

**MODULASI SEROTONIN SERUM DAN MOTILIAS USUS MELALUI AKTIVITAS FISIK RENANG PADA MENCIT (*Mus Musculus*) JANTAN KONSTIPASI****Aulia Mahdaniyati S<sup>1\*</sup>, Susy Purnawati<sup>2</sup>, I Gusti Ayu Widianti<sup>3</sup>**<sup>1</sup>Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Al-Azhar<sup>2-3</sup>Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana

Email Korespondensi: niadodi151617@gmail.com

Disubmit: 08 Mei 2026

Diterima: 24 Mei 2026

Diterbitkan: 01 Juni 2026

Doi: <https://doi.org/10.33024/mahesa.v6i6.25935>**ABSTRACT**

*Constipation is a common gastrointestinal disorder frequently associated with reduced intestinal motility. Intestinal motility is regulated by the enteric nervous system, in which serotonin plays a key role as a neurotransmitter. Physical activity has been reported to influence the serotonergic system; however, its potential role as a non-pharmacological intervention for constipation remains limitedly explored. This study aimed to analyze the modulation of serum serotonin levels and intestinal motility through swimming exercise in male constipated mice (*Mus musculus*). This experimental study employed a post-test-only control group design. A total of 30 male mice aged 2-3 months with body weights of 20-30 g were divided into three groups: normal control (P0), constipated control without intervention (P1), and treatment group (P2). Constipation was induced using loperamide HCl at a dose of 0.04 mg/mouse/day for seven days. The P2 group subsequently underwent swimming exercise three times per week for four weeks. Serum serotonin levels were analyzed using the Kruskal-Wallis test, while intestinal motility was analyzed using one-way ANOVA. The treatment group demonstrated significantly higher mean serum serotonin levels compared to the P0 and P1 groups ( $p=0.000$ ). However, no significant differences in intestinal motility were observed among the study groups ( $p=0.395$ ). Swimming exercise effectively modulates serum serotonin levels in male mice with constipation, although it does not significantly improve intestinal motility.*

**Keywords:** *Swimming Exercise, Serum Serotonin, Intestinal Motility, Constipation.*

**ABSTRAK**

Konstipasi merupakan gangguan gastrointestinal yang sering dijumpai dan berkaitan erat dengan penurunan motilitas usus. Regulasi motilitas usus dipengaruhi oleh sistem saraf enterik, salah satunya melalui peran serotonin sebagai neurotransmitter utama. Aktivitas fisik diketahui mampu memengaruhi sistem serotonergik, namun mekanisme ini masih jarang dikaji sebagai pendekatan nonfarmakologis pada konstipasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis modulasi kadar serotonin serum dan motilitas usus melalui aktivitas fisik renang pada mencit (*Mus musculus*) jantan model konstipasi. Penelitian ini merupakan studi eksperimental dengan rancangan *post-test only control group*

*design*. Sebanyak 30 ekor mencit jantan usia 2-3 bulan dengan berat badan 20-30 gram dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu kontrol normal (P0), kontrol konstipasi tanpa perlakuan (P1), dan kelompok perlakuan (P2). Konstipasi diinduksi menggunakan loperamide HCl 0,04 mg/ekor/hari selama 7 hari. Kelompok P2 selanjutnya diberikan aktivitas fisik renang dengan frekuensi tiga kali per minggu selama empat minggu. Kadar serotonin serum dianalisis menggunakan uji Kruskal-Wallis, sedangkan motilitas usus dianalisis menggunakan uji ANOVA. Kadar serotonin serum pada kelompok perlakuan (P2) menunjukkan rerata yang lebih tinggi dibandingkan kelompok P0 dan P1 ( $p=0,000$ ). Namun, analisis motilitas usus tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan ( $p=0,395$ ). Aktivitas fisik renang mampu memodulasi kadar serotonin serum pada mencit jantan model konstipasi, namun belum menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap motilitas usus.

**Kata Kunci:** Aktivitas Fisik Renang, Serotonin Serum, Motilitas Usus, Konstipasi.

## PENDAHULUAN

Paragraf pengantar umum Aktivitas fisik merupakan salah satu komponen gaya hidup yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan fungsi tubuh, termasuk sistem pencernaan. Aktivitas fisik yang rendah diketahui berhubungan dengan berbagai gangguan kesehatan, salah satunya konstipasi. Secara fisiologis, aktivitas fisik dapat memberikan stimulus mekanik dan neural yang mendukung pergerakan isi usus (Dimidi, 2017), sehingga berpotensi memperbaiki proses defekasi. Aktivitas fisik merupakan salah satu komponen gaya hidup yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan fungsi tubuh, termasuk sistem pencernaan. Aktivitas fisik yang rendah diketahui berhubungan dengan berbagai gangguan kesehatan, salah satunya konstipasi. Secara fisiologis, aktivitas fisik dapat memberikan stimulus mekanik dan neural yang mendukung pergerakan isi usus, sehingga berpotensi memperbaiki proses defekasi (Brito, 2015).

Sebagai intervensi nonfarmakologis, aktivitas fisik memiliki keunggulan karena relatif aman, mudah diterapkan, dan dapat

dilakukan secara berkelanjutan. Salah satu bentuk aktivitas fisik yang dapat digunakan dalam penelitian eksperimental adalah aktivitas renang, yang melibatkan kontraksi otot secara menyeluruh dengan beban minimal pada sendi. Aktivitas ini dikategorikan sebagai aktivitas fisik sedang dan berpotensi memberikan efek fisiologis sistemik. Selain efek mekanik, aktivitas fisik juga diketahui memengaruhi sistem neuroendokrin. Salah satu mediator penting dalam sistem ini adalah serotonin, yang berperan sebagai neurotransmitter dan hormon. Serotonin memiliki kontribusi penting dalam pengaturan suasana hati, regulasi sistem saraf pusat, serta fungsi saluran cerna (Dutta, 2016).

Motilitas usus merupakan proses fisiologis yang penting dalam sistem pencernaan dan sangat bergantung pada koordinasi antara otot polos usus dan sistem saraf enterik. Gangguan pada motilitas usus dapat menyebabkan perlambatan transit feses dan berkontribusi terhadap terjadinya konstipasi (Jannah, 2017). Oleh karena itu, upaya untuk memperbaiki motilitas usus menjadi

salah satu target utama dalam penanganan konstipasi. Meskipun aktivitas fisik telah lama direkomendasikan sebagai bagian dari gaya hidup sehat, bukti eksperimental yang menjelaskan mekanisme pengaruh aktivitas fisik terhadap konstipasi melalui modulasi hormon serotonin masih terbatas. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam menjelaskan mekanisme fisiologis tersebut serta menjadi dasar pengembangan pendekatan nonfarmakologis berbasis aktivitas fisik dalam penatalaksanaan konstipasi. Apakah aktivitas fisik renang memodulasi kadar serotonin serum pada mencit (*Mus musculus*) jantan model konstipasi?. Apakah aktivitas fisik renang memengaruhi motilitas usus pada mencit jantan model konstipasi?. Apakah modulasi kadar serotonin serum berhubungan dengan perubahan motilitas usus pada mencit jantan model konstipasi?

#### KAJIAN PUSTAKA

Konstipasi merupakan gangguan pada sistem pencernaan yang ditandai dengan jarang frekuensi buang air besar, kesulitan defekasi, serta perubahan konsistensi feses menjadi keras dan kering. Secara umum, konstipasi didefinisikan sebagai frekuensi buang air besar kurang dari tiga kali dalam satu minggu yang disertai rasa tidak puas saat defekasi, nyeri, dan kebutuhan mengejan berlebihan (Octaviani, 2014; Jani & Marsicano, 2018). Konstipasi dapat dialami oleh semua kelompok usia, mulai dari anak-anak hingga lanjut usia, dan merupakan salah satu masalah kesehatan yang banyak ditemukan di masyarakat (Sari & Wirjatmadi, 2016).

Berdasarkan klasifikasinya, konstipasi dibedakan menjadi konstipasi primer dan konstipasi sekunder. Konstipasi primer atau konstipasi fungsional umumnya berkaitan dengan faktor gaya hidup seperti asupan serat yang rendah, kurangnya konsumsi cairan, serta rendahnya aktivitas fisik. Sementara itu, konstipasi sekunder dapat disebabkan oleh gangguan neurologis, penggunaan obat-obatan tertentu, serta penyakit metabolik seperti diabetes mellitus (Thea et al., 2020). Selain itu, konstipasi juga dapat diartikan sebagai perubahan pada frekuensi, volume, berat, konsistensi, dan waktu transit feses di dalam kolon (Ginting et al., 2015).

Teori dan konsep Secara etiologis, konstipasi dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain faktor mekanis, fisiologis, psikologis, serta gaya hidup. Penurunan motilitas gastrointestinal, asupan serat dan cairan yang tidak adekuat, kebiasaan menahan defekasi, serta kurangnya aktivitas fisik merupakan faktor utama yang berperan dalam terjadinya konstipasi (Maghfuroh, 2018; Guyton et al., 2020). Dari sisi patofisiologi, konstipasi terjadi akibat penyerapan cairan yang berlebihan di kolon sehingga feses menjadi kering, keras, dan sulit dikeluarkan. Motilitas kolon yang lambat menyebabkan waktu transit feses menjadi lebih panjang, yang memperberat kondisi konstipasi (Guyton & Hall, 2020). Apabila tidak ditangani dengan baik, konstipasi dapat menimbulkan berbagai komplikasi seperti hemoroid, impaksi fekal, hingga peningkatan risiko kanker kolon. Selain dampak fisik, konstipasi juga dapat menyebabkan gangguan psikologis, penurunan kualitas hidup, serta gangguan aktivitas sehari-hari akibat rasa tidak nyaman dan nyeri abdominal (Sibarani et al., 2020; Thea et al., 2020).

Secara etiologis, konstipasi dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain faktor mekanis, fisiologis, psikologis, serta gaya hidup. Penurunan motilitas gastrointestinal, asupan serat dan cairan yang tidak adekuat, kebiasaan menahan defekasi, serta kurangnya aktivitas fisik merupakan faktor utama yang berperan dalam terjadinya konstipasi (Maghfuroh, 2018; Guyton et al., 2020). Dari sisi patofisiologi, konstipasi terjadi akibat penyerapan cairan yang berlebihan di kolon sehingga feses menjadi kering, keras, dan sulit dikeluarkan. Motilitas kolon yang lambat menyebabkan waktu transit feses menjadi lebih panjang, yang memperberat kondisi konstipasi (Guyton & Hall, 2020).

Apabila tidak ditangani dengan baik, konstipasi dapat menimbulkan berbagai komplikasi seperti hemoroid, impaksi fekal, hingga peningkatan risiko kanker kolon. Selain dampak fisik, konstipasi juga dapat menyebabkan gangguan psikologis, penurunan kualitas hidup, serta gangguan aktivitas sehari-hari akibat rasa tidak nyaman dan nyeri abdominal (Sibarani et al., 2020; Thea et al., 2020). Aktivitas fisik didefinisikan sebagai setiap gerakan tubuh yang dihasilkan oleh kontraksi otot rangka dan membutuhkan pengeluaran energi. Aktivitas fisik dapat berupa aktivitas sehari-hari, olahraga, kegiatan rekreasi, maupun pekerjaan rumah tangga (WHO, 2017). Aktivitas fisik memiliki peran penting dalam menjaga kesehatan sistem kardiovaskular, metabolik, serta sistem pencernaan.

Berdasarkan intensitasnya, aktivitas fisik dibedakan menjadi aktivitas fisik ringan, sedang, dan berat. Aktivitas fisik sedang ditandai dengan peningkatan denyut jantung dan pernapasan serta pengeluaran energi sekitar 3,5-7 Kcal/menit.

Aktivitas fisik dengan intensitas ringan hingga sedang diketahui memberikan efek fisiologis yang lebih aman dan berkelanjutan, terutama dalam meningkatkan fungsi gastrointestinal dan mencegah konstipasi (Kementerian Kesehatan RI, 2018).

Renang merupakan salah satu bentuk aktivitas fisik aerobik yang melibatkan hampir seluruh kelompok otot tubuh. Aktivitas ini bersifat low-impact sehingga relatif aman bagi berbagai kelompok usia dan kondisi kesehatan. Dalam penelitian eksperimental pada hewan coba, aktivitas fisik renang sering digunakan sebagai model aktivitas fisik intensitas sedang karena mampu memberikan stimulus fisiologis yang merata tanpa menimbulkan stres mekanik berlebihan. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa aktivitas fisik renang dengan intensitas sedang dapat dilakukan dengan durasi sekitar 70% dari waktu maksimal, frekuensi tiga kali per minggu, dan beban tambahan sebesar 5-6% dari berat badan hewan coba. Aktivitas ini terbukti mampu meningkatkan respons fisiologis sistemik, termasuk sistem saraf dan hormonal, yang berperan dalam regulasi fungsi pencernaan (Brito et al., 2015; Bintari et al., 2022).

Serotonin atau 5-hydroxytryptamine (5-HT) merupakan neurotransmitter dan hormon yang berperan penting dalam berbagai fungsi fisiologis, baik di sistem saraf pusat maupun perifer. Sekitar 95% serotonin di dalam tubuh diproduksi di saluran pencernaan oleh sel enterochromaffin. Serotonin berperan dalam pengaturan motilitas usus, sekresi gastrointestinal, sensasi visceral, serta komunikasi antara sistem saraf pusat dan sistem saraf enterik (Yabut et al., 2019). Sintesis

serotonin berasal dari asam amino triptofan melalui proses enzimatik yang melibatkan triptofan hidroksilase (TPH1 dan TPH2). Serotonin yang dilepaskan di usus akan bekerja secara lokal maupun sistemik, dan sebagian masuk ke sirkulasi darah sehingga kadar serotonin serum dapat mencerminkan aktivitas serotonin perifer. Ketidakseimbangan kadar serotonin dapat berdampak pada gangguan fungsi gastrointestinal, termasuk gangguan motilitas usus yang berkontribusi terhadap konstipasi.

#### **METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental murni (true experimental) dengan rancangan post-test only control group design. Desain ini digunakan untuk menilai pengaruh aktivitas fisik renang intensitas sedang terhadap kadar hormon serotonin serum dan motilitas usus pada mencit jantan model konstipasi. Subjek penelitian dibagi secara acak ke dalam tiga kelompok, yaitu kelompok kontrol normal, kelompok kontrol negatif, dan kelompok perlakuan, tanpa dilakukan pengukuran awal (pre-test). Pengukuran dilakukan setelah seluruh perlakuan selesai (Hartini et al., 2019). Populasi, sampel dan teknik sampling Populasi target dalam penelitian ini adalah mencit (*Mus musculus*) jantan dewasa strain Swiss Webster dengan berat badan 20-30 gram dan usia 2-3 bulan. Sampel penelitian dipilih berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Penentuan besar sampel dilakukan menggunakan rumus Federer, sehingga diperoleh jumlah minimal 9 ekor mencit per kelompok. Dengan tiga kelompok penelitian, jumlah sampel minimal adalah 27 ekor mencit, kemudian ditambahkan 10%

untuk mengantisipasi drop out, sehingga total sampel yang digunakan adalah 30 ekor mencit.

Teknik pengambilan sampel dilakukan secara random sampling. Seluruh mencit yang memenuhi kriteria dipilih secara acak, kemudian dibagi secara acak ke dalam tiga kelompok, yaitu kelompok kontrol normal, kelompok kontrol negatif, dan kelompok perlakuan, masing-masing berjumlah 10 ekor mencit. Pengukuran kadar hormon serotonin dilakukan menggunakan Rat Serotonin ELISA Kit, dengan sampel berupa serum darah mencit yang diambil melalui plexus retro-orbitalis dan dinyatakan dalam satuan ng/ml. Motilitas usus diukur menggunakan metode intestinal transit test dengan marker norit 5%. Parameter yang dinilai adalah rasio panjang usus yang dilalui norit dibandingkan dengan panjang total usus dari pylorus hingga rektum, kemudian dikalikan 100% sehingga diperoleh nilai motilitas usus dalam satuan persen. Instrumen pendukung meliputi kandang mencit, alat timbang digital, stopwatch, sonde oral, alat sentrifugasi, ELISA reader, alat bedah, mistar, serta peralatan laboratorium standar lainnya. Uji layak etik Penelitian ini telah memperoleh ethical clearance dari Komite Etik Hewan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Udayana. Seluruh prosedur penelitian, mulai dari pemeliharaan, perlakuan, hingga pengambilan sampel dan terminasi hewan coba, dilakukan sesuai dengan prinsip etika penelitian hewan percobaan untuk meminimalkan penderitaan hewan uji.

Analisis data Analisis data dilakukan menggunakan software Statistical Product and Service Solutions (SPSS) versi 23.0. Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan nilai rata-rata,

standar deviasi, nilai minimum, dan maksimum dari kadar hormon serotonin dan motilitas usus. Uji normalitas data dilakukan menggunakan Shapiro-Wilk test. Data kadar hormon serotonin tidak berdistribusi normal ( $p < 0,05$ ), sedangkan data motilitas usus berdistribusi normal ( $p > 0,05$ ) dan homogen berdasarkan Levene's test. Analisis komparatif kadar hormon serotonin antar kelompok dilakukan menggunakan uji Kruskal-Wallis dan dilanjutkan dengan uji post hoc. Sementara itu, analisis perbedaan motilitas usus antar kelompok dilakukan menggunakan uji ANOVA

satu arah, dilanjutkan dengan post hoc Tukey (HSD).

#### HASIL PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain *post-test only control group* dengan jumlah awal 30 ekor mencit (*Mus musculus*) strain Swiss Webster jantan yang dibagi menjadi tiga kelompok. Selama penelitian berlangsung terdapat 4 ekor mencit mengalami kematian dan 1 sampel memiliki nilai ekstrem (74,11%) sehingga dikeluarkan dari analisis. Jumlah sampel akhir yang dianalisis sebanyak 25 ekor mencit.

**Tabel 1. Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk Kadar Hormon Serotonin dan Motilitas Usus**

Variabel	Kelompok	n	p-value
Kadar hormon serotonin	Kontrol normal	9	0,612
	Kontrol negatif	9	0,005
	Perlakuan	7	0,236
Motilitas usus	Kontrol normal	9	0,473
	Kontrol negatif	9	0,217
	Perlakuan	7	0,190

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa kadar hormon serotonin pada kelompok kontrol negatif tidak berdistribusi normal ( $p < 0,05$ ),

sedangkan kelompok lainnya berdistribusi normal. Data motilitas usus pada seluruh kelompok berdistribusi normal ( $p > 0,05$ ).

**Tabel 2. Hasil Uji Homogenitas Motilitas Usus**

Uji	p-value
Levene's Test	0,578

Nilai  $p > 0,05$  menunjukkan bahwa data motilitas usus memiliki varians yang homogen sehingga

memenuhi syarat untuk dilakukan uji ANOVA.

**Tabel 3. Hasil Analisis Deskriptif Kadar Hormon Serotonin**

Kelompok	n	Rerata (ng/mL)	SD	Min	Maks
Kontrol normal	9	53,72	1,83	51,45	56,84
Kontrol negatif	9	40,99	5,88	35,54	48,16

Perlakuan	7	66,64	6,52	57,30	73,71
-----------	---	-------	------	-------	-------

Rerata kadar hormon serotonin tertinggi terdapat pada kelompok perlakuan (66,64 ng/mL) dan terendah pada kelompok kontrol negatif (40,99 ng/mL).

**Tabel 4. Hasil Uji Kruskal-Wallis Kadar Hormon Serotonin**

Variabel	p-value
Kadar hormon serotonin	0,000

Nilai  $p < 0,05$  menunjukkan terdapat perbedaan yang bermakna kadar hormon serotonin antar kelompok.

**Tabel 5. Hasil Uji Post Hoc Kadar Hormon Serotonin**

Antar Kelompok	Beda Rerata	p-value	Keterangan
Kontrol negatif dan Kontrol normal	12,73	0,009	Berbeda bermakna
Kontrol negatif dan Perlakuan	25,65	0,000	Berbeda bermakna
Kontrol normal dan Perlakuan	12,92	0,031	Berbeda bermakna

Seluruh kelompok menunjukkan perbedaan yang bermakna secara statistik ( $p < 0,05$ ).

**Tabel 6. Klasifikasi Kadar Hormon Serotonin**

No	Interval (ng/mL)	Interpretasi
1	0-45	Rendah
2	46-60	Sedang
3	>60	Tinggi

Berdasarkan klasifikasi tersebut, kelompok kontrol negatif termasuk kategori rendah, kelompok kontrol normal termasuk kategori sedang, dan kelompok perlakuan termasuk kategori tinggi.

**Tabel 7. Hasil Analisis Deskriptif Motilitas Usus**

Kelompok	n	Rerata (%)	SD	Min	Maks
Kontrol normal	9	78,33	5,60	70,18	86,36
Kontrol negatif	9	80,99	3,68	74,11	85,00
Perlakuan	7	78,20	4,50	71,01	82,69

**Tabel 8. Hasil Uji ANOVA Motilitas Usus**

Variabel	p-value
Motilitas usus	0,395

Nilai  $p > 0,05$  menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang bermakna motilitas usus antar kelompok.

**Tabel 9. Hasil Uji Post Hoc Motilitas Usus**

Antar Kelompok	Beda Rerata	p-value	Keterangan
Kontrol negatif dan Kontrol normal	2,33	0,534	Tidak berbeda bermakna
Kontrol negatif dan Perlakuan	-2,80	0,230	Tidak berbeda bermakna
Kontrol normal dan Perlakuan	0,46	0,230	Tidak berbeda bermakna

Tidak terdapat perbedaan yang bermakna antar kelompok pada variabel motilitas usus ( $p > 0,05$ ).

**Tabel 10. Klasifikasi Motilitas Usus**

N	Interval (%)	Interpretasi
1	0-60	Rendah
2	61-80	Sedang
3	>80	Tinggi

Sebagian besar kelompok berada dalam kategori sedang hingga tinggi. Terdapat perbedaan bermakna kadar hormon serotonin antar kelompok ( $p < 0,05$ ). Kelompok perlakuan memiliki kadar hormon serotonin tertinggi. Tidak terdapat

perbedaan bermakna motilitas usus antar kelompok ( $p > 0,05$ ). Aktivitas fisik intensitas sedang berpengaruh terhadap kadar hormon serotonin namun tidak terhadap motilitas usus.

## PEMBAHASAN

### Efek Aktivitas Fisik Sedang terhadap Kadar Hormon Serotonin

Penelitian ini menunjukkan bahwa aktivitas fisik intensitas sedang berupa renang selama 4 minggu secara bermakna meningkatkan kadar hormon serotonin pada mencit jantan model konstipasi. Kelompok perlakuan memiliki rerata kadar serotonin tertinggi dibandingkan kelompok kontrol normal dan kontrol negatif. Secara statistik, seluruh

perbandingan antar kelompok menunjukkan perbedaan yang bermakna ( $p < 0,05$ ).

Secara teoritis, aktivitas fisik intensitas sedang dapat meningkatkan aktivitas sistem saraf simpatik sebagai respons akut terhadap latihan. Aktivasi ini berperan dalam meningkatkan transmisi serotonergik melalui peningkatan konsentrasi serotonin pada celah sinapsis. Selain itu, aktivitas fisik mempengaruhi

metabolisme triptofan sebagai prekursor serotonin. Peningkatan aktivitas lipolisis selama latihan menyebabkan peningkatan kadar *non-esterified fatty acid* (NEFA) dalam plasma yang memicu disosiasi triptofan dari albumin. Peningkatan triptofan bebas serta penurunan kadar *branched-chain amino acid* (BCAA) meningkatkan transport triptofan melewati sawar darah otak, sehingga sintesis serotonin meningkat.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa aktivitas fisik intensitas sedang mampu meningkatkan kadar serotonin serta memperbaiki fungsi kognitif dan regulasi stres. Aktivitas seperti renang dan latihan aerobik diketahui dapat meningkatkan neurotransmitter serotonin dan dopamin yang berperan dalam regulasi suasana hati dan respons adaptif tubuh terhadap stres fisiologis. Pada model konstipasi yang diinduksi loperamide, penurunan kadar serotonin pada kelompok kontrol negatif mendukung teori bahwa gangguan motilitas usus berhubungan dengan disregulasi sistem serotonergik. Serotonin memiliki peran penting dalam regulasi motilitas gastrointestinal melalui aktivasi reseptor spesifik pada sistem saraf enterik.

Sintesis peneliti dari temuan ini adalah bahwa aktivitas fisik sedang tidak hanya memberikan efek sistemik terhadap neurotransmitter pusat, tetapi juga berpotensi memodulasi sistem serotonergik perifer. Peningkatan kadar serotonin pada kelompok perlakuan menunjukkan bahwa intervensi aktivitas fisik dapat menjadi pendekatan non-farmakologis dalam memperbaiki gangguan fisiologis yang berkaitan dengan sistem neurotransmitter.

### Efek Aktivitas Fisik Sedang terhadap Motilitas Usus

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas fisik sedang tidak memberikan perbedaan yang bermakna terhadap motilitas usus mencit model konstipasi ( $p > 0,05$ ). Meskipun rerata rasio motilitas usus kelompok perlakuan mendekati kelompok kontrol normal, secara statistik tidak ditemukan perbedaan signifikan antar kelompok. Secara teoritis, aktivitas fisik diketahui dapat merangsang sistem gastrointestinal melalui peningkatan aktivitas peristaltik. Stimulasi mekanik dan neurohormonal akibat aktivitas fisik dapat memodulasi pergerakan chyme sepanjang kolon. Serotonin mukosa yang dilepaskan oleh sel enterochromaffin (EC) berperan dalam menginisiasi refleksi peristaltik melalui aktivasi reseptor 5-HT<sub>3</sub> dan 5-HT<sub>4</sub> pada pleksus mienterikus. Aktivasi reseptor tersebut akan meningkatkan propulsi dan koordinasi kontraksi otot polos usus.

Namun, motilitas usus secara fisiologis dipengaruhi oleh berbagai faktor kompleks selain aktivitas fisik, termasuk regulasi sistem saraf enterik intrinsik, modulasi sistem saraf otonom ekstrinsik, mediator neurokimia seperti asetilkolin dan norepinefrin, serta kondisi adaptasi jaringan terhadap induksi farmakologis. Sistem saraf simpatik cenderung menghambat motilitas, sedangkan sistem parasimpatik meningkatkan aktivitas pencernaan. Interaksi faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi hasil akhir motilitas usus. Selain itu, terdapat kemungkinan bahwa efek induksi loperamide tidak lagi dominan pada minggu ke-5 pengukuran sehingga motilitas usus pada kelompok kontrol negatif maupun perlakuan kembali mendekati normal. Aktivitas fisik ringan spontan selama pemeliharaan di kandang juga dapat

menjadi faktor perancu yang berkontribusi terhadap pemulihan motilitas usus. Metode pengukuran transit intestinal yang digunakan dalam penelitian ini juga memiliki keterbatasan dalam mendeteksi perubahan motilitas secara lebih sensitif.

Sintesis peneliti dari temuan ini adalah bahwa peningkatan kadar serotonin akibat aktivitas fisik tidak secara langsung berbanding lurus dengan peningkatan motilitas usus pada model penelitian ini. Regulasi motilitas gastrointestinal bersifat multifaktorial dan membutuhkan pendekatan pengukuran yang lebih komprehensif, termasuk evaluasi reseptor serotonin spesifik dan waktu pengukuran yang lebih dekat dengan fase induksi konstipasi.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan rumusan pertanyaan penelitian, dapat disimpulkan bahwa: Aktivitas fisik intensitas sedang berpengaruh terhadap peningkatan kadar hormon serotonin pada mencit jantan model konstipasi, sehingga aktivitas fisik dapat menjadi salah satu pendekatan non-farmakologis dalam modulasi sistem serotonergik. Aktivitas fisik intensitas sedang tidak menunjukkan pengaruh yang bermakna terhadap motilitas usus pada model penelitian ini, yang mengindikasikan bahwa regulasi motilitas gastrointestinal dipengaruhi oleh faktor multifaktorial selain kadar serotonin

#### SARAN

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan jumlah sampel yang lebih besar, durasi intervensi yang lebih panjang, serta variasi intensitas aktivitas fisik untuk memperoleh gambaran pengaruh yang lebih komprehensif terhadap motilitas usus. Selain itu, perlu

dilakukan penelitian lebih lanjut terkait faktor-faktor lain yang memengaruhi motilitas gastrointestinal, seperti mikrobiota usus, hormon gastrointestinal, dan faktor neurologis, sehingga mekanisme hubungan antara aktivitas fisik, serotonin, dan motilitas usus dapat dipahami secara lebih mendalam.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anas, Y., Hidayati, D. N., Kurniasih, A., & Sunjaya, L. K. D. (2016). (Artocarpus heterophyllus Lam.) dan daun angkana (Pterocarpus indicus Wild.) pada mencit jantan galur Balb/c Universitas Wahid Hasyim Semarang. *E-Publikasi Ilmiah Unwahas*, 33-41.
- Anggraini, F. T. (2023). Peran hormon serotonin dalam fungsi memori: Sebuah studi literatur. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 7(1), 1541-1548.
- Bao, M. M. N., Rante, S. D. T., Woda, R. R., & Manafe, D. T. (2022). Hubungan kebiasaan berolahraga dengan tingkat stres. *Cendana Medical Journal*, 186(April), 186-196.
- Bintari, M. P., Rejeki, P. R., Wungu, C. D. K., Pranoto, A., & S. (2022). Effects of a 4-week moderate-intensity swimming exercise increase serotonin levels in mice (*Mus musculus*). *International Journal of Research Publications*, 93(1), 238-244.
- Boster Biological Technology. (2019). *How to become an ELISA expert in 4 days*. <https://www.bosterbio.com/elisa-troubleshooting-guide-download-page>
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2021). *Peraturan badan pengawas*

- obat dan makanan nomor 18 tahun 2021 tentang pedoman uji farmakodinamik praklinik obat tradisional.
- Brito, A. F., Silva, A. S., Souza, I. L. L., Pereira, J. C., & da Silva, B. A. (2015). Intensity of swimming exercise influences aortic reactivity in rats. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 48(11), 996-1003. <https://doi.org/10.1590/1414-431X20154397>
- Chen, L., Zhang, J., Suo, H., Wang, W., Wang, H., Zhang, Y., Hu, Q., Zhao, X., & Li, J. (2019). Preventive effects of different fermentation times of shuidouchi on diphenoxylate-induced constipation in mice. *Foods*, 8(3). <https://doi.org/10.3390/foods8030086>
- Dimidi, E., Christodoulides, S., Scott, S. M., & Whelan, K. (2017). Mechanisms of action of probiotics and the gastrointestinal microbiota on gut motility and constipation. *Advances in Nutrition*, 8(3), 484-494. <https://doi.org/10.3945/an.116.014407>
- Dutta, S., & Sengupta, P. (2016). Men and mice: Relating their ages. *Life Sciences*, 152, 244-248. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2015.10.025>
- Federer, W. T. (2011). *Statistical design and analysis for intercropping experiments* (2nd ed.). Springer.
- Furqaani, A. R., Redjeki, S., & Gunarti, D. R. (2018). The effects of physical exercise on spatial learning and serotonin levels in the brain of adult rats. *Global Medical and Health Communication*, 6(2), 98-104.
- Ginting, D. B., Waluyo, A., & Sukmarini, L. (2015). Mengatasi konstipasi pasien stroke dengan masase abdomen dan minum air putih hangat. *Jurnal Keperawatan Indonesia*, 18(1), 23-30. <https://doi.org/10.7454/jki.v18i1.394>
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2020). *Guyton and Hall textbook of medical physiology* (14th ed.). Elsevier.
- Guzel, T., & Guzel, D. M. (2022). The role of serotonin neurotransmission in gastrointestinal tract and pharmacotherapy. *Molecules*, 27(6), 1823-1838.
- Jackson, S. J., Andrews, N., Ball, D., et al. (2017). Does age matter? The impact of rodent age on study outcomes. *Laboratory Animals*, 51(2), 160-169. <https://doi.org/10.1177/0023677216653984>
- Jani, B., & Marsicano, E. (2018). Constipation: Evaluation and management. *Missouri Medicine*, 236-240.
- Jannah, I. N., Mustika, A., & Puruhito, E. F. (2017). Reduction of constipating scoring system among women aged 18-25 years old as a result of decocted trengguli (*Cassia fistula* L.). *Journal of Vocational Health Studies*, 1(2), 58-62. <https://doi.org/10.20473/jvhs.v1.i2.2017.58-62>
- Juliastini, R., Saputri, G. A. R., Saputri, R., & Feladita, N. (2023). Uji efek antidiare ekstrak etanol daun kenikir (*Cosmos caudatus* Kunth) metode transit intestinal dengan metode proteksi. *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan*, 10(2), 1464-1470.
- Kendig, D. M., & Grider, J. R. (2015). Serotonin and colonic motility.

- Neurogastroenterology & Motility*, 27, 814-818.
- Kim, Y. S., Song, B. K., Oh, J. S., & Woo, S. S. (2014). Aerobic exercise improves gastrointestinal motility in psychiatric inpatients. *World Journal of Gastroenterology*, 20(30), 10577-10584. <https://doi.org/10.3748/wjg.v20.i30.10577>
- Kongdang, P., Pruksakorn, D., & Koonrunsesomboon, N. (2022). Preclinical experimental models for assessing laxative activities: A scoping review. *American Journal of Translational Research*, 14(2), 698-717.
- Kusumo, M. P. (2020). *Buku pemantauan aktivitas fisik*. The Journal Publishing.
- Mutiarahmi, C. N., Hartady, T., & Lesmana, R. (2021). Use of mice as experimental animals referring to animal welfare principles: A literature review. *Indonesia Medicus Veterinus*, 10(1), 134-145. <https://doi.org/10.19087/imv.2020.10.1.134>
- Novianingrum, E., Rosidi, A., & Syadi, Y. K. (2016). Perbedaan konsumsi cairan, serat makanan dan aktivitas fisik berdasarkan proses defekasi. *Jurnal Gizi*, 5(2), 40-52.
- Prawira, M. D., & Sueta, M. A. D. (2020). Konsep patofisiologi motilitas gastrointestinal. *Continuing Medical Education*, 47(1), 7-10.
- Rejeki, P. S., Putri, E. A. C., & Prasetya, R. E. (2018). *Ovariectomi pada tikus dan mencit*. Airlangga University Press.
- Sibarani, M. V., Ulfah, R., & Afriyanti, E. (2020). Hubungan aktivitas fisik terhadap konstipasi pada pasien stroke. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 8(4), 134-137. <https://doi.org/10.25077/jka.v8i4.1130>
- Susanto, E. (2015). Manfaat olahraga renang bagi lanjut usia. *Medikora*, 1, 53-64. <https://doi.org/10.21831/medikora.v0i1.4669>
- Thea, F., Sudiarti, T., & Djokosujono, K. (2020). Faktor dominan kejadian konstipasi fungsional pada remaja di Jakarta. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 16(4), 129. <https://doi.org/10.22146/ijcn.47987>
- Yabut, J. M., Crane, J. D., Green, A. E., Keating, D. J., Khan, W. I., & Steinberg, G. R. (2019). Emerging roles for serotonin in regulating metabolism. *Endocrine Reviews*, 40(4), 1092-1107. <https://doi.org/10.1210/er.2018-00283>
- Young, S. N. (2007). How to increase serotonin in the human brain without drugs. *Journal of Psychiatry & Neuroscience*, 28(S2), 70-79.