

EPISTEMEUS

Open Scientific Essay

Volume 1; Issue 1;

Gangguan Tidur dan Risiko Kesehatan Sistemik - Kajian Biologis dan Medis tentang Kebiasaan Begadang

Hosea Pratama Sinaga

ABSTRAK

Begadang sering dianggap sebagai kebiasaan biasa, terutama ketika seseorang sedang mengejar tugas, bekerja, bermain gawai, atau merasa masih kuat untuk tetap terjaga sampai larut malam. Padahal, tidur punya peran besar dalam menjaga kerja tubuh tetap teratur. Saat waktu tidur terus dipotong, tubuh tidak hanya mengalami rasa kantuk, tetapi juga kehilangan kesempatan untuk memulihkan otak, menata ulang hormon, menjaga tekanan darah, mengatur gula darah, memperkuat sistem imun, dan menstabilkan emosi. Kajian ini membahas dampak begadang dari sudut pandang biologis dan medis dengan menyoroti berbagai sistem tubuh yang ikut terganggu ketika kurang tidur terjadi berulang. Pada otak, begadang dapat menurunkan fokus, memperlambat reaksi, mengganggu daya ingat, dan membuat seseorang lebih mudah mengambil keputusan buruk. Pada sistem hormon dan metabolisme, kurang tidur dapat mengubah rasa lapar, meningkatkan keinginan makan makanan tinggi kalori, serta membuat pengaturan glukosa dan insulin menjadi kurang stabil. Pada jantung dan pembuluh darah, tidur yang kurang dapat membuat tubuh terlalu lama berada dalam kondisi siaga sehingga tekanan darah dan beban kerja jantung meningkat. Sistem imun juga dapat melemah karena tubuh kehilangan waktu penting untuk mengatur respons pertahanan terhadap infeksi. Dampak lain muncul pada kesehatan mental, seperti emosi yang lebih mudah naik turun, kecemasan, suasana hati buruk, dan penurunan kemampuan mengendalikan diri. Begadang yang dilakukan sesekali mungkin masih dapat dipulihkan, tetapi begadang yang berubah menjadi pola hidup dapat memberi tekanan jangka panjang bagi tubuh. Dari pembahasan ini, tidur perlu dipahami sebagai kebutuhan biologis penting yang berhubungan langsung dengan kesehatan otak, organ, metabolisme, daya tahan tubuh, dan keseimbangan emosi.

Kata Kunci: begadang, kurang tidur, tidur, ritme sirkadian, kesehatan tubuh, otak, metabolisme, sistem imun, kesehatan mental

a. Pendahuluan

Begadang sudah jadi kebiasaan yang dekat dengan hidup banyak orang. Ada yang tidur larut karena tugas, kerja, hiburan, gawai, film, game, atau sekadar merasa belum ingin berhenti beraktivitas. Pada awalnya, begadang kelihatan seperti urusan kecil. Seseorang hanya tidur lebih malam, lalu bangun lagi keesokan hari dan menjalani aktivitas seperti biasa. Masalahnya, tubuh tidak menilai kondisi sehat hanya dari masih kuat bangun atau masih bisa bekerja. Tidur punya peran besar dalam menjaga tubuh tetap stabil, membantu otak bekerja jernih, dan memberi waktu bagi organ untuk pulih. Orang dewasa umumnya membutuhkan tidur yang

cukup agar fungsi tubuh tetap berjalan baik, bukan sekadar agar tidak mengantuk pada pagi hari (Watson et al., 2015). Tidur juga termasuk bagian penting dari kesehatan harian karena berkaitan dengan kemampuan tubuh menjaga keseimbangan fisik, mental, dan fungsi biologis secara menyeluruh (Buysse, 2014).

Bahaya begadang sering tidak terasa langsung. Tubuh jarang memberi tanda besar setelah satu malam tidur larut. Yang muncul biasanya sederhana, seperti kepala terasa berat, mata sulit fokus, badan cepat lelah, emosi lebih mudah naik, atau keinginan makan meningkat. Karena tandanya terlihat biasa, banyak orang menganggap begadang tidak membawa dampak serius. Padahal, kurang tidur yang terjadi berulang dapat menumpuk sebagai beban biologis. Tubuh dipaksa tetap aktif ketika seharusnya masuk ke waktu pemulihan. Kurang tidur kronis pernah dikaitkan dengan penurunan performa, perubahan suasana hati, dan gangguan kewaspadaan yang makin berat ketika jam tidur terus dipotong (Dinges et al., 1997). Kebiasaan tidur pendek juga berhubungan dengan berbagai risiko kesehatan jangka panjang, termasuk gangguan metabolik dan penyakit kronis (Institute of Medicine, 2006).

Tidur tidak terjadi hanya karena mata lelah. Tubuh memiliki pengatur internal yang menentukan kapan seseorang merasa siap bangun dan kapan tubuh mulai membutuhkan istirahat. Dua bagian penting dalam pengaturan ini adalah tekanan tidur dan jam biologis. Tekanan tidur bertambah makin lama seseorang terjaga, sedangkan jam biologis membantu tubuh mengenali pola siang dan malam. Begadang dapat mengacaukan kerja keduanya. Seseorang bisa merasa lelah, tetapi tetap sulit tidur karena tubuh sudah terlalu lama dipaksa melewati waktu tidur yang semestinya. Model dua proses tidur menjelaskan bahwa rasa kantuk dan waktu tidur dibentuk oleh dorongan biologis yang saling bekerja sepanjang hari (Borbély, 1982). Jam biologis manusia juga dipengaruhi oleh cahaya, kebiasaan harian, suhu tubuh, dan aktivitas, sehingga paparan cahaya malam atau layar terang dapat membuat tubuh semakin sulit masuk ke mode tidur (Czeisler et al., 1999).

Otak termasuk bagian tubuh yang cepat terkena dampak ketika seseorang sering begadang. Kurang tidur dapat membuat perhatian menurun, reaksi melambat, daya ingat melemah, dan pengambilan keputusan menjadi kurang tajam. Orang yang kurang tidur kadang masih merasa dirinya baik baik saja, padahal kemampuan otaknya sudah turun. Kondisi seperti ini berbahaya saat seseorang harus belajar, bekerja, berkendara, atau melakukan kegiatan yang membutuhkan fokus tinggi. Tidur berperan dalam menguatkan memori karena otak memakai waktu tidur untuk mengolah kembali informasi yang diperoleh saat bangun (Walker dan Stickgold, 2004). Kurang tidur juga dapat membuat bagian otak yang mengatur emosi menjadi lebih reaktif, sehingga seseorang lebih mudah tersinggung, gelisah, atau sulit menenangkan diri (Yoo et al., 2007).

Begadang juga ikut mengganggu hormon dan metabolisme. Saat tidur berkurang, tubuh bisa mengalami perubahan pada hormon yang mengatur lapar dan kenyang. Orang yang kurang tidur sering lebih mudah mencari makanan manis, asin, berlemak, atau tinggi kalori karena sinyal lapar menjadi lebih kuat. Pola makan malam larut juga membuat tubuh bekerja pada waktu yang kurang sesuai dengan ritme biologisnya. Penelitian tentang pembatasan tidur menunjukkan adanya perubahan leptin, ghrelin, rasa lapar, dan nafsu makan setelah durasi tidur dipendekkan (Spiegel et al., 2004). Kurang tidur juga dapat memengaruhi cara tubuh mengatur gula darah dan sensitivitas insulin, sehingga beban kerja metabolik menjadi lebih berat bila kebiasaan ini terjadi berulang (Spiegel, Leproult, dan Van Cauter, 1999).

Jantung dan pembuluh darah tidak lepas dari dampak tidur yang kurang. Pada malam hari, tubuh seharusnya mendapat kesempatan untuk menurunkan tekanan darah dan mengurangi kerja sistem syaraf. Saat seseorang sering begadang, waktu pemulihan ini ikut terpotong. Jantung tetap bekerja dalam keadaan yang lebih aktif, sementara pembuluh darah kehilangan sebagian kesempatan untuk beristirahat. Durasi tidur pendek pernah dikaitkan dengan risiko hipertensi karena tubuh tidak cukup lama berada dalam fase penurunan tekanan darah malam hari (Gangwisch et al., 2006). Risiko kardiovaskular juga dapat meningkat ketika kurang tidur berjalan bersama faktor lain seperti stres, pola makan buruk, kurang aktivitas fisik, konsumsi kafein berlebih, dan kebiasaan tidur yang tidak teratur (Cappuccio et al., 2011).

Sistem imun juga membutuhkan tidur yang cukup. Saat tidur, tubuh mengatur banyak proses pertahanan, termasuk kerja sel imun, sitokin, antibodi, dan respons terhadap infeksi. Orang yang sering kurang tidur dapat lebih mudah merasa lemah dan lebih rentan saat tubuh menghadapi paparan penyakit. Tidur yang buruk berhubungan dengan perubahan respons imun dan peningkatan risiko gangguan kesehatan yang melibatkan peradangan (Irwin, 2015). Durasi tidur pendek juga pernah dikaitkan dengan kerentanan lebih tinggi terhadap flu biasa setelah seseorang terpapar virus pernapasan (Prather et al., 2015).

Begadang tidak hanya memengaruhi organ tubuh, tetapi juga cara seseorang menjalani hari. Kurang tidur dapat membuat seseorang lebih sulit mengendalikan diri, lebih mudah menunda pekerjaan, lebih cepat mencari makanan instan, dan lebih sering bergantung pada kafein atau stimulasi dari layar. Tubuh yang lelah cenderung mencari bantuan cepat agar tetap aktif, walaupun bantuan itu sering membuat tidur malam berikutnya makin terganggu. Kurang tidur juga dapat mengurangi kemampuan berpikir jernih, terutama pada keputusan yang membutuhkan pertimbangan matang (Killgore, 2010). Dalam kegiatan yang menuntut keselamatan, rasa kantuk dan penurunan perhatian dapat meningkatkan risiko kecelakaan karena seseorang tidak selalu sadar bahwa performanya sudah menurun (Philip dan Åkerstedt, 2006).

Masalah begadang menjadi makin rumit karena tidak semua orang tidur larut karena pilihan pribadi. Banyak orang harus berjaga malam karena pekerjaan, tuntutan ekonomi, pelayanan kesehatan, keamanan, transportasi, atau aktivitas digital lintas waktu. Kerja malam membuat tubuh aktif saat jam biologis mendorong istirahat. Tidur setelah kerja malam juga sering lebih pendek karena terganggu cahaya, suara, suhu, dan urusan sosial. Kerja bergilir dan kurang tidur berkaitan dengan gangguan kesehatan karena tubuh dipaksa menjalani jadwal yang berlawanan dengan ritme alaminya (Kecklund dan Axelsson, 2016). Ketidaksesuaian antara jam sosial dan jam biologis juga dapat membuat pola tidur menjadi tidak stabil, seolah tubuh mengalami perubahan zona waktu tanpa benar benar bepergian (Wittmann et al., 2006).

Pembahasan tentang begadang penting karena banyak orang masih menganggap tidur sebagai urusan pribadi yang dampaknya hanya sebatas kantuk. Kenyataannya, tidur menyentuh banyak bagian tubuh sekaligus. Otak, hormon, metabolisme, jantung, pembuluh darah, sistem imun, perilaku harian, dan kesehatan mental dapat ikut berubah ketika waktu tidur terus dikurangi. Tidur panjang setelah begadang memang bisa membantu mengurangi rasa kantuk, tetapi pemulihan tubuh tidak selalu kembali sempurna hanya dengan satu kali tidur lebih lama (Banks et al., 2010). Kurang tidur yang menumpuk juga bisa membuat seseorang merasa sudah terbiasa, padahal kemampuan berpikir dan kewaspadaannya masih menurun secara terukur (Van Dongen et al., 2003).

Tulisan ini membahas begadang sebagai kebiasaan yang dapat mengganggu kesehatan tubuh secara luas. Fokusnya bukan untuk menakut-nakuti, melainkan menjelaskan dengan bahasa yang mudah dipahami mengapa tidur punya peran besar dalam kehidupan manusia. Begadang sesekali mungkin terjadi karena keadaan tertentu, tetapi menjadikannya pola hidup dapat membuat tubuh terus bekerja di luar jadwal pemulihannya. Risiko yang muncul tidak selalu datang secara cepat. Banyak dampaknya bergerak pelan melalui rasa lelah, pola makan yang berubah, tekanan darah yang naik, daya tahan tubuh yang menurun, dan emosi yang semakin sulit dijaga. Kurang tidur juga berkaitan dengan peradangan rendah derajat yang dapat menjadi latar bagi berbagai gangguan kesehatan kronis (Mullington et al., 2009). Beban biologis yang berulang dapat membuat tubuh makin sulit menjaga keseimbangan ketika stres, kurang tidur, dan kebiasaan harian yang buruk saling menumpuk (McEwen, 2006).

b. Teori Dasar

1. Tidur adalah Proses Biologis Aktif!

Begadang sering terlihat seperti urusan menunda istirahat, padahal tidur punya posisi besar dalam kerja tubuh manusia. Saat seseorang tidur, tubuh tetap menjalankan banyak proses penting yang tidak terlihat dari luar. Otak mengatur ulang informasi, sistem hormon menjaga ritme hariannya, tekanan darah diberi kesempatan turun, sistem imun menata respons pertahanan, dan metabolisme bergerak mengikuti jadwal biologis yang lebih tenang. Tidur yang cukup pada orang dewasa umumnya ditempatkan sebagai kebutuhan kesehatan dasar, bukan kebiasaan tambahan yang boleh dikorbankan terus menerus. Kesehatan tidur juga berkaitan dengan kebugaran fisik, kestabilan mental, dan kemampuan seseorang menjalani aktivitas harian secara aman (Watson et al., 2015; Buysse, 2014).

Tubuh tidak memakai tidur sebagai waktu kosong. Banyak organ justru memanfaatkan tidur sebagai ruang pemeliharaan. Otak memerlukan tidur untuk menjaga kewaspadaan dan kemampuan belajar, sistem endokrin memakai tidur untuk mengatur pelepasan hormon, sementara tubuh secara umum memakai tidur untuk menjaga keseimbangan internal. Jika tidur dipotong berulang, gangguannya dapat menjalar ke banyak sistem sekaligus. Orang yang sering begadang dapat tetap tampak sadar dan aktif, tetapi kemampuan tubuhnya untuk pulih mulai berkurang. Dari sudut biologis, tidur berdiri sebagai proses teratur yang dikendalikan oleh jaringan saraf, ritme tubuh, dan kebutuhan pemulihan harian (Fuller et al., 2006; Scammell et al., 2017).

2. Tekanan Tidur dan Ritme Sirkadian

Rasa kantuk tidak datang secara sembarang. Ada dorongan biologis yang makin kuat selama seseorang terjaga. Dorongan ini disebut tekanan tidur. Sejak seseorang bangun pada pagi hari, tekanan tidur perlahan meningkat seiring aktivitas, penggunaan energi, dan kerja otak. Makin lama tubuh dipaksa tetap terjaga, makin besar kebutuhan untuk tidur. Begadang membuat tekanan tidur menumpuk terlalu lama. Kepala berat, reaksi lambat, sulit fokus, dan rasa lelah yang dalam menjadi tanda bahwa tubuh sudah melewati batas pemulihan hariannya. Model dua proses tidur menjelaskan bahwa tidur manusia dipengaruhi oleh tekanan tidur dan jam biologis yang bekerja bersama dalam satu pola harian (Borbély et al., 2016; Dijk dan Czeisler, 1995).

Ritme sirkadian berperan sebagai jam biologis yang membantu tubuh mengenali waktu siang dan malam. Sistem ini memengaruhi rasa kantuk, suhu tubuh, hormon, tekanan darah, nafsu makan, dan kewaspadaan. Cahaya menjadi salah satu pengatur terkuat bagi ritme tersebut. Saat

malam dipenuhi cahaya lampu, layar ponsel, laptop, atau televisi, otak dapat menerima sinyal bahwa tubuh masih perlu aktif. Sinyal tidur menjadi tertunda, melatonin naik lebih lambat, dan waktu istirahat bergeser makin larut. Ritme sirkadian manusia berjalan mendekati dua puluh empat jam dan sangat peka terhadap pengaruh cahaya. Paparan cahaya dari perangkat elektronik pada malam hari juga dapat menunda kantuk dan mengurangi kualitas tidur (Czeisler et al., 1999; Chang et al., 2015).

3. Kurang Tidur dan Kerja Otak

Otak termasuk bagian tubuh yang paling cepat membayar harga dari begadang. Kurang tidur dapat menurunkan perhatian, memperlambat reaksi, mengganggu ketelitian, dan membuat seseorang lebih mudah melakukan kesalahan. Masalahnya, penurunan ini sering tidak sepenuhnya disadari. Seseorang bisa merasa masih mampu belajar, bekerja, atau berkendara, sementara kemampuan otaknya sudah turun. Pada kondisi kurang tidur, mikro tidur dapat muncul selama beberapa detik. Detik yang sangat pendek ini cukup berbahaya saat seseorang sedang membawa kendaraan, bekerja dengan alat, atau mengambil keputusan penting. Kurang tidur berulang terbukti menurunkan kewaspadaan dan performa psikomotor secara bertahap. Penelitian yang merangkum banyak temuan juga menunjukkan bahwa kurang tidur berdampak kuat pada perhatian dan fungsi kognitif (Dinges et al., 1997; Lim dan Dinges, 2010).

Tidur juga berhubungan erat dengan daya ingat. Informasi yang diterima saat belajar tidak langsung tersimpan kuat begitu saja. Otak masih perlu mengolah, memilih, dan menguatkan informasi selama tidur. Fase tidur tertentu membantu memindahkan pengalaman dari ingatan sementara menjadi ingatan yang lebih stabil. Begadang sering membuat orang merasa mendapat tambahan waktu belajar, tetapi otak kehilangan waktu untuk menyusun hasil belajar tersebut. Itulah sebabnya belajar sampai sangat larut bisa terasa produktif pada malam hari, lalu hasilnya tidak sebaik yang diharapkan keesokan harinya. Tidur berperan dalam konsolidasi memori dan pembelajaran. Kurang tidur juga dapat membuat respons emosi menjadi lebih kuat karena pengaturan antara amigdala dan korteks prefrontal ikut terganggu (Walker dan Stickgold, 2004; Yoo et al., 2007).

Selama tidur, otak menjalankan proses pembersihan sisa metabolik. Salah satu sistem yang sering dibahas adalah sistem glymphatic, yaitu jalur pergerakan cairan di otak yang membantu membersihkan zat sisa dari jaringan saraf. Ketika seseorang sering begadang, kesempatan otak untuk menjalankan pemeliharaan ini ikut berkurang. Proses ini penting karena otak memiliki aktivitas metabolik tinggi dan menghasilkan sisa kerja sel yang perlu dibersihkan. Tidur diketahui dapat meningkatkan pembuangan metabolit tertentu dari otak, termasuk beta amiloid yang sering dibahas dalam penelitian penyakit neurodegeneratif. Jalur pergerakan cairan serebrospinal juga berperan dalam membersihkan zat sisa dari ruang antar sel otak (Xie et al., 2013; Iliff et al., 2012).

4. Hormon dan Metabolisme

Tidur memiliki hubungan kuat dengan hormon yang mengatur lapar, kenyang, stres, pertumbuhan, dan penggunaan energi. Saat tidur berkurang, sinyal lapar dan kenyang dapat berubah. Leptin yang membantu tubuh merasa kenyang dapat menurun, sementara ghrelin yang mendorong rasa lapar dapat meningkat. Inilah salah satu alasan orang yang kurang tidur sering lebih ingin makan makanan manis, asin, berlemak, atau tinggi kalori. Dorongan makan larut malam tidak selalu berasal dari kebiasaan buruk semata. Ada perubahan biologis yang

membuat tubuh mencari energi cepat ketika waktu tidur dipotong. Pembatasan tidur berkaitan dengan perubahan leptin, ghrelin, rasa lapar, dan nafsu makan. Durasi tidur pendek juga berhubungan dengan peningkatan indeks massa tubuh pada sejumlah temuan populasi (Spiegel et al., 2004; Taheri et al., 2004).

Metabolisme tubuh juga ikut terganggu ketika tidur sering dikurangi. Tubuh memerlukan ritme yang teratur untuk mengatur gula darah dan respons insulin. Saat seseorang begadang, apalagi disertai makan malam larut, minuman manis, dan aktivitas fisik rendah, pankreas dan jaringan tubuh mendapat beban tambahan. Insulin bisa bekerja kurang efisien, sementara pengaturan glukosa menjadi kurang stabil. Kurang tidur eksperimental telah dikaitkan dengan penurunan toleransi glukosa dan perubahan fungsi endokrin. Ketidaksesuaian antara jam biologis dan jadwal aktivitas juga dapat membawa dampak buruk pada metabolisme dan sistem kardiovaskular (Spiegel, Leproult, dan Van Cauter, 1999; Scheer et al., 2009).

5. Jantung dan Pembuluh Darah

Saat tidur, tubuh biasanya menurunkan aktivitas sistem saraf simpatis. Tekanan darah mendapat kesempatan turun, denyut jantung menjadi lebih tenang, dan pembuluh darah beristirahat dari mode siaga. Begadang memotong kesempatan ini. Tubuh tetap aktif pada jam yang seharusnya dipakai untuk pemulihan. Jika pola tersebut berlangsung terus, jantung dan pembuluh darah menerima tekanan fisiologis yang lebih panjang. Durasi tidur pendek pernah dikaitkan dengan peningkatan risiko hipertensi. Tidur yang terlalu pendek juga berhubungan dengan risiko kejadian kardiovaskular dalam berbagai studi populasi (Gangwisch et al., 2006; Cappuccio et al., 2011).

Risiko pada jantung tidak muncul dari satu jalur saja. Begadang sering berjalan bersama kebiasaan lain yang ikut membebani tubuh, seperti konsumsi kafein berlebih, merokok, kurang olahraga, makan larut malam, dan stres berkepanjangan. Semua faktor itu dapat memperkuat beban pada pembuluh darah dan metabolisme. Saat tidur berkurang, tekanan darah malam tidak turun secara optimal, peradangan dapat meningkat, dan regulasi energi menjadi kurang stabil. Durasi tidur yang terlalu pendek maupun terlalu panjang pernah dibahas dalam kaitannya dengan kematian dan kesehatan kardiometabolik. Gangguan tidur juga sering muncul bersama risiko obesitas, diabetes, hipertensi, dan penyakit jantung (Cappuccio, D'Elia, Strazzullo, dan Miller, 2010; Institute of Medicine, 2006).

6. Sistem Imun dan Peradangan

Sistem imun membutuhkan tidur untuk menjaga koordinasi pertahanan tubuh. Saat tidur cukup, tubuh dapat mengatur sitokin, antibodi, dan respons terhadap ancaman dari luar dengan lebih baik. Orang yang sering kurang tidur dapat lebih mudah merasa lemah, lebih lama pulih, dan lebih rentan saat menghadapi infeksi. Ini bukan sekadar rasa tidak enak badan setelah malam yang panjang. Tidur berhubungan langsung dengan cara tubuh membaca ancaman dan mengatur respons pertahanan. Kesehatan tidur memiliki peran penting dalam fungsi imun. Durasi tidur pendek juga pernah dikaitkan dengan kerentanan lebih tinggi terhadap flu biasa setelah paparan virus pernapasan (Irwin, 2015; Prather et al., 2015).

Kurang tidur juga berkaitan dengan peradangan rendah derajat. Peradangan jenis ini tidak selalu terlihat seperti demam atau luka, tetapi dapat berlangsung pelan di dalam tubuh. Penanda seperti C reactive protein dan interleukin 6 dapat meningkat ketika tidur terganggu. Jika peradangan rendah derajat berlangsung lama, tubuh berada dalam keadaan yang kurang

menguntungkan bagi metabolisme, pembuluh darah, dan kesehatan mental. Kehilangan tidur pernah dikaitkan dengan peningkatan penanda inflamasi. Hubungan antara tidur dan inflamasi juga dibahas sebagai salah satu jalur yang menghubungkan kurang tidur dengan berbagai penyakit kronis (Meier Ewert et al., 2004; Mullington et al., 2009).

7. Kesehatan Mental dan Perilaku Sehari Hari

Tidur yang buruk dapat mengganggu kestabilan emosi. Orang yang kurang tidur lebih mudah tersinggung, gelisah, sulit tenang, dan lebih rentan terhadap tekanan kecil. Dalam jangka panjang, gangguan tidur sering berjalan dekat dengan depresi dan kecemasan. Hubungannya saling memperkuat. Tidur yang buruk dapat memperparah gejala mental, sementara tekanan mental dapat membuat tidur makin rusak. Begadang memberi bahan bakar pada lingkaran ini karena otak kehilangan waktu untuk menata ulang emosi. Insomnia telah dibahas sebagai faktor yang dapat memprediksi depresi. Hubungan antara insomnia, depresi, dan kecemasan juga terlihat dalam tinjauan sistematis serta meta analisis (Baglioni et al., 2011; Alvaro et al., 2013).

Kurang tidur ikut mengubah perilaku harian. Saat tubuh lelah, seseorang lebih mudah mencari jalan cepat untuk tetap aktif. Kafein, gula, makanan cepat saji, layar, dan hiburan malam sering dipakai sebagai kompensasi. Bantuan semacam ini dapat membuat tubuh terasa lebih segar sebentar, lalu memperpanjang masalah tidur pada malam berikutnya. Kurang tidur juga dapat mengurangi kemampuan mengendalikan diri dan membuat keputusan yang matang. Risiko keselamatan ikut naik karena perhatian menurun, reaksi melambat, dan rasa kantuk tidak selalu disadari oleh orang yang mengalaminya. Kurang tidur berdampak pada fungsi kognitif dan pengambilan keputusan. Rasa kantuk juga berhubungan dengan risiko keselamatan dalam transportasi dan pekerjaan industri (Killgore, 2010; Philip dan Åkerstedt, 2006).

8. Kerja Malam, Social Jetlag, dan Utang Tidur

Tidak semua orang begadang karena pilihan pribadi. Banyak orang harus aktif pada malam hari karena pekerjaan, ekonomi, layanan kesehatan, keamanan, transportasi, atau aktivitas digital lintas zona waktu. Kerja malam membuat tubuh beraktivitas ketika jam biologis mendorong istirahat. Tidur setelah kerja malam sering lebih pendek karena cahaya, suara, suhu, dan urusan sosial. Jadwal seperti ini membuat tubuh kesulitan menjaga ritme yang stabil. Kerja bergilir dan kurang tidur berkaitan dengan berbagai dampak kesehatan, terutama pada tidur, metabolisme, dan risiko penyakit kronis. Ketidaksesuaian antara jam biologis dan jam sosial dikenal sebagai social jetlag, keadaan ketika tubuh seperti berpindah zona waktu tanpa benar benar bepergian (Kecklund dan Axelsson, 2016; Wittmann et al., 2006).

Tidur panjang setelah begadang dapat mengurangi kantuk, tetapi pemulihan tubuh tidak selalu selesai dalam satu kali tidur. Beberapa fungsi dapat membaik lebih cepat, seperti rasa mengantuk dan energi subjektif. Fungsi lain membutuhkan waktu lebih panjang, terutama kewaspadaan, ritme biologis, dan keseimbangan metabolik. Utang tidur yang menumpuk juga dapat menipu karena seseorang merasa sudah terbiasa hidup dengan tidur pendek. Uji performa sering menunjukkan penurunan meski orang tersebut merasa masih mampu beraktivitas normal. Pemulihan setelah pembatasan tidur kronis dapat berjalan bertahap dan tidak selalu langsung penuh. Pola penurunan performa dan pemulihan setelah kurang tidur juga memperlihatkan bahwa tubuh membutuhkan waktu cukup untuk kembali stabil (Banks et al., 2010; Belenky et al., 2003).

c. Pembahasan

Begadang paling berbahaya saat berubah menjadi kebiasaan yang dianggap normal. Banyak orang baru merasa perlu memperbaiki tidur ketika badan sudah benar benar drop, konsentrasi kacau, atau emosi sulit dikendalikan. Padahal, gangguan tidur bekerja lebih awal dari itu. Tubuh mulai kehilangan waktu pemulihan sejak jam tidur dipotong berulang. Tidur yang cukup membantu manusia menjaga fungsi otak, organ tubuh, emosi, metabolisme, dan daya tahan tubuh. Pada orang dewasa, tidur tujuh jam atau lebih sering dipakai sebagai batas kebutuhan kesehatan yang wajar. Kesehatan tidur juga dinilai dari keteraturan, kualitas, waktu, dan dampaknya terhadap aktivitas harian, sehingga tidur tidak dapat dipandang hanya sebagai jumlah jam di kasur (Watson et al., 2015; Buysse, 2014).

Masalah utama dari begadang muncul karena tubuh punya jadwal biologis yang tidak bisa digeser seenaknya tanpa akibat. Rasa kantuk dibentuk oleh tekanan tidur yang makin besar selama seseorang terjaga. Pada waktu yang sama, ritme sirkadian mengatur kapan tubuh lebih siap aktif dan kapan tubuh perlu masuk ke fase istirahat. Begadang membuat dua sistem ini kehilangan sinkron. Tubuh sudah lelah, tetapi cahaya malam, aktivitas digital, makanan larut, dan rangsangan hiburan membuat otak tetap terdorong untuk berjaga. Model dua proses tidur menjelaskan bahwa tidur bergantung pada dorongan tidur dan jam biologis yang saling bekerja sepanjang hari. Ritme sirkadian manusia juga sangat peka terhadap cahaya sebagai penanda utama siang dan malam (Borbély et al., 2016; Czeisler et al., 1999).

Pengaruh cahaya malam sering diremehkan karena terlihat kecil. Layar ponsel, laptop, televisi, dan lampu kamar dapat membuat otak menerima sinyal bahwa tubuh masih berada dalam waktu aktif. Sinyal menuju tidur menjadi tertunda, rasa kantuk bergeser, lalu jam tidur makin mundur. Pada pola yang berulang, seseorang bisa tidur larut, bangun kurang segar, lalu mengulang kebiasaan yang sama malam berikutnya. Penggunaan perangkat bercahaya pada malam hari terbukti dapat menunda waktu tidur, menekan melatonin, dan menurunkan kewaspadaan pagi setelahnya. Ketidaksesuaian antara jam biologis dan jam sosial juga dikenal sebagai social jetlag, yaitu keadaan ketika tubuh seperti mengalami pergeseran zona waktu walau orangnya tetap berada di tempat yang sama (Chang et al., 2015; Wittmann et al., 2006).

Dampak yang paling cepat terasa biasanya muncul pada otak. Orang yang begadang mungkin masih bisa berbicara, berjalan, mengetik, atau belajar, tetapi ketajaman otaknya sudah tidak sama. Fokus mudah pecah, reaksi melambat, kesalahan kecil lebih sering terjadi, dan keputusan menjadi kurang matang. Kondisi ini berbahaya karena penurunannya tidak selalu disadari oleh orang yang mengalami. Rasa percaya diri kadang tetap tinggi, sementara kemampuan perhatian sudah turun. Pembatasan tidur berulang terbukti menurunkan kewaspadaan, suasana hati, dan performa psikomotor secara bertahap. Tinjauan tentang kurang tidur juga memperlihatkan bahwa perhatian dan fungsi kognitif termasuk bagian yang sangat rentan saat tidur dipotong (Dinges et al., 1997; Lim dan Dinges, 2010).

Begadang juga merusak cara otak menyimpan dan mengatur pengalaman. Belajar sampai larut sering terasa produktif karena waktu belajar terlihat bertambah. Di sisi biologis, otak justru kehilangan waktu penting untuk menyusun memori. Informasi yang diterima saat terjaga perlu diproses ulang selama tidur agar lebih stabil dan mudah dipakai kembali. Tidur juga membantu otak mengatur emosi. Saat tidur berkurang, seseorang lebih mudah tersinggung, panik, mengambil risiko, atau bereaksi berlebihan pada masalah kecil. Tidur berperan kuat dalam pembelajaran dan konsolidasi memori. Kurang tidur juga membuat respons emosi di otak

meningkat karena hubungan pengendalian antara wilayah emosi dan wilayah pengatur keputusan menjadi kurang seimbang (Walker dan Stickgold, 2004; Yoo et al., 2007).

Pada tingkat yang lebih dalam, tidur memberi kesempatan bagi otak untuk membersihkan sisa kerja sel. Otak adalah organ yang sangat aktif, sehingga menghasilkan zat sisa metabolik yang perlu dibuang. Saat tidur, pergerakan cairan di jaringan otak menjadi lebih mendukung proses pembersihan tersebut. Kebiasaan begadang membuat kesempatan ini berkurang. Dampaknya tidak harus langsung terasa sebagai penyakit, tetapi tubuh kehilangan salah satu proses pemeliharaan yang seharusnya berlangsung rutin. Penelitian tentang sistem glymphatic menunjukkan bahwa tidur membantu pembuangan metabolit dari otak. Jalur cairan serebrospinal di ruang antar sel juga berperan dalam membersihkan sisa metabolik dari jaringan saraf (Xie et al., 2013; Iliff et al., 2012).

Dari otak, efek begadang bergerak ke hormon dan nafsu makan. Banyak orang merasa lebih lapar saat malam atau lebih ingin makanan manis dan berlemak setelah kurang tidur. Ini tidak selalu berasal dari kurangnya niat menjaga pola makan. Tidur yang pendek dapat mengubah hormon yang mengatur lapar dan kenyang. Leptin yang membantu rasa kenyang dapat turun, sedangkan ghrelin yang mendorong lapar dapat naik. Tubuh yang lelah mencari energi cepat, lalu makanan tinggi kalori terasa lebih menarik. Pembatasan tidur pernah dikaitkan dengan penurunan leptin, peningkatan ghrelin, dan naiknya rasa lapar. Durasi tidur pendek juga berhubungan dengan peningkatan berat badan dan indeks massa tubuh pada temuan populasi (Spiegel et al., 2004; Taheri et al., 2004).

Begadang makin berat bagi metabolisme ketika disertai makan larut malam. Tubuh punya waktu biologis tertentu untuk mengolah gula, lemak, dan energi. Saat makanan besar masuk pada jam ketika tubuh menuju fase istirahat, pengaturan metabolik bekerja dalam kondisi kurang ideal. Gula darah bisa lebih sulit stabil, insulin bekerja lebih berat, dan pankreas mendapat beban tambahan. Pola ini makin berisiko bila diikuti minuman manis, kafein berlebihan, dan aktivitas fisik rendah. Kurang tidur eksperimental pernah dikaitkan dengan penurunan toleransi glukosa serta perubahan fungsi endokrin. Ketidaksiharian antara jam biologis dan perilaku harian juga dapat membawa dampak buruk pada metabolisme dan sistem kardiovaskular (Spiegel, Leproult, dan Van Cauter, 1999; Scheer et al., 2009).

Jantung dan pembuluh darah juga ikut menanggung akibat dari begadang. Pada malam hari, tubuh biasanya menurunkan aktivitas siaga. Tekanan darah turun, denyut jantung menjadi lebih tenang, dan pembuluh darah mendapat waktu untuk bekerja dalam beban yang lebih rendah. Begadang memotong fase tenang ini. Tubuh tetap aktif lebih lama, sistem saraf simpatis lebih sering menyala, dan tekanan pada pembuluh darah dapat bertambah. Jika pola tersebut berlangsung lama, risiko hipertensi dan gangguan kardiovaskular ikut meningkat. Durasi tidur pendek pernah dikaitkan dengan risiko hipertensi. Studi populasi juga menemukan hubungan antara durasi tidur dan kejadian kardiovaskular seperti penyakit jantung serta stroke (Gangwisch et al., 2006; Cappuccio et al., 2011).

Sistem imun membutuhkan tidur agar pertahanan tubuh tetap teratur. Saat tidur cukup, tubuh lebih mampu mengatur sel imun, sitokin, antibodi, dan respons terhadap infeksi. Orang yang sering begadang dapat merasa lebih mudah lelah, lebih gampang sakit, atau lebih lama pulih. Perubahan ini masuk akal karena waktu tidur yang berkurang ikut mengganggu koordinasi pertahanan tubuh. Tidur memiliki peran penting dalam kesehatan imun dan pengaturan

peradangan. Durasi tidur pendek juga pernah dikaitkan dengan kerentanan lebih tinggi terhadap flu biasa setelah paparan virus pernapasan (Irwin, 2015; Prather et al., 2015).

Peradangan rendah derajat menjadi salah satu jalur sunyi yang membuat begadang berbahaya dalam jangka panjang. Peradangan jenis ini tidak selalu membuat tubuh demam atau sakit jelas, tetapi dapat berjalan pelan di dalam tubuh. Jika berlangsung lama, kondisi tersebut dapat memberi latar bagi gangguan metabolik, penyakit jantung, penurunan daya tahan tubuh, dan masalah suasana hati. Kurang tidur pernah dikaitkan dengan peningkatan penanda inflamasi seperti C reactive protein dan interleukin 6. Hubungan antara kehilangan tidur dan inflamasi juga sering dibahas sebagai penghubung antara kurang tidur dan penyakit kronis (Meier Ewert et al., 2004; Mullington et al., 2009).

Kesehatan mental juga sangat dipengaruhi oleh tidur. Orang yang kurang tidur lebih mudah merasa sensitif, cemas, murung, atau sulit mengendalikan dorongan. Pada remaja dan dewasa muda, efek ini bisa terasa lebih kuat karena tuntutan akademik, sosial, gawai, dan hiburan sering mendorong tidur makin larut. Tidur buruk dapat memperburuk kondisi mental, lalu tekanan mental membuat tidur makin rusak. Pola seperti ini mudah berubah menjadi lingkaran yang sulit dihentikan. Insomnia pernah dibahas sebagai prediktor depresi. Tinjauan lain juga menemukan hubungan kuat antara insomnia, depresi, dan kecemasan (Baglioni et al., 2011; Alvaro et al., 2013).

Begadang tidak hanya mengubah kondisi tubuh dari dalam, tetapi juga mengubah perilaku sehari-hari. Orang yang kurang tidur lebih sering mencari bantuan cepat agar tetap aktif. Kafein, gula, makanan cepat saji, rokok, layar, dan hiburan malam menjadi jalan pintas yang terasa membantu sementara. Setelah efeknya habis, tubuh makin lelah dan tidur berikutnya bisa makin terganggu. Kurang tidur juga menurunkan kemampuan mengendalikan diri, mengatur prioritas, dan mengambil keputusan yang aman. Dampak kurang tidur pada kognisi dan keputusan telah banyak dibahas dalam penelitian. Rasa kantuk juga berkaitan dengan keselamatan transportasi dan kerja karena perhatian menurun serta reaksi melambat (Killgore, 2010; Philip dan Åkerstedt, 2006).

Pada sebagian orang, begadang terjadi karena tuntutan kerja. Tenaga kesehatan, pekerja keamanan, sopir, pekerja industri, pekerja layanan, dan orang yang bekerja lintas zona waktu sering harus aktif ketika tubuh seharusnya beristirahat. Tidur setelah kerja malam biasanya lebih pendek dan lebih mudah terganggu oleh cahaya, suara, suhu, atau urusan sosial. Kondisi ini membuat tubuh sulit mendapat pemulihan yang setara dengan tidur malam yang teratur. Kerja bergilir dan kurang tidur berkaitan dengan berbagai dampak kesehatan, terutama pada tidur, metabolisme, dan risiko penyakit kronis. Laporan medis tentang gangguan tidur juga menempatkan kurang tidur sebagai masalah kesehatan publik karena dampaknya menyentuh keselamatan, produktivitas, dan penyakit jangka panjang (Kecklund dan Axelsson, 2016; Institute of Medicine, 2006).

Tidur panjang setelah begadang memang dapat membantu mengurangi kantuk, tetapi tubuh tidak selalu pulih sempurna hanya dengan satu kali tidur lebih lama. Beberapa fungsi seperti rasa lelah mungkin membaik lebih cepat. Kewaspadaan, ritme biologis, pengaturan metabolik, dan performa otak bisa membutuhkan waktu lebih panjang. Bahaya lainnya, orang yang sudah sering kurang tidur dapat merasa dirinya sudah biasa. Rasa terbiasa ini tidak selalu berarti tubuh sudah aman. Pemulihan setelah pembatasan tidur kronis dapat berjalan bertahap dan tidak langsung mengembalikan semua fungsi. Penelitian tentang kurang tidur juga menemukan

bahwa performa dapat tetap menurun meskipun seseorang tidak merasa separah hasil pengukuran objektifnya (Banks et al., 2010; Belenky et al., 2003).

Dari seluruh proses tersebut, begadang perlu dipahami sebagai gangguan pola pemulihan tubuh yang berdampak luas. Satu malam tidur larut mungkin masih dapat ditoleransi, terutama jika tubuh diberi kesempatan pulih. Risiko membesar ketika begadang menjadi kebiasaan, disertai cahaya malam, makan larut, stres, kafein, kurang gerak, dan jadwal tidur yang tidak tetap. Tubuh manusia bekerja dengan ritme. Ketika ritme itu terus dipaksa bergeser, otak, hormon, metabolisme, jantung, imun, emosi, dan perilaku harian ikut terdorong keluar dari keseimbangannya. Beban biologis berulang dapat membuat tubuh makin sulit menjaga kestabilan saat menghadapi stres. Durasi tidur yang tidak sehat juga pernah dikaitkan dengan risiko kesehatan jangka panjang dan semua penyebab kematian dalam tinjauan populasi (McEwen, 2006; Cappuccio, D'Elia, Strazzullo, dan Miller, 2010).

d. Kesimpulan

Begadang dapat berdampak luas pada tubuh karena tidur berperan dalam banyak proses biologis yang saling terhubung. Saat waktu tidur terus dikurangi, otak kehilangan waktu untuk menjaga fokus, menyusun memori, mengatur emosi, dan membersihkan sisa metabolik. Tubuh juga lebih sulit menjaga ritme hormon, nafsu makan, gula darah, tekanan darah, daya tahan tubuh, dan keseimbangan mental. Dampak begadang sering tidak langsung terasa berat, sehingga kebiasaan ini mudah dianggap aman. Rasa kantuk, kepala berat, emosi tidak stabil, lapar berlebihan, dan sulit berkonsentrasi sering dianggap masalah kecil, padahal tanda tersebut bisa menjadi awal dari gangguan pemulihan tubuh. Tidur yang cukup pada orang dewasa berkaitan dengan kesehatan fisik dan fungsi harian yang lebih baik, sementara kesehatan tidur sendiri dipandang sebagai bagian penting dari keseimbangan biologis manusia (Watson et al., 2015; Buysse, 2014).

Risiko begadang menjadi lebih besar ketika terjadi berulang dan berubah menjadi pola hidup. Tubuh manusia bekerja mengikuti tekanan tidur dan ritme sirkadian, sehingga jam tidur yang sering mundur dapat membuat tubuh kehilangan keteraturan. Cahaya malam, layar gawai, aktivitas digital, makan larut, kafein, dan jadwal sosial yang tidak tetap dapat mendorong otak tetap aktif pada waktu yang seharusnya dipakai untuk istirahat. Akibatnya, tidur menjadi lebih pendek, lebih dangkal, dan kurang memulihkan. Gangguan pada jam biologis juga dapat memengaruhi metabolisme, tekanan darah, dan kewaspadaan. Pola semacam ini menjelaskan kenapa seseorang dapat merasa sudah terbiasa begadang, sementara kemampuan tubuh dan otaknya tetap menurun secara perlahan (Borbély et al., 2016; Czeisler et al., 1999).

Dampak begadang tidak berhenti pada rasa lelah. Kurang tidur dapat menurunkan perhatian, memperlambat reaksi, mengganggu pengambilan keputusan, dan membuat emosi lebih mudah berubah. Pada kegiatan seperti belajar, bekerja, berkendara, atau menggunakan alat berisiko, penurunan kecil pada fokus sudah cukup berbahaya. Begadang juga dapat mengubah perilaku harian. Orang yang kurang tidur lebih mudah mencari makanan tinggi kalori, menunda aktivitas, bergantung pada kafein, dan mengurangi gerak tubuh. Jika pola ini terus berulang, gangguan tidur dapat ikut memperbesar risiko metabolik, kardiovaskular, imun, dan kesehatan mental. Kurang tidur kronis terbukti dapat menurunkan performa kognitif, sementara gangguan tidur juga berkaitan dengan meningkatnya risiko depresi dan kecemasan (Van Dongen et al., 2003; Baglioni et al., 2011).

Upaya mengurangi dampak begadang perlu dimulai dari kebiasaan yang sederhana dan realistis. Jam tidur sebaiknya dibuat lebih tetap, bahkan pada akhir pekan, agar tubuh punya jadwal biologis yang lebih mudah diikuti. Paparan layar dan cahaya terang perlu dikurangi menjelang tidur karena cahaya malam dapat menunda sinyal kantuk. Kafein sebaiknya dibatasi pada sore dan malam hari, terutama bagi orang yang mudah sulit tidur. Makan berat terlalu larut juga perlu dikurangi karena tubuh tidak berada pada waktu terbaik untuk mengolah makanan. Kamar tidur sebaiknya dibuat lebih gelap, tenang, dan nyaman supaya tubuh lebih mudah masuk ke fase istirahat. Paparan perangkat bercahaya pada malam hari dapat menunda tidur dan menekan melatonin, sementara ketidaksesuaian antara jadwal sosial dan jam biologis dapat mengganggu kestabilan ritme tubuh (Chang et al., 2015; Wittmann et al., 2006).

Kebiasaan begadang juga dapat dikurangi dengan mengubah cara mengatur aktivitas harian. Tugas atau pekerjaan yang berat sebaiknya tidak selalu ditumpuk menjelang malam. Waktu belajar, bekerja, hiburan, dan penggunaan gawai perlu diberi batas yang jelas agar tidur tidak terus menjadi korban terakhir. Jika seseorang sudah telanjur sering tidur larut, perubahan jam tidur sebaiknya dilakukan bertahap, misalnya memajukan waktu tidur sedikit demi sedikit setiap beberapa malam. Tidur siang singkat dapat membantu saat tubuh sangat lelah, tetapi tidak sebaiknya terlalu lama atau terlalu sore karena bisa mengganggu tidur malam. Pemulihan setelah kurang tidur kronis dapat berjalan bertahap dan tidak selalu selesai dengan satu kali tidur panjang, sehingga perbaikan pola tidur perlu dilakukan secara konsisten (Banks et al., 2010; Belenky et al., 2003).

Bagi orang yang harus begadang karena pekerjaan atau keadaan tertentu, tujuan utamanya adalah mengurangi kerusakan tubuh sebisa mungkin. Tidur pengganti perlu direncanakan, bukan hanya menunggu tubuh tumbang. Ruangan tidur setelah kerja malam sebaiknya dibuat gelap dan tenang, penggunaan kafein dijaga agar tidak terlalu dekat dengan waktu tidur, dan jadwal makan dibuat lebih teratur. Jika begadang tidak bisa dihindari, tubuh tetap perlu diberi waktu pemulihan yang cukup pada hari berikutnya. Pola kerja malam dan kurang tidur berkaitan dengan dampak kesehatan jangka panjang, terutama ketika jadwalnya tidak memberi ruang pemulihan yang layak. Kurang tidur juga dapat meningkatkan risiko keselamatan karena rasa kantuk menurunkan perhatian dan memperlambat reaksi (Kecklund dan Axelsson, 2016; Philip dan Åkerstedt, 2006).

Secara keseluruhan, begadang perlu dipahami sebagai kebiasaan yang dapat mengganggu banyak sistem tubuh secara perlahan. Tidur bukan sekadar waktu berhenti dari aktivitas, tetapi bagian dari cara tubuh menjaga otak, hormon, metabolisme, jantung, sistem imun, dan kesehatan mental tetap bekerja seimbang. Mengurangi begadang berarti memberi tubuh kesempatan untuk pulih sebelum kerusakan kecil menumpuk menjadi masalah yang lebih besar. Solusi paling masuk akal adalah membangun jadwal tidur yang lebih teratur, mengurangi cahaya dan layar sebelum tidur, membatasi kafein malam, menghindari makan berat larut malam, menjaga aktivitas fisik, dan memberi waktu istirahat yang cukup setelah malam yang panjang. Kurang tidur berkaitan dengan perubahan imun dan peradangan, sedangkan durasi tidur yang tidak sehat juga pernah dikaitkan dengan risiko kesehatan jangka panjang dalam studi populasi (Irwin, 2015; Cappuccio, D'Elia, Strazzullo, dan Miller, 2010).

DAFTAR PUSTAKA

- Alvaro, P. K., Roberts, R. M., & Harris, J. K. (2013). A systematic review assessing bidirectionality between sleep disturbances, anxiety, and depression. *Sleep*, *36*(7), 1059–1068. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3669064/>
- Baglioni, C., Battagliese, G., Feige, B., Spiegelhalder, K., Nissen, C., Voderholzer, U., Lombardo, C., & Riemann, D. (2011). Insomnia as a predictor of depression. *Journal of Affective Disorders*, *135*(1–3), 10–19. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2011.01.011>
- Banks, S., Van Dongen, H. P. A., Maislin, G., & Dinges, D. F. (2010). Neurobehavioral dynamics following chronic sleep restriction. *Sleep*, *33*(8), 1013–1026. <https://doi.org/10.1093/sleep/33.8.1013>
- Belenky, G., Wesensten, N. J., Thorne, D. R., Thomas, M. L., Sing, H. C., Redmond, D. P., Russo, M. B., & Balkin, T. J. (2003). Patterns of performance degradation and restoration during sleep restriction and subsequent recovery. *Journal of Sleep Research*, *12*(1), 1–12. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2869.2003.00337.x>
- Borbély, A. A., Daan, S., Wirz-Justice, A., & Deboer, T. (2016). The two-process model of sleep regulation. *Journal of Sleep Research*, *25*(2), 131–143. <https://doi.org/10.1111/jsr.12371>
- Buysse, D. J. (2014). Sleep health. *Sleep*, *37*(1), 9–17. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3902880/>
- Cappuccio, F. P., Cooper, D., D'Elia, L., Strazzullo, P., & Miller, M. A. (2011). Sleep duration predicts cardiovascular outcomes. *European Heart Journal*, *32*(12), 1484–1492. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehr007>
- Cappuccio, F. P., D'Elia, L., Strazzullo, P., & Miller, M. A. (2010). Sleep duration and all-cause mortality. *Sleep*, *33*(5), 585–592. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2864873/>
- Chang, A. M., Aeschbach, D., Duffy, J. F., & Czeisler, C. A. (2015). Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *112*(4), 1232–1237. <https://doi.org/10.1073/pnas.1418490112>
- Czeisler, C. A., Duffy, J. F., Shanahan, T. L., Brown, E. N., Mitchell, J. F., Rimmer, D. W., Ronda, J. M., Silva, E. J., Allan, J. S., Emens, J. S., Dijk, D. J., & Kronauer, R. E. (1999). Stability, precision, and near-24-hour period of the human circadian pacemaker. *Science*, *284*(5423), 2177–2181. <https://doi.org/10.1126/science.284.5423.2177>
- Dijk, D. J., & Czeisler, C. A. (1995). Contribution of the circadian pacemaker and the sleep homeostat to sleep propensity, sleep structure, EEG slow waves, and sleep spindle activity in humans. *Journal of Neuroscience*, *15*(5), 3526–3538. <https://www.jneurosci.org/content/15/5/3526>
- Dinges, D. F., Pack, F., Williams, K., Gillen, K. A., Powell, J. W., Ott, G. E., Aptowicz, C., & Pack, A. I. (1997). Cumulative sleepiness, mood disturbance, and psychomotor vigilance performance decrements during a week of sleep restricted to four to five hours per night. *Sleep*, *20*(4), 267–277. <https://doi.org/10.1093/sleep/20.4.267>

- Fuller, P. M., Gooley, J. J., & Saper, C. B. (2006). Neurobiology of the sleep-wake cycle. *Journal of Biological Rhythms*, 21(6), 482–493. <https://doi.org/10.1177/0748730406294627>
- Gangwisch, J. E., Heymsfield, S. B., Boden-Albala, B., Buijs, R. M., Kreier, F., Pickering, T. G., Rundle, A. G., Zammit, G. K., & Malaspina, D. (2006). Short sleep duration as a risk factor for hypertension. *Hypertension*, 47(5), 833–839. <https://doi.org/10.1161/01.HYP.0000217362.34748.e0>
- Iloff, J. J., Wang, M., Liao, Y., Plogg, B. A., Peng, W., Gundersen, G. A., Benveniste, H., Vates, G. E., Deane, R., Goldman, S. A., Nagelhus, E. A., & Nedergaard, M. (2012). A paravascular pathway facilitates CSF flow through the brain parenchyma and the clearance of interstitial solutes. *Science Translational Medicine*, 4(147), 147ra111. <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.3003748>
- Institute of Medicine. (2006). *Sleep disorders and sleep deprivation: An unmet public health problem*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11617>
- Irwin, M. R. (2015). Why sleep is important for health: A psychoneuroimmunology perspective. *Annual Review of Psychology*, 66, 143–172. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010213-115205>
- Kecklund, G., & Axelsson, J. (2016). Health consequences of shift work and insufficient sleep. *BMJ*, 355, i5210. <https://doi.org/10.1136/bmj.i5210>
- Killgore, W. D. S. (2010). Effects of sleep deprivation on cognition. *Progress in Brain Research*, 185, 105–129. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53702-7.00007-5>
- Lim, J., & Dinges, D. F. (2010). A meta-analysis of the impact of short-term sleep deprivation on cognitive variables. *Psychological Bulletin*, 136(3), 375–389. <https://doi.org/10.1037/a0018883>
- McEwen, B. S. (2006). Protective and damaging effects of stress mediators. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 8(4), 367–381. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3181832/>
- Meier-Ewert, H. K., Ridker, P. M., Rifai, N., Regan, M. M., Price, N. J., Dinges, D. F., & Mullington, J. M. (2004). Effect of sleep loss on C-reactive protein, an inflammatory marker of cardiovascular risk. *Journal of the American College of Cardiology*, 43(4), 678–683. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2003.07.050>
- Mullington, J. M., Simpson, N. S., Meier-Ewert, H. K., & Haack, M. (2010). Sleep loss and inflammation. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, 24(5), 775–784. <https://doi.org/10.1016/j.beem.2010.08.014>
- Philip, P., & Åkerstedt, T. (2006). Transport and industrial safety, how are they affected by sleepiness and sleep restriction. *Sleep Medicine Reviews*, 10(5), 347–356. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2006.04.002>
- Prather, A. A., Janicki-Deverts, D., Hall, M. H., & Cohen, S. (2015). Behaviorally assessed sleep and susceptibility to the common cold. *Sleep*, 38(9), 1353–1359. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4531403/>

- Scammell, T. E., Arrigoni, E., & Lipton, J. O. (2017). Neural circuitry of wakefulness and sleep. *Neuron*, 93(4), 747–765. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2017.01.014>
- Scheer, F. A. J. L., Hilton, M. F., Mantzoros, C. S., & Shea, S. A. (2009). Adverse metabolic and cardiovascular consequences of circadian misalignment. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(11), 4453–4458. <https://doi.org/10.1073/pnas.0808180106>
- Spiegel, K., Leproult, R., & Van Cauter, E. (1999). Impact of sleep debt on metabolic and endocrine function. *The Lancet*, 354(9188), 1435–1439. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(99\)01376-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(99)01376-8)
- Spiegel, K., Tasali, E., Penev, P., & Van Cauter, E. (2004). Sleep curtailment in healthy young men is associated with decreased leptin levels, elevated ghrelin levels, and increased hunger and appetite. *Annals of Internal Medicine*, 141(11), 846–850. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-141-11-200412070-00008>
- Taheri, S., Lin, L., Austin, D., Young, T., & Mignot, E. (2004). Short sleep duration is associated with reduced leptin, elevated ghrelin, and increased BMI. *PLOS Medicine*, 1(3), e62. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0010062>
- Van Dongen, H. P. A., Maislin, G., Mullington, J. M., & Dinges, D. F. (2003). The cumulative cost of additional wakefulness: Dose-response effects on neurobehavioral functions and sleep physiology from chronic sleep restriction and total sleep deprivation. *Sleep*, 26(2), 117–126. <https://doi.org/10.1093/sleep/26.2.117>
- Walker, M. P., & Stickgold, R. (2004). Sleep-dependent learning and memory consolidation. *Neuron*, 44(1), 121–133. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2004.08.031>
- Watson, N. F., Badr, M. S., Belenky, G., Bliwise, D. L., Buxton, O. M., Buysse, D., Dinges, D. F., Gangwisch, J., Grandner, M. A., Kushida, C., Malhotra, R., Martin, J. L., Patel, S. R., Quan, S. F., & Tasali, E. (2015). Recommended amount of sleep for a healthy adult: A joint consensus statement of the American Academy of Sleep Medicine and Sleep Research Society. *Sleep*, 38(6), 843–844. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4434546/>
- Wittmann, M., Dinich, J., Meroz, M., & Roenneberg, T. (2006). Social jetlag: Misalignment of biological and social time. *Chronobiology International*, 23(1–2), 497–509. <https://doi.org/10.1080/07420520500545979>
- Xie, L., Kang, H., Xu, Q., Chen, M. J., Liao, Y., Thiyagarajan, M., O'Donnell, J., Christensen, D. J., Nicholson, C., Iliff, J. J., Takano, T., Deane, R., & Nedergaard, M. (2013). Sleep drives metabolite clearance from the adult brain. *Science*, 342(6156), 373–377. <https://doi.org/10.1126/science.1241224>
- Yoo, S. S., Gujar, N., Hu, P., Jolesz, F. A., & Walker, M. P. (2007). The human emotional brain without sleep: A prefrontal amygdala disconnect. *Current Biology*, 17(20), R877–R878. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2007.08.007>