



PENENTUAN KELILING BUMI DAN JARI-JARI BUMI MELALUI KEGIATAN EKSTRAKURIKULER PADA LOMBA *ERATOSTHENES EXPERIMENT PHOTO CONTEST*

Meta Indah Agnestia¹, Judhistira Aria Utama², Indra Juwita Soplanit³

^{1,3}SMAN 2 Padalarang, Kabupaten Bandung Barat, Indonesia

²Laboratorium Bumi dan Antariksa, Departemen Pendidikan Fisika, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

*Alamat Korespondensi: meta.chemieta@gmail.com

ABSTRAK

Ekstrakurikuler merupakan wadah bagi peserta didik untuk menunjukkan minat dan bakatnya, serta mengembangkan potensinya. Di SMAN 2 Padalarang terdapat ekstrakurikuler KKR (Karya Kreasi Remaja). Penamaan tersebut bertujuan agar dapat merangkul semua peserta didik dari jurusan MIPA maupun IPS sehingga mampu untuk terus berkarya dan menghasilkan kreasi yang inovatif dan kreatif. Pada tahun 2018, ekstrakurikuler KKR ikut serta pada lomba *Eratosthenes Experiment Photo Contest*. Lomba ini dilakukan secara daring dan perlu diteliti keliling bumi (*circumference*) dan Jari-jari bumi (R) melalui pengukuran bayang-bayang benda pada suatu daerah saat titik balik matahari. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen dengan bantuan aplikasi *google earth* dan *NOAA Solar Calculator*. Pada penelitian ini diperoleh hasil pengukuran keliling bumi yaitu 37611,94 Km dan jari-jari bumi yaitu 5986,126 Km dengan galat 6,041% terhadap jari-jari bumi sebenarnya. Walaupun SMA Negeri 2 Padalarang belum memperoleh hasil sebagai pemenang 1, 2, atau 3, namun pengalaman selama mengikuti kegiatan ini sangat bermanfaat dalam pengembangan keterampilan sains dan pengalaman berkompetisi bagi peserta didik SMA Negeri 2 Padalarang dengan peserta didik sekolah lain dari seluruh dunia.

© 2021 Departemen Pendidikan Fisika FPMIPA UPI

Kata Kunci: Ekstrakurikuler, Keliling Bumi, Jari-jari Bumi, Eratosthenes

PENDAHULUAN

Ekstrakurikuler merupakan wadah bagi peserta didik untuk menunjukkan minat dan bakatnya, serta mengembangkan potensinya. Siswa yang memiliki minat dan bakat di bidang musik tentu akan mengikuti ekstrakurikuler di bidang seni misalnya paduan suara, angklung, teater dll. Selain itu masih banyak ekstrakurikuler yang mampu mengembangkan minat dan bakat siswa dalam bidang lainnya antara lain: bidang olahraga, keagamaan, sains, sosial, teknologi, alam/lingkungan dan lain-lain. Salah satu ekstrakurikuler yang dikenal dalam bidang sains yaitu KIR (Kelompok Ilmiah Remaja). Kegiatan siswa dalam ekstrakurikuler ini umumnya berhubungan dengan praktikum, uji coba konsep/teori pembelajaran, pengamatan dan bahkan ikut serta dalam kompetisi ilmiah. Seperti halnya sekolah-sekolah lain, di SMAN 2 Padalarang pun terdapat ekstrakurikuler KIR, namun

dengan nama yang berbeda yaitu KKR (Karya Kreasi Remaja). Penamaan tersebut bertujuan agar dapat merangkul semua peserta didik dari jurusan MIPA maupun IPS. Selain itu kemampuan berpikir ilmiah dapat dikembangkan untuk semua peserta didik tidak hanya dari IPA/Sains. Anggota-anggota KKR juga diharapkan mampu untuk terus berkarya dan menghasilkan kreasi yang inovatif dan kreatif.

Beberapa kegiatan yang rutin dilakukan pada ekstrakurikuler KKR yaitu praktikum, pembuatan mading, serta observasi/pengamatan dengan melakukan kunjungan misalnya ke Puspa IPTEK, Museum, Wisata Alam dan tempat lainnya. Selain itu beberapa anggota KKR juga ikut serta dalam beberapa kompetisi ilmiah misalnya WRC (Water Rocket Competition) Regional Jawa Barat dan Lomba Karya Tulis Ilmiah. Dengan

demikian kegiatan ekstrakurikuler juga bertujuan untuk memperdalam dan memperluas pengetahuan peserta didik, mengenal hubungan antar berbagai mata pelajaran, menyalurkan bakat dan minat, serta melengkapi upaya pembinaan manusia seutuhnya (Tri Nurdianto, 2017). Pada tahun 2018, ekstrakurikuler KKR ikut serta pada lomba *Eratosthenes Experiment Photo Contest*.

Eratosthenes (276 – 195 SM) menunjuk pada nama seorang filosof besar asal Yunani, untuk usaha pertama manusia memahami ukuran benda langit. Dengan kecerdasannya, Eratosthenes dapat memanfaatkan rutinitas tahunan Matahari melintas di khatulistiwa langit (perluasan khatulistiwa Bumi) untuk menentukan keliling Bumi. Eratosthenes mengetahui bahwa pada tengah hari tanggal 21 Juni Matahari tepat berada di atas kota Syene, sebuah kota di sebelah selatan Mesir yang sekarang bernama Aswan, di dekat dam raksasa Sungai Nil. Dengan dapat diamatinya bayang-bayang Matahari dari sebuah sumur yang terdapat di kota tersebut (ini adalah salah satu cara mengamati Matahari dengan aman), menandakan bahwa Matahari tepat berada di atas kepala di kota itu. Bila Matahari berada tepat di atas kepala pengamat (zenit), berarti semua benda tegak di kota tersebut pada saat tengah hari akan “kehilangan” bayang-bayangnya. Pada saat tersebut bayang-bayang benda tepat berada di bawah bendanya (Judhistira Aria U., 2012).

Eratosthenes sendiri tinggal di Aleksandria, yang terletak di sebelah utara kota Syene. Di Aleksandria, pada saat tengah hari tersebut Matahari tidak tepat berada di zenit, sehingga semua benda tegak di Aleksandria masih menghasilkan bayang-bayang meskipun pendek. Dari Aleksandria Eratosthenes dapat mengamati jarak sudut Matahari dari arah zenit (disebut sebagai jarak zenit) saat tengah hari tersebut, dan mendapati besarnya 1/50 kali sudut lingkaran atau sebesar 7,2 derajat. Dengan mengetahui jarak antara Syene –

Aleksandria sebesar 840 km, bukan perhitungan yang sulit untuk memperoleh besarnya keliling Bumi. Dengan menganggap sinar Matahari tiba di Bumi secara sejajar, jarak zenit yang diperoleh Eratosthenes tidak lain menyatakan jarak sudut kedua kota tersebut diukur dari pusat Bumi yang dianggap berbentuk bulat sempurna. Dengan menggunakan perbandingan antara bukaan sudut yang diketahui (yaitu jarak sudut Syene – Aleksandria) dengan panjang busur lingkaran (yaitu jarak pisah kedua kota), Eratosthenes berhasil memperoleh keliling Bumi sebesar **42.000 km** (= 360 derajat x 840 km / 7,2 derajat). Menakjubkannya, perhitungan yang dilakukan pada lebih dari 2000 tahun yang lalu ini hanya mempunyai kesalahan kurang dari 10% dari hasil yang diperoleh perhitungan modern! (Judistira Aria U., 2012).

Setelah Eratosthenes berlalu sekian lamanya, teknik pengukuran jari-jari bumi berkembang sangat pesat. Pada masa ini sudah banyak cara sederhana lain yang sudah ada untuk menentukan jari-jari Bumi. *Google Earth* adalah cara yang bisa dirasakan dengan mudah mengukur jari jari bumi oleh berbagai praktisi. Namun penggunaan *Google Earth* tidaklah dirasakan secara nyata, karena *Google Earth* adalah hasil dari foto satelit yang di buat dalam bentuk tiga dimensi (Much Aziz & Atikah dalam Nur Islami, Jurnal Pendidikan). Namun demikian, ada beberapa cara nyata yang dapat digunakan untuk mengukur jari jari bumi. Gangadharan (dalam Nur Islami, Jurnal Pendidikan) melakukan pengukuran jari jari bumi dengan cara melihat ke lautan dari atas pegunungan. Sementara itu Goodman (dalam Nur Islami, Jurnal Pendidikan) menentukan besarnya jari jari bumi dengan mendayung sampan diatas danau. French (dalam Nur Islami, Jurnal Pendidikan) mengukur jari jari bumi dengan cara melihat horizon yang terbentang panjang. Mungkin masih ada

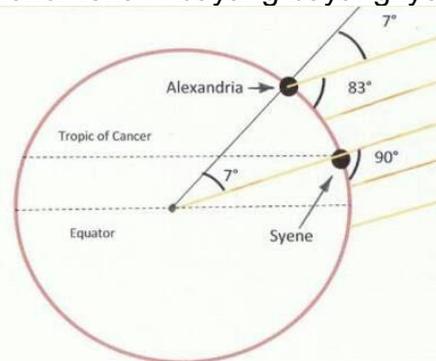
lagi beberapa cara yang digunakan dalam menentukan jari-jari bumi. Semua metode yang telah digunakan ini adalah menggunakan kenyataan bahwa Bumi memerlukan satu hari sidereal untuk menyelesaikan satu rotasi penuh, sementara sinar matahari digunakan sebagai referensi (Philip Kristanto dalam Nur Islami, Jurnal Pendidikan).

Pada lomba *Eratosthenes Experiment Photo Contest* perlu diteliti keliling bumi (*circumference*) dan Jari-jari bumi (R) melalui pengukuran bayang-bayang benda pada suatu daerah saat titik balik matahari. Oleh karena itu dibentuklah Tim Eratosthenes SMAWA yang berasal dari ekstrakurikuler KKR sebagai anggota utama dan beberapa anggota ekstrakurikuler lainnya termasuk pengurus OSIS sebagai anggota pendukung. Peneliti membimbing Tim Eratosthenes untuk membaca dan memahami terlebih dahulu mengenai lomba *Eratosthenes Experiment Photo Contest*. Peneliti pun memberikan bimbingan dalam penggunaan aplikasi dan jaringan *online* serta penguatan konsep matematika dan fisika yang akan digunakan dalam proses pengambilan dan analisis data. Pemenang 1, 2, 3 dari lomba ini selanjutnya akan mengikuti *summer camp* di Athena, Yunani. Dengan demikian penelitian ini bertujuan untuk memberikan pengalaman belajar yang berbeda dan menyenangkan dengan mengaitkan konsep-konsep dalam mata pelajaran fisika dan matematika. Selanjutnya konsep tersebut digunakan untuk menjelaskan fenomena

alam yang terjadi. Hal ini selaras dengan pemaparan Tri Nurdianto (2017) yaitu beberapa jenis kegiatan ekstrakurikuler baik secara perorangan maupun kelompok diharapkan dapat meraih prestasi yang optimal, baik di lingkungan sekolah maupun di luar sekolah.

METODE

Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen berdasarkan prosedur eksperimen yang dipaparkan dalam petunjuk lomba *Eratosthenes Experiment Photo Contest*. Lomba ini dilakukan secara daring dalam lingkup global (internasional). Tim Eratosthenes merupakan tim kecil yang terdiri dari beberapa orang guru dan melibatkan beberapa orang peserta didik dalam melakukan pengukuran dan pengambilan gambar (foto). Terdapat empat (4) orang peserta didik sebagai anggota utama dan 33 orang peserta didik lainnya sebagai anggota pendukung. Tim Eratosthenes harus masuk (*login*) terlebih dahulu pada laman ***eratosthenes.ea.gr***. Selanjutnya dengan menggunakan aplikasi *google earth* dan *NOAA Solar Calculator*, waktu titik balik matahari ditentukan sesuai dengan posisi SMAN 2 Padalarang. Pada waktu tersebut empat (4) peserta didik sebagai anggota utama diminta untuk mempersiapkan benda setinggi satu (1) m yang dipasang tegak pada area tertentu (lapangan) dan mengukur panjang bayang-bayangnya.

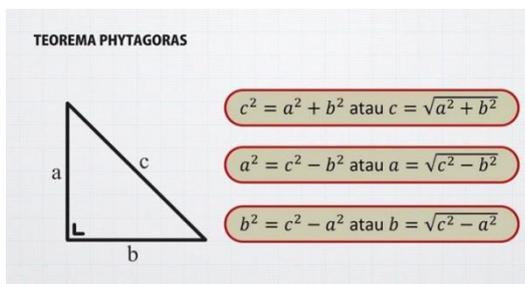


Gambar 1. Skema Pengukuran Keliling Bumi Berdasarkan Bayang-bayang Benda Pada Titik Balik Matahari

SMAN 2 Padalarang juga merupakan sekolah Adiwiyata yang memperoleh penghargaan Adiwiyata Tingkat Kabupaten (2018) dan Tingkat Provinsi Jawa Barat (2019). Oleh karena itu pembelajaran harus terintegrasi dengan karakter peduli lingkungan atau berhubungan dengan permasalahan lingkungan. Dalam rangka mendukung program Adiwiyata sebagai program sekolah, maka Tim Eratosthenes berencana membuat benda

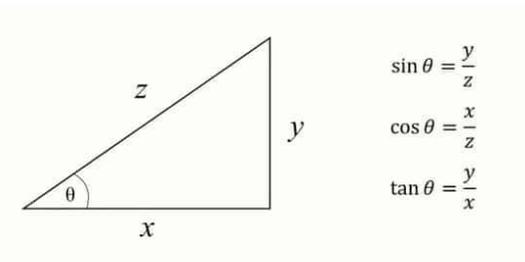
setinggi satu (1) meter dari botol-botol plastik bekas sebagai prinsip *Reuse*. Pada proses pengukuran bayang-bayang benda tersebut diambil foto terbaik yang selanjutnya diunggah.

Setelah data-data hasil pengukuran bayangan berhasil direkam, selanjutnya data tersebut diolah dengan operasi perhitungan matematika sederhana, antara lain:



Gambar 2. Teorema Phytagoras (Sumber: bobo.grid.id)

a. Trigonometri



Gambar 3. Rumus Trigonometri (Sumber: rumusrumus.com)

b. Lingkaran

$$\frac{\text{Besar } \angle AOB}{360^\circ} = \frac{\text{Luas juring } AOB}{\text{Luas lingkaran}} = \frac{\text{Panjang busur AB}}{\text{Keliling lingkaran}}$$

$$\frac{\text{Besar } \angle AOB}{360^\circ} = \frac{\text{Luas juring } AOB}{\pi r^2} = \frac{\text{Panjang busur AB}}{2\pi r}$$

Keliling Lingkaran = $2\pi r$

Gambar 4. Penentuan Keliling Lingkaran dengan Perbandingan Panjang Busur (Sumber: Berpendidikan.com)

HASIL DAN PEMBAHASAN

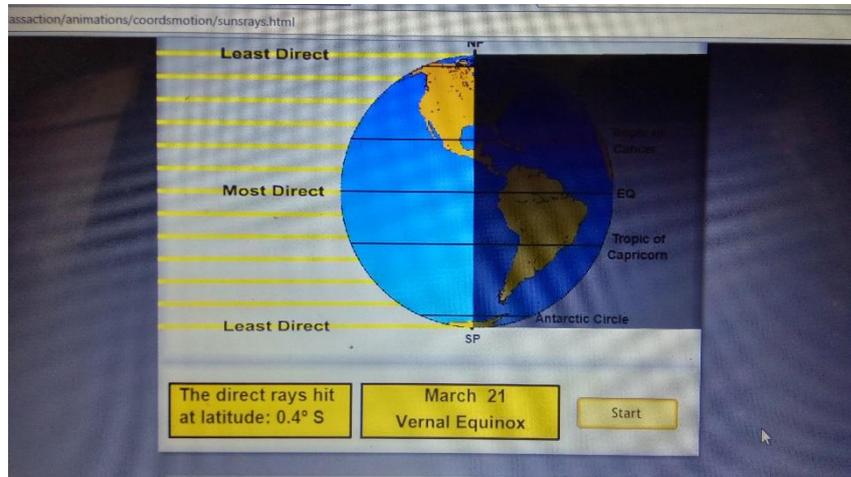
Langkah awal penelitian ini yaitu menentukan waktu titik balik matahari di SMAN 2 Padalarang dengan menggunakan aplikasi *google earth* dan *NOAA Solar Calculator*. Titik balik matahari sesuai dengan posisi SMAN 2 Padalarang terjadi pada tanggal 21 Maret 2018 pada jam 11:57:21 WIB.

Penelitian ini sudah dipersiapkan mulai hari Jumat (16 Maret 2018) dan Senin s.d. Rabu (19 s.d. 21 Maret 2018). Dalam penelitian ini Tim Eratosthenes bersama dengan peneliti menggunakan alat dan bahan antara lain:

- a. Pipa paralon
- b. ATK (pensil, pulpen, spidol, pensil warna, kertas A3, kertas warna dll)

- c. Cat
- d. Crayon warna
- e. *Glitter*
- f. Spanduk
- g. Bendera merah putih

- h. Botol-botol bekas air mineral
- Adapun benda setinggi 1 meter yang akan diukur bayangannya pada waktu titik balik matahari dapat dilihat pada gambar berikut ini.



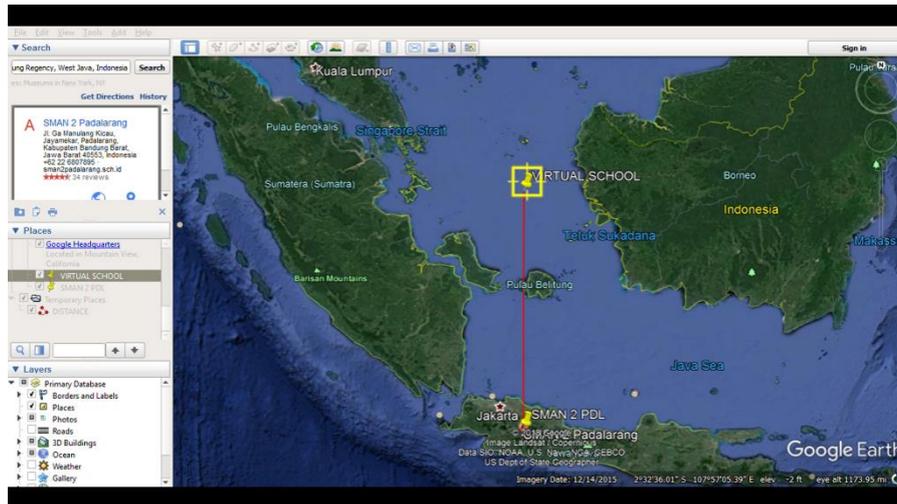
Gambar 5. Penggunaan NOAA Solar Calculator



Gambar 6. Tongkat SMAWA

Hasil pengukuran Eratosthenes Experiment Photo Contest 2018 yaitu:

- a. Benda (pipa paralon dan tongkat SMAWA) setinggi 1 meter = 100 cm
 - b. Panjang bayangan 12 cm
- Jarak SMAN 2 Padalarang dengan *Virtual School* menggunakan aplikasi *Google Earth* yaitu = 714 Km

Gambar 7. Pengukuran Jarak SMAN 2 Padalarang dengan *Virtual School*

c. Perhitungan Keliling Bumi

$$L^2 = H^2 + s^2$$

$$L^2 = 100^2 + 12^2$$

$$L^2 = 10000 + 144$$

$$L^2 = 10144$$

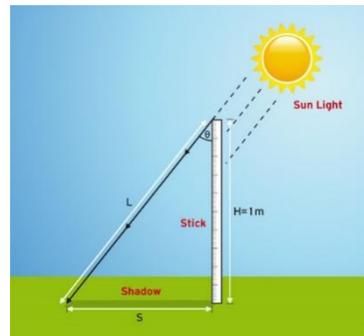
$$L = \sqrt{10144}$$

$$L = 100,717 \text{ cm}$$

$$\sin \theta = \frac{12}{100,717}$$

$$\sin \theta = 0,119$$

$$\theta = 6,834^\circ$$



$$\frac{\alpha^\circ}{360^\circ} = \frac{\text{Jarak dengan Virtual School}}{\text{Keliling Bumi}}$$

$$\frac{6,834^\circ}{360^\circ} = \frac{714 \text{ Km}}{\text{Keliling Bumi}}$$

Keliling Bumi = 37611,94 Km

d. Perhitungan Jari-jari Bumi

$$\text{Keliling} = 2\pi R$$

$$37611,94 = 2\pi R$$

$$\mathbf{R = 5986,126 \text{ Km}}$$

e. Perhitungan Galat dengan R Sebenarnya

$$\text{R sebenarnya} = 6371 \text{ Km}$$

$$\text{Galat} = \frac{6371 - 5986,126}{6371} \times 100\%$$

$$\mathbf{\text{Galat} = 6,041\%}$$

f. Foto kegiatan

Data hasil pengukuran tersebut kemudian diisikan pada laman eratosthenes.ea.gr.

ERATOSTHENES EXPERIMENT

ERATOSTHENES EXPERIMENT GALLERY LESSON PLANS CONTESTS LINKS SUBMIT YOUR DATA

SUMBIT YOUR DATA

Match-up School

VIRTUAL SCHOOL, Latitude: 0°24'0.00"S, Longitude: 107°28'33.07"E

please write EQUATOR in "Match up school" field if you haven't found any matching school

Length of meter stick

100 cm

The proposed length for the stick to be used is 100 centimeters (or 1 meter)

Length of stick's shade

12 cm

Gambar 8. Pengisian Data Hasil Pengukuran Bagian 1

ERATOSTHENES EXPERIMENT

ERATOSTHENES EXPERIMENT GALLERY LESSON PLANS CONTESTS LINKS SUBMIT YOUR DATA

714000

in meters

Case A. Circumference of Earth (only your school)

in kilometers

Case B. Circumference of Earth (two matching schools)

38998,8596

in kilometers

Please describe your Eratosthenes experiment experience in 20 (max) words

This is our first experience to join Eratosthenes Experiment event. It is gives us newly knowledge in science.

Please give us comments and suggestions

This event is enjoyable yet worthy and should be held annually with other schools especially which are in developing countries.

Gambar 9. Pengisian Data Hasil Pengukuran Bagian 2

Kegiatan ini juga didokumentasikan dalam bentuk video yang bisa disaksikan pada *channel youtube*

<https://www.youtube.com/watch?v=AD8QiRrbCDw>



Gambar 10. Video Kegiatan



Gambar 11. Foto yang Dikirimkan untuk Lomba

Setelah hasil pengukuran diisikan pada laman *eratosthenes.ea.gr*. pihak panitia kemudian mengumumkan pemenang 1,2, dan 3 kegiatan Eratosthenes Experiment Photo Contest Tahun 2018 yaitu:

- a. Ms. Isabel Cristina Gutiérrez from Cepa Calvia Primary school (in collaboration with Ms. Iris Morey), in the city of Magaluf in Spain.
- b. Ms. Zeynep Karul from the Makbule Hasan Uçar Anatolian High School, in the city of Kuşadası in Turkey.
- c. Ms. Serhat Çeven from Cumhuriyet Secondary School, in the city of Istanbul in Turkey.

PENUTUP

Pada penelitian ini diperoleh hasil pengukuran keliling bumi yaitu 37611,94 Km dan jari-jari bumi yaitu 5986,126 Km dengan galat 6,041% terhadap jari-jari bumi sebenarnya. Penelitian melalui kegiatan ekstrakurikuler ini sangat bermanfaat dalam pengembangan keterampilan sains dan teknologi peserta didik. Melalui kegiatan ini, peserta didik melakukan percobaan, mengumpulkan data dan mengkomunikasikan hasil yang diperoleh. Selain itu lomba yang diikuti berskala internasional sehingga memberikan pengalaman kompetisi bagi peserta didik SMA Negeri 2 Padalarang dengan peserta didik sekolah lain dari seluruh dunia. Walaupun SMA Negeri 2 Padalarang belum

memperoleh hasil yang terbaik, yaitu sebagai pemenang 1, 2, atau 3, namun pengalaman selama mengikuti kegiatan ini sangat bermanfaat. Semoga penelitian ini dapat menjadi salah satu referensi bagi guru-guru Sains Indonesia untuk mengembangkan minat, bakat, potensi, keterampilan sains dan teknologi peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Islami, N. Pengamatan Cahaya Matahari Untuk Menentukan Jari-Jari Bumi: Subuah Eksperimen Pada Matakuliah Fisika Kebumihan Lanjut. *Jurnal Pendidikan*, 10(1), 54-61.
- Nurdianto, T. (2017). *Studi Tentang Pembinaan Akhlak Pada Peserta Didik Melalui Kegiatan Ekstrakurikuler Di Sekolah Menengah Pertama Smp 17 1 Pagelaran* (Doctoral dissertation, UIN Raden Intan Lampung).
- Utama, J. A. (2012). Menyenangi Matematika dan Sains melalui Astronomi. In *Seminar Nasional—Cakrawala untuk Negeri* (pp. 1-7).