HUBUNGAN KUALITAS TIDUR DENGAN GEJALA HEAT ILLNESS PADA PELARI

PROPOSAL SKRIPSI

UNIVERSITAS TRISAKTI

Disusun Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana Kedokteran

Neiyfa Naura Azhara NIM : 030002300193

PROGRAM STUDI KEDOKTERAN
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS TRISAKTI
JAKARTA, JUNI 2026

Bidang Ilmu: Klinik

PROPOSAL SKRIPSI

HUBUNGAN KUALITAS TIDUR DENGAN GEJALA HEAT ILLNESS PADA PELARI

UNIVERSITAS TRISAKTI

Disusun Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan

Mencapai Derajat Sarjana Kedokteran

Neiyfa Naura Azhara NIM : 030002300193

PROGRAM STUDI KEDOKTERAN

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS TRISAKTI

JAKARTA, JUNI 2026

PERSETUJUAN

Proposal Skripsi

Judul:

HUBUNGAN KUALITAS TIDUR DENGAN GEJALA HEAT ILLNES PADA PELARI

Neiyfa Naura Azhara NIM: 030002300193

Telah disetujui untuk diuji di hadapan

Tim Penguji Proposal Skripsi

Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti

Pada Hari Senin, Tanggal 29 Juni 2026

Pembimbing

dr. Ida Effendi, Sp.MK
NIK: 3442/USAKTI

PENGESAHAN PROPOSAL SKRIPSI

Judul:
Hubungan Kualitas Tidur dengan Gejala

Heat Illnes pada Pelari

Neiyfa Naura Azhara 030002300193
Telah diuji dan disahkan di hadapan **Dewan Penguji Proposal Skripsi**
Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti
Pada Hari, Tanggal

Ketua Penguji
Nama : ……
NIK :
Anggota Penguji I
Nama : dr. Ida Effendi, Sp.MK
NIK : 3442/USAKTI
Anggota Penguji II
Nama : ……
NIK :

Jakarta, ……..…20……
Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti

Dr.dr. Yenny, Sp.FK
NIK: 2613/USAKTI

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Neiyfa Naura Azhara
NIM	: 030002300193
Program Studi	: Pendidikan Dokter
Alamat Korespondensi	: Menteng Park Apartement
Telepon / Mobile	: 081111813908
Email	: 030002300193@std.trisakti.ac.id
Judul skripsi	: Hubungan Kualitas Tidur dengan Gejala Heat Illnes pada Pelari

Dengan ini menyatakan bahwa proposal skripsi yang saya tulis ini adalah benar-benar merupakan hasil karya ilmiah saya sendiri. Proposal skripsi ini belum pernah di ajukan sebagai suatu karya ilmiah untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan proposal skirpsi ini merupakan hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai dengan SK Permendiknas No.17 tahun 2010 tentang pencegahan dan penanggulangan plagiat di perguruan tinggi

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya, agar dapat dimanfaatkan sebagaimana mestinya.

Jakarta 18 Juni 2026



Neiyfa Naura Azhara

030002300193

DAFTAR ISI

HALAMAN

HALAMAN JUDUL……..……**i**
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING **.....**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI DAN DEKAN **..... ii**
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PROPOSAL SKRIPSI**..... ii**
DAFTAR ISI……v
DAFTAR TABEL**..... vi**
DAFTAR GAMBAR……..…….viii
DAFTAR LAMPIRAN…….....ix
DAFTAR ARTI SINGKATAN……...x

BAB I PENDAHULUAN..... 1
1.1 Latar belakang 1
1.2 Perumusan masalah 2
1.3 Tujuan..... 2
1.3.1 Tujuan umum..... 2
1.3.2 Tujuan khusus 2
1.4 Hipotesis 2
1.5 Manfaat..... 3

BAB II TINJAUAN, RINGKASAN PUSTAKA, KERANGKA TEORI..... 4
2.1. Tinjauan Pustaka 4
2.1.1 Definisi dan Spektrum Klinis Heat Illness 4
2.1.2 Prevalensi Heat Illness pada Pelari..... 6
2.1.3 Fisiologi Termoregulasi..... 6
2.1.4 Diagnosis Heat Illness 8
2.1.3 Faktor-Faktor yang Memengaruhi Heat Illness 9
2.1.4 Kualitas Tidur 13
2.1.4.1 Definisi Tidur dan Kualitas Tidur 13
2.1.4.2 Faktor faktor yang mempengaruhi kualitas tidur 14
2.1.4.3 Kualitas Tidur pada Pelari..... 16
2.1.5 Hubungan Kualitas Tidur dengan Risiko Heat Illness pada Pelari..... 17
2.1.5.1 Kualitas Tidur dan Termoregulasi..... 17
2.1.5.2 Studi-Studi yang Mendukung Hubungan Kualitas Tidur dengan HI..... 18
2.2 Ringkasan pustaka..... 22
2.3 Kerangka teori 23

BAB III KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL 24
3.1 Kerangka Konsep 24
3.2 Definisi operasional..... 25

BAB IV METODE PENELITIAN 27

4.1 Desain 27
4.2 Lokasi dan waktu 27
4.3 Populasi dan subjek 27
4.3.1 Populasi 27
4.3.1.2 Populasi target 27
4.3.1.2 Populasi terjangkau 27
4.3.1.3 Subjek 27
4.3.1.3.1 Kriteria pemilihan subjek 28
4.3.1.3.2 Perhitungan jumlah subjek 28
4.4 Bahan dan instrumen 29
4.5 Analisis statistik 29
4.5.1 Analisis Univariat 30
4.5.2 Analisis Bivariat 30
4.6 Alur kerja penelitian 31
4.7 Etika penelitian 32
4.8 Penjadwalan penelitian 32

DAFTAR PUSTAKA……...……35
LAMPIRAN……..36

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Ringkasan pustaka..... 22
Tabel 2. Definisi operasional .....
Tabel 3. Penjadwalan pelaksanaan penelitian..... 32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kerangka teori 23
Gambar 2. Kerangka konsep 24
Gambar 3. Alur kerja..... 31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kuesioner kualitas tidur..... 36
Lampiran 2. Kuesioner Heat Illnes Symptom Indeks.....45
Lampiran 3. Dummy tabel 43

DAFTAR SINGKATAN

AST	:Aspartate Aminotransferase
CDC	: Centers for Disease Control and Prevention
CK	: Creatine Kinase
EHI	:Exertional Heat Illness
EHS	:Exertional Heat Stroke
ESQ	:Environmental Symptoms Questionnaire
HI	:Heat Illness
HISI	: Heat Illness Symptom Index
NIOSH	:National Institute for Occupational Safety and Health
OR	:Odds Ratio
PSQI	:Pittsburgh Sleep Quality Index
REM	:Rapid Eye Movement
SD	:Standar Deviasi
SSP	:Sistem Saraf Pusat
WBGT	:Wet Bulb Globe Temperature

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pelari merupakan salah satu kelompok yang memiliki risiko *heat illness (HI)* tertinggi karena aktivitas lari menghasilkan panas metabolik dalam jumlah besar.Selain itu, sebagian besar pelari melakukan latihan maupun kompetisi di lingkungan terbuka sehingga terpapar langsung oleh suhu udara, kelembapan, radiasi matahari, dan faktor lingkungan lainnya yang dapat meningkatkan beban panas tubuh. Oleh karena itu, pelari merupakan populasi yang sangat rentan mengalami *heat illnes*.[1]

Secara epidemiologi, insidensi *heat illnes* pada atlet terus meningkat seiring perubahan iklim global data epidemiologi mengenai *heat illnes* di kawasan Asia masih terbatas. Namun, sebuah studi kohort prospektif yang dilakukan di Thailand terhadap 809 peserta pelatihan militer melaporkan bahwa 53 peserta (6,6%) mengalami *HI* selama masa pelatihan. [2]Kondisi yang ditemukan meliputi *heat syncope*, *heat cramp*, dan *heat exhaustion*. Temuan ini menunjukkan bahwa *heat illnes* masih sering terjadi pada individu yang melakukan aktivitas fisik berat di lingkungan panas dan lembap yang memiliki karakteristik iklim serupa dengan Indonesia.

Faktor-faktor yang memengaruhi terjadinya *heat illness* bersifat multifaktorial dan melibatkan interaksi antara faktor individu, lingkungan, serta perilaku. [2] Faktor-faktor tersebut dapat memengaruhi kemampuan tubuh dalam mempertahankan keseimbangan suhu inti selama aktivitas fisik sehingga meningkatkan kerentanan.[3] Di antara berbagai faktor risiko tersebut, kualitas tidur menjadi salah satu faktor yang menarik untuk diteliti karena bersifat dapat dimodifikasi dan berpotensi memengaruhi berbagai mekanisme fisiologis yang berhubungan dengan toleransi panas. Kualitas tidur merupakan faktor yang dapat diperbaiki melalui perubahan perilaku dan gaya hidup.[4]

Tidur memiliki peran penting dalam proses pemulihan fisik, regulasi hormonal,serta pengaturan suhu tubuh. Kualitas tidur yang buruk dapat

menyebabkan peningkatan kelelahan,penurunan performa fisik, serta berkurangnya kemampuan tubuh dalam merespons stres fisiologis selama aktivitas olahraga. Meskipun kualitas tidur telah disebutkan sebagai salah satu faktor risiko *heat illness* dalam beberapa tinjauan sistematis dan pedoman klinis, penelitian yang secara spesifik mengukur hubungan antara kualitas tidur dengan risiko *heat illnes* pada populasi pelari masih sangat terbatas, relevansinya terhadap kondisi kualitas tidur yang buruk secara kronis pada pelari aktif belum diketahui.

Hal ini memperkuat perlunya dilakukan penelitian pada populasi pelari dalam kondisi latihan aktual, dengan menggunakan instrumen terstandar seperti PSQI untuk mengukur kualitas tidur secara multidimensi. Penelitian ini menjadi penting mengingat beberapa hal yaitu tingginya prevalensi gangguan kualitas tidur pada pelari, meningkatnya partisipasi masyarakat dalam kegiatan lari terutama di negara tropis beriklim panas seperti Indonesia, serta belum tersedianya data lokal mengenai hubungan kualitas tidur dengan kejadian *heat illness* pada populasi pelari. Selain itu, kualitas tidur merupakan faktor risiko yang bersifat dapat dimodifikasi, sehingga temuan dari penelitian ini berpotensi menjadi dasar bagi pengembangan intervensi praktis untuk pencegahan *heat illness* pada komunitas pelari.

1.2 Perumusan masalah

Apakah terdapat hubungan antara kualitas tidur dengan gejala *Heat Illness* pada pelari?

1.3 Tujuan

1.3.1 Tujuan umum

Meningkatkan upaya pencegahan *Heat Illness* pada pelari dengan menentukan hubungan antara kualitas tidur dan gejala pada pelari.

1.3.2 Tujuan khusus

1. Mengetahui gambaran kualitas tidur pada pelari
2. Mengetahui proporsi *Heat Illness* pada pelari
3. Menenentukan hubungan kualitas tidur dengan *Heat illnes* pada pelari

1.4 Hipotesis

Terdapat hubungan antara kualitas tidur dengan risiko *heat illness* pada pelari.

1.5 Manfaat

1. Bagi pengembangan ilmu pengetahuan

Penelitian ini diharapkan dapat menambah bukti ilmiah mengenai hubungan kualitas tidur dengan risiko *heat illness* pada pelari, serta memperkaya kajian dalam bidang kedokteran olahraga, kesehatan masyarakat, dan fisiologi olahraga.

2. Bagi profesi/institusi

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi tenaga kesehatan, khususnya dokter, tenaga kesehatan olahraga, dan institusi yang bergerak di bidang olahraga, dalam menyusun strategi promotif dan preventif untuk mengurangi gejala *heati illness* pada pelari.

3. Bagi masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat, khususnya pelari mengenai pentingnya menjaga kualitas tidur yang baik sebagai salah satu upaya untuk mengurangi gejala *heat illness* selama aktivitas lari.

BAB II

TINJAUAN, RINGKASAN PUSTAKA, KERANGKA TEORI

2.1.Tinjauan Pustaka

2.1.1 Definisi dan Spektrum Klinis *Heat Illness*

Olahraga lari menempatkan tubuh manusia dalam kondisi fisiologis yang menantang. Setiap langkah yang diambil seorang pelari menghasilkan panas metabolik dalam jumlah besa sekitar 75–80% dari total energi yang digunakan otot tidak dikonversi menjadi kerja mekanis, melainkan dilepaskan sebagai panas ke dalam tubuh.[5]Pelari merupakan kelompok yang rentan mengalami berbagai perubahan fisiologis akibat aktivitas fisik yang dilakukan secara berulang dan dalam durasi yang relatif panjang. Sebagian besar pelari menjalani latihan maupun kompetisi di lingkungan terbuka sehingga secara langsung terpapar kondisi cuaca, termasuk suhu udara yang tinggi, kelembapan, radiasi matahari, dan faktor lingkungan lainnya yang dapat memengaruhi respons tubuh selama berolahraga.[6] Selama berlari, tubuh menghasilkan panas metabolik dalam jumlah besar sebagai konsekuensi dari peningkatan aktivitas otot. Untuk menjaga suhu tubuh tetap dalam batas normal, tubuh mengandalkan mekanisme termoregulasi melalui peningkatan aliran darah ke kulit dan produksi keringat. Namun, apabila produksi panas melebihi kemampuan tubuh dalam melepaskan panas, pelari berisiko mengalami gangguan terkait panas atau *heat illness*.

Heat Illness merupakan sekelompok gangguan fisiologis akibat kegagalan tubuh mempertahankan homeostasis suhu inti selama paparan termal berlebihan, baik dari lingkungan maupun dari produksi panas metabolik yang melampaui kapasitas disipasi tubuh. Secara klinis, mencakup suatu kontinum mulai dari kondisi ringan hingga yang mengancam jiwa. Kondisi tersebut meliputi kram panas (*heat cramps)*, sinkop panas (*heat syncope*), kelelahan panas (*heat exhaustion*), hingga heat stroke eksersional (*exertional heat stroke*) yang merupakan kondisi paling berat dan berpotensi fatal. [7]

Heat cramps merupakan kontraksi otot yang nyeri dan tidak disadari yang biasanya terjadi setelah aktivitas fisik berat di lingkungan panas. Kram paling sering terjadi pada kelompok otot besar seperti betis, paha, bahu, dan abdomen. Kondisi ini berhubungan dengan kehilangan cairan dan elektrolit, terutama natrium, melalui keringat yang berlebihan. Pada pelari jarak jauh*, heat cramps* sering muncul setelah latihan atau perlombaan dengan durasi panjang, terutama ketika hidrasi dan asupan elektrolit tidak mencukupi.[8]

Heat syncope merupakan kehilangan kesadaran sementara akibat penurunan aliran darah ke otak. Kondisi ini terjadi karena vasodilatasi perifer yang berlebihan sehingga darah terkumpul di ekstremitas bawah dan menyebabkan penurunan tekanan darah. Gejala yang sering muncul meliputi pusing, pandangan kabur, kelemahan, hingga pingsan. *Heat syncope* umumnya terjadi setelah aktivitas fisik berkepanjangan atau ketika seseorang berdiri terlalu lama di lingkungan panas.[7]

Heat exhaustion merupakan kondisi yang lebih serius dibandingkan bentuk sebelumnya. Kondisi ini terjadi akibat kehilangan cairan dan elektrolit yang signifikan sehingga menyebabkan ketidakmampuan sistem kardiovaskular untuk mempertahankan perfusi jaringan secara adekuat. Gejala yang muncul meliputi kelelahan berat, kelemahan, sakit kepala, mual, muntah, pusing, keringat berlebihan, dan penurunan performa fisik. Suhu inti tubuh biasanya meningkat hingga 38–40°C, namun belum disertai gangguan sistem saraf pusat yang berat. Apabila tidak ditangani dengan baik, *heat exhaustion* dapat berkembang menjadi *heat stroke*.[8]

Exertional Heat Stroke merupakan bentuk yang paling berat dan merupakan keadaan darurat medis. *EHS* ditandai oleh peningkatan suhu inti tubuh yang umumnya melebihi 40°C disertai gangguan fungsi sistem saraf pusat, seperti perubahan status mental, disorientasi, perilaku abnormal, kejang, atau penurunan kesadaran. Kondisi ini menyebabkan respons inflamasi sistemik yang dapat mengakibatkan kerusakan berbagai organ, termasuk otak, ginjal, hati, jantung, dan sistem koagulasi. Apabila penanganan terlambat, *EHS* dapat menyebabkan

kegagalan multiorgan dan kematian. Pada atlet dan pelari, *EHS* merupakan salah satu penyebab utama kematian yang berhubungan dengan olahraga .[2,7]

2.1.2 Prevalensi *Heat Illness* pada Pelari

Insidensi pada pelari dan atlet olahraga daya tahan terus meningkat seiring dengan kenaikan suhu global akibat perubahan iklim. Pada kejuaraan atletik internasional, pelari maraton memiliki angka kejadian hampir 47,7 kali lebih tinggi dibandingkan atlet disiplin berdurasi.[9]Salah satu studi yang paling relevan dan sering dijadikan acuan untuk konteks Asia Tenggara adalah penelitian kohort prospektif yang dilakukan oleh Nutong dan kolega pada tahun 2013, yang dipublikasikan pada tahun 2018 dalam jurnal internasional .Studi ini melibatkan 809 laki-laki muda berusia rata-rata 21,4 (±1,13) tahun yang menjalani program pelatihan militer dasar selama 10 minggu di lima wilayah Thailand, yakni Chiang Mai (Utara), Ubon Ratchathani (Timur Laut), Lop Buri (Tengah), Songkhla (Selatan), dan Bangkok. [2]Kelima lokasi ini mewakili kondisi iklim tropis yang bervariasi, dengan kisaran suhu harian antara 27,4°C hingga 29,7°C dan kelembapan relatif 67%–83%. Selama masa pemantauan 10 minggu, ditemukan bahwa 53 dari 809 subjek (6,6%) mengalami *Heat Illness* dengan *incidence rate* sebesar 3,41 per 100 *person-months*. Data epidemiologi mengenai *heat illnes* di kawasan Asia Tenggara masih relatif terbatas. Jenis *HI* yang ditemukan terdiri atas *heat syncope* sebanyak 22 kasus (2,7%), *heat cramps* sebanyak 18 kasus (2,2%), *heat edema* sebanyak 4 kasus (0,5%), dan *heat exhaustion* sebanyak 3 kasus (0,4%). [2] Penelitian tersebut menunjukkan bahwa paparan panas lingkungan yang dikombinasikan dengan aktivitas fisik intensif masih menjadi faktor penting terjadinya *heat illnes.* Temuan ini relevan dengan kondisi di Indonesia yang memiliki iklim tropis dengan suhu dan kelembapan tinggi, sehingga berpotensi meningkatkan gejala *heat illness* pada individu yang melakukan aktivitas fisik berat, termasuk pelari.

2.1.3 Fisiologi Termoregulasi

Termoregulasi merupakan kemampuan tubuh untuk mempertahankan suhu inti tetap berada dalam kisaran normal meskipun terjadi perubahan suhu lingkungan atau peningkatan produksi panas akibat aktivitas fisik.[1] Pengaturan suhu tubuh

terutama dikendalikan oleh pusat termoregulasi yang terletak pada area preoptik hipotalamus anterior (*preoptic area of the anterior hypothalamus*).[10] Struktur ini berfungsi sebagai sensor suhu utama yang menerima informasi dari reseptor suhu di seluruh tubuh dan mengoordinasikan respons fisiologis untuk menjaga suhu inti sekitar 37°C. Ketika suhu tubuh meningkat, hipotalamus akan mengaktifkan berbagai mekanisme pelepasan panas. Respons utama yang terjadi adalah vasodilatasi pembuluh darah kulit dan peningkatan produksi keringat. Vasodilatasi menyebabkan aliran darah ke kulit meningkat sehingga panas dari dalam tubuh dapat dilepaskan ke lingkungan. [4]Sementara itu, penguapan keringat dari permukaan kulit menjadi mekanisme yang paling efektif dalam menurunkan suhu tubuh, terutama saat melakukan aktivitas fisik di lingkungan panas.

Selain melalui keringat, tubuh juga dapat melepaskan panas melalui beberapa mekanisme fisik lainnya, yaitu konduksi, konveksi, radiasi, dan evaporasi. Konduksi terjadi melalui perpindahan panas secara langsung antara dua permukaan yang bersentuhan. Konveksi terjadi ketika panas dipindahkan ke udara atau cairan yang bergerak. Radiasi merupakan perpindahan panas dalam bentuk gelombang elektromagnetik tanpa kontak langsung, sedangkan evaporasi terjadi melalui penguapan cairan, terutama keringat, dari permukaan kulit.[4] Keseluruhan mekanisme tersebut bekerja secara terpadu untuk menjaga kestabilan suhu tubuh.

Apabila paparan panas terus berlanjut dan kemampuan tubuh untuk membuang panas mulai terlampaui, suhu inti tubuh akan meningkat. Pada kondisi ini tubuh akan memicu respons protektif berupa produksi *heat shock proteins* . Protein ini berperan melindungi sel dari kerusakan akibat panas, menjaga stabilitas protein intraseluler, serta mempertahankan integritas sawar epitel. Mekanisme tersebut membantu mengurangi terjadinya kerusakan jaringan dan respons inflamasi yang berlebihan. Namun, apabila peningkatan suhu tubuh melebihi kapasitas kompensasi tubuh, mekanisme termoregulasi akan mengalami kegagalan. Suhu inti yang sangat tinggi dapat menyebabkan denaturasi protein, kerusakan sel, dan aktivasi respons inflamasi sistemik. Kondisi ini berpotensi menimbulkan gangguan sirkulasi, peningkatan kebutuhan metabolik, hipoksia jaringan, serta disfungsi berbagai organ. Organ yang paling sering terdampak adalah sistem saraf

pusat dan hati. Pada kondisi yang lebih berat, kegagalan termoregulasi dapat berkembang menjadi *heat stroke* yang ditandai dengan kerusakan multiorgan dan merupakan keadaan gawat darurat medis.

2.1.4 Diagnosis Heat Illness

Diagnosis *heat illness* ditegakkan berdasarkan kombinasi riwayat paparan panas, gejala klinis, pemeriksaan fisik, serta pemeriksaan penunjang untuk menilai derajat keparahan dan keterlibatan organ. Spektrum *heat illness* meliputi kondisi ringan seperti *heat cramps* dan *heat syncope*, hingga kondisi berat berupa *heat exhaustion* dan *heat stroke*. Diagnosis dini sangat penting karena keterlambatan penanganan dapat meningkatkan risiko kerusakan multiorgan dan kematian. [11]

Anamnesis merupakan langkah awal yang penting dalam menegakkan diagnosis. Dokter perlu menggali riwayat paparan suhu lingkungan yang tinggi, aktivitas fisik berat, durasi paparan panas, serta waktu munculnya gejala. [11]Pada pelari, informasi mengenai intensitas latihan, jarak tempuh, kondisi cuaca saat berlari, status hidrasi, dan riwayat aklimatisasi terhadap panas perlu ditanyakan. Selain itu, penggunaan obat-obatan yang dapat mengganggu termoregulasi, seperti β-blocker, diuretik, dan antikolinergik, juga perlu dievaluasi. Riwayat penyakit penyerta, seperti penyakit jantung, diabetes melitus, atau gangguan neurologis, dapat meningkatkan kerentanan terhadap *heat illnes*. Keluhan yang sering ditemukan meliputi rasa lelah berlebihan, haus, pusing, sakit kepala, mual, muntah, kelemahan otot, hingga penurunan kesadaran. Pada *heat exhaustion*, pasien umumnya masih memiliki fungsi neurologis yang baik, sedangkan pada *heat stroke* dapat ditemukan kebingungan, agitasi, kejang, delirium, atau koma.

Pemeriksaan fisik difokuskan pada penilaian suhu tubuh inti, status neurologis, kondisi kulit, serta tanda-tanda vital. Pengukuran suhu inti tubuh melalui termometer rektal merupakan metode yang paling akurat dan direkomendasikan dalam diagnosis *HI*. Pada *heat stroke*, suhu inti tubuh umumnya mencapai atau melebihi 40°C. [10,11]Penilaian neurologis sangat penting karena gangguan sistem saraf pusat merupakan ciri utama *heat stroke*. Manifestasinya dapat berupa disorientasi, perubahan perilaku, gangguan kesadaran, kejang, hingga koma. Pada pemeriksaan kulit dapat ditemukan kulit panas dan kering pada *classic*

heat stroke, sedangkan pada *exertional heat stroke* kulit sering kali masih lembap akibat produksi keringat yang berlanjut. Selain itu, sering ditemukan takikardia, takipnea, hipotensi, dan tanda-tanda dehidrasi.

Pemeriksaan penunjang merupakan hal yang penting seperti dapat dilakukan pemeriksaan laboratorium dilakukan untuk menilai derajat keparahan penyakit serta mendeteksi komplikasi yang mungkin terjadi. Pemeriksaan darah lengkap dapat menunjukkan hemokonsentrasi akibat dehidrasi, leukositosis sebagai respons inflamasi, atau trombositopenia pada kasus berat. Pemeriksaan elektrolit diperlukan untuk mendeteksi gangguan keseimbangan cairan dan elektrolit, seperti hiponatremia maupun gangguan kadar kalium. Fungsi ginjal dievaluasi melalui pemeriksaan ureum dan kreatinin karena cedera ginjal akut dapat terjadi akibat dehidrasi dan rabdomiolisis. Pemeriksaan fungsi hati berupa *AST* dan *ALT* sering menunjukkan peningkatan yang signifikan pada kasus *heat stroke* berat. Selain itu, kadar kreatin kinase (*CK)* perlu diperiksa untuk menilai adanya kerusakan otot atau rabdomiolisis, yang umum ditemukan pada *exertional heat stroke*.

2.1.3 Faktor-Faktor yang Memengaruhi *Heat Illness*

Risiko *heat illnes* pada pelari bersifat multifaktorial dan merupakan interaksi antara faktor intrinsik individu, faktor ekstrinsik lingkungan, dan faktor perilaku. Berdasarkan tinjauan sistematis yang merangkum 42 studi, faktor-faktor risiko *heat illnes* dapat dikelompokkan ke dalam subkelompok gaya hidup, karakteristik fisiologis, dan paparan lingkungan. Secara umum, faktor-faktor tersebut dapat dikelompokkan menjadi faktor intrinsik dan faktor ekstrinsik. [7]

Faktor intrinsik merupakan karakteristik yang berasal dari individu, sedangkan faktor ekstrinsik berkaitan dengan lingkungan dan kondisi eksternal yang memengaruhi respons tubuh terhadap panas.[12] Interaksi kedua kelompok faktor tersebut menentukan kemampuan seseorang dalam mempertahankan keseimbangan suhu tubuh selama melakukan aktivitas fisik di lingkungan panas. Berikut merupakan faktor yang dapat mempengaruhi secara ektrinsik maupun intrinsik.[2]

A. Faktor Intrinsik

1. Dehidrasi

Dehidrasi merupakan salah satu faktor risiko paling penting dalam terjadinya *heat illnes.* Selama aktivitas fisik, tubuh kehilangan cairan dan elektrolit melalui keringat sebagai mekanisme utama untuk melepaskan panas. Kehilangan cairan yang tidak segera digantikan dapat menyebabkan penurunan volume plasma sehingga mengurangi kemampuan tubuh dalam mendistribusikan darah ke kulit untuk proses pendinginan. Akibatnya, suhu inti tubuh meningkat lebih cepat dan risiko *heat illnes* menjadi lebih tinggi. Penelitian menunjukkan bahwa kehilangan cairan sebesar 1% dari berat badan dapat meningkatkan suhu inti tubuh sekitar 0,15–0,20°C selama aktivitas fisik di lingkungan panas.[13]

2. Obesitas

Individu dengan obesitas memiliki risiko lebih tinggi mengalami *heat illnes* dibandingkan individu dengan berat badan normal. Jaringan lemak berfungsi sebagai isolator panas yang dapat menghambat pelepasan panas dari tubuh ke lingkungan. Selain itu, individu dengan obesitas cenderung menghasilkan panas metabolik yang lebih besar selama aktivitas fisik dan memiliki rasio luas permukaan tubuh terhadap massa tubuh yang lebih rendah, sehingga proses pelepasan panas menjadi kurang efisien. Kondisi tersebut menyebabkan peningkatan suhu inti tubuh yang lebih cepat selama aktivitas fisik di lingkungan panas.

3. Kebugaran Fisik Rendah

Tingkat kebugaran fisik berpengaruh terhadap kemampuan tubuh beradaptasi terhadap stres panas. Individu dengan kebugaran fisik yang baik umumnya memiliki kapasitas kardiovaskular yang lebih tinggi, volume plasma yang lebih besar, dan efisiensi termoregulasi yang lebih baik. Sebaliknya, individu dengan kebugaran rendah akan mengalami peningkatan denyut jantung dan suhu inti tubuh yang lebih cepat saat melakukan aktivitas fisik sehingga lebih rentan mengalami *heat illness*. Pada pelari, tingkat kebugaran yang rendah dapat menyebabkan kelelahan dini dan memperbesar risiko terjadinya gangguan akibat panas selama latihan maupun kompetisi.

4. Riwayat *Heat Illness* Sebelumnya

Riwayat *heat illnes* sebelumnya diketahui meningkatkan risiko terjadinya *heat illnes* berulang. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa individu yang pernah mengalami *heat exhaustion* atau *heat stroke* dapat mengalami gangguan adaptasi termoregulasi yang menetap dalam jangka waktu tertentu. Akibatnya, kemampuan tubuh untuk merespons paparan panas menjadi berkurang sehingga risiko kekambuhan meningkat apabila kembali melakukan aktivitas fisik pada kondisi lingkungan yang sama.

5. Kualitas Tidur

Kualitas tidur merupakan faktor intrinsik yang semakin banyak mendapat perhatian sebagai faktor risiko *heat illnes* yang dapat di modifikasi. Tidur memiliki fungsi yang penting dalam pemulihan fisiologis, regulasi hormonal, fungsi kognitif, dan pengaturan suhu tubuh. Kurang tidur dapat menyebabkan peningkatan kelelahan, gangguan fungsi kardiovaskular, serta penurunan kemampuan tubuh dalam mempertahankan homeostasis selama paparan panas. [5] Tidur bukan sekadar kondisi istirahat pasif ia merupakan proses aktif yang sangat terorganisir secara neurofisiologis, di mana tubuh melaksanakan serangkaian fungsi restoratif kritis yang tidak dapat digantikan oleh istirahat dalam kondisi terjaga.Fungsi-fungsi tersebut mencakup pemulihan fisiologis otot, regulasi hormonal (termasuk pelepasan *growth hormone* dan kortisol), konsolidasi memori motorik, pemulihan fungsi kognitif, dan yang paling relevan dalam konteks *heat illnes* pengaturan suhu tubuh inti secara aktif melalui mekanisme termoregulasi yang dikendalikan oleh hipotalamus.[14] Selain itu, kurang tidur dapat meningkatkan persepsi usaha saat berolahraga sehingga pelari lebih cepat mengalami kelelahan dan stres fisiologis. Kondisi tersebut berpotensi meningkatkan risiko terjadinya *heat illnes* selama aktivitas fisik di lingkungan panas.Pada pelari, gangguan mekanisme tersebut menjadi kritis mengingat besarnya panas metabolik yang dihasilkan selama.[5]

6. Usia dan Jenis Kelamin

Usia merupakan salah satu faktor intrinsik yang memengaruhi kapasitas termoregulasi tubuh. Kemampuan tubuh untuk mempertahankan suhu inti secara fisiologis menurun seiring bertambahnya usia. Individu yang lebih tua cenderung

memiliki sensitivitas rasa haus yang menurun, penurunan volume plasma saat dehidrasi, serta pemulihan dari dehidrasi yang lebih lambat dibandingkan individu yang lebih muda. Faktor ini dapat diperparah oleh penurunan kebugaran fisik dan peningkatan massa lemak tubuh yang sering menyertai proses penuaan, sehingga secara kumulatif meningkatkan kerentanan terhadap heat illness selama aktivitas fisik.[15]

Jenis kelamin juga berperan sebagai faktor intrinsik yang berhubungan dengan kualitas tidur. Beberapa penelitian melaporkan bahwa prevalensi kualitas tidur buruk secara konsisten lebih tinggi pada perempuan dibandingkan laki-laki, bahkan setelah dikontrol dengan faktor psikososial menemukan bahwa perempuan secara konsisten melaporkan kualitas tidur yang lebih buruk dibandingkan laki-laki pada pengukuran menggunakan *Pittsburgh Sleep Quality Index* (PSQI).[16] Sebagai faktor intrinsik pada heat illness, jenis kelamin berkaitan dengan perbedaan fisiologis termoregulasi antara laki-laki dan perempuan, termasuk pengaruh hormon seks terhadap kemampuan tubuh mengatur suhu selama aktivitas fisik di lingkungan panas.[17]Meskipun demikian, data lapangan dari populasi pelari menunjukkan bahwa risiko *heat illness* antara laki-laki dan perempuan tidak selalu sejalan dengan perbedaan fisiologis tersebut, bahwa risiko *relatif exertional heat stroke* pada pelari perempuan justru lebih rendah dibandingkan pelari laki-laki, yang diduga terkait perbedaan strategi pengaturan kecepatan selama berlari.

B. Faktor Ekstrinsik

1. Suhu Lingkungan Tinggi

Suhu lingkungan yang tinggi merupakan faktor eksternal utama yang meningkatkan risiko *heat illnes.* Ketika suhu udara mendekati atau melebihi suhu kulit, kemampuan tubuh untuk melepaskan panas melalui radiasi dan konveksi menjadi berkurang. Akibatnya, tubuh lebih bergantung pada evaporasi keringat untuk mempertahankan suhu inti. Jika mekanisme ini tidak mencukupi, suhu tubuh akan meningkat dan memicu terjadinya *heat illnes*.

2. Kelembapan Udara Tinggi

Kelembapan udara yang tinggi mengurangi efektivitas penguapan keringat karena udara telah mengandung banyak uap air. Meskipun produksi keringat

meningkat, proses pendinginan tubuh tidak berjalan optimal sehingga panas tetap terakumulasi di dalam tubuh. Kombinasi suhu tinggi dan kelembapan tinggi merupakan kondisi lingkungan yang paling berbahaya bagi pelari dan atlet ketahanan.

3. Kurangnya Aklimatisasi Panas

Aklimatisasi panas merupakan proses adaptasi tubuh terhadap lingkungan panas yang terjadi melalui paparan berulang selama beberapa hari hingga minggu. Individu yang belum teraklimatisasi memiliki kemampuan termoregulasi yang lebih rendah dibandingkan individu yang telah beradaptasi. Akibatnya, suhu inti tubuh meningkat lebih cepat dan risiko *heat illnes* menjadi lebih tinggi selama aktivitas fisik di lingkungan panas.

4. Intensitas dan Durasi Aktivitas Fisik

Semakin tinggi intensitas dan semakin lama durasi aktivitas fisik, semakin besar panas metabolik yang dihasilkan tubuh. Pada olahraga ketahanan seperti lari maraton, panas metabolik yang dihasilkan dapat melebihi kapasitas tubuh untuk melepaskan panas sehingga meningkatkan risiko *heat illness*. Oleh karena itu, pelari jarak jauh memiliki risiko *heat illnes* yang lebih tinggi dibandingkan atlet pada cabang olahraga dengan durasi yang lebih singkat.

5. Pakaian dan Peralatan Olahraga

Pakaian yang tebal, tidak menyerap keringat, atau menghambat sirkulasi udara dapat mengurangi pelepasan panas dari tubuh. Penggunaan pakaian yang tidak sesuai dengan kondisi lingkungan dapat meningkatkan suhu inti tubuh dan memperbesar risiko *heat illness*, terutama saat berolahraga dalam cuaca panas.

2.1.4 Kualitas Tidur

2.1.4.1 Definisi Tidur dan Kualitas Tidur

Tidur merupakan suatu kondisi reversibel berupa terputusnya hubungan kesadaran individu dengan lingkungan sekitarnya, yang ditandai oleh penurunan kesadaran, ke tidak aktifan otot rangka, serta perlambatan aktivitas metabolisme tubuh secara menyeluruh. [18]Dalam perspektif yang lebih sederhana, tidur dapat diartikan sebagai suatu kondisi di mana terjadi penurunan atau hilangnya persepsi serta reaksi seseorang terhadap lingkungan di sekitarnya, meskipun individu

tersebut masih dapat dibangunkan kembali apabila diberikan rangsangan yang cukup kuat.

Kualitas tidur merupakan fenomena kompleks yang mencakup aspek subjektif (perasaan segar saat bangun, kepuasan tidur) maupun parameter objektif (latensi tidur, efisiensi tidur, frekuensi terbangun) dari pengalaman tidur seseorang.[19]Instrumen yang paling banyak digunakan untuk mengukur kualitas tidur secara klinis dan penelitian adalah *Pittsburgh Sleep Quality Index* (PSQI), terdiri dari 19 item yang mengukur 7 komponen: kualitas subjektif tidur, latensi tidur, durasi tidur, efisiensi habitual tidur, gangguan tidur, penggunaan obat tidur, dan disfungsi siang hari. Skor global PSQI berkisar 0–21, dengan skor >5 mengindikasikan kualitas tidur buruk.[18] Skor global PSQI di atas 5 dianggap sebagai indikator kualitas tidur buruk. *Cut-off* skor >5 ini menghasilkan sensitivitas diagnostik sebesar 89,6% dan spesifisitas 86,5% dalam membedakan tidur baik dari buruk.[20]

2.1.4.2 Faktor faktor yang mempengaruhi kualitas tidur

1. Faktor Psikologis

Faktor psikologis merupakan salah satu faktor yang paling berpengaruh terhadap kualitas tidur seseorang. Kondisi seperti stres, kecemasan, dan depresi sering kali menyebabkan seseorang mengalami kesulitan untuk memulai tidur maupun mempertahankan tidur yang nyenyak. Stres yang berkepanjangan dapat meningkatkan aktivitas pikiran dan memicu kebiasaan memikirkan masalah secara berulang sehingga mengganggu proses tidur. Selain itu, cara seseorang menghadapi tekanan emosional juga dapat memengaruhi kualitas tidurnya.

2. Aktivitas Fisik dan Olahraga

Aktivitas fisik yang dilakukan secara rutin diketahui dapat membantu meningkatkan kualitas tidur. Olahraga berperan dalam mengatur suhu tubuh, memperbaiki suasana hati, serta mengurangi tingkat kecemasan. [21]Setelah berolahraga, suhu tubuh akan meningkat dan kemudian menurun secara bertahap, yang dapat membantu tubuh lebih mudah memasuki fase tidur. Selain itu, olahraga yang dilakukan di luar ruangan juga dapat membantu menjaga ritme sirkadian melalui paparan cahaya matahari, sehingga pola tidur menjadi lebih teratur.

3. Pola Konsumsi Makan

Pola makan memiliki hubungan yang erat dengan kualitas tidur. Konsumsi makanan dan minuman tertentu, terutama yang mengandung kafein, dapat mengganggu proses tidur dan menurunkan efisiensi tidur. Kafein dapat membuat seseorang lebih sulit mengantuk sehingga waktu yang dibutuhkan untuk tertidur menjadi lebih lama.[12] Di sisi lain, konsumsi alkohol memang dapat mempercepat timbulnya rasa kantuk, tetapi cenderung mengganggu siklus tidur normal dan menurunkan kualitas tidur secara keseluruhan, terutama dengan mengurangi fase tidur REM yang penting bagi pemulihan tubuh.

4. Faktor Lingkungan

Kondisi lingkungan tempat tidur juga berperan penting dalam menentukan kualitas tidur. Suhu ruangan yang terlalu panas atau terlalu dingin, kebisingan, pencahayaan yang berlebihan, serta penggunaan perangkat elektronik sebelum tidur dapat mengganggu kenyamanan dan proses tidur. Pada pelari, faktor suhu lingkungan menjadi perhatian khusus karena paparan panas yang tinggi dapat menghambat penurunan suhu tubuh inti yang diperlukan untuk memulai dan mempertahankan tidur yang berkualitas.

5. Usia dan Jenis Kelamin

Usia dan jenis kelamin merupakan faktor demografis yang dapat memengaruhi kualitas tidur. Seiring bertambahnya usia, pola tidur seseorang cenderung mengalami perubahan, seperti meningkatnya frekuensi terbangun di malam hari dan berkurangnya durasi tidur nyenyak. Selain itu, perempuan umumnya lebih sering mengalami gangguan tidur dibandingkan laki-laki. [22]Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh perubahan hormonal, kondisi kesehatan tertentu, serta berbagai tuntutan sosial dan peran dalam keluarga yang dapat meningkatkan beban psikologis.[22]

6. Kondisi Kesehatan dan Penyakit Kronis

Kondisi kesehatan yang kurang baik maupun adanya penyakit kronis dapat meningkatkan risiko terjadinya gangguan tidur. Keluhan fisik seperti nyeri, gangguan pernapasan, atau penyakit metabolik sering kali menyebabkan kualitas tidur menurun. Dalam konteks penelitian ini, kejadian *heat illness* pada pelari, seperti *heat exhaustion* dan *heat stroke*, berpotensi memengaruhi kualitas tidur melalui gangguan pengaturan suhu tubuh, dehidrasi, serta respons peradangan yang muncul setelah paparan panas berlebihan. Kondisi tersebut dapat mengganggu proses pemulihan tubuh dan menyebabkan tidur menjadi kurang optimal.

2.1.4.3 Kualitas Tidur pada Pelari

Kualitas tidur yang buruk merupakan masalah yang cukup sering ditemukan pada atlet. Sebuah studi *cross-sectional* yang melibatkan 313 atlet dari berbagai cabang olahraga melaporkan bahwa lebih dari separuh responden (55%) memiliki kualitas tidur yang buruk berdasarkan skor *Pittsburgh Sleep Quality Index* (PSQI ≥5).[18] Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa pelari memiliki durasi tidur yang lebih pendek dibandingkan atlet dari cabang olahraga lain, seperti basket, sepak bola, dan rugby. Temuan ini mengindikasikan bahwa pelari merupakan kelompok yang rentan mengalami gangguan tidur, yang berpotensi memengaruhi proses pemulihan dan performa olahraga.[12]

Gangguan tidur juga banyak ditemukan pada atlet dengan tingkat latihan yang tinggi. Penelitian yang melibatkan 118 atlet terlatih melaporkan bahwa sekitar 62% responden menilai kualitas tidurnya rendah hingga sangat rendah. Selain itu, lebih dari separuh atlet mengalami kantuk berlebihan pada siang hari, sedangkan 16% lainnya menunjukkan gejala insomnia dengan derajat sedang hingga berat.[21] Hasil tersebut menunjukkan bahwa masalah tidur tidak hanya terjadi pada masyarakat umum, tetapi juga cukup sering dialami oleh atlet yang menjalani tuntutan latihan dan kompetisi yang tinggi.

Secara spesifik pada pelari daya tahan dan ultra-daya tahan, studi terbaru pada 490 pelari di kompetisi menggunakan PSQI menemukan bahwa pelari ultra-endurance menunjukkan prevalensi kualitas tidur buruk yang lebih tinggi dengan variabilitas yang lebih besar, khususnya pada pelari perempuan. Sebaliknya, pelari

endurance (jarak lebih pendek) memiliki kualitas tidur lebih baik. Selain itu, beban latihan yang tinggi pada pelari daya tahan diketahui mempengaruhi arsitektur tidur secara langsung.[12] Hubungan antara latihan lari dan kualitas tidur juga bersifat dua arah. Beban latihan yang tinggi dapat memengaruhi pola tidur, sementara kualitas tidur yang kurang baik dapat menghambat proses pemulihan tubuh. Sebuah studi longitudinal pada pelari terlatih menemukan bahwa periode *overload training* menyebabkan perubahan pada arsitektur tidur, termasuk peningkatan kebutuhan tidur dan durasi atau tidur gelombang lambat. [23]

Temuan ini menunjukkan bahwa tubuh memerlukan waktu pemulihan yang lebih besar setelah menjalani latihan dengan intensitas tinggi. Oleh karena itu, kualitas tidur menjadi aspek penting yang perlu diperhatikan pada pelari untuk menjaga performa sekaligus mendukung proses adaptasi fisiologis terhadap latihanhubungan dua arah antara latihan lari dan kualitas tidur.

2.1.5 Hubungan Kualitas Tidur dengan Risiko *Heat Illness* pada Pelari

2.1.5.1 Kualitas Tidur dan Termoregulasi

Kualitas tidur dan kemampuan tubuh dalam mengatur suhu memiliki hubungan yang erat. Proses tidur dipengaruhi oleh perubahan suhu tubuh, sementara tidur yang cukup berperan penting dalam menjaga fungsi termoregulasi agar tetap optimal.[24] Secara fisiologis, menjelang tidur terjadi penurunan suhu inti tubuh yang membantu memfasilitasi timbulnya rasa kantuk dan memulai proses tidur. Sebaliknya, gangguan pada pola maupun kualitas tidur dapat memengaruhi berbagai proses fisiologis yang berhubungan dengan pengaturan suhu tubuh. [24]Selama tidur, terutama pada fase *rapid eye movement*, kemampuan tubuh untuk merespons perubahan suhu lingkungan mengalami penurunan.[25] Mekanisme pertahanan termal seperti berkeringat dan menggigil menjadi kurang efektif dibandingkan saat terjaga. Oleh karena itu, tidur memiliki peran penting dalam proses pemulihan fungsi fisiologis, termasuk sistem yang berperan dalam menjaga keseimbangan suhu tubuh.[26] Kualitas tidur yang baik memungkinkan tubuh memulihkan berbagai respons adaptif yang diperlukan untuk menghadapi stres panas pada hari berikutnya.

Ketika kualitas tidur menurun atau durasi tidur tidak mencukupi, proses pemulihan tersebut dapat terganggu. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kurang tidur berpotensi memengaruhi fungsi kardiovaskular, meningkatkan kelelahan, serta menurunkan toleransi tubuh terhadap paparan panas. Bahwa kualitas tidur, status hidrasi, dan asupan nutrisi merupakan faktor penting yang berperan dalam pemulihan kemampuan termoregulasi setelah aktivitas fisik berulang di lingkungan panas.[27] Meskipun mekanismenya masih terus diteliti, kurang tidur diduga dapat mengurangi kemampuan tubuh dalam mempertahankan suhu inti yang stabil selama aktivitas fisik. Pada pelari, kondisi tersebut menjadi penting karena olahraga lari menghasilkan panas metabolik dalam jumlah besar. Jika kemampuan termoregulasi menurun akibat kualitas tidur yang buruk, tubuh akan lebih sulit membuang panas secara efektif. Akibatnya, suhu inti tubuh dapat meningkat lebih cepat sehingga meningkatkan kerentanan terhadap berbagai bentuk *HI*, terutama saat latihan atau kompetisi dilakukan pada lingkungan dengan suhu dan kelembapan yang tinggi.

2.1.5.2 Studi-Studi yang Mendukung Hubungan Kualitas Tidur dengan HI

Sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa gangguan tidur dapat memengaruhi kemampuan tubuh dalam menghadapi stres panas. Salah satu penelitian awal yang banyak dijadikan rujukan dilakukan oleh Sawka dan kolega.[13] Penelitian tersebut menemukan bahwa kurang tidur total selama 33 jam pada individu yang terlatih secara aerobik menyebabkan penurunan kemampuan tubuh untuk melepaskan panas melalui mekanisme evaporasi saat berolahraga di lingkungan panas. Temuan ini menunjukkan bahwa kurang tidur dapat mengurangi efektivitas respons termoregulasi yang diperlukan untuk mempertahankan suhu tubuh selama aktivitas.

Hasil serupa juga dilaporkan oleh Dewasmes dan kolega yang meneliti pengaruh kurang tidur terhadap respons berkeringat selama olahraga. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa produksi keringat pada beberapa bagian tubuh mengalami penurunan setelah periode kurang tidur.[28] Selain itu, ambang suhu inti yang diperlukan untuk memulai proses berkeringat menjadi lebih tinggi. Kondisi ini menyebabkan tubuh terlambat mengaktifkan mekanisme pendinginan sehingga

berpotensi meningkatkan akumulasi panas selama aktivitas fisik di lingkungan panas.

Bukti yang lebih terpercaya diperoleh dari tinjauan sistematis yang dilakukan oleh Keramidas dan Botonis. Dalam tinjauan tersebut disimpulkan bahwa kurang tidur dapat mengganggu berbagai mekanisme pertahanan termal tubuh, termasuk vasodilatasi pembuluh darah kulit dan produksi keringat. Kedua mekanisme tersebut merupakan komponen utama dalam proses pelepasan panas selama olahraga. Gangguan pada mekanisme tersebut dapat meningkatkan risiko terjadinya gangguan terkait panas, terutama pada olahraga ketahanan seperti lari jarak jauh.[29]

Bukti yang lebih terpercaya diperoleh dari tinjauan sistematis dengan melakukan penelitian *case-control* terhadap atlet mahasiswa pria di Jepang untuk mengidentifikasi faktor risiko subjektif yang berhubungan dengan gejala *heat illnes.*Data dikumpulkan melalui kuesioner yang diisi sendiri oleh atlet mengenai kebiasaan hidup, kondisi kesehatan, dan kondisi aktivitas olahraga selama musim panas. Hasil analisis menunjukkan bahwa persepsi kualitas tidur berhubungan secara bermakna dengan gejala *heat illnes* sejalan dengan faktor risiko lain seperti persepsi dehidrasi, kelelahan yang menumpuk,dan hilangnya nafsu makan. Menariknya, penelitian ini juga menemukan bahwa kebiasaan menggunakan pendingin ruangan saat tidur justru berhubungan dengan penurunan risiko gejala *heat illnes* , yang mengindikasikan pentingnya kualitas tidur yang nyaman secara termal sebagai bagian dari upaya pencegahan *heat illness* pada atlet.[30]

Hasil serupa oleh penelitian *case-control* retrospektif untuk menganalisis faktor-faktor yang berhubungan dengan gejala *exertional heat illnes* pada 446 subjek (194 kasus dan 252 kontrol) di Jepang.Melalui analisis regresi logistik multivariat, penelitian ini menemukan bahwa kekurangan tidur merupakan faktor risiko yang sangat bermakna terhadap gejala *heat illnes* menempati posisi faktor risiko terkuat kedua setelah persepsi dehidrasi dan lebih kuat dibandingkan faktor lain seperti kelelahan yang menumpuk, maupun stres mental. Temuan ini memperkuat bukti bahwa kualitas tidur yang buruk merupakan salah satu prediktor

risiko heat illness yang konsisten pada populasi yang beraktivitas fisik di lingkungan panas.[31]

Penelitian eksperimental *crossover* di laboratorium untuk menguji pengaruh kekurangan tidur total selama 36 jam terhadap respons fisiologis dan psikologis tubuh saat terpapar panas pasif. Subjek penelitian adalah pria dewasa muda sehat yang belum teraklimatisasi panas (usia rata-rata 26±2 tahun), yang menjalani paparan panas pasif menggunakan sauna tradisional Finlandia (suhu udara 80–90°C, kelembapan relatif 30%) setelah kondisi tidur normal maupun setelah 36 jam kekurangan tidur total. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekurangan tidur total 36 jam justru menurunkan strain termal, baik secara fisiologis maupun psikologis, dibandingkan kondisi tidur normal sebuah temuan yang berlawanan dengan hipotesis awal bahwa kurang tidur akan memperberat respons tubuh terhadap panas. Temuan ini menunjukkan bahwa mekanisme fisiologis akibat kurang tidur akut terhadap termoregulasi tubuh masih kompleks danbelum sepenuh nya konsisten dengan bukti epidemiologis di lapangan.[32]

Penelitian *randomized controlled trial* (RCT) *crossover* menguji pengaruh kekurangan tidur total selama 24 jam terhadap pertukaran panas tubuh selama aktivitas fisik di lingkungan panas. Sepuluh pria muda sehat (usia rata-rata 23±3 tahun) menjalani tiga sesi bersepeda semi-rekumben selama 30 menit pada tingkat produksi panas metabolik yang meningkat bertahap masing-masing diselingi istirahat 15 menit, dalam kondisi panas kering (suhu 40°C, kelembapan relatif sekitar 13%), baik setelah tidur malam normal maupun setelah 24 jam kekurangan tidur total. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa total pertukaran panas tubuh (kering dan evaporatif) tidak berbeda secara bermakna antara kondisi kurang tidur dan tidur normal (evaporatif p=0,245; kering p=0,209), sehingga penyimpanan panas tubuh (*body heat storage*) juga tidak menunjukkan perbedaan berarti. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pada pria muda sehat, kekurangan tidur akut selama 24 jam tidak terbukti memperberat risiko gangguan termoregulasi selama aktivitas fisik di lingkungan panas.[23]

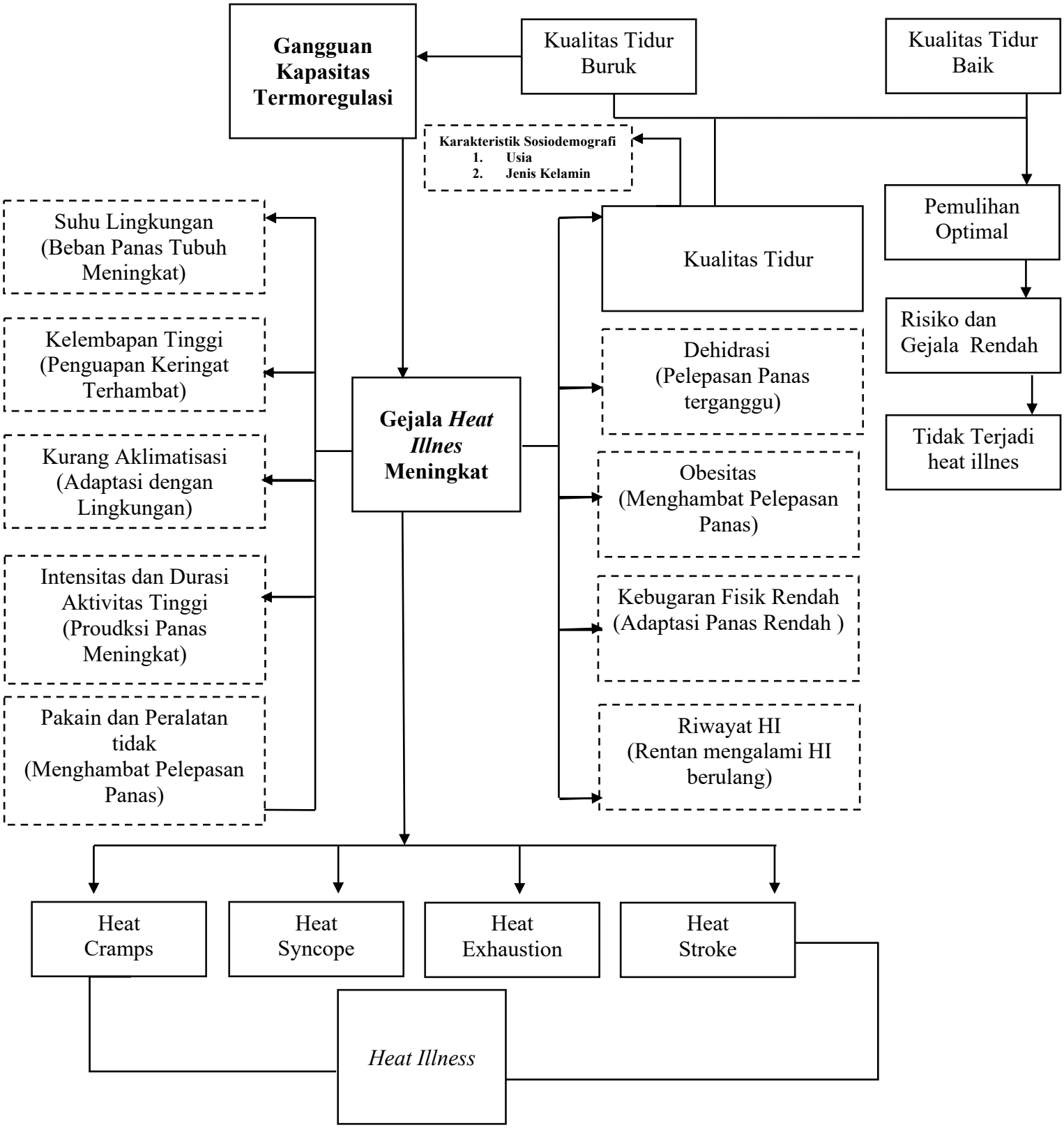
Hubungan antara kurang tidur dan risiko *HI* juga terlihat pada penelitian populasi atlet. Survei terhadap atlet universitas di Jepang menemukan bahwa kurang tidur termasuk salah satu faktor yang paling sering dianggap berkontribusi terhadap terjadinya *heat illness.* Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa pengaruh kurang tidur terhadap gejala terkait panas dapat terjadi melalui peningkatan kelelahan serta penurunan fungsi kognitif selama aktivitas fisik.[29]Temuan ini menunjukkan bahwa kualitas tidur tidak hanya memengaruhi kondisi fisiologis, tetapi juga dapat memengaruhi kemampuan individu dalam mengenali dan merespons tanda-tanda awal gangguan akibat panas.

2.2 Ringkasan pustaka

Tabel 1. Ringkasan pustaka

Peneliti	Lokasi & waktu	Desain	Subjek	Variabel yang diteliti	Lama	Hasil
Yamashita N, *et al.* (2023)[30]	Jepang; data dikumpulkan 1 waktu	Case-control	2006 atlet mahasiswa pria	Kualitas tidur (persepsi subjektif) sebagai salah satu faktor risiko gejala exertional heat illnes	1 musim panas	Kualitas tidur berhubungan bermakna dengan gejala EHI (OR 1,15–1,17; p<0,025), sejalan faktor risiko lain.
Nagashima Y, *et al.*(2025)[31]	Jepang; data dikumpulkan 1 waktu	Case-control retrospektif	446 pelari (194 kasus, 252 kontrol)	Kualitas tidur sebagai salah satu faktor risiko gejala exertional heat illnes	1 musim panas	Kualitas tidur berhubungan sangat bermakna dengan gejala EHI (AOR 4,38; 95% CI 2,84–6,77), menjadi faktor risiko terkuat kedua setelah dehidrasi.
Cernych M, Satas A, Rapalis A, et al. (2021)[32]	Kaunas, Lithuania; 2021	Eksperimental crossover (laboratorium)	Pria dewasa muda sehat	Kualtas tidur total 36 jam; strain termal fisiologis & psikologis saat paparan panas pasif	36 jam (akut)	Tidur total 36 jam justru menurunkan strain termal, baik secara fisiologis maupun psikologis, terhadap paparan panas pasif berlawanan dengan hipotesis bahwa kurang tidur memperberat respons tubuh terhadap panas.
Koetje NJ, Kirby NV, O'Connor FK, et al. (2025)[23]	Ottawa, Kanada; 2025	RCT crossover (laboratorium)	10 pria muda sehat (23±3 tahun)	Kualitas tidur total 24 jam pertukaran panas seluruh tubuh (evaporatif + kering) saat exercise-heat stress bertingkat (40°C)	1 hari (akut)	Tidur tidak mengubah pertukaran panas tubuh secara bermakna dibandingkan tidur normal (evaporatif p=0,245; kering p=0,209), sehingga total *heat illnes* tidak berbeda. Pada pria muda sehat, kurang tidur akut tidak terbukti memperberat risiko gangguan termoregulasi.

2.3 Kerangka teori



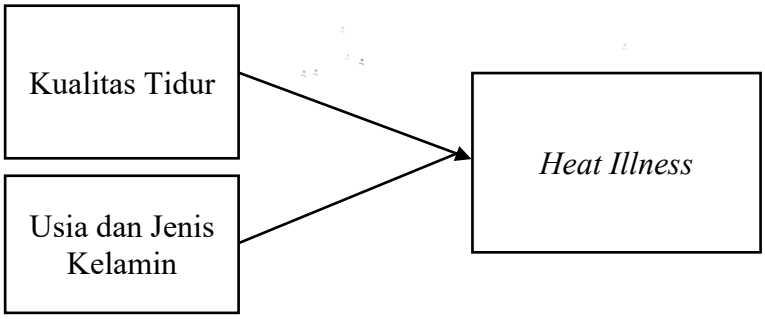
Gambar 1. Kerangka teori

BAB III

KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL

3.1 Kerangka Konsep

Kerangka konsep penelitian ini menggambarkan hubungan antara variabel bebas yaitu kualitas tidur yang diukur menggunakan *Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI)*, dengan variabel tergantung yaitu risiko *heat illness* pada pelari. [18]Kualitas tidur yang buruk secara teoritis mengganggu kapasitas termoregulasi tubuh melalui penurunan respons vasodilatasi kutaneus dan produksi keringat, sehingga meningkatkan akumulasi panas inti dan gejala *heat illness* saat berlari di lingkungan panas.



Variabel Bebas **:** Kualitas Tidur, Usia,dan Jenis Kelamin

Variabel Tergantung: *Heat Illness*

Gambar 2. Kerangka konsep

3.2 Definisi operasional

Tabel 2. Definisi operasional

Variabel	Definisi	Alat ukur	Cara mengukur	Hasil	Skala	Referensi
Kualitas Tidur	Kualitas tidur adalah penilaian multidimensi terhadap pengalaman tidur seseorang yang mencakup tujuh komponen: (1) kualitas tidur subjektif (2) latensi tidur (3) durasi tidur (4) efisiensi habitual tidur (5) gangguan tidur, (6) penggunaan obat tidur, dan (7) disfungsi aktivitas siang hari. Pengukuran mengacu pada kondisi tidur dalam satu bulan terakhir sebelum pengambilan data.	*Pittsburgh Sleep Quality Index* (PSQI). Kuesioner tervalidasi 19 item yang mengukur 7 komponen kualitas tidur.	Pengisian kuesioner secara mandiri oleh responden. Skor tiap komponen dijumlahkan untuk mendapatkan skor global PSQI(0-21). Semakin tinggi skor, semakin buruk kualitas tidur.	Kualitas Tidur Baik: Skor PSQI ≤ 5 Kualitas Tidur Buruk: Skor PSQI > 5	Ordinal	Buysse *et al.*[19]
Heat Illness	*Heat Illness* adalah kumpulan gejala subjektif akibat paparan panas selama aktivitas fisik, dinilai menggunakan instrumen berbasis gejala yang mengukur intensitas keluhan ringan hingga sedang terkait panas yang dialami pelari segera setelah sesi lari.	*Heat Illness Symptom Index* (HISI). Kuesioner tervalidasi terdiri dari 11 item gejala	Pengisian kuesioner secara mandiri oleh responden segera setelah sesi lari selesai. Skor seluruh 11 item dijumlahkan menjadi skor total HISI.	Skor total HISI berkisar 0–110. Semakin tinggi skor, semakin berat gejala *heat-illness* semakin tinggi keluhan panas yang dialami pelari.	Numerik (Rasio)	Coris *et al*[2]
Usia	Usia adalah lama waktu hidup responden yang dihitung sejak tanggal lahir sampai dengan saat	Kuesioner data demografi	Pengisian kuesioner secara mandiri	Remaja (10-18 tahun)	Ordinal	Kemenkes RI.[33] Belva *et al.*[17]

Variabel	Definisi	Alat ukur	Cara mengukur	Hasil	Skala	Referensi
	penelitian dilakukan, dinyatakan dalam tahun.	(identitas responden)		Dewasa (18-59 tahun)		
Jenis Kelamin	Jenis kelamin adalah karakteristik biologis responden.	Kuesioner data demografi (identitas responden)	Pengisian kuesioner secara mandiri oleh responden	Laki laki Perempuan	Nominal	Belval *et al.*[17]

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Desain

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian observasional yang mengukur variabel bebas kualitas tidur dan variabel tergantung gejala *heat illness* secara bersamaan dalam satu waktu. Desain ini dipilih karena sesuai dengan tujuan penelitian yang bertujuan menentukan hubungan antara dua variabel kategorik dan numerik dalam satu populasi pelari, bersifat efisien dalam hal waktu dan biaya, serta memungkinkan perhitungan prevalensi.

4.2 Lokasi dan waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada pelari yang melakukan aktivitas lari di beberapa lokasi lari di wilayah Jakarta, terutama di kawasan Gelora Bung Karno (GBK) sebagai lokasi utama pengambilan data, serta lokasi lari lain yang menjadi tempat berkumpulnya pelari apabila diperlukan. Penelitian dilaksanakan pada periode Juli–Desember 2026**.** Pengambilan data dilakukan secara langsung di lokasi penelitian pada saat responden selesai melakukan aktivitas lari. Responden yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi akan diminta mengisi *Pittsburgh Sleep Quality Index* (PSQI) untuk menilai kualitas tidur selama satu bulan terakhir, serta *Heat Illness Symptom Index* (HISI) untuk menilai gejala *heat illness* yang dirasakan setelah sesi lari yang baru saja dilakukan.

4.3 Populasi dan subjek

4.3.1 Populasi

4.3.1.2 Populasi target

Populasi target dalam penelitian ini adalah seluruh pelari yang melakukan aktivitas lari di wilayah Jakarta**.**

4.3.1.2 Populasi terjangkau

Populasi terjangkau dalam penelitian ini adalah pelari yang melakukan aktivitas lari di kawasan Gelora Bung Karno (GBK), Jakarta, selama periode penelitian dan memenuhi kriteria pemilihan subjek**.**

4.3.1.3 Subjek

4.3.1.3.1 Kriteria pemilihan subjek

Berikut adalah kriteria inklusi dan eksklusi yang digunakan dalam pemilihan subjek penelitian:

Kriteria Inklusi:

- Pelari yang mengikuti kegiatan lari di Jakarta
- Bersedia menjadi responden penelitian dan menandatangani *informed consent*.
- Dapat berkomunikasi dengan baik serta memahami kuesioner dalam Bahasa Indonesia.
- Bersedia mengisi seluruh instrumen penelitian secara lengkap.

Kriteria Ekslusi

- Memiliki riwayat *heat illness* dalam 1 bulan terakhir.
- Mengalami obesitas
- Mengisi kuesioner secara tidak lengkap.

4.3.1.3.2 Perhitungan jumlah subjek

Rumus : n = Z² × P × (1 – P) / d²

Rumus Sampel Infinite (Lemeshow)

$$n = \frac{(1{,}96)^2 \times 0{,}066 \times (1 - 0{,}066)}{(0{,}033)^2}$$

$$n = \frac{3{,}8416 \times 0{,}066 \times 0{,}934}{0{,}001089}$$

$$n = \frac{0{,}2368}{0{,}001089} = 217{,}45$$

Dibulatkan menjadi n = 217

Koreksi Populasi Finit

$$n_{finit} = \frac{n}{1 + \frac{(n-1)}{N}}$$

$$n_{finit} = \frac{217}{1 + \frac{(217-1)}{809}}$$

$$n_{finit} = \frac{217}{1{,}267}$$

$$n_{finit} = 171{,}27$$

Dibulatkan menjadi n = 171

Penambahan Dropout 15%

$$n_{final} = \frac{n_{finit}}{1 - 0{,}15}$$

$$n_{final} = \frac{171}{0{,}85} = 202$$

Dibulatkan ke atas = 202

4.4 Bahan dan instrumen

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua komponen utama, yaitu *Pittsburgh Sleep Quality Index* (PSQI) dan *Heat Illness Symptom Index* (HISI)**.** *Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI)* merupakan kuesioner tervalidasi yang terdiri dari 19 item dan digunakan untuk menilai kualitas tidur responden selama satu bulan terakhir**.** PSQI menghasilkan 7 komponen penilaian**.** Skor global PSQI berkisar 0–21, dengan skor >5 menunjukkan kualitas tidur buruk**,** sedangkan skor ≤5 menunjukkan kualitas tidur baik**.**

Heat Illness Symptom Index (HISI) merupakan instrumen berbasis gejala yang digunakan untuk menilai gejala *heat illness* yang dialami responden setelah aktivitas fisik di lingkungan panas. Pada penelitian ini digunakan.Setiap item dinilai menggunakan skala 0–10 sesuai tingkat keparahan gejala yang dirasakan, sehingga skor total HISI berkisar 0–110, dengan skor yang lebih tinggi menunjukkan gejala *heat illness* yang lebih berat.

Pengisian kuesioner dilakukan secara mandiri. PSQI diisi oleh responden untuk menggambarkan kualitas tidur selama satu bulan terakhir sedangkan HISI diisi segera setelah responden menyelesaikan aktivitas lari untuk meminimalkan bias ingatan dan menangkap gejala heat-related illness yang dialami pada sesi lari tersebut secara lebih akurat.

4.5 Analisis statistik

4.5.1 Analisis Univariat

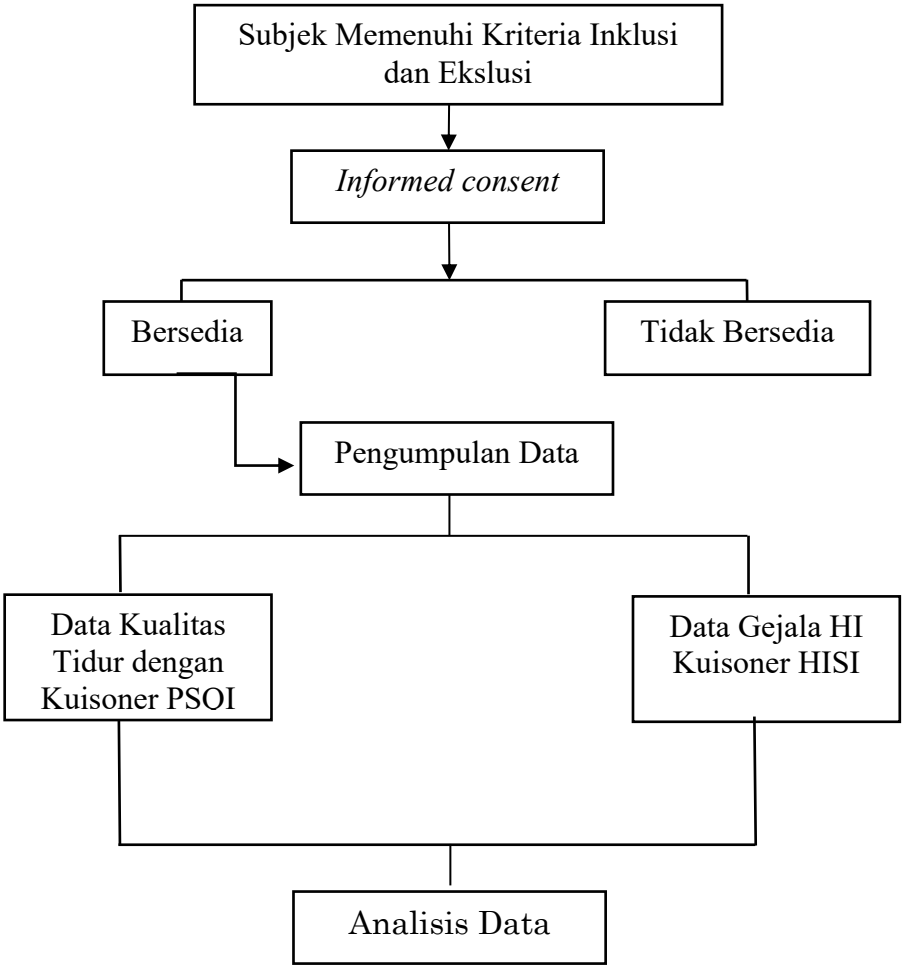
Analisis univariat dilakukan untuk mendeskripsikan karakteristik seluruh variabel yang diteliti. Karakteristik responden yang akan dideskripsikan meliputi usia, jenis kelamin serta variabel utama penelitian yaitu kualitas tidur dan gejala *heat illness***.** Data numerik, seperti usia, skor global PSQI, dan skor total HISI**,** disajikan dalam bentuk rerata ± simpangan baku (SD**)** apabila distribusi data normal, atau median (minimum–maksimum**)** apabila distribusi data tidak berdistribusi normal. Data kategorik, seperti jenis kelamin, usia, kategori kualitas tidur (baik/buruk), dan gejala *heat illness***,** disajikan dalam bentuk frekuensi (n) dan persentase (%)**.**

4.5.2 Analisis Bivariat

Analisis bivariat dilakukan untuk menguji hubungan antara kualitas tidur **s**ebagai variabel bebas dengan gejala *heat illness* sebagai variabel tergantung, serta hubungan variabel kovariat lainnya dengan gejala *heat illness*. Pada penelitian ini, kualitas tidur dikategorikan menjadi baik dan buruk berdasarkan skor global PSQI **(**baik: skor ≤5; buruk: skor >5). Sementara itu, gejala *heat illness* diukur menggunakan skor total HISI**.** Untuk keperluan analisis bivariat dengan uji numerik, skor total *HISI* akan dikategorikan menjadi tidak ada gejala,gejalaringan ,gejala sedang,hingga gejala berat berdasarkan nilai median skor *HISI* .

Hubungan antara kualitas tidur dengan kategori gejala *heat illness* dianalisis apabila kedua data berdistribusi normal (p>0,05), hubungan antara kualitas tidur dengan gejala heat illness dianalisis menggunakan **uji korelasi Pearson**. Apabila salah satu atau kedua data tidak berdistribusi normal (p≤0,05), analisis dilakukan menggunakan **uji korelasi Spearman**.

4.6 Alur kerja penelitian



Gambar 3. Alur kerja

4.7 Etika penelitian

Penelitian ini akan dilakukan setelah lolos kaji etik Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti

4.8 Penjadwalan penelitian

Tabel 3. Penjadwalan pelaksanaan penelitian

Kegiatan	WAKTU											
	Bulan		Bulan		Bulan		Bulan		Bulan		Bulan	
	Tgl	Tgl	Tgl	Tgl	Tgl	Tgl	Tgl	Tgl	Tgl	Tgl	Tgl	Tgl
Pemilihan judul												
Penyusunan dan penyelesaian BAB I **(Pendahuluan)**												
Penyusunan dan penyelesaian BAB II (**Tinjauan Pustaka)**												
Penyusunan dan penyelesaian BAB III **(Kerangka konsep & definisi operasional)**												
Penyusunan dan penyelesaian BAB IV **(Metode)**												
Persiapan ujian												

1. Bouscaren N, Berly L, Descombes G, Tounkara B, Lacroix E, Lemarchand B, et al. Thermoregulation and hydration dynamics in a 160-km ultra-endurance race in a tropical environment: a field study on 80 runners. Sports Med. 2025 Mar 1. https://doi.org/10.1007/s40279-025-02356-6
2. Nutong R, Mungthin M, Hatthachote P, Ukritchon S, Imjaijit W, Tengtrakulcharoen P, et al. Personal risk factors associated with heat-related illness among new conscripts undergoing basic training in Thailand. PLoS One.2018;13(9):e0203428. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203428
3. Coris EE, Ramirez AM, Van Durme DJ. Heat illness in athletes: the dangerous combination of heat, humidity and exercise. Sports Med. 2004;34(1):9–16. https://doi.org/10.2165/00007256-200434010-0000
4. Kenny GP, McGinn R. Restoration of thermoregulation after exercise. J Appl Physiol (1985). 2017;122(4):933–44. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00517.2016
5. Bouscaren N, Millet GY, Racinais S. Heat stress challenges in marathon vs. ultra-endurance running. Front Sports Act Living. 2019;1:59. https://doi.org/10.3389/fspor.2019.00059
6. Rodrigues Júnior JFC, McKenna Z, Amorim FT, Da Costa Sena AF, Mendes TT, Veneroso CE, et al. Thermoregulatory and metabolic responses to a half-marathon run in hot, humid conditions. J Therm Biol. 2020;93:102734. https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2020.102734
7. Leiva DF, Church B. Heat illness. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL):StatPearls Publishing; 2026 Jan. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK553117/
8. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Heat-related illnesses [Internet]. Atlanta (GA): CDC; 2026 Mar 3 [cited 2026 Jul 12]. Available from: https://www.cdc.gov/niosh/heat-stress/about/illnesses.html
9. Nichols AW. Heat-related illness in sports and exercise. Curr Rev Musculoskelet Med. 2014;7(4):355–65.https://doi.org/10.1007/s12178-014-9240-0
10. Gauer R, Meyers BK. Heat-related illnesses. Am Fam Physician. 2019;99(8):482–9.
11. Helms J, Kondo K, Nagakari K, Iba T. Diagnosis and management of heat-related illness: clinical and molecular perspectives. Juntendo Med J. 2025;71(6):399–405. https://doi.org/10.14789/ejmj.jmj25-0024-r
12. Grundstein AJ, Hosokawa Y, Casa DJ, Stearns RL, Jardine JF. Influence of race performance and environmental conditions on exertional heat stroke prevalence among runners participating in a warm weather road race. Front Sports Act Living. 2019;1:42. https://doi.org/10.3389/fspor.2019.00042
13. Sawka MN, Gonzalez RR, Pandolf KB. Effects of sleep deprivation on thermoregulation during exercise. Am J Physiol. 1984;246(1 Pt 2):R72–7. https://doi.org10.1152/ajpregu.1984.246.1.r72
14. Irwin MR, Olmstead R, Carroll JE. Sleep disturbance, sleep duration, and inflammation: a systematic review and meta-analysis of cohort studies and

experimental sleep deprivation. Biol Psychiatry. 2016;80(1):40–52. https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2015.05.014
15. Alele F, Malau-Aduli B, Malau-Aduli A, Crowe M. Systematic review of gender differences in the epidemiology and risk factors of exertional heat illness and heat tolerance in the armed forces. BMJ Open. 2020;10(4):e031825. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-031825
16. Li L, Sheehan CM, Thompson MS. Measurement invariance and sleep quality differences between men and women in the Pittsburgh Sleep Quality Index. J Clin Sleep Med. 2019;15(12):1769–76. https://doi.org/10.5664/jcsm.8082
17. Yanovich R, Ketko I, Charkoudian N. Sex differences in human thermoregulation: relevance for 2020 and beyond. Physiology (Bethesda). 2020;35(3):177–84. https://doi.org/10.1152/physiol.00035.2019
18. The Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) [Internet]. Pittsburgh: The Center for Sleep and Circadian Science (CSCS), University of Pittsburgh. Available from: https://www.sleep.pitt.edu/psqi
19. Buysse DJ, Reynolds CF 3rd, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ. The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. Psychiatry Res. 1989;28(2):193–213. https://doi.org/10.1016/0165-1781(89)90047-4
20. Kinman G. The Pittsburgh Sleep Quality Index: a brief review. Occup Med (Lond). 2025;75(1):14–5. https://doi.org/10.1093/occmed/kqae121
21. Romdhani M, Bentouati E, Abid R, Moussa-Chamari I, Chamari K, Ben Saad H, et al. Reciprocal relationships between sleep quality, mental health and the quality of life in elite athletes: a pilot study. Biol Sport. 2026. https://doi.org/10.5114/biolsport.2026.154147
22. Dorsey A, de Lecea L, Jennings KJ. Neurobiological and hormonal mechanisms regulating women's sleep. Front Neurosci. 2021;14:625397. https://doi.org/10.3389/fnins.2020.625397
23. Koetje NJ, Kirby NV, O'Connor FK, Richards BJ, Janetos KMT, Ioannou LG, et al. Effect of 24-hour sleep deprivation on whole-body heat loss in older males during exercise in the heat. Med Sci Sports Exerc. 2025 Dec 1. https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000003812
24. Harding EC, Franks NP, Wisden W. The temperature dependence of sleep. Front Neurosci. 2019;13:336. https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00336
25. Pierzchała K, Bielska W, Boczar Z, Zawadzka A, Okrąglewska A, Strzemińska M, et al. Thermoregulation in sleep disorders comprehensive review. J Clin Med. 2026;15(8):2929. https://doi.org/10.3390/jcm15082929
26. Kenny GP, McGinn R. Restoration of thermoregulation after exercise. J Appl Physiol (1985). 2017;122(4):933–44. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00517.2016
27. Dewasmes G, Bothorel B, Hoeft A, Candas V. Regulation of local sweating in sleep-deprived exercising humans. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1993;66(6):542–6. https://doi.org/10.1007/BF00634307
28. Keramidas ME, Botonis PG. Short-term sleep deprivation and human thermoregulatory function during thermal challenges. Exp Physiol. 2021;106(5):1139–48. https://doi.org/10.1113/EP089467

29. Armstrong LE, Casa DJ, Millard-Stafford M, Moran DS, Pyne SW, Roberts WO. Exertional heat illness during training and competition. Med Sci Sports Exerc. 2007;39(3):556–72. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31802fa199
30. Nagashima Y, Hisaoka T, Sato T, Ehara Y, Horikawa A, Shiohara A, et al. Associated factors for exertional heat exhaustion-related symptoms among amateur golfers in Japan: a retrospective case-control study. Temperature (Austin).2025;12(3):296311. https://doi.org/10.1080/23328940.2025.2508489
31. Benge E, Pavlova M, Javaheri S. Sleep health challenges among women: insomnia across the lifespan. Front Sleep. 2024;3:1322761. https://doi.org/10.3389/frsle.2024.132276.
32. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 25 Tahun 2016 tentang Rencana Aksi Nasional Kesehatan Lanjut Usia Tahun 2016–2019. Jakarta: Kemenkes RI; 2016.

Lampiran 1. Kuesioner kualitas tidur

Petunjuk: Pertanyaan-pertanyaan berikut berhubungan dengan kebiasaan tidur Anda selama satu bulan terakhir saja. Jawaban Anda harus menunjukkan jawaban yang paling akurat untuk sebagian besar hari dan malam dalam sebulan terakhir. Mohon jawab semua pertanyaan.

1. Selama satu bulan terakhir, jam berapa biasanya Anda mulai tidur malam?

   Jawaban: _____ (jam)

2. Selama satu bulan terakhir, berapa lama waktu yang dibutuhkan (dalam menit) bagi Anda untuk bisa tertidur setiap malamnya?

   Jawaban: _____ menit

3. Selama satu bulan terakhir, jam berapa biasanya Anda bangun pagi?

   Jawaban: _____ (jam)

4. Selama satu bulan terakhir, berapa jam waktu tidur malam yang benar-benar Anda gunakan untuk tidur (bisa berbeda dengan jumlah jam Anda berada di tempat tidur)?

   Jawaban: _____ jam per malam

5. Selama satu bulan terakhir, seberapa sering Anda mengalami kesulitan tidur karena hal-hal berikut?

Komponen	**Tidak pernah**	**< 1x/minggu**	**1-2x/minggu**	**≥3x/minggu**
a. Tidak dapat tertidur dalam waktu 30 menit				
b. Terbangun di tengah malam atau dini hari				
c. Terbangun untuk pergi ke kamar mandi				
d. Sulit bernapas dengan nyaman				

e. Batuk atau mengorok keras				
f. Merasa kedinginan				
g. Merasa kepanasan				
h. Mengalami mimpi buruk				
i. Terasa nyeri/sakit				
j. Alasan lain, jelaskan:				

6. Selama satu bulan terakhir, bagaimana Anda menilai kualitas tidur Anda secara keseluruhan?

Sangat baik	Baik	Buruk	Sangat buruk

7. Selama satu bulan terakhir, seberapa sering Anda mengonsumsi obat (baik resep dokter maupun obat bebas) untuk membantu Anda tidur?

8. Selama satu bulan terakhir, seberapa sering Anda mengalami kesulitan untuk tetap terjaga saat mengemudi, makan, atau melakukan aktivitas sosial?

Pertanyaan	**Tidak pernah**	**< 1x/minggu**	**1-2x/minggu**	**≥3x/minggu**
Pertanyaan 7 (konsumsi obat tidur)				
Pertanyaan 8 (kesulitan tetap terjaga)				

9. Selama satu bulan terakhir, seberapa besar masalah yang Anda alami akibat kurangnya semangat/antusiasme dalam menyelesaikan suatu pekerjaan?

Tidak ada masalah	Hanya masalah kecil	Cukup menjadi masalah	Masalah yang sangat besar

PEDOMAN PENILAIAN (SCORING) PITTSBURGH SLEEP QUALITY INDEX (PSQI)

PSQI terdiri dari 19 pertanyaan yang diisi sendiri oleh responden (self-rated) dan dikelompokkan ke dalam 7 komponen penilaian. Setiap komponen diberi skor antara 0–3, kemudian dijumlahkan menjadi skor total PSQI dengan rentang 0–21. Skor total yang lebih tinggi menunjukkan kualitas tidur yang lebih buruk

Komponen	**Aspek yang Dinilai**	**Dasar Penilaian**
Komponen 1	Kualitas tidur subjektif	Berdasarkan jawaban pertanyaan No. 6
Komponen 2	Latensi tidur	Berdasarkan jawaban pertanyaan No. 2 dan 5a
Komponen 3	Durasi tidur	Berdasarkan jawaban pertanyaan No. 4
Komponen 4	Efisiensi tidur	Dihitung dari pertanyaan No. 1, 3, dan 4 (jumlah jam tidur dibagi jumlah jam di tempat tidur x 100%)
Komponen 5	Gangguan tidur	Berdasarkan jawaban pertanyaan No. 5b–5j
Komponen 6	Penggunaan obat tidur	Berdasarkan jawaban pertanyaan No. 7

Komponen 7	Disfungsi aktivitas siang hari	Berdasarkan jawaban pertanyaan No. 8 dan 9

Skoring Setiap Komponen (0-3)

Komponen 1 - Kualitas Tidur Subjektif (Pertanyaan No. 6)

Sangat baik = 0; Baik = 1; Buruk = 2; Sangat buruk = 3

Komponen 2 - Latensi Tidur (Pertanyaan No. 2 dan No. 5a)

Skor pertanyaan No. 2 (waktu untuk tertidur):

≤15 menit = 0; 16-30 menit = 1; 31-60 menit = 2; >60 menit = 3

Skor pertanyaan No. 5a (frekuensi sulit tidur dalam 30 menit):

Tidak pernah = 0; <1x/minggu = 1; 1-2x/minggu = 2; ≥3x/minggu = 3

Skor komponen 2 = jumlah skor No. 2 + skor No. 5a, kemudian dikonversi:

0 = 0; 1-2 = 1; 3-4 = 2; 5-6 = 3

Komponen 3 - Durasi Tidur (Pertanyaan No. 4)

>7 jam = 0; 6-7 jam = 1; 5-6 jam = 2; <5 jam = 3

Komponen 4 - Efisiensi Tidur

Efisiensi tidur dihitung dengan rumus:

Efisiensi tidur (%) = (jumlah jam tidur / jumlah jam di tempat tidur) x 100%

Jumlah jam di tempat tidur dihitung dari selisih waktu bangun pagi (No. 3) dan waktu mulai tidur (No. 1).

Skor: >85% = 0; 75-84% = 1; 65-74% = 2; <65% = 3

Komponen 5 - Gangguan Tidur (Pertanyaan No. 5b-5j)

Jumlahkan skor pertanyaan 5b sampai 5j (masing-masing bernilai 0-3), kemudian konversi skor total tersebut:

0 = 0; 1-9 = 1; 10-18 = 2; 19-27 = 3

Komponen 6 - Penggunaan Obat Tidur (Pertanyaan No. 7)

Tidak pernah = 0; <1x/minggu = 1; 1-2x/minggu = 2; ≥3x/minggu = 3

Komponen 7 - Disfungsi Aktivitas Siang Hari (Pertanyaan No. 8 dan No. 9)

Jumlahkan skor pertanyaan

No. 8 (Tidak pernah=0, <1x/minggu=1, 1-2x/minggu=2, ≥3x/minggu=3) dan skor pertanyaan

No. 9 (Tidak ada masalah=0, Masalah kecil=1, Cukup menjadi masalah=2, Masalah sangat besar=3), kemudian konversi:

0 = 0; 1-2 = 1; 3-4 = 2; 5-6 = 3

Penilaian Akhir / Interpretasi Skor Total

Skor total PSQI diperoleh dengan menjumlahkan skor seluruh 7 komponen (rentang skor total 0-21). Interpretasi skor total PSQI adalah sebagai berikut:

Skor Total PSQI	**Interpretasi Kualitas Tidur**
≤ 5	Kualitas tidur baik (good sleep quality)
> 5	Kualitas tidur buruk (poor sleep quality)

Catatan:

Beberapa penelitian juga menggunakan kategorisasi yang lebih rinci, misalnya skor 0-4 (baik), 5-7 (sedang), dan ≥8 (buruk)

Lampiran 2 Kuesioner Heat Illnes Symptom Index

Heat Illness Symptom Index

Name: _____

Date: _____ Practice Session: AM or PM

During the practice, you just finished, please indicate the greatest severity of the following symptoms or sensations.

Symptom or Sensation	None	Mild, did not interfere with practice	Moderate, slowed my practice down	Significant enough to take a break	Severe enough to stop practice
Tired					
Stomach Cramps					
Muscle Cramps					
Nausea					
Dizziness					
Thirst					
Goosebumps					
Vomiting					
Confusion					
Muscle Weakness					
Heat Sensation on Head or Neck					
Chills					
Irritable					
Lightheaded					

Did you stop sweating during the practice? Yes No

How hard did you work out today?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Minimal Mild Average Very Hard Hardest ever

SI-Heat Illness Symptom Index.

Heat Illness Symptom Index

Name: _____

Date: _____ Practice Session: AM or PM

During the practice you just finished, please indicate the greatest severity of the following symptoms or sensations.

Symptom or Sensation	None	Mild, did not interfere with practice	Moderate, slowed my practice down	Significant enough to take a break	Severe enough to stop practice
Tired (Lelah)	o	o	o	o	o
Stomach Cramps (Kram Perut)	o	o	o	o	o
Muscle Cramps (Kram Otot)	o	o	o	o	o
Nausea (Mual)	o	o	o	o	o
Dizziness (Pusing)	o	o	o	o	o
Thirst (Haus)	o	o	o	o	o
Goosebumps (Merinding)	o	o	o	o	o
Vomiting (Muntah)	o	o	o	o	o
Confusion (Kebingungan)	o	o	o	o	o
Muscle Weakness (Kelemahan Otot)	o	o	o	o	o
Heat Sensation on Head or Neck (Sensasi Panas pada Kepala atau Leher)	o	o	o	o	o
Chills (Menggigil)	o	o	o	o	o
Irritable (Mudah Marah / Iritabel)	o	o	o	o	o
Lightheaded (Kepala Terasa Ringan / Melayang)	o	o	o	o	o

Did you stop sweating during the practice? Yes No
(Apakah Anda berhenti berkeringat selama latihan? Ya / Tidak)

How hard did you work out today?
(Seberapa berat latihan Anda hari ini?)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Minimal Mild (Ringan) Average (Sedang) Very Hard (Sangat Berat) Hardest ever (Terberat)

- 0 = tidak ada gejala
- 3 = gejala ringan, tidak mengganggu latihan
- 5 = gejala sedang
- 7 = gejala berat sampai perlu istirahat/sejenak berhenti
- 10 = gejala sangat berat sampai harus menghentikan latihan

Responden boleh memilih angka 0–10 sesuai tingkat keparahan yang paling menggambarkan kondisinya, jadi tidak harus hanya 0, 3, 5, 7, atau 10. Angka-angka itu dipakai sebagai anchor untuk membantu penilaian keparahan

Skor total = jumlah seluruh skor 11 item
Rentang skor:
- minimum = 0
- maksimum = 110

Interpretasi umum:
- semakin tinggi skor, semakin berat gejala heat illness / semakin tinggi keluhan heat-related illness pada pelari

Berdasarkan persentase skor maksimum
- Ringan: 0–36 (≤33%)
- Sedang: 37–73 (34–66%)
- Berat: 74–110 (>66%)

Lampiran 2. Dummy tabel

Tabel 1. Distribusi Karakteristik Subjek Penelitian, Kualitas Tidur, dan Gejala Heat Illness pada Pelari (n = ...)

Variabel	n	% / Mean ± SD atau Median (Min–Maks)
Usia (tahun)		
Jenis kelamin		
Laki-laki		
Perempuan		
Skor total PSQI		
Kategori kualitas tidur (PSQI)		
Baik (skor ≤ 5)		
Buruk (skor > 5)		
Skor total HISI		
Kategori gejala Heat Illness (HISI)		
Tidak ada Gejala		
Gejala Ringan		
Gejala Sedang		
Gejala Berat		

Keterangan: Data numerik disajikan sebagai mean ± SD (jika distribusi normal) atau median (minimum–maksimum) (jika distribusi tidak normal). Data kategorik disajikan sebagai n (%). PSQI = Pittsburgh Sleep Quality Index (skor 0–21; kualitas tidur buruk jika skor > 5). HISI = Heat Illness Symptom Index (skor 0–110; kategori ditentukan berdasarkan nilai cut-off yang ditetapkan).

Kualitas Tidur (PSQI)	Gejala Heat Illness (HISI)				Total n (%)	POR (95% CI)	Nilai p
	Tidak ada gejala (%)	Gejala Ringan	Gejala Sedang	Gejala Berat			
Buruk (skor > 5)							
Baik (skor ≤ 5)							
Total							

Tabel 2. Hubungan Kualitas Tidur (PSQI) dengan Gejala Heat Illness (HISI) pada Pelari (n = ...)

Keterangan: Uji statistik menggunakan Sperman atau Pearson bila asumsi tidak terpenuhi. POR = Prevalence Odds Ratio; 95% CI = Interval Kepercayaan 95%. Hubungan dinyatakan bermakna secara statistik apabila nilai p < 0,05.