs. Darsan Abu** dan ibunda **Ir. Anni Anwar, MP** berkat dukungan, doa, dan kasih sayang yang tidak pernah putus. Terima kasih telah memenuhi segala kebutuhan dan menjadi sumber kekuatan dalam setiap langkah yang penulis ambil. Satu-satunya saudara penulis yang tercinta **Davina Aulia Darsan**, terima kasih untuk tiap kebersamaan dan dukungan terhadap penulis. Sungguh syukur yang berlimpah penulis rasakan berkat kehadiran mereka.

Selama penulisan skripsi ini, penulis juga banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu dari lubuk hati terdalam, penulis menyampaikan terima kasih yang begitu besar kepada pihak-pihak bersangkutan berikut ini:

1. **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc** selaku Rektor Universitas Hasanuddin,
2. **Dr. dr. Haerani Rasyid, M.Kes. Sp.PD-KGH., FINASIM., Sp.GK** selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin,
3. **Dr. drh. Dwi Kesuma Sari, AP.Vet** selaku Ketua Program Studi Kedokteran Hewan Universitas Hasanuddin, sekaligus dosen pengajar yang telah banyak memberikan ilmu dan berbagi pengalaman kepada penulis selama perkuliahan,
4. **drh. Muhammad Ardiansyah Nurdin, M.Si** selaku dosen Pembimbing Utama yang sangat berdedikasi meluangkan waktunya untuk membimbing penulis dari awal proses penelitian hingga berhasil menyusun skripsi ini,
5. **Andi Ninnong Renita Relatami, S.Pi, M.Si** selaku dosen Pembimbing Pendamping yang memberikan kesempatan bagi penulis untuk dapat andil dalam penelitian ini,
6. **Abdul Wahid Jamaluddin, S.Farm, M.Si, Apt** dan **drh. Muhammad Zulfadillah Sinusi, M.Sc** selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya memberikan saran yang bermanfaat untuk perbaikan skripsi penulis,
7. **drh. Nur Alif Bahmid, M.Si** selaku dosen Pembimbing Akademik yang senantiasa memberikan arahan dan dukungan terhadap penulis selama menempuh pendidikan di Kedokteran Hewan Universitas Hasanuddin,



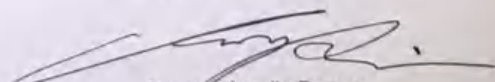
r yang telah banyak memberikan ilmu dan pengalaman kepada
a menempuh pendidikan di Kedokteran Hewan Universitas

r proposal, seminar hasil, dan seminar tutup skripisi penulis
n bantu mengatur dengan baik jalannya proses seminar,

10. Staf tata usaha Fakultas **Ibu Tuti** dan staf tata usaha Program Studi Kedokteran Hewan **Ibu Ida, Ibu Ayu, Ibu Martha**, dan **Pak Heri** yang selalu membantu penulis melengkapi berkas,
11. Teman-teman penulis **Aulia Shafwana, Daud Alkindy, S.KH, Fatimah Nur Illiyina, Firdhani Alwaali, Putri Amalia Febriani Syahrir, S.KH** dan **Zahrotunnisa Aningpura**, yang telah berjasa menemani penulis melalui tiap fase pre-klinik di Kedokteran Hewan,
12. Teman-teman penelitian penulis **Fatimah Nur Illiyina, Firdhani Alwaali, Ghina Rizqi Iqbal**, dan **Muhammad Haikal Ramadhan**, yang telah bekerja sama dengan penulis untuk menyelesaikan penelitian ini,
13. Teman sepengurusan berkas penulis **Rina Febrianty, S.KH**, yang telah bekerja sama dengan penulis untuk pengurusan etik dan berkas administrasi penelitian,
14. Teman-teman penulis **Alfiyyah Salsabila Rudi, S.H, Anastasya Adawiah Azhar, S.Gz, Kezia Putri Patimang, S.Ked, Nurul Azizah Badriyah Ahmad, S.Tr.T, Andi Muhammad Fadhil Wahyudi, S.M, Luthfia Haryutwinia A.Md.T, Sitty Aisyah Fitriani, S.KG, Aleytha Ilahnugrah Kurnadipare, S. Mat, Andi Nadila Darazania, S.Tr.IP, Andi Yaomil Syukri, S.H, Izzah Karimah, S.KG, Nunnun Kasyfiani Mude, Nurul Magfirah S.Ikom, Puput Nurma Indah, S.Psi, Rezki Amaliah Darman, S.H, Fuad Virizky Ahmad, S.KH**, dan **Muhammad Husain Ramadhan, S.KH** yang tidak henti memberikan dukungan positif kepada penulis selama menyusun skripsi ini,
15. Teman baru penulis **Reza Hardiansyah** yang telah berdedikasi membantu dan mengajar penulis dalam pengolahan data skripsi ini,
16. Teman-teman **CIONE** yang telah memberikan banyak pengalaman selama menempuh masa pre-klinik di Kedokteran Hewan,
17. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang turut menyumbangkan pikiran dan tenaga untuk penulis,
18. **Diri saya sendiri**, yang telah mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan tetap ceria.

Penulis sadar bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran agar penulisan karya tulis berikutnya dapat lebih baik. Semoga karya ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan. Aamiin

Makassar, 11 Juni 2024


Dayana Amalia Darsan



ABSTRAK

DAYANA AMALIA DARSAN. **Pengaruh Pemberian Biosurfaktan Terhadap *Complete Blood Count* Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus* var. *sangkuriang*) Yang Terpapar Limbah Minyak Solar** (dibimbing oleh Muhammad Ardiansyah Nurdin dan Andi Ninnong Renita Relatami).

Latar Belakang. Biosurfaktan merupakan alternatif ramah lingkungan yang disintesis oleh mikroorganisme. Potensi ini membuat biosurfaktan mulai dikembangkan sebagai agen bioremediasi lingkungan akuatik yang tercemar limbah minyak solar agar konstituennya tidak beresiko menimbulkan gejala toksik pada hewan akuatik. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian biosurfaktan pada hasil pemeriksaan *complete blood count* ikan lele sangkuriang yang terpapar limbah minyak solar. **Metode.** Penelitian ini menggunakan 20 ekor ikan lele sangkuriang dengan bobot 200-300 gram dan ukuran 30-35 cm, dibagi dalam 4 kelompok yaitu kelompok kontrol negatif (A) yang tidak diberi intervensi limbah minyak solar, kelompok kontrol positif (B) yang diberi intervensi limbah minyak solar 200 ppm, kelompok perlakuan 1 (C) yang diberi intervensi limbah minyak solar 200 ppm + biosurfaktan *Lysinibacillus fusiformis* 600 ppm, kelompok perlakuan 2 (D) yang diberi intervensi limbah minyak solar 200 ppm + biosurfaktan *Bacillus cereus* 600 ppm. Sampel darah diambil melalui *vena caudalis* dengan spuit 3 cc dan diperiksa menggunakan alat *hematology analyzer sysmex XN-550*. Data diuji menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) *one way* dilanjutkan dengan uji *Post Hoc Tukey Honestly Significant Difference* (HSD). **Hasil.** Penelitian ini mengungkapkan bahwa intervensi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap rata-rata total RBC, Hb, HCT, MCV, MCH, trombosit, total WBC, neutrofil, eosinofil, limfosit, dan monosit. **Kesimpulan.** Terdapat pengaruh yang signifikan dari pemberian biosurfaktan *Lysinibacillus fusiformis* dan *Bacillus cereus* dengan mempertahankan nilai *complete blood count* ikan lele sangkuriang yang terpapar limbah minyak solar.

Kata kunci : Biosurfaktan, *Complete blood count*, Ikan lele sangkuriang, Limbah Minyak Solar



ABSTRACT

DAYANA AMALIA DARSAN. **The Effect of Administering Biosurfactant in Sangkuriang Catfish (*Clarias Gariepinus* Var. *Sangkuriang*) Complete Blood Count Exposed to Oil Diesel Effluents** (supervised by Muhammad Ardiansyah Nurdin dan Andi Ninnong Renita Relatami).

Background. Biosurfactants are environment-friendly alternatives synthesized by microorganisms. This potential makes biosurfactants developed as bioremediation agents for aquatic environments polluted with diesel oil effluent as to keep the constituents induced less toxic symptoms. **Aim.** This study aims to determine effect of biosurfactant administration on sangkuriang catfish complete blood count exposed to diesel oil effluent. **Method.** This study used 20 sangkuriang catfish with average weight 200-300 grams and a size of 30-35 cm, divided into 4 groups, i.e. negative control group (A) without diesel oil effluent intervention, positive control group (B) with diesel oil effluent intervention 200 ppm, group 1 (C) with diesel oil effluent intervention 200 ppm + biosurfactant *Lysinibacillus fusiformis* 600 ppm), group 2 (D) with diesel oil effluent intervention 200 ppm + biosurfactant *Bacillus cereus* 600 ppm. Blood samples were taken from caudal vein with 3 cc syringe and examined using a hematology analyzer sysmex XN-550. Data were analyzed with one-way Analysis of Variance (ANOVA) followed by Post Hoc Tukey Honestly Significant Difference (HSD) test. **Results.** This study revealed that the intervention significantly affected the mean total RBC, Hb, HCT, MCV, MCH, platelets, total WBC, neutrophils, eosinophils, lymphocytes, and monocytes. **Conclusion.** There was a significant effect of administering biosurfactants *Lysinibacillus fusiformis* and *Bacillus cereus* by maintaining sangkuriang catfish complete blood count exposed to diesel oil effluent.

Keywords: Biosurfactant, Complete blood count, Diesel oil effluent, Sangkuriang catfish.



DAFTAR ISI

Halaman

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA.....	1
UCAPAN TERIMA KASIH.....	2
ABSTRAK	4
ABSTRACT	5
DAFTAR ISI	6
DAFTAR TABEL	8
DAFTAR GAMBAR.....	9
DAFTAR LAMPIRAN	10
BAB I PENDAHULUAN	11
1.1 Latar Belakang.....	11
1.2 Rumusan Masalah.....	12
1.3 Tujuan Penelitian	12
1.3.1 Tujuan Umum	12
1.3.2 Tujuan Khusus	12
1.4 Manfaat Penelitian	12
1.4.1 Manfaat Pengembangan Ilmu	12
1.4.2 Manfaat Aplikasi.....	12
1.5 Hipotesis.....	12
1.6 Keaslian Penelitian	13
1.7 Kajian Pustaka.....	13
1.7.1 Limbah Minyak Solar.....	13
1.7.2 Biosurfaktan.....	14
1.7.3 Ikan Lele Sangkuriang	16
1.7.4 <i>Complete Blood Count</i>	17
1.7.5 Dampak Limbah Minyak Solar Terhadap <i>Complete Blood Count</i>	21
BAB II METODOLOGI PENELITIAN.....	22
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	22
2.2 Jenis Penelitian.....	22
2.3 Materi Penelitian	22
2.3.1 Alat	22
2.3.2 Bahan	22
2.4 Prosedur Penelitian.....	22
2.4.1 Persiapan Sampel.....	22
2.4.2 Pengambilan Sampel	23
2.4.3 Analisis Sampel	23
2.4.4 <i>Complete Blood Count</i>	23
2.4.5 Hasil Analisis	24
2.4.6 Pembahasan	24
PEMBAHASAN	25
2.5.1 Pembahasan	25
2.5.2 Pembahasan	25
2.5.3 Pembahasan	25
2.5.4 Pembahasan	25
2.5.5 Pembahasan	25
2.5.6 Pembahasan	25
2.5.7 Pembahasan	25
2.5.8 Pembahasan	25
2.5.9 Pembahasan	25
2.5.10 Pembahasan	25
2.5.11 Pembahasan	25
2.5.12 Pembahasan	25
2.5.13 Pembahasan	25
2.5.14 Pembahasan	25
2.5.15 Pembahasan	25
2.5.16 Pembahasan	25
2.5.17 Pembahasan	25
2.5.18 Pembahasan	25
2.5.19 Pembahasan	25
2.5.20 Pembahasan	25
2.5.21 Pembahasan	25
2.5.22 Pembahasan	25
2.5.23 Pembahasan	25
2.5.24 Pembahasan	25
2.5.25 Pembahasan	25
2.5.26 Pembahasan	25
2.5.27 Pembahasan	25
2.5.28 Pembahasan	25
2.5.29 Pembahasan	25
2.5.30 Pembahasan	25
2.5.31 Pembahasan	25
2.5.32 Pembahasan	25
2.5.33 Pembahasan	25
2.5.34 Pembahasan	25
2.5.35 Pembahasan	25
2.5.36 Pembahasan	25
2.5.37 Pembahasan	25
2.5.38 Pembahasan	25
2.5.39 Pembahasan	25
2.5.40 Pembahasan	25
2.5.41 Pembahasan	25
2.5.42 Pembahasan	25
2.5.43 Pembahasan	25
2.5.44 Pembahasan	25
2.5.45 Pembahasan	25
2.5.46 Pembahasan	25
2.5.47 Pembahasan	25
2.5.48 Pembahasan	25
2.5.49 Pembahasan	25
2.5.50 Pembahasan	25
2.5.51 Pembahasan	25
2.5.52 Pembahasan	25
2.5.53 Pembahasan	25
2.5.54 Pembahasan	25
2.5.55 Pembahasan	25
2.5.56 Pembahasan	25
2.5.57 Pembahasan	25
2.5.58 Pembahasan	25
2.5.59 Pembahasan	25
2.5.60 Pembahasan	25
2.5.61 Pembahasan	25
2.5.62 Pembahasan	25
2.5.63 Pembahasan	25
2.5.64 Pembahasan	25
2.5.65 Pembahasan	25
2.5.66 Pembahasan	25
2.5.67 Pembahasan	25
2.5.68 Pembahasan	25
2.5.69 Pembahasan	25
2.5.70 Pembahasan	25
2.5.71 Pembahasan	25
2.5.72 Pembahasan	25
2.5.73 Pembahasan	25
2.5.74 Pembahasan	25
2.5.75 Pembahasan	25
2.5.76 Pembahasan	25
2.5.77 Pembahasan	25
2.5.78 Pembahasan	25
2.5.79 Pembahasan	25
2.5.80 Pembahasan	25
2.5.81 Pembahasan	25
2.5.82 Pembahasan	25
2.5.83 Pembahasan	25
2.5.84 Pembahasan	25
2.5.85 Pembahasan	25
2.5.86 Pembahasan	25
2.5.87 Pembahasan	25
2.5.88 Pembahasan	25
2.5.89 Pembahasan	25
2.5.90 Pembahasan	25
2.5.91 Pembahasan	25
2.5.92 Pembahasan	25
2.5.93 Pembahasan	25
2.5.94 Pembahasan	25
2.5.95 Pembahasan	25
2.5.96 Pembahasan	25
2.5.97 Pembahasan	25
2.5.98 Pembahasan	25
2.5.99 Pembahasan	25
2.5.100 Pembahasan	25



3.1.2	Indeks <i>White Blood Cell</i> (WBC).....	26
3.2	Pembahasan	27
3.2.1	Total <i>Red Blood Cell</i> (RBC).....	27
3.2.2	<i>Hemoglobin</i> (Hb).....	28
3.2.3	<i>Hematocrit</i> (HCT).....	29
3.2.4	<i>Mean Corpuscular Volume</i> (MCV)	29
3.2.5	<i>Mean Corpuscular Hemoglobin</i> (MCH).....	30
3.2.6	<i>Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration</i> (MCHC).....	31
3.2.7	<i>Platelets (Thrombocytes)</i>	31
3.2.8	Total <i>White Blood Cell</i> (WBC).....	32
3.2.9	<i>Differential WBC</i>	32
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN		36
4.1	Kesimpulan.....	36
4.2	Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA.....		37
LAMPIRAN		41
RIWAYAT HIDUP PENULIS.....		68



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian serupa.....	13
2. Persyaratan kualitas air	17
3. Kelompok percobaan.....	23
4. Rata-rata nilai indeks RBC dan trombosit.....	25
5. Rata-rata nilai indeks WBC.....	26



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Mekanisme kerja biosurfaktan	14
2. SEM Lysinibacillus fusiformis.....	15
3. SEM Bacillus cereus.....	16
4. Ciri fisik ikan lele sangkuriang	17
5. Lokasi penempatan cannula	18
6. Desain pemeriksaan complete blood count.....	18
7. Alur penelitian.....	24



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Aquarium kelompok perlakuan.....	41
2. Minyak solar dan biosurfaktan	42
3. Pemberian minyak solar dan biosurfaktan.....	43
4. Sampel darah ikan lele sangkuriang	44
5. Alat <i>hematology analyzer</i>	45
6. Etik penelitian	46
7. Data hasil pemeriksaan sampel darah	47
8. Uji normalitas	48
9. Uji homogenitas.....	50
10. Uji ANOVA.....	58
11. Uji <i>post hoc tukey</i> HSD	61



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan yang pesat disertai dengan adanya potensi sumber daya, membentuk Indonesia menjadi kawasan industri yang masif, sektor minyak dan gas (migas) merupakan salah satu diantaranya. Demi pemenuhan kebutuhan masyarakat, ekspansi sektor migas terus dilakukan. Sayangnya, mulai dari kegiatan usaha hulu (*up stream*) hingga kegiatan usaha hilir (*down stream*) industri migas dapat berpotensi mencemari lingkungan (Sulistiyono, 2015).

Jumlah kejadian tumpahan bahan bakar minyak dari hasil produksi kegiatan hulu dan hilir industri migas pada tahun 2020 tercatat mencapai 138,03 barrel (Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2021). Kasus tumpahan bahan bakar minyak dapat terjadi akibat kebocoran tangki, pecahnya pipa, lahan pembuangan limbah minyak, kecelakaan transportasi, atau tumpahan yang disengaja (Sari et al., 2016). Salah satu kasus tumpahan bahan bakar minyak yang dominan adalah tumpahan minyak solar (*oil diesel*) (Garcia dan Purwanti, 2022).

Tumpahan minyak solar dikategorikan sebagai Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Limbah B3), baik karena sifat fisiknya ataupun komponen kimianya yang dapat bertindak sebagai xenobiotik (Sunmonu dan Oloyede, 2007). Hal tersebut menjadikan tumpahan minyak solar sebagai kontributor ekotoksikologi akuatik yang beresiko memicu berbagai gejala toksik pada hewan akuatik (Simonato et al., 2008), bahkan ikan lele sangkuriang dengan kemampuan adaptasi di lingkungan ekstrim sekalipun (Ramadhani et al., 2023). Maka dari itu, diperlukan investigasi holistik dan integratif untuk memantau perubahan fisiologis ikan melalui pemeriksaan *complete blood count* (Hedayati dan Jahanbakhshi, 2012).

Pemeriksaan *complete blood count* menjadi bagian integral dalam sebuah investigasi diagnostik melalui perhitungan kuantitatif sel, seperti *Red Blood Cell* (RBC), *hemoglobin* (Hb), *hematocrit* (HCT), *Mean Corpuscular Volume* (MCV), *Mean Corpuscular Hemoglobin* (MCH), *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration* (MCHC), *Platelets* (*Thrombocytes*), *White Blood Cell* (WBC), dan *Differential WBC* (Villiers dan Ristić, 2016). Hasil pemeriksaan *complete blood count* dapat menyediakan informasi aktual terkait gangguan metabolisme, defisiensi, dan status stres kronis ikan yang berada pada media tercemar (Erhunmwunse dan Ainerua, 2013).



menanggulangi media ikan yang tercemar dapat dilakukan mediasi dengan biosurfaktan (Amelia dan Titah, 2021). *factant*, *biodegradable surface active agent*) merupakan lingkungan yang disintesis oleh mikroorganisme untuk karbon, sehingga strukturnya menjadi lebih sederhana dan tidak toksik (Mahreni, 2015). Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian untuk melihat hasil pemeriksaan *complete blood*

count ikan lele sangkuriang yang terpapar limbah minyak solar pasca pemberian biosurfaktan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

- 1.2.1 Apakah terdapat perubahan pada hasil pemeriksaan *complete blood count* ikan lele sangkuriang yang terpapar limbah minyak solar?
- 1.2.2 Apakah pemberian biosurfaktan berpengaruh pada hasil pemeriksaan *complete blood count* ikan lele sangkuriang yang terpapar limbah minyak solar?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk melihat perubahan pada hasil pemeriksaan *complete blood count* ikan lele sangkuriang yang terpapar limbah minyak solar.

1.3.2 Tujuan Khusus

Untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh pemberian biosurfaktan pada hasil pemeriksaan *complete blood count* ikan lele sangkuriang yang terpapar limbah minyak solar.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Pengembangan Ilmu

Manfaat pengembangan ilmu pada penelitian ini adalah dapat memberikan informasi ilmiah dan literatur untuk penelitian-penelitian selanjutnya tentang pengaruh pemberian biosurfaktan terhadap *complete blood count* ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus* var. *sangkuriang*) yang terpapar limbah minyak solar.

1.4.2 Manfaat Aplikasi

Manfaat aplikasi pada penelitian ini adalah mengembangkan potensi biosurfaktan sebagai agen bioremediasi lingkungan akuatik yang tercemar limbah minyak solar melalui hasil pemeriksaan *complete blood count* ikan lele sangkuriang.

1.5 Hipotesis

Berdasarkan uraian di atas, dapat diambil hipotesis penelitian bahwa pemberian biosurfaktan dapat berpengaruh secara positif dengan mempertahankan *complete blood count* ikan lele sangkuriang yang terpapar limbah



1.6 Keaslian Penelitian

Penelitian yang berjudul “Pengaruh Pemberian Biosurfaktan Terhadap *Complete Blood Count* Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus* var. *sangkuriang*) Yang Terpapar Limbah Minyak Solar”, belum pernah dilakukan sebelumnya, namun terdapat penelitian serupa, yakni sebagai berikut:

Tabel 1. Penelitian serupa. Dapat dilihat pada tabel persamaan dan perbedaan dengan penelitian serupa yang pernah dilakukan sebelumnya

No.	Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	(Hedayati dan Jahanbakhshi, 2012) dengan judul “The Effect of Water-soluble Fraction of Diesel Oil on Some Hematological Indices in The Great Sturgeon Huso-huso”	Penelitian memiliki tujuan serupa yakni melihat dampak paparan limbah minyak solar terhadap hematologi hewan akuatik	Objek dan metode penelitian berbeda
2.	(Eriegha, 2023) dengan Judul “Haematological and Serum Biochemical Changes in <i>Clarias gariepinus</i> Exposed to Sub-Lethal Concentrations of Water Soluble Fractions of Crude Oil”	Penelitian memiliki tujuan serupa yakni melihat dampak paparan limbah minyak terhadap hematologi ikan lele	Metode penelitian berbeda
3.	(John et al., 2021) dengan judul “Evaluation of biosurfactant production potential of <i>Lysinibacillus fusiformis</i> MK559526 isolated from automobile-mechanic-workshop soil”	Penelitian memiliki tujuan serupa yakni melihat kemampuan <i>Lysinibacillus</i> memproduksi biosurfaktan untuk mendegradasi konstituen minyak	Metode dan parameter penelitian berbeda
4.	(Wahyuni et al., 2019) dengan judul “Isolation, and Identification of Diesel Oil Degrading Bacteria in Water Contamination Site and Preliminary Analysis With Potential Bacterial <i>Gordonia terrae</i> ”	Penelitian memiliki tujuan serupa yakni melihat kemampuan <i>Bacillus</i> memproduksi biosurfaktan untuk mendegradasi konstituen minyak	Metode dan parameter penelitian berbeda



ika

ak Solar

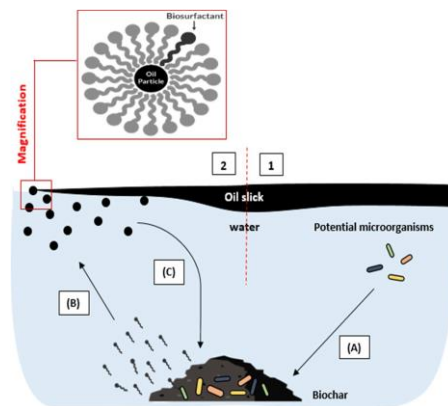
r (*diesel oil*) merupakan campuran kompleks hidrokarbon l aktivitas minyak solar yang tidak lagi memiliki nilai ekonomis k solar. Limbah minyak solar dikategorikan sebagai salah satu

Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Limbah ini dapat bersumber dari kebocoran tangki, pecahnya pipa, lahan pembuangan limbah minyak, kecelakaan transportasi, atau tumpahan yang disengaja (Sari et al., 2016). Limbah minyak solar dapat menjadi kontributor ekotoksikologi akuatik, baik karena komponen kimianya yang dapat bertindak sebagai xenobiotik, ataupun sifat fisiknya yang merusak karakteristik biologis lingkungan akuatik (Sunmonu dan Oloyede, 2007).

Fraksi yang larut dalam air dari limbah minyak solar (*water-soluble fraction of diesel oil*) dapat menjadi mediator pembentukan radikal bebas pada hewan akuatik (Simonato et al., 2008). Hal tersebut juga dijelaskan beberapa studi sebelumnya, bahwa fraksi yang larut dalam air dari limbah minyak solar menyebabkan peningkatan *antioxidant defense* dan anomali pada plasma metabolit. Studi lain juga mengungkapkan bahwa terdapat hubungan antara paparan fraksi yang larut dalam air dari limbah minyak solar dengan kasus *hemolysis* dan *hemorrhage* pada hewan akuatik (Hedayati dan Jahanbakhshi, 2012).

1.7.2 Biosurfaktan

Biosurfaktan adalah senyawa amphifilik yang dihasilkan oleh mikroorganisme (bakteri), utamanya bila dikembangkan pada substrat yang tidak larut dalam air (hidrofobik). Biosurfaktan digunakan sebagai alternatif surfaktan sintesis karena lebih ramah lingkungan, tidak beracun, serta *biodegradable*. Kemampuan biosurfaktan tersebut menjadikannya kandidat unggul dalam proses bioremediasi (Amelia dan Titah, 2021). Faktor-faktor yang dapat memengaruhi mikroorganisme dalam memproduksi biosurfaktan, yakni pH, suhu, serta ketersediaan oksigen (Sopiah et al., 2011).

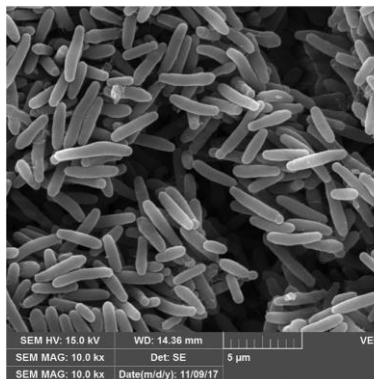


kerja biosurfaktan. Dapat dilihat pada skema ilustrasi di atas anisme potensial dalam mendegradasi hidrokarbon dari *oil slick* i biosurfaktan (Zahed et al., 2022)

Produksi biosurfaktan akan dimulai saat bakteri berada pada substrat hidrofobik. Metabolisme tubuhnya akan diaktivasi oleh enzim tertentu untuk menghasilkan metabolit berupa senyawa amphifilik yang disebut sebagai biosurfaktan (Reningtyas dan Mahreni, 2015). Produk metabolit berupa biosurfaktan akan dirilis ke lingkungan untuk menyederhanakan rantai hidrokarbon agar dapat dimanfaatkan oleh bakteri (Garcia dan Purwanti, 2022). Beberapa bakteri yang telah diketahui berpotensi menghasilkan biosurfaktan, yakni seperti *Lysinibacillus fusiformis* (John et al., 2021) dan *Bacillus cereus* (Basit et al., 2018).

a. *Lysinibacillus fusiformis*

Lysinibacillus fusiformis merupakan salah satu *hydrocarbon-degrading bacteria* yang menghasilkan biosurfaktan dari gugus lipopeptida. Berdasarkan studi sebelumnya diketahui bahwa *Lysinibacillus fusiformis* paling optimal memproduksi biosurfaktan pada pH 7. Penurunan produksi biosurfaktan akan terjadi seiring dengan meningkatnya pH. Sedangkan, suhu optimal *Lysinibacillus fusiformis* dalam memproduksi biosurfaktan yakni pada suhu 35 °C (John et al., 2021).

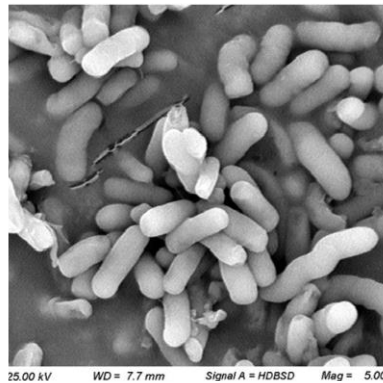


Gambar 2. SEM *Lysinibacillus fusiformis*. Dapat dilihat pada gambar di atas morfologi *Lysinibacillus fusiformis* yang berbentuk batang panjang dan memiliki flagel dengan perbesaran 100.000x (Gong et al., 2019)

b. *Bacillus cereus*

Bacillus cereus merupakan salah satu *hydrocarbon-degrading bacteria* yang menghasilkan biosurfaktan dari gugus lipopeptida. Studi sebelumnya menjelaskan bahwa *Bacillus cereus* dapat memproduksi biosurfaktan pada suhu 37°C dan pH 7.0. Biosurfaktan yang dihasilkan oleh *Bacillus cereus* juga memiliki aktivitas antibakteri, antijamur, dan antioksidan yang baik (Gong et al., 2019).





Gambar 3. SEM *Bacillus cereus*. Dapat dilihat pada gambar di atas morfologi *Bacillus cereus* yang berbentuk batang pendek dan memiliki flagel dengan perbesaran 50.000x (Lao et al., 2020)

1.7.3 Ikan Lele Sangkuriang

Ikan lele (*Clarias*) merupakan keluarga *clariidae* yang berasal dari afrika, salah satu spesiesnya adalah *Clarias gariepinus* (Indonesia; ikan lele dumbo, *west; sharptooth catfish*) (Lucas et al., 2019). Introduksi ikan lele dumbo di Indonesia mulai pada tahun 1985. Untuk terus memfasilitasi ketersediaan ikan, dilakukan perkawinan silang antara induk ikan lele dumbo betina generasi dua (F2) dengan induk ikan lele dumbo jantan generasi enam (F6) yang saat ini dikenal sebagai ikan lele sangkuriang. Distribusi ikan lele sangkuriang baru dilakukan pada tahun 2004 setelah persetujuan KKP melalui kepmen No.Kep.26/MEN/2004 (Augusta, 2017).

Menurut Waraulia et al. (2019), klasifikasi taksonomi ikan lele dumbo yakni sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Sub kingdom	: Metazoa
Filum	: <i>Chordata</i>
Sub filum	: Vertebrata
Kelas	: <i>Pisces</i>
Sub kelas	: Teleostei
Ordo	: <i>Ostariophysi</i>
Sub ordo	: <i>Siluroidea</i>
Famili	: <i>Clariidae</i>
Genus	: <i>Clarias</i>
	: <i>Clarias gariepinus</i>
	: Var. <i>sangkuriang</i> (Augusta, 2017)





Gambar 4. Ciri fisik ikan lele sangkuriang. Dapat dilihat pada gambar ikan lele sangkuriang memiliki bentuk tubuh yang ramping dan panjang, serta tubuh yang berwarna cokelat dengan pola marbel keabu-abuan (Nur et al., 2020)

Ikan lele sangkuriang dikenal sangat adaptif, bahkan mampu hidup di lingkungan yang ekstrim seperti parit kotor (Ramadhani et al., 2023). Namun, karena tidak dilengkapi sisik sebagai pelindung eksternal, intensitas produksi lendir mereka akan lebih banyak jika lingkungannya bermasalah (Saputri dan Razak, 2018). Maka dari itu, ditetapkan standar nasional untuk persyaratan kualitas air budidaya ikan lele (Badan Standardisasi Nasional, 2014).

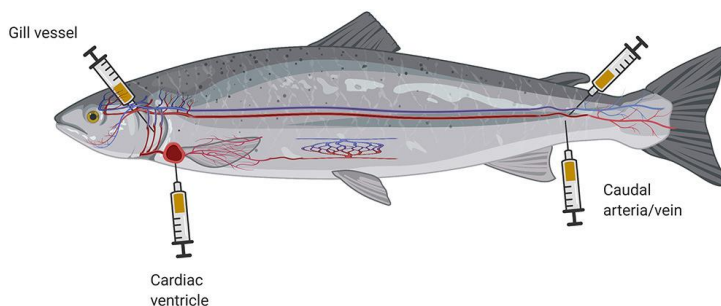
Tabel 2. Persyaratan kualitas air. Dapat dilihat pada tabel, standar kualitas air untuk melakukan budidaya ikan lele dumbo (Badan Standardisasi Nasional, 2014)

No.	Parameter	Satuan	Nilai
1.	Suhu	°C	25-30
2.	pH		6,5-8
3.	Oksigen terlarut	mg/L	Minimal 3
4.	Kecerahan	cm	25-30
5.	Amonia (NH ₃)	mg/L	Maksimal 0,1

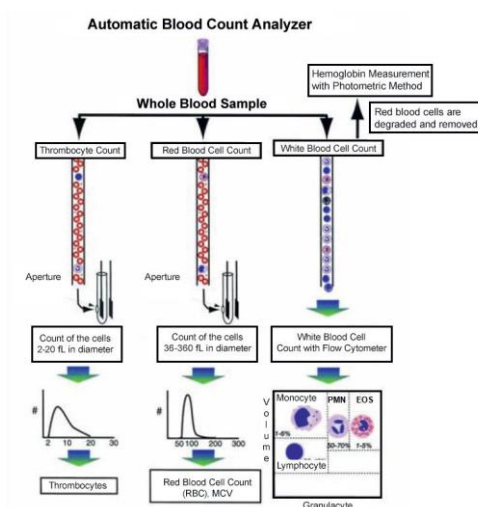
1.7.4 Complete Blood Count

Complete blood count merupakan salah satu panel tes penunjang diagnostik yang paling umum dilakukan untuk memberikan informasi terkait sel darah melalui pemeriksaan kuantitatif sel, seperti *Red Blood Cell* (RBC), *hemoglobin* (Hb), *hematocrit* (HCT), *Mean Corpuscular Volume* (MCV), *Mean Corpuscular Hemoglobin* (MCH), *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration* (MCHC), *Platelets* (*Thrombocytes*), *White Blood Cell* (WBC), dan *Differential WBC* (Villiers dan Ristić, 2016). *Complete blood count* menjadi bagian integral dalam sebuah investigasi diagnostik karena mampu memberikan informasi yang aktual. Maka dari itu, *Complete blood count* merupakan indikator yang ideal untuk kesehatan ikan dalam studi ekotoksikologi akuatik terkait cara asasi lingkungan melalui penyesuaian fisiologis tubuh (Corrêa et





Gambar 5. Lokasi penempatan *cannula*. Dapat dilihat pada skema ilustrasi di atas lokasi penempatan *cannula* untuk pengoleksian darah pemeriksaan *complete blood count* (Seibel et al., 2021)



Gambar 6. Desain pemeriksaan *complete blood count*. Dapat dilihat pada skema ilustrasi di atas pemeriksaan *complete blood count* menggunakan *automatic analyzer* (Turkish Biochemical Society Preanalytical Phase Working Group, 2020)

1. Red Blood Cell (RBC)

Red Blood Cell (RBC) adalah sel yang berfungsi untuk memediasi pertukaran gas dengan mengikat oksigen melalui perantara hemoglobin lalu mendistribusikannya ke jaringan hingga terjadi pertukaran dengan karbon dioksida. Menurunnya jumlah RBC disebut sebagai anemia. Hal tersebut dapat



terjadinya penurunan kapasitas pengangkutan oksigen dalam n, kasus meningkatnya jumlah RBC disebut sebagai polisitemia terjadi akibat gangguan mieloproliferatif. Pemeriksaan RBC ai dengan indeks perhitungan total RBC, *hemoglobin* (Hb), γ), *Mean Corpuscular Volume* (MCV), *Mean Corpuscular* (H), *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration* (MCHC) (Turkish Biochemical Society Preanalytical Phase Working Group, 2020).

a. *Hemoglobin (Hb)*

Hemoglobin (Hb) adalah protein fungsional di dalam RBC yang mengikat oksigen untuk memediasi pertukaran gas di tubuh. Tidak hanya itu, Hb juga berfungsi dalam menjaga keseimbangan asam-basa serta transportasi *Nitric Oxide (NO)*. Hb merupakan protein dengan berat molekul 64.000 dalton yang tersusun dari kombinasi empat rantai globulin. Masing-masing rantai globulin tersebut mengandung satu *loop heme* yang terdiri dari cincin *protoporphyrin IX* yang di tengahnya terdapat atom besi (Turkish Biochemical Society Preanalytical Phase Working Group, 2020).

b. *Hematocrit (HCT)*

Hematocrit (HCT) merupakan parameter penting dalam pemeriksaan RBC. HCT adalah proporsi total komponen sel dalam darah terhadap total persentase volume darah. Kadar HCT dihitung dengan menggunakan jumlah dan ukuran RBC (Turkish Biochemical Society Preanalytical Phase Working Group, 2020).

c. *Mean Corpuscular Volume (MCV)*

Mean Corpuscular Volume (MCV) merupakan parameter yang menentukan rata-rata ukuran RBC. MCV digunakan sebagai parameter pelengkap, utamanya dalam diagnosis banding anemia. Nilai MCV dihitung dengan membagi nilai HCT dengan jumlah total RBC (Turkish Biochemical Society Preanalytical Phase Working Group, 2020).

d. *Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH)*

Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH) merupakan parameter yang menentukan rata-rata jumlah Hb dalam RBC. Nilai MCH dihitung dengan membagi nilai Hb dengan jumlah total RBC (Turkish Biochemical Society Preanalytical Phase Working Group, 2020).

e. *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC)*

Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC) merupakan parameter yang menentukan konsentrasi Hb dalam RBC. MCHC berfungsi dalam menentukan jenis anemia. Ketika nilai MCHC turun, penampilan RBC akan menjadi samar akibat kekurangan zat besi, sehingga dikategorikan sebagai hipokromik. Sebaliknya, saat nilai MCHC tinggi, RBC akan terlihat lebih terisi dan berwarna gelap, sehingga dikategorikan sebagai hiperkromik. Nilai MCHC dihitung dengan membagi nilai Hb dengan jumlah total HCT (Turkish Biochemical Society Preanalytical Phase Working Group, 2020).



f. *Platelets (Thrombocytes)*

adalah sel yang berfungsi menutup celah dengan pembekuan darah. Endotel mengalami kerusakan. Di dalam trombosit tersedia dua jenis granula: granula alfa (berisi fibrinogen yang berperan dalam faktor koagulasi) dan granula delta (berisi ADP, kalsium, dan serotonin) (Turkish Biochemical Society Preanalytical Phase Working Group, 2020).

3. **White Blood Cell (WBC)**

White Blood Cell (WBC) adalah sel yang berfungsi sebagai sistem pertahanan tubuh saat terjadi paparan agen asing (Purwanti et al., 2014). Berdasarkan morfologinya, WBC terbagi menjadi dua kelompok, yakni granulosit dan agranulosit. Granulosit terdiri dari neutrofil, eosinofil, dan basofil. Sedangkan, agranulosit terdiri dari limfosit dan monosit (Suseno et al., 2022).

a. Neutrofil

Neutrofil merupakan komponen penting dari imunitas bawaan yang memiliki fungsi penting dalam pertahanan terhadap infeksi bakteri. Terdapat dua jenis granul yang spesifik di dalam neutrofil, yakni granul primer (*azurophilic granules*) dan granul sekunder (*specific granules*). Granul primer mengandung enzim mieloperoksidase, elastase, dan proteinase, sedangkan granul sekunder mengandung enzim fosfatase, NADPH oksidase, dan kolagenase. Inti dari neutrofil memiliki 2 hingga 5 segmen (*lobed* atau tersegmentasi) (Turkish Biochemical Society Preanalytical Phase Working Group, 2020).

b. Eosinofil

Eosinofil merupakan komponen khusus yang mempertahankan tubuh dari infeksi parasit. Tidak hanya itu, eosinofil juga akan meningkat saat terjadi alergi. Granul eosinofil penuh dengan enzim seperti lipase, DNase, dan plasminogen. Eosinofil terwarnai baik dengan pewarnaan yang bersifat asam; diamati berwarna merah tua di bawah mikroskop cahaya (Turkish Biochemical Society Preanalytical Phase Working Group, 2020).

c. Basofil

Basofil merupakan komponen yang menjadi indikator saat terjadi alergi, ditandai dengan jumlahnya yang meningkat. Granul basofil mengandung histamin dan serotonin. Basofil terwarnai baik dengan pewarnaan yang bersifat basa seperti alkali; diamati berwarna biru di bawah mikroskop cahaya (Turkish Biochemical Society Preanalytical Phase Working Group, 2020).

d. Limfosit

Limfosit merupakan komponen dari imunitas bawaan maupun imunitas adaptif yang memediasi hampir seluruh insiden pertahanan sistem imun tubuh. Limfosit terbagi menjadi beberapa sub-jenis seperti sel T, sel B, sel *natural killer* (NK). Di bawah mikroskop cahaya, inti dari limfosit mengisi hampir seluruh sitoplasma (Turkish Biochemical Society Preanalytical Phase Working Group, 2020).



merupakan prekursor makrofag pada jaringan yang terdapat di . Di bawah mikroskop cahaya, inti dari monosit seperti tapal sit merupakan sel terbesar dalam sirkulasi darah (Turkish Biochemical Society Preanalytical Phase Working Group, 2020).

1.7.5 Dampak Limbah Minyak Solar Terhadap *Complete Blood Count*

Bagaimanapun, tumpahan minyak solar dapat menimbulkan efek negatif, baik akibat sifat fisiknya yang merusak karakteristik biologis lingkungan akuatik ataupun komponen kimianya yang bertindak sebagai xenobiotik (Sunmonu dan Oloyede, 2007). Fraksi yang larut dalam air dari limbah minyak solar menjadi komponen pemicu terjadinya anomali pada status kesehatan ikan. Studi sebelumnya menjelaskan bahwa paparan fraksi yang larut dalam air dari limbah minyak solar dapat menyebabkan penurunan pada indeks pemeriksaan RBC, seperti total RBC, HCT, Hb, MCV, MCH, dan MCHC (Eriegha, 2023). Selain itu, studi sebelumnya juga menjelaskan bahwa terjadi peningkatan nilai total WBC, monosit, dan komponen granulosit, namun nilai limfosit menurun (Corrêa et al., 2017).

