

Hubungan Indeks Massa Tubuh dengan Lemak Tubuh dan Distribusi Tekanan Plantar saat berdiri dan berjalan pada anak usia 8-10 Tahun

Stefanus Satria Sumali¹, Sasanthy Kusumaningtyas¹, Tirza Z. Tamin²

¹Departemen Anatomi, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia

²Departemen Rehabilitasi Medik Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo

Abstract

Body Mass Index (BMI) is a parametric to know whether a child is underweight, normal, overweight or obese. Children activity affects fat body percentage because consumption excessive carbohydrate with less activity will increase fat deposit. In other words if the energy cannot provide children activity then fat will be used as energy and this will decrease the fat deposit. And so with the plantar pressure distribution because obese children with lower activity, their plantar pressure are higher than obese children with high activity and therefore research subjects had to be homogenized to get an accurate result. This research aims are to know the relation between BMI (underweight, normal, overweight or obese) with body fat and plantar pressure distribution during standing and walking in children with age 8-10 years old. Methode: Design of this research is cross sectional with 33 children as research subjects with lifestyle sedentary. The research was done with Tanita's weigher to measure fat body percentage and Matscan to measure the peak pressure during standing and walking. overweight children has a strong correlation with fat body ($r=0.6333$) and obese children has a very strong correlation with fat body ($r=0.8$). Underweight children also has a correlation with fat body but it's a weak correlation ($r=0.2582$). BMI also has correlation with plantar pressure distribution during standing and walking especially midfoot while underweight children has an increase peak pressure at the hindfoot while heelstrike. BMI influence both fat body and plantar pressure distribution especially in overweight and obese children.

Keyword : *plantar pressure distribution, BMI, fat body, children age 8-10 years old, Matscan, Tanita.*

Abstrak

Indeks massa tubuh (IMT) merupakan parameter seorang anak kurus, normal, gemuk ataupun *obese*. Kegiatan anak mempengaruhi kadar lemak tubuh karena konsumsi karbohidrat yang berlebihan tanpa disertai aktivitas yang seimbang menyebabkan penumpukan lemak sebaliknya bila energi tersebut tidak dapat memenuhi kebutuhan maka lemak akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan tersebut yang mengakibatkan berkurangnya kadar lemak tubuh. Demikian juga dengan distribusi tekanan plantar karena anak *obese* dengan aktivitas rendah, tekanan plantar lebih tinggi dibandingkan anak *obese* dengan aktivitas tinggi sehingga aktivitas subyek penelitian harus dihomogenisasi untuk memperoleh hasil yang akurat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan IMT (kurus, normal, gemuk dan *obese*) dengan lemak tubuh dan distribusi tekanan plantar saat berdiri dan berjalan pada anak usia 8-10 tahun. Metode : desain penelitian adalah observasional *cross sectional* / potong lintang dengan jumlah 33 anak sebagai subyek penelitian dengan *lifestyle sedentary*. Penelitian dilakukan dengan mengukur kadar lemak tubuh menggunakan timbangan Tanita dan puncak tekanan (*peak pressure*) dengan menggunakan alat *Matscan*. Tekanan plantar diukur saat berdiri dan berjalan. Anak dengan IMT gemuk mempunyai korelasi yang kuat dengan lemak tubuh ($r=0,6333$) dan anak dengan IMT *obese* mempunyai korelasi yang sangat kuat terhadap lemak tubuh ($r=0,8$) sedangkan anak dengan IMT kurus juga mempunyai korelasi terhadap lemak tubuh tetapi korelasinya lemah ($r=0,2582$). IMT juga berhubungan dengan distribusi tekanan plantar saat berdiri dan berjalan terutama daerah *midfoot* sedangkan untuk anak kurus ditemukan adanya peningkatan tekanan pada daerah *hindfoot* sewaktu *heelstrike*. IMT berhubungan dengan kadar lemak tubuh dan distribusi tekanan plantar terutama pada anak dengan IMT gemuk dan *obese*

Kata kunci : *distribusi tekanan plantar, IMT, kadar lemak tubuh, anak usia 8-10 tahun, Matscan, Tanita*

Pendahuluan

IMT adalah suatu indikator makroskopik yang sederhana yang dapat dipakai untuk menilai seorang anak *obese*, gemuk, normal ataupun kurus¹⁻³. Standard pengukuran IMT untuk anak Indonesia menggunakan Standard Antropometri Penilaian Status Gizi Anak yang dikeluarkan oleh menteri kesehatan Indonesia nomor 1995/ MENKES / SK / XII 2010.⁽²⁾ Karbohidrat bila dikonsumsi secara berlebihan akan disimpan dalam bentuk lemak dan berakibat berat badan meningkat. Sebaliknya bila dikonsumsi kurang maka lemak akan dirubah menjadi keton. Dari hasil riset kesehatan dasar tahun 2013⁴ terdapat 11,2% anak usia 5-12 tahun kurus dan 18,8% gemuk.

Hasil survey Kesehatan Rumah Tangga tahun 2004 khususnya di DKI Jakarta terdapat peningkatan prevalensi obesitas dengan bertambahnya usia.⁵ Berat badan tubuh dipengaruhi oleh tulang, organ tubuh dan salah satunya adalah lemak.⁶ Boeke (2013) meneliti tentang hubungan lemak dengan IMT pada anak usia sekolah dan terdapat hubungan antara anak yang gemuk dengan peningkatan jumlah lemak.⁷ Data hubungan IMT rendah terhadap kadar lemak tubuh masih belum jelas sehingga diharapkan pada penelitian ini dapat ditemukan seberapa jauh hubungan tersebut. Kadar lemak tubuh yang lebih (*overfat*) ataupun kurang (*underfat*) akan mempengaruhi gaya inersia. Gaya inersia adalah gaya yang harus dilawan untuk berjalan.⁸ Pada anak pola berjalan sudah seperti orang dewasa berkisar usia 7-8 tahun dan seiring bertambah usia terjadi perbedaan *gait* yaitu pada kecepatan dan durasi berjalan yang cenderung memanjang.

Gait adalah bentuk teknikal dari berjalan dimana baik pada anak maupun pada orang dewasa proses tersebut terdiri dari 2 fase yaitu fase menapak (*stance phase*) dan fase mengayun (*swing phase*). Hills (2001) menyatakan pada anak *obese*, tekanan pada arkus longitudinal dan caput metatarsal meningkat¹² dan Harland (2010) menyatakan tekanan pada daerah *forefoot* juga meningkat pada anak yang *obese*.

Stefanus Satria Sumali (✉)
Faculty of Medicine Universitas Pelita Harapan
Jl. Boulevard Jend.Sudirman, Lippo Karawaci, Tangerang,
Indonesia. Tel: +62-21-54210130; Fax: +62-21-54210133;
Email: stefanus.sumali@uph.edu

Dowling (2004) menyatakan terdapat perbedaan bermakna pada anak *obese* yang meliputi kontak area yang lebih luas dan puncak tekanan yang meningkat pada daerah midfoot, tumit bagian medial dan lateral serta daerah caput metatarsal.

Julie (2011) menyatakan bahwa dengan tingginya tekanan pada daerah tumit menyebabkan anak akan mengurangi kegiatan fisiknya sedangkan massa tubuh yang berlebihan dapat mengganggu aktivitas yang dapat mengakibatkan cedera pada kaki ataupun disfungsi kaki pada anak. Saat berdiri dengan kedua kaki, tekanan pada diskus intervertebralis adalah 270kPa dengan gaya kompresi pada tulang belakang sebesar 380N dan akan meningkat jika terjadi perubahan posisi seperti saat fleksi dan ekstensi. Pada saat berdiri dengan kedua kakibeban akan didistribusikan ke sendi panggul kiri dan kanan dengan gaya sekitar 30% dari berat badandan gaya tersebut akan diteruskan ke tungkai atas kiri dan kanan kemudian ke tungkai bawah kiri dan kanan melalui sendi lutut dan kemudian diteruskan ke pergelangan kaki dan terakhir ke kaki dengan setengah beban ditopang di tumit dan setengahnya lagi di metatarsal yang kemudian akan dibagi ke kaki bagian depan secara merata oleh tulang sesamoid.

Metode

Desain penelitian adalah *observasional cross sectional* (potong lintang) dengan variabel bebas adalah IMT dan variabel tergantungan adalah distribusi tekanan plantar dan kadar lemak tubuh.

Subyek Penelitian

Subyek penelitian adalah anak sekolah dasar berusia 8-10 tahun berjumlah 33 anak. Sewaktu penelitian anak dengan IMT kurus berjumlah 4 orang, IMT normal berjumlah 16 orang, IMT gemuk/*overweight* berjumlah 9 orang dan *obese* berjumlah 4 orang. Usia diambil daari 8 tahun karena usia ini anak sudah Usia minimal yang diambil pada penelitian ini adalah 8 tahun karena pada usia

ini pola berjalan anak sudah seperti orang dewasa^{9,10} dan kondisi ini dibutuhkan untuk menilai distribusi tekanan plantar. Usia maksimal yang diambil pada penelitian ini adalah 10 tahun dengan tujuan menghindari perbedaan fisik antara anak usia 8 tahun dengan anak yang sudah masuk masa pubertas karena pada usia ini anak mulai masuk kategori remaja awal dan mulai memasuki masa prapubertas, selain usia juga dilihat dari aktivitasnya dan pada penelitian ini subyeknya adalah anak dengan aktivitas rendah (*sedentary*). Hal ini sudah diteliti oleh Riddiford et al (2010) dan ternyata aktivitas mempengaruhi distribusi tekanan plantar karena anak *obese* dengan aktivitas yang rendah memiliki tekanan plantar yang lebih besar dibandingkan anak-anak dengan aktivitas tinggi.

Kriteria inklusi subyek adalah sebagai berikut:

1. Anak dengan usia 8 – 10 tahun
2. Disetujui oleh orang tuanya/pengasuh.
3. Aktivitas *sedentary*

Kriteria eksklusi adalah sebagai berikut :

1. Tidak hadir atau menolak pada saat pengukuran.
2. Memiliki cacat postural atau cacat tungkai yang mengganggu siklus *gait*/berjalan.
3. Kelainan tulang belakang seperti skoliosis, kifosis.
4. Ketidak simetrisan kaki kanan dan kiri dengan cara mengukur panjang tungkai dari trochantor mayor hingga alas kaki.
5. Adanya pes planus dengan cara melihat arcus medial longitudinalis saat anak berdiri terkecuali pada anak gemuk.
6. Menderita neuropati peripheral, diabetes mellitus, kurang kalori protein (marasmus, kwashiorkor), obesitas.
7. Pernah operasi atau trauma pada panggul, tungkai atau kaki

Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan di Departemen Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia (FK UI). Sebelum penelitian, dilakukan pemeriksaan fisik beserta anamnesa untuk seleksi subyek penelitian di sekolah. Sebaran frekuensi karakteristik subyek penelitian terlampir pada tabel 1. Saat penelitian dimulai subyek penelitian diukur kadar lemak

tubuhnya menggunakan timbangan Tanita. Kemudian dilanjutkan dengan pengukuran tekanan plantar saat berdiri dan berjalan dengan *Matscan*. Sebelum pengukuran tekanan, setiap subyek dilakukan kalibrasi terlebih dahulu kemudian subyek berdiri di atas *Matscan* dengan posisi anatomis dan data disimpan kemudian pemeriksaan dilanjutkan dengan berjalan minimal 4 langkah terlebih dahulu sebelum menginjak *Matscan*, dan hasil data disimpan (kaki kanan dan kaki kiri) untuk kemudian dinilai. Apabila dalam pengukuran terdapat kesalahan dalam proses berjalan atau melangkah terlalu kuat pada permukaan *Matscan* maka pemeriksaan akan diulang untuk mendapat data yang lebih akurat.

Hasil Penelitian

Berdasarkan tabel 2, anak dengan IMT kurus kadar lemak tubuh terendah adalah 5% sedangkan tertinggi adalah 12,4%; pada anak dengan IMT normal kadar lemak tubuh terendah adalah 12% dan tertinggi adalah 22,7%; pada anak dengan IMT gemuk kadar lemak terendah adalah 20,7% dan tertinggi adalah 41,2% ; anak dengan IMT *obese*, nilai terendah adalah 23,22% dengan tertinggi adalah 45,9%. Dari hasil ini dilakukan uji normalitas untuk melihat apakah *variable* penelitian terdistribusi dengan normal atau tidak (tabel 3).

Hasil distribusi IMT maupun lemak $>0,05$ yang berarti distribusi tidak normal. Peneliti menggunakan uji non parametrik Spearman sehubungan dengan distribusi yang tidak normal. Statistik (tabel 4) menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat antara IMT dengan lemak tubuh ($r = 0,8819$) dan secara kategori diperoleh bahwa IMT *obese* berhubungan sangat kuat dengan kadar lemak tubuh ($r = 0,8$), IMT gemuk berhubungan kuat dengan kadar lemak tubuh ($r = 0,633$) sedangkan IMT kurus juga berhubungan dengan kadar lemak tubuh tetapi hubungannya lemah ($r = 0,2582$).

Tabel 7 menunjukkan adanya hubungan IMT kurus, normal, gemuk dan obese terhadap distribusi tekanan plantar. Secara statistik, hubungan tersebut lebih kuat pada anak yang gemuk dan *obese* dibandingkan dengan anak

yang kurus dikarenakan nilai r pada anak gemuk dan *obese* lebih besar daripada anak kurus sedangkan tabel 5 dan 6 merupakan sebaran frekuensi tekanan plantar saat berdiri dan berjalan. Berdasarkan tabel 6, saat berjalan data tekanan plantar sewaktu *heelstrike* pada anak kurus (Kanan: $103,23 \pm 20,98$ KPa; Kiri: $112,25 \pm 14,99$ KPa) lebih tinggi dibandingkan anak dengan IMT gemuk (Kanan: $95,56 \pm 23,50$ KPa; Kiri: $106,22 \pm 44,69$ KPa)

Pembahasan

Hasil yang diperoleh berdasarkan tabel 4 sesuai dengan penelitian Boeke et al (2013) yang menyatakan terdapat hubungan antara anak gemuk dengan peningkatan jumlah lemak dan menyimpulkan hubungan kadar lemak tubuh mungkin lebih bermakna pada IMT lebih (gemuk / *obese*) dibandingkan yang rendah (kurus). Sesuai teori bahwa saat karbohidrat dikonsumsi secara berlebihan akan disimpan dalam bentuk lemak dan berat badan meningkat sebaliknya dengan kurang mengkonsumsi karbohidrat dalam arti kurang dari kebutuhan yang digunakan sebagai sumber energi untuk beraktivitas maka cadangan lemak akan dirubah menjadi keton dan mengakibatkan penurunan berat badan. Hubungan yang lemah antara IMT kurus dengan kadar lemak tubuh kemungkinan disebabkan adanya beberapa anak dengan IMT normal tetapi kadar lemak tubuhnya masuk kategori *underfat* serta jumlah subyek yang kurang.

Subyek penelitian sudah dihomogenisasi yaitu anak-anak dengan *lifestyle sedentary*. Proses pemilihan subyek dilakukan dengan tanya jawab bahkan diskusi dengan ibu atau bapak dari anak tersebut dan tidak jarang juga anak turut serta dalam menjelaskan aktivitas mulai dari pulang sekolah hingga malam menjelang tidur. Pada umumnya anak-anak memiliki aktivitas yang rendah namun beberapa orang tua tidak bisa memastikan aktivitas anak di sekolah dan peran anak dibutuhkan dalam proses diskusi. Kemungkinan hal tersebut dapat menyebabkan anak dengan IMT normal memiliki kadar lemak tubuh yang kurang (*underfat*) karena pengaruh aktivitasnya. Demikian juga pada beberapa anak dengan IMT gemuk memiliki kadar lemak tubuh yang normal.

Pada distribusi tekanan plantar ternyata juga memberikan hasil korelasi yang sangat bervariasi. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hasil penelitian antara lain kebiasaan berdiri dan faktor fisik karena pemeriksaan dilakukan pada siang hari setelah pulang sekolah yang mengakibatkan beberapa anak terlihat capek dan kemungkinan hal ini dapat mempengaruhi proses penelitian.

Pada penelitian ini beberapa anak dengan IMT kurus dan *obese* diukur kelengkungan kaki (*archus index* / AI)²⁴ dan indeks kaki untuk mengetahui apakah posisi kaki lebih pronasi atau supinasi sewaktu berjalan.

Anak dengan IMT *obese* ternyata memiliki lengkung kaki yang lebih rendah, dua diantaranya *flatfeet*. Khusus daerah *midfoot*, terdapat perbedaan antara anak dengan IMT kurus dengan IMT gemuk maupun *obese* dikarenakan posisi keseimbangan kaki anak tersebut. Semua anak kurus yang diukur kelengkungan kakinya memiliki lengkung kaki yang normal dengan posisi kaki yang lebih supinasi sedangkan pada anak *obese* memiliki lengkung kaki yang rendah dengan posisi kaki lebih pronasi sehingga pada anak dengan IMT kurus dengan lengkung kaki normal dan posisi kaki lebih supinasi mengakibatkan beban yang diterima kaki akan lebih didistribusi ke *forefoot* dan *hindfoot*.

Sesuai dengan penelitian sebelumnya yang meneliti terhadap anak dengan IMT normal, gemuk dan *obese*, secara statistik (tabel 7) hubungan IMT kurus, normal, gemuk dan *obese* terhadap distribusi tekanan plantar saat berjalan ternyata memberi nilai r yang bervariasi mulai dari yang lemah hingga sangat kuat walaupun pada beberapa bagian dari kaki ada yang nilai r -nya negatif yang berarti terdapat hubungan yang terbalik ataupun faktor-faktor seperti suasana saat penelitian, pola berjalan anak tersebut serta kecepatan ataupun percepatan anak berjalan yang berbeda-beda. Pada penelitian ini kecepatan atau percepatan tidak disetarakan tetapi lebih *self selected-pace* (ssp) karena penelitian ini menilai pola berjalan anak sehari-hari sesuai kebiasaan dari anak tersebut. Saat berjalan, kecepatan ataupun percepatan yang berbeda akan memberikan gaya yang berbeda dan pada akhirnya menghasilkan tekanan yang berbeda pada anak

dengan permukaan luas kaki yang sama sesuai dengan rumus $F=m \times a$ dan gaya akan mempengaruhi tekanan sesuai rumus $F= P/A$.

Pola berjalan anak dengan IMT yang berbeda ternyata mempengaruhi tekanan plantar sesuai dengan penelitian Blakemore (2013)²⁶ dan Khairy (2013).²⁷ Perbedaan tersebut disebabkan faktor “*energy expenditure*”, anak gemuk ataupun *obese* mempunyai kelebihan kalori yang disimpan dalam bentuk lemak dan proses ini membuat lingkaran paha juga bertambah besar menyebabkan saat berjalan pinggul akan terotasi kearah eksternal dan dengan penambahan lemak tersebut juga menyebabkan gaya inerti yaitu gaya yang harus dilawan untuk berjalan juga bertambah sehingga energi yang digunakan juga akan bertambah. Hal ini menyebabkan anak gemuk ataupun *obese* akan merubah pola berjalan mereka untuk mengatasi permasalahan. Perubahan berupa melangkah lebih lebar dengan tujuan menjaga keseimbangan karena *centre of gravity (cog)* anak gemuk ataupun *obese* bergeser kearah mediolateral dan mengaktifkan otot yang berbeda dibandingkan pada anak dengan IMT kurus. Berdasarkan penelitian Blakemore (2013),²⁶ anak gemuk ataupun *obese* otot gastrocnemius lebih berperan dibandingkan anak kurus. Efek dari otot ini menyebabkan kaki lebih plantarfleksi yang mengakibatkan posisi kaki akan menjadi lebih datar dibandingkan anak kurus sehingga saat awal kontak dengan permukaan distribusi tekanan akan lebih cepat disebar ke seluruh permukaan kaki. Berbeda dengan anak kurus karena pada saat kontak dengan permukaan posisi kaki mereka lebih dorsofleksi sehingga daerah tumit akan menerima beban yang berat. Hal ini disebabkan karena otot yang bekerja saat berjalan baik pada fase *swing* maupun *stance* didominasi oleh otot vastus lateralis dan tibialis anterior dan otot vastus lateralis berperan dalam ekstensi lutut berbeda dengan anak gemuk atau *obese* karena saat berjalan lutut lebih fleksi karena pengaruh otot *gastrocnemius*.

Strategi penggunaan energi juga berbeda bila dibandingkan antara anak kurus dengan anak gemuk ataupun *obese*. Diketahui bahwa penggunaan energi saat berjalan seperti “*inverted pendulum*” karena pada fase *swing* anak gemuk atau *obese* terjadi *recovery energy* berbeda dengan anak kurus karena dinilai bahwa energi kinetik yang digunakan saat berjalan tidak ada ataupun minimal sehingga seluruh proses berjalan tersebut adalah “aktif” beda dengan anak gemuk atau *obese* karena saat *swing* mereka bersifat pasif yaitu dengan menggunakan gaya dorong saat

toe off yang diperoleh dari *GFR* dan hal ini menyebabkan saat fase *swing* terjadi *recovery energy* pada anak gemuk ataupun *obese*.²⁶ Penelitian Khairy menyatakan bahwa pada anak dengan IMT gemuk ataupun *obese* akan berbeda kecepatan berjalannya dibandingkan dengan anak yang kurus dan waktu *stance* saat *double support* juga lebih lama pada anak gemuk ataupun *obese* dibandingkan yang kurus dan hal ini bertujuan untuk menjaga keseimbangan sehubungan posisi *cog* yang lebih kearah mediolateral.

Heel strike (tabel 6) pada anak kurus kaki kanan adalah 103,23+20,98 KPa dan kaki kiri adalah 112,25+ 14,99 KPa sedangkan pada anak gemuk kaki kanan adalah 95,16+23,50 , kaki kiri adalah 106,22 +44,69 dan anak yang *obese* kaki kanan 230,5+87,42 KPa serta kaki kiri adalah 130,75+29,97 KPa. Diketahui bahwa pada daerah calcaneus ada struktur yang disebut dengan *fat pad* yang memiliki berbagai fungsi salah satunya adalah *redam kejut* atau *shock absorbent*.

Beberapa faktor yang diduga dapat menyebabkan lebih tingginya tekanan plantar pada daerah tumit adalah ketebalan dari *fat pad* calcaneus dan posisi kaki yang lebih dorsofleksi sewaktu kontak pertama dengan permukaan. Penelitian Kogler GF (2001) pada seorang wanita dengan *lipodystrophic* (penyakit degeneratif pada jaringan adiposa)²⁹ memberikan kesan terjadi peningkatan *peak pressure* pada daerah *heel* dan metatarsal sehubungan dengan tidak adanya jaringan adiposa pada daerah tersebut.³⁰ Dari penelitian Blakemore²⁶ diketahui peran m.tibialis anterior menyebabkan anak kurus akan lebih dorsofleksi saat kontak pertama dengan permukaan yang mengakibatkan daerah tumit lebih terpapar dibandingkan dengan anak gemuk yang lebih plantarfleksi akibat lebih berperannya m.gastrocnemius yang menyebabkan perbedaan distribusi tekanan plantar di daerah tumit.

Sedangkan saat *stance* terutama daerah *midfoot*, anak gemuk maupun *obese* tekanan plantarnya jauh lebih tinggi daripada anak dengan IMT kurus (tabel 6) dan hal ini dapat disebabkan karena posisi lengkung kaki karena pada anak gemuk ataupun *obese* , kelengkungan kaki mereka rendah yang mengakibatkan lebih banyak bagian plantar yang menyentuh permukaan dibandingkan anak kurus. Hasil penelitian distribusi tekanan plantar menunjukkan sebagian besar data tidak signifikan ($p>0,05$) meskipun korelasinya ada (lemah hingga kuat). Hal ini menunjukkan bahwa IMT bukan faktor utama yang mempengaruhi distribusi tekanan plantar, ada faktor-faktor lain yang mempengaruhi

seperti kecepatan dan percepatan sewaktu berjalan, keseimbangan kaki dan faktor-faktor yang mempengaruhi sepanjang penelitian seperti situasi penelitian yang menyebabkan subyek kurang serius dan ini terlihat karena saat penelitian teman-teman subyek banyak yang mengomentari subyek sewaktu berjalan dan waktu penelitian yang dilakukan sepulang sekolah sehingga anak sudah terlihat letih, selain itu juga jumlah sampel yang sedikit .

Khusus daerah *midfoot*, baik saat berdiri maupun berjalan ternyata signifikan. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa pada daerah *midfoot*, IMT adalah faktor yang sangat berperan dalam mempengaruhi distribusi tekanan plantar karena luas area daerah *midfoot* yang menyentuh permukaan tergantung dari tinggi kelengkungan kaki/AI dan hal tersebut sesuai dengan penelitian Riddiford yang menyatakan luas area permukaan daerah *midfoot* merupakan faktor utama yang mempengaruhi

distribusi tekanan pada daerah tersebut dan AI dipengaruhi oleh IMT.

Kesimpulan

Terdapat hubungan antara IMT dengan lemak tubuh pada anak usia 8-10 tahun tetapi berdasarkan statistik tidak signifikan / bermakna. Terdapat hubungan antara IMT dengan distribusi tekanan plantar namun berdasarkan statistik tidak signifikan.

Ucapan Terima Kasih

-

Konflik Kepentingan

Tidak ada.

Tabel 1. Karakteristik Subyek Penelitian

No.	Kategori	n = 33	%	mean \pm SD	Minimal	Maksimal
1	Umur			8,88 \pm 0,82	8	10
	8 - < 9 tahun	13	39,40			
	9 - <10 tahun	11	33,33			
	10 - <11 tahun	9	27,27			
2	Jenis Kelamin					
	Laki-laki	17	51,515			
	8 - < 9 tahun	5	15,152			
	9 - <10 tahun	8	24,242			
	10 - <11 tahun	4	12,121			
	Perempuan	16	48,485			
	8 - < 9 tahun	8	24,242			
	9 - <10 tahun	3	9,091			
10 - <11 tahun	5	15,152				
3	Tingkatan kelas				2	4
	2	10	30,3			
	3	12	36,4			
	4	11	33,3			
4	Berat badan(kg)			29,97 \pm 11,45	19,1	77,1
	15 - <50	31	93,9	27,79 \pm 6,86		
	50 - <85	2	6,1	63,7 \pm 18,95		
5	Tinggi badan			128,5 \pm 7,75	117	152
	110 - <125	10	30,30	120,75 \pm 2,3		
	125 - <140	21	63,64	130,33 \pm 4,53		
	140 - <155	2	6,06	148 \pm 5,66		
6	IMT			17,77 \pm 4,56	11,78	33,37
	Kurus	4	12,121	12,65 \pm 0,72		
	Normal	16	48,485	15,57 \pm 1,35		
	Gemuk	9	27,273	20,27 \pm 2,01		
	Obese	4	12,121	26,18 \pm 5,29		

Tabel 2. Karakteristik Subyek Penelitian berdasarkan Kadar Lemak Tubuh

Kategori	n	%	Kadar Lemak Tubuh mean \pm SD	Minimal (%)	Maksimal (%)
IMT	33				
Kurus	4	12,121	6,85 \pm 3.7	5	12,4
Normal	16	48,485	15,21 \pm 3.44	12	22,7
Gemuk	9	27,273	25,7 \pm 6.55	20,7	41,2
Obese	4	12,121	34,93 \pm 9.51	23,22	45,9

Tabel 3. *Test of Normality* Shapiro Wilk

KS	Statistic	Df	Significant
IMT	0.148	32	0.071
Lemak	0.141	32	0.106

Tabel 4. Korelasi Spearman IMT-Lemak tubuh

IMT	r	p
Total	0.8819	0
Kurus	0.2582	0.7418
Normal	0.4068	0.1179
Gemuk	0.6333	0.0671
Obese	0.8	0.2

Tabel 5. Tabel Sebaran Frekuensi Karakteristik Subyek Berdasarkan IMT Kurus, Normal, Gemuk, *Obese* Terhadap Distribusi Tekanan Plantar Saat Berdiri

Kategori	n	%	Distribusi Tekanan Plantar				(Mean ± SD)	
			Forfoot		Midfoot		Hindfoot	
			Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri
IMT	33							
Kurus	4	12,12	29.5±12.23	31±4.32	15.75±4.65	19±4.55	74.5±22.71	74.25±17.27
Normal	16	48,48	49.31±28.12	51.63±27.48	23.125±7.93	23.88±6.97	91.44±36.04	90.06±44.24
Gemuk	9	27,27	49.56±25.12	46±27.94	44.78±22.96	38.89±18.62	77.44±25.55	97.44±26.59
Obese	4	12,12	94.5±33.31	77.25±38.03	39.75±9.61	58.75±47.8	79.5±31.46	82.5±49.05

Tabel 6. Tabel Sebaran Frekuensi Karakteristik Subyek Berdasarkan IMT Kurus, Normal, Gemuk, *Obese* Terhadap Distribusi Tekanan Plantar Saat Berjalan

Kategori	n	%	Distribusi Tekanan Plantar (Mean±SD)									
			Heel Strike		Forefoot		Midstance		Hindfoot		Toe Off	
			Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	Kiri
IMT	33											
Kurus	4	12,12	103.23 ±20.98	112.25 ±14.99	57.25 ±13.69	68.5 ±7.14	31.75 ±10.04	37.25 ±10.04	59.25 ±7.54	56.25 ±9.42	36.5 ±15.33	45 ±8.28
Normal	16	48,48	119.63 ±42.1	121.63 ±51.48	81.12 ±31.55	68.12 ±19.33	52.07 ±25.55	44.87 ±19.75	73.56 ±32.31	64.75 ±26.66	38.87 ±15.71	29.5 ±15.13
Gemuk	9	27,27	95.56 ±23.50	106.22 ±44.69	72.67 ±25.81	80 ±25.51	63.22 ±25.03	74 ±31.46	60.78 ±13.41	64.44 ±16.72	41.44 ±10.27	41.44 ±16.55
Obese	4	12,12	203.5 ±87.42	130.75 ±29.97	122.75 ±51.16	86 ±13.14	96.5 ±34.72	95.5 ±24.03	85.25 ±31.94	86.75 ±28.07	42.25 ±20.35	25 ±5.83

Tabel 7. Korelasi Non Parametrik Spearman Berdasarkan Kategori IMT Dengan Distribusi Tekanan Plantar Saat Berdiri dan Berjalan

Tekanan Plantar	KURUS		NORMAL		GEMUK		OBESE	
	r	p	r	p	r	p	r	P
Berdiri								
<i>Forefoot</i> kanan	-0.1054	0.8946	-0.5158	0.0408	-0.0333	0.9322	1	0
<i>Forefoot</i> kiri	-0.6	0.4	-0.2498	0.3508	0.2333	0.5457	0.8	0.2
<i>Midfoot</i> kanan	-0.8	0.2	0.2826	0.3074	0.5167	0.1544	0.4	0.6
<i>Midfoot</i> kiri	-0.8	0.2	0.204	0.3886	0.2667	0.4879	1	0
<i>Hindfoot</i> kanan	-1	--	0.3814	0.1449	0.2	0.6059	-0.2	0.8
<i>Hindfoot</i> kiri	-1	--	0.1619	0.5492	-0.2343	0.544	-0.2	0.8
Berjalan								
<i>Heel strike</i>								
<i>Hindfoot</i> kanan	0.4	0.6	-0.4772	0.0616	0.3598	0.3415	0	1
<i>Hindfoot</i> kiri	-0.8	0.2	-0.1487	0.5825	0.35	0.3558	-0.4	0.6
<i>Midsupport</i>								
<i>Forefoot</i> kanan	0,4	0.6	-0.1209	0.6	0.4	0.2861	0.4	0.6
<i>Forefoot</i> kiri	-0.2108	0.7892	-0.01333	0.9611	-0.0586	0.881	-0.6	0.4
<i>Midfoot</i> kanan	0.4	0.6	0.2095	0.4537	0.3167	0.4064	1	0
<i>Midfoot</i> kiri	0.2	0.8	0.263	0.3437	0.5	0.1705	0	1
<i>Hindfoot</i> kanan	0.2	0.8	0.0586	0.8294	0.1	0.798	0.4	0.6
<i>Hindfoot</i> kiri	-0.8	0.2	-0.1754	0.5159	0.6167	0.0769	0.9487	0.0513
<i>Toe off</i>								
<i>Forefoot</i> kanan	0.8	0.2	0.1814	0.5013	0.7899	0.0113	0.2	0.8
<i>Forefoot</i> kiri	0.8	0.2	-0.0111	0.9676	0.6303	0.0688	0.3162	0.6838

Daftar Pustaka

1. Weissel RC. Body mass index as an indicator of obesity. Asia pacific J Clin Nutr. 2002;11:S681 – S684.
2. Keputusan Menteri Kesehatan RI nomor 1995/MENKES/SK/XII/2010. Standar Antropometri Penilaian Status Gizi Anak. Kementerian Kesehatan RI Direktorat Jenderal Bina Gizi dan Kesehatan Ibu dan Anak. 2011
3. Laporan Nasional Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) 2010. Badan penelitian dan pengembangan kesehatan departemen kesehatan RI tahun 2010.
4. Riset Kesehatan Dasar 2013. Badan Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI Tahun 2013.
5. Nuryanto, Podojoyo, Yulianto. Studi prevalensi masalah gizi ganda anak sekolah dasar dan madrasah Ibtidaiyah di kota Lubuk Linggau. Jurnal Pembangunan Manusia. 2009:vol 9(3)
6. Mahan LK, Stump EA. Krause's food, nutrition and diet therapy. 11th Ed. Saunders. Philadelphia. 2004
7. Boeke CE, Oken E, Kleinman KP, Shiman SLR, Taveras EM, Gillman MW. Correlation among adiposity measures in school-aged children. BMC Pediatrics. 2013;99

8. Blakemore VJ, Fink PW, Lark SD, Shultz SP. Mass Affects Lower Extremity Muscle Activity Patterns In Children's Gait. *Gait&Posture*.2013;38:609-13
9. Xiang N, Cai S, yang S, Zhong Z, Zheng F, He J et al. Statistical analysis of gait maturation in children using nonparametric probability density function modeling. *Entropy*. 2013;15:753-66.
10. McCoy A, Dickens B. Understanding normal variations in childhood gait and posture. Royal children's hospital Melbourne. 1997
11. Hamill,J;Knutzen,KM. Biomechanical Basis of Human Movement. 2nd Ed. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia. 2003
12. Hills AP, Hennig EM, Mc Donald M, Bar-Or O. Plantar pressure differences between obese and non obese adults : a biomechanical analysis. *International Journey of Obesity*. 2001;25:1674-9
13. Harland DLR. Childhood foot structure and function: Is this influenced by obesity?. University of Wollongong. 2010
14. Dowling AM, Steele JR, Baur LA. What are the effects of obesity in children on plantar pressure distributions?. *International journal of obesity*. 2004;28:1514-9
15. Mickle KJ, Cliff DP, Munro BJ, Okely AD, Steele JR. Relationship between plantar pressure, physical activity and sedentariness preschool children. Research online university of Wollongong. 2011
16. Xiang N, Cai S, yang S, Zhong Z, Zheng F, He J et al. Statistical analysis of gait maturation in children using nonparametric probability density function modeling. *Entropy*. 2013;15:753-66.
17. Jafar N. Pertumbuhan Remaja. Program Studi Ilmu Gizi Universitas Hasanuddin. 2005
18. Guyton AC. Human Physiology and mechanism of Disease. 3rd ed. W.B. Saunders Company. Philadelphia. 1982
19. Riddiford-Harland DL, Steele JR, Baur LA, Okely AD, Morgan PJ, Jones RA. Physical Activity And Pressure Distribution Beneath The Feet: Is There A Relationship In Children ?. *International Journal of Obesity*.2010.
20. Purwanto H. Peranan kecepatan lari, kekuatan otot tungkai, panjang tungkai pada prestasi lompat jauh. *Jurnal olahraga prestasi*. 2006;2;160-70
21. Indriati E. Antropometri untuk kedokteran, keperawatan, gizi dan olahraga edisi pertama.PT Intan Sejati. Klaten. 2010
22. Mahan LK, Stump EA.Krause's food, nutrition and diet therapy. 11th Ed. Saunders. Philadelphia. 2004
23. Nelson EW, Behrman RE, Kliegman R, Arvin AM. Ilmu kesehatan anak. Vol 1. Jakarta. 2000
24. Menz HB, Fotoohabadi MR, Wee E, Spink WJ. Visual Categorisation Of The Arch Index: A Simplified Measure Of Posture In Older People. *Journal Of Foot And Ankle Research*. 2012;5:10
25. Hua YS, Kuan Z, Qing TG, Jin Y, Chang LZ. Effects Of Obesity On Dynamic Plantar Pressure Distribution In Chinese Prepubescent Children During Walking. *Gait And Posture*. 2013;37:37-42
26. Blakemore VJ, Fink PW, Lark SD, Shultz SP. Mass Affects Lower Extremity Muscle Activity Patterns In Children's Gait. *Gait&Posture*.2013;38:609-13
27. Khairy SA, Ibrahim SA, Ahmad GF, Salam HAA. Gait Parameters In Children With Different Weight Abnormalities.*Researcher*.2013;5(1):73-84
28. Miller JE,Duncan NA, Baroud G. Material Properties of The Human Calcaneal Fat Pad in Compression:Experiment and Theory. *J Biomech*. 2002 ; 35(12) : 1523-31

29. The Physician's Guide To Lipodystrophy Disorders. The National Organization For Rare Disorders. 2012
30. Kogler GF, Shorten MR. Plantar Pressure Distribution During Gait In A Subject Without Adipose tissue In The Heel And Ball Of The Foot. Proc.of the 5th symp. on Footwear Biomechanics. 2001