

LAPORAN TEKNIS 2018

506/AIR 4/OT 02 02/01/2019

Pengembangan Teknik Perunut Isotop Stabil Mengetahui Status Gizi Anak (Komposisi Tubuh Anak Usia 6 Bulan Sampai 2 Tahun Menggunakan D₂O

Ermin Katrin H., Susanto dan Hendig Winarno



**PUSAT APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI
BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
2019**

LAPORAN TEKNIS 2018

506/AIR 4/OT 02 02/01/2019

Pengembangan Teknik Perunut Isotop Stabil Mengetahui Status Gizi Anak (Komposisi Tubuh Anak Usia 6 Bulan Sampai 2 Tahun Menggunakan D₂O

Ermin Katrin H., Susanto dan Hendig Winarno

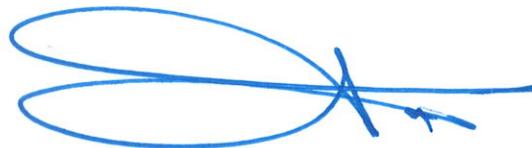
Mengetahui/Menyetujui

Kepala Bidang Proses Radiasi



Dr. Tita Puspitasari, M.Si
NIP. 19691023 199201 2 001

Kepala Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi



Totti Tjiptosumirat
NIP. 19630830 198803 1 002

ABSTRAK

Aplikasi teknik analisis nuklir untuk memberikan gambaran akurat mengenai komposisi tubuh anak baduta (usia di bawah 2 tahun). Output penelitian ini yaitu diketahui komposisi tubuh anak berupa total air tubuh, persen lemak tubuh, dan persen massa lemak tubuh sebagai acuan anak-anak sehat usia baduta. Hasil yang diperoleh diharapkan dapat digunakan sebagai acuan berbasis ilmiah oleh berbagai pihak terkait untuk mengambil langkah dan kebijakan yang tepat dan terarah dalam upaya untuk menurunkan kasus malnutrisi di Indonesia. Penelitian ini berlangsung selama 2 tahun (2018-2019) bertujuan untuk memahami dan mendapatkan data base komposisi tubuh anak balita usia 6-23,9 bulan di beberapa desa di desa Pasir Nangka, Kabupaten Tangerang dan korelasi status gizi dan asupan nutrisi anak terhadap komposisi tubuh. Penelitian ini akan melibatkan PAIR-BATAN bekerjasama dengan Puskesmas Pasir Nangka, Kabupaten Tangerang, Banten. Outcome yang diperoleh yaitu dimanfaatkannya teknik isotop dan analisis nuklir untuk mendukung penanganan malnutrisi. Oleh karena itu, pada tahun 2019 sesuai Renstra BATAN 2015-2019, akan dilakukan penelitian pemanfaatan teknik isotop stabil deuterium oksida (D_2O) untuk mengetahui komposisi tubuh anak (*total body water, fat free mass dan fat mass*). Pada anak balita terjadi perubahan komposisi tubuh, peningkatan bobot dan perubahan komposisi tubuh ini berkaitan dengan asupan gizi yang diperoleh anak. Pada penelitian ini juga akan diamati asupan nutrisi anak (teknik wawancara). Pengambilan saliva setiap subyek sebanyak 3 kali dalam 4 jam. Telah diperoleh 250 subyek di desa Pasir Nangka, kabupaten Tangerang yang berpartisipasi pada penelitian ini, D_2O telah diterima oleh subyek, telah diperoleh 750 tabung saliva subyek (disimpan dalam freezer $-20^{\circ}C$) dan Z-score sedang dihitung berdasarkan antropometri. Preparasi sampel dan analisis D_2O dalam saliva dengan FTIR sedang dalam proses analisis.

Kata Kunci : Isotop stabil, deuterium oksida, status gizi, komposisi tubuh, anak balita

PENDAHULUAN

Masalah gizi memiliki dampak yang luas, tidak saja terhadap kesakitan, kecacatan, dan kematian, tetapi juga terhadap pembentukan sumber daya manusia (SDM) yang berkualitas dengan produktifitas optimal. Kualitas anak ditentukan sejak terjadinya konsepsi hingga masa Balita. Gizi yang baik merupakan landasan

kesehatan, gizi mempengaruhi kekebalan tubuh, kerentanan terhadap penyakit, pertumbuhan dan perkembangan anak. Kecukupan gizi ibu selama hamil hingga anak berusia di bawah 5 tahun serta pola pengasuhan yang tepat akan memberikan kontribusi nyata dalam mencetak generasi unggul. Mengutip data Riskesdas 2013, prevalensi gizi kurang pada balita (BB/U<-2SD) memberikan gambaran yang fluktuatif dari 18,4 % (2007) menurun menjadi 17,9 % (2010) dan kini meningkat lagi menjadi 19,6 % (tahun 2013), terdiri dari 5,7 persen gizi buruk dan 13,9 % gizi kurang (1). Obesitas sentral merupakan kondisi sebagai faktor risiko yang berkaitan erat dengan beberapa penyakit kronis. Secara nasional, prevalensi obesitas sentral adalah 26,6 %, lebih tinggi dari prevalensi pada tahun 2007 (18,8%). Selanjutnya, masalah stunting atau pendek pada balita ditunjukkan dengan angka nasional 37,2 % (2013) dan menurun menjadi 30,8% pada tahun 2018 (2). Tingginya persentase gizi kurang pada anak usia 2-5 tahun ini karena pada usia ini anak sudah tidak mendapat Air susu ibu (ASI) dari ibunya, sehingga pemenuhan zat gizi mutlak harus didapat dari asupan makanan harian dan mikronutrien. Data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2013 menunjukkan prevalensi gizi buruk dan gizi kurang meningkat dari tahun 2007 ke tahun 2013. Prevalensi sangat pendek turun 0,8 persen dari tahun 2007, tetapi prevalensi pendek naik 1,2 persen dari tahun 2007. Prevalensi sangat kurus turun 0,9 persen tahun 2007. Prevalensi kurus turun 0,6 persen dari tahun 2007. Prevalensi gemuk turun 2,1 persen dari tahun 2010 dan turun 0,3 persen dari tahun 2007. Indonesia menghadapi dua masalah pada status gizi anak balita, yaitu kurang gizi dan obesitas yang makin meningkat pada anak. Komposisi tubuh pada anak berhubungan erat dengan status gizi anak tersebut.

Stunting merupakan salah satu indikator status gizi kronis yang menggambarkan terhambatnya pertumbuhan karena malnutrisi jangka panjang. Sampai saat ini stunting masih menjadi masalah gizi masyarakat baik di tingkat nasional dan internasional. Menurut WHO (2009) di dunia ini sedikitnya terdapat 165 juta anak di bawah lima tahun yang menderita stunting (3). Di Indonesia, berdasarkan hasil Riset Kesehatan Dasar 2013 prevalensi stunting di tingkat nasional mencapai 37,2% dan angka itu lebih tinggi dibandingkan stunting negara-negara di Asia Tenggara seperti Myanmar (35%), Vietnam (23%) dan Thailand (16%) (4).

Gemuk dan obes telah disebut sebagai ancaman epidemik global dan menjadi masalah utama pada negara maju dan negara berkembang. WHO melaporkan pada

tahun 2008 sebanyak 1,5 milyar orang dewasa mengalami kegemukan dan kurang lebih 500 juta diantaranya mengalami obesitas menurut Rauner, 2013 (5). Prevalensi overweight dan obesitas semakin meningkat tidak hanya pada orang dewasa tetapi juga pada anak-anak dan remaja menurut Monyeki, 2012 (6). Indonesia sebagai salah satu negara berkembang, jumlah remajanya (usia 16-18 tahun) yang mengalami kegemukan (IMT/U) berdasarkan laporan Riskesdas 2013 (1) yaitu sebesar 7,3%. Pengukuran komposisi tubuh seperti persentase lemak tubuh (BF%) dan massa tanpa lemak (FFM) telah diterima secara global diantara indikator status kesehatan (7). Ramachandran 2009 (8) telah melaporkan bahwa persentase lemak tubuh pada penduduk Asia lebih tinggi jika dibandingkan dengan penduduk berkulit putih (barat). Hal ini bahkan terjadi pada anak-anak dengan berat badan rendah berdasarkan indikator IMT/U. Obesitas erat kaitannya dengan perubahan komposisi tubuh. Komposisi tubuh merupakan jumlah massa lemak dan jaringan bebas lemak yang terdiri atas otot, tulang, protein dan cairan tubuh menurut WHO, 2005 (9). Menurut yang dikutip oleh Bila bahwa secara normal, komposisi tubuh digunakan sebagai indikator nutrisi penting, memungkinkan pembagian komponen dalam tubuh, khususnya massa tubuh tanpa lemak atau mass mass protein (massa otot, tulang, dan air) dan massa lemak tubuh (FM) (7). Fokus utama dari pengukuran komposisi tubuh adalah persentase lemak tubuh. Selain massa lemak, terjadi juga perubahan pada massa otot, cairan tubuh dan massa tulang pada penderita obesitas. Lemak pada dasarnya merupakan jaringan bebas air, maka makin sedikit lemak akan mengakibatkan makin tingginya persentase air dalam berat badan seseorang, sebaliknya jaringan otot mengandung lebih banyak air menurut Liu A, 2011 (10).

Pertumbuhan anak merupakan hal yang penting untuk selalu diamati. Saat ini Indonesia belum memiliki parameter standar baku pertumbuhan anak. Indonesia menggunakan standar kurva dari CDC (The National Center of Chronic Disease Prevention and Health Promotion) dan NCHS/WHO (*National Center for Health Statistic/World Health Organization*) sebagai parameter pertumbuhan anak. IAEA telah mengembangkan teknik isotop stabil untuk mendukung studi nutrisi di negara-negara Asia Pasifik (11). Aplikasi teknik isotop stabil pada penentuan status nutrisi berkembang sangat cepat untuk menentukan komposisi tubuh manusia, total energi ekpenditur, asupan gizi, osteoporosis, vitamin dan bioavailabilitas mineral, analisis makanan fortifikasi di negara-negara berkembang.

Pada penelitian tahun 2018-2019 dilakukan penelitian menggunakan isotop stabil deuterium oksida untuk mengetahui korelasi nilai status gizi dengan menggunakan indeks massa tubuh (IMT), pengukuran komposisi tubuh seperti persentase massa lemak tubuh (FM %) dan massa tanpa lemak (FFM %), dan total air tubuh (Total body water) pada anak usia 6 bulan sampai 2 tahun (50-80 subyek). Tujuan penelitian ini yaitu untuk melihat sejauh mana korelasi status gizi dan asupan nutrisi anak terhadap komposisi tubuh anak usia 6 bulan - 2 tahun menggunakan teknik analisis perunut isotop stabil D_2O , sehingga teknik ini dapat dikuasai dengan baik.

Penelitian ini sangat menunjang tercapainya sasaran kinerja PAIR BATAN yang diharapkan dapat menghasilkan sumber daya manusia yang terampil untuk mengaplikasikan teknik isotop stabil di bidang kesehatan, khususnya nutrisi dan menghasilkan data riset teknik perunut isotop stabil untuk mengetahui status gizi anak. Informasi data yang diperoleh akan disampaikan kepada pemerintah dalam hal ini Direktorat Gizi-Kementerian Kesehatan, sehingga dapat menetapkan kebijakan atau meluncurkan program yang tepat berkaitan dengan penanganan kurang gizi pada anak. Hasil yang diperoleh diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai acuan berbasis ilmiah oleh berbagai pihak terkait (perguruan tinggi, Kementerian Kesehatan) untuk mengambil langkah dan kebijakan yang tepat dan terarah dalam upaya untuk menurunkan kasus malnutrisi di Indonesia.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan peralatan. Protokol penelitian diajukan kepada Komisi Etik Kemenkes-RI, berkas-berkas untuk wawancara tentang nutrisi anak recall-24jam, sosial ekonomi keluarga responden, biodata anak, riwayat pertumnuhan dan perkembangan anak, riwayat perolehan ASI eksklusif anak. Bahan sampling saliva : cotton bud dengan stik bambu, siringe 10 mL, sarung tangan, masker, bahan-kontak untuk subyek, alat-alat tulis untuk wawancara dan pencatatan data anak, dan kotak sampah biohazard. Peralatan : alat timbang badan ibu dan anak, alat pengukur tinggi ibu dan panjang badan anak, neraca, FTIR untuk analisis D_2O dalam saliva, bak plastik, cryotube, label, parafilm, gel pendingin, cool box, tabung sentriguge kecil, pipet tip, mikropipet, cotton bud kecil, dan tissue.

Tempat dan Waktu. Penelitian dilakukan di desa Pasir Nangka, Kabupaten Tangerang, Banten. Pengumpulan data akan dilakukan pada bulan Oktober – April 2019.

Subyek Penelitian. Subyek penelitian yaitu 264 anak yang berusia 6 – 23,9 bulan yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi berikut ini:

Kriteria inklusi subyek :

- Anak perempuan dan anak laki-laki
- Usia 6 – 23,9 bulan
- Sehat (status gizi dengan Z skor $-2 \geq SD \leq 2$)
- Telah mendapatkan ASI eksklusif dari lahir sampai usia 6 bulan dan masih mendapatkan ASI sampai usia 23,9 bulan
- Bersedia berpartisipasi dalam penelitian ini dengan menandatangani lembar persetujuan

Kriteria eksklusi subyek :

- Oedema akibat malnutrisi akut, sindrom nepritik
- Minum obat selama koleksi data
- Mempunyai penyakit kronis (TBC, dll)
- Menderita penyakit akut (7 hari sebelum pengumpulan data)

Cara Pengumpulan Data (berlangsung 2 tahun 2018-2019) :

a. Skrining

Seluruh anak usia 6 – 23,9 bulan dilakukan pengukuran berat badan dan tinggi badan menggunakan timbangan digital dan alat ukur tinggi badan dengan ketelitian 0,1 kg dan 0,1 cm. Selanjutnya siswi yang termasuk dalam kategori status gizi baik akan dilanjutkan pemeriksaan kesehatan oleh dokter.

Jika dinyatakan sehat dan memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi yang disyaratkan, maka akan dimasukkan sebagai calon responden.

b. Data Demografi

Data demografi yang meliputi anak dan tingkat pendidikan ibu/ayah diperoleh dengan cara wawancara dengan menggunakan kuesioner terstruktur.

c. Data status gizi

Data status gizi diperoleh dari hasil pengukuran antropometri. Pengukuran antropometri yang dilakukan meliputi berat badan (BB) dan tinggi badan (TB). Pengukuran dilakukan sebanyak dua kali dan data yang diambil adalah rata-rata dari kedua hasil pengukuran tersebut. Hasil pengukuran BB dan TB dan umur digunakan untuk menentukan status gizi berdasarkan nilai Z skor. Hasil pengukuran antropometri dicatat pada Formulir.

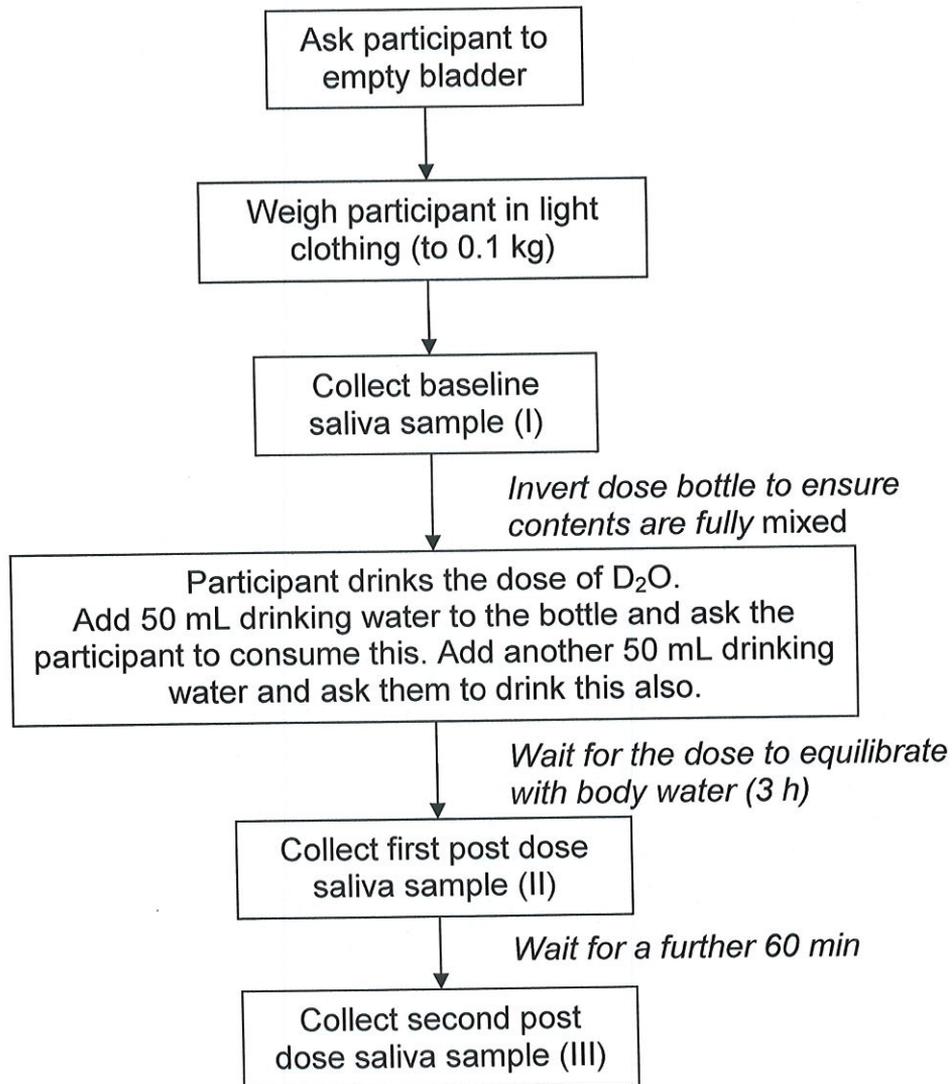
METODE. Tahap-tahap kegiatan dalam penelitian ini, sebagai berikut dan mengikuti flowchart (Gambar 1) :

1. Penyusunan protokol penelitian disesuaikan dengan protokol dari IAEA yang mendukung kegiatan penelitian ini bersama beberapa negara Asia.
2. Pengajuan protokol ke Komisi Etik agar diperoleh Persetujuan Etik.
3. Pengajuan ijin penelitian dari Kesbangpol dan Dinas Kesehatan terkait sesuai lokasi penelitian yang dipilih.
4. Rapat Koordinasi dengan dokter gizi, para peneliti Puslitbangkes, staf gizi Dinas Kesehatan, staf gizi dari Puskesmas Pasir Nangka.
5. Sosialisasi penelitian ini dilakukan kepada para staf gizi di Dinas Kesehatan, dokter di Puskesmas, dan para orang tua/wali setelah mendapatkan Persetujuan Etik dari Komisi Etik. Responden yang bersedia ikut dalam penelitian ini mengisi lembar persetujuan. Berat badan dan tinggi badan anak ditimbang. Wawancara nutrisi anak recall-24 jam.
6. Persiapan larutan D₂O dan peralatan sampling saliva.
7. *Pengambilan contoh*
 - Saliva anak diambil sebelum dan setelah pemberian isotop stabil deuterium oksida (D₂O).
 - Sampel yang diambil adalah saliva anak-anak (usia 6 bulan - 2 tahun). Sampling saliva dilakukan 3 kali (masing-masing 2 mL), yaitu 3 dan 3,5 jam setelah pemberian isotop stabil D₂O.

8. *Kriteria subyek*

Subjek pada penelitian ini yaitu 264 anak umur 6 bulan sampai 23,9 bulan dengan status gizi normal (nilai Z score antara -2 SD sampai dengan 2 SD), tidak sedang menderita penyakit kronis ataupun gangguan metabolisme yang dibuktikan dengan diagnosa dokter. Teknik pengambilan sampel dengan cluster random sampling.

9. Pengambilan saliva subyek dilakukan sebelum dan sesudah diberi isotop stabil D_2O . Saliva ditaruh dalam *cryotube* disimpan dalam *cool box*, lalu dibawa ke laboratorium disimpan dalam freezer $-20^{\circ}C$.
10. Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah *cross sectional* yaitu variabel bebas dan variabel terikat dalam satu titik waktu. Status Gizi diukur dengan menggunakan metode antropometri dengan menggunakan indeks BB/U. Asupan gizi dihitung dengan menggunakan metode *food recall* 24 jam. Sampel saliva dianalisis dengan FTIR Agilent. Kadar Deuterium oksida yang diperoleh akan diproses dengan *excell sheet dari IAEA* untuk mendapatkan data komposisi tubuh responden. Nutrisi yang diasup subyek akan dihitung dengan soft ware *Nutri Clean*.



Gambar 2. Flow Chart for Assessment of Body Composition by deuterium dilution analysis of deuterium enrichment in saliva by FTIR

HASIL SEMENTARA

Persetujuan Etik penelitian ini telah diperoleh, dan berlaku 27 September 2018 sampai 27 September 2019. Penelitian ini juga didukung oleh IAEA dalam proyek TC regional saat ini (RAS 6/092) wilayah Pulau Asia dan Pasifik (16 negara) dengan CIRA-BATAN dan PKM Pasir Nangka, Kabupaten Tangerang yang berfokus pada penilaian komposisi tubuh pada bayi 6 bulan hingga anak kecil 2 tahun sebanyak 264 anak sehat. Proyek ini akan memberikan informasi berharga tentang hubungan antara praktik pemberian makanan pelengkap dan komposisi tubuh anak-anak usia ini di desa Pasir Nangka. Hasil penelusuran dan skrining dari 400 anak-anak yang mendapatkan

ASI eksklusif selama 3-6 bulan dan sehat di beberapa posyandu, desa Pasir Nangka dan desa Matagara, Kabupaten Tangerang diperoleh anak 250 anak sehat usia 6-23,9 bulan (Tabel 1). Deuterium oksida telah diberikan kepada 250 anak, dan telah diperoleh sampel saliva (disimpan dalam freezer -20°C). Pada tahun 2019 penelitian ini masih berlangsung dan dilanjutkan seleksi untuk mendapatkan 14 anak sehat. Setelah nanti diperoleh sampel saliva dari 264 anak, maka semua sampel akan dianalisis dengan FTIR.

Tabel 1. Subyek dibagi dalam 6 grup berdasarkan usia anak (6 – 23,9 bulan)

Grup		Laki-laki	Perempuan
6-8,9	A	22	21
9-11,9	B	16	24
12-14,9	C	21	19
15-17,9	D	18	22
18-20,9	E	25	24
21-23,9	F	21	17

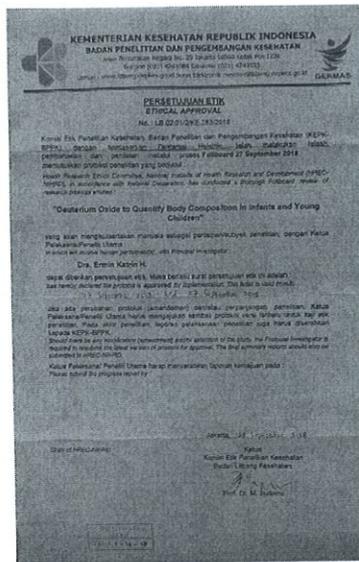
Jumlah subyek yang diperoleh = 250 anak (123 anak laki-laki dan 127 anak perempuan). Volume saliva yang diperoleh dari 0,3 mL – 1,8 mL, ada beberapa anak yang sulit mengeluarkan saliva sehingga diperoleh sedikit saliva pada 3 kali pengambilan sampel sekitar 0,3 mL. Berat deuterium oksida yang diberikan kepada anak-anak berkisar antara 0,9 – 1,6 gram. Berat badan lahir anak berkisar antara 2,5 – 4,2 kg, tinggi badan anak berkisar antara 46-52 cm. Berat badan dan tinggi badan anak saat pemberian D_2O adalah 7,2 – 12,6 kg dan 64 – 87 cm. Hasil antropometri (berat, tinggi, lingkaran kepala, lingkaran lengan atas, tebal kulit punggung, dan tebal kulit lengan atas) sedang diinput ke lembar excel dan diolah. Setiap anak memberikan saliva sebanyak 3 tabung, masing-masing volumenya 1 mL (total 750 tabung saliva) dan disimpan dalam freezer -20°C , menunggu preparasi dan analisis D_2O selanjutnya dengan alat FTIR. Pengolahan data sosial ekonomi, pertumbuhan dan perkembangan anak, nutrisi yang diasup anak sedang dalam proses. Hasil komposisi tubuh anak yang akan diperoleh dapat digunakan sebagai basis data komposisi tubuh anak di desa Pasir Nangka.

Hasil penelitian 2017 (analisis Fe dilakukan pada tahun 2018) pada 15 siswi SMA yang mengalami anemia dan mendapatkan tablet tambah darah dan makan siang yang cukup lauk, sayuran mengandung zat besi dan jus mengandung vitamin C selama

sebulan, menunjukkan kenaikan yang sangat baik. Pada hari ke-30 nilai Hb membaik mencapai > 12 g/dL, kecuali 1 siswi mencapai 11,8 g/dL. Para siswi ini mengalami anemia, karena tidak suka makan sayur yang mengandung zat hijau daun dan pada umumnya merekam akan dengan porsi yang sedikit. Nilai IMT (indeks masa tubuh) para siswi berkisar antara 15,9 – 29,3, 12 siswi dengan IMT kategori normal, 2 siswi kategori kurang dan 1 siswi kategori gemuk. Penyerapan zat besi berasal dari tablet dan makanan pada tubuh siswi berdasarkan nilai Hb sangat baik diserap oleh pencernaan siswi.

Pada tahun 2018 ini juga dilakukan uji banding sampel vitamin A (dari IAEA) berkaitan dengan proyek TC-INS 6019 dari IAEA untuk dilakukan di Laboratorium PT Angler BioChemLab. Hasil uji banding menunjukkan hasil analisis di bawah nilai yang ditentukan (sampel IAEA ini rusak akibat terlalu lama bandara karena proses pengeluaran sampel uji banding terlalu lama), sehingga pada tahun 2019 sampel yang dibuat di Lab PAIR untuk dianalisis di PT Angler BioChemLab sesuai saran IAEA. Bila hasil analisis ini terbukti cukup baik, maka sampel serum anak-anak yang telah diberi isotop stabil retinil asetat dapat dilanjutkan untuk dianalisis dengan LC/MS/MS di PT Angler BioChemLab. Kadar isotop stabil $^{13}\text{C}_{10}$ -retinyl asetat ditunda dan akan dilaksanakan pada tahun 2019 menunggu biaya dari IAEA. IAEA juga sedang mengupayakan agar TC-INS 6/019 diperpanjang dan diupayakan dana analisis isotop stabil vitamin A dalam serum tidak dibekukan. Tanggal 19-21 Maret 2019 Dr. Cornelia U. Loechl datang di PAIR, telah berdiskusi dengan para peneliti mengenai upaya analisis di Universitas Wageningen, Belanda. Material Transfer Agreement sedang dipelajari oleh pihak Universitas Wageningen.

Foto Kegiatan Penelitian Komposisi Tubuh Anak



Persetujuan Etik 2018-2019



Sosialisasi penelitian dan seleksi subyek



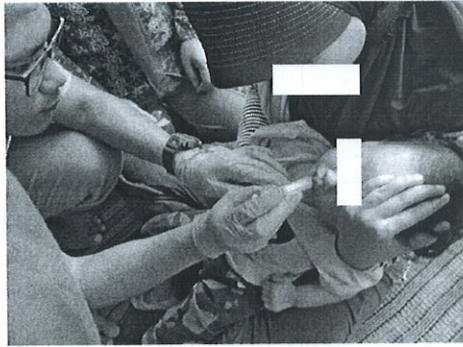
Responden menghadiri dan mendengar Sosialisasi penelitian



Pengambilan sampel sebagai baseline



Penimbangan deuterium oksida (D₂O)



Pemberian isotop stabil deuterium oksida (D_2O)



Pengambilan saliva setelah pemberian D_2O

KESIMPULAN SEMENTARA

Hasil skrining dari 400 anak diperoleh anak sehat usia 6-23,9 bulan sebanyak 250 anak yang sesuai dengan kriteria yang dibutuhkan. Berat badan 7,2 – 12,6 kg dan tinggi badan 64 – 87 cm. Hasil antropometri (lengkar lengan, lingkaran kepala, tebal kulit lengan dan tebal kulit punggung) sedang diinput dan diolah. Sampel saliva dari setiap anak diperoleh 3 tabung, masing-masing volumenya 1 mL (total 750 tabung saliva) dan disimpan dalam freezer $-20^{\circ}C$. Bulan April 2019 akan dilanjutkan perekrutan 14 subyek lagi. Setelah komplet 264 subyek, maka preparasi dan analisis D_2O dalam saliva akan dilakukan dengan alat FTIR. Analisis isotop stabil $^{13}C_{10}$ -retinyl aasetat (sampel TC-INS 6/019 ditunda dan akan dilaksanakan pada tahun 2019 menunggu biaya dari IAEA dan tanggapan Universitas Wageningen, Belanda.

UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis mengucapkan terimakasih kepada pemerintah Republik Indonesia yang telah mendukung dana penelitian ini, anak-anak dan para ibu yang berpartisipasi pada penelitian ini, dokter, para staf gizi dan para kader Puskesmas Pasir Nangka yang telah banyak membantu perekrutan subyek dan pengumpulan data di lapangan sehingga dapat berlangsung dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. RISKESDAS 2013, Kementerian Kesehatan-RI, 214-215.
2. RISKESDAS 2018, Kementerian Kesehatan-RI.
3. WHO, 2009. WHO Child growth standards and the identification of severe acute malnutrition in infants and children.
4. Rauner A, et.al. The relationship between physical activity, physical fitness and overweight in adolescent: a systematic review of studies published in or after 2000. BMC Pediatrics 2013, 13:19.
5. MCA-Indonesia 2014, www.mca-indonesia.go.id/assets/.....
6. Monyeki, et.al. The relationship between body composition and physical fitness in 14 year old adolescents residing within the Tlokwe local municipality, South Africa: The PAHL study. BMC Public Health 2012, 12:374.
7. Bila, WC *et al*, Deuterium oxide dilution and body composition in overweight and obese schoolchildren aged 6-9 years, Jurnal Pediatria, 2016, **92(1)**:46-52.
8. Ramachandran A, Snehalatha, C. Rising Burden of Obesity in Asia. Journal of Obesity. Volume 2010, Article ID 868573, 8 pages doi:10.1155/2010/868573.
9. WHO. Nutrition in adolescence: issues and challenges for the health sector: issues in adolescent health and development. Geneva: (WHO Discussion Papers on Adolescence).2005.
10. Liu A. Body Composition and Its Relationship To Metabolic Risk Factors in Asian Children. Queensland: Queenslan University of Technology. 2011.
11. IAEA, Body Composition Assessment from Birth to Two Years of Age, IAEA Human Health Series No. 22.