

**PEMBINAAN PEMANFAATAN LIMBAH BOTOL PLASTIK
UNTUK MEDIA PEMBELAJARAN IPA INTERAKTIF**

Dadang Kurnia¹⁾, Rini Alfatiyah²⁾, Karya Subarman³⁾, M. Mualif⁴⁾, Tedi Dahniar⁵⁾

Dosen Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang

E-mail: dosen00188@unpam.ac.id, dosen00347@unpam.ac.id, dosen02204@unpam.ac.id,
dosen01255@unpam.ac.id, dosen00924@unpam.ac.id

Abstract

Untung Jawa Village, DKI Jakarta is one of the tourist destinations of both local and international tourists in the Administrative District of the Thousand Islands District. As a tourist attraction, Untung Jawa Island cannot be separated from the problem of garbage or waste, one of which is the waste is in the form of a plastic bottle for drinks. The Industrial Engineering Study Program, Pamulang University, in its Community Service activities, carries out the activities of utilizing plastic bottles to become science learning media or interactive science in the form of water rocket props. The water rocket props not only enhance the understanding of scientific phenomena related to Newton's Law but can also open up opportunities for students to take part in regional, national and international water rocket competitions. Untung Jawa Village Community, Untung Jawa residents of DKI Jakarta who participated in the program of developing plastic bottle waste utilization as many as 45 participants and gave positive responses to interactive science learning media as many as 30 participants (66%), interested in regional competitions 26 participants (58%), interested international competition 15 participants (33%), and interested in applying the science learning media + competition 9 participants (20%)

Keywords: plastic bottle waste, science learning media, water rocket

Abstrak

Kelurahan Pulau Untung Jawa, DKI Jakarta merupakan salah satu destinasi tujuan wisata baik wisatawan lokal maupun mancanegara yang berada di wilayah Administratif Kecamatan Kepulauan Seribu. Sebagai tempat wisata, Pulau Untung Jawa tidak lepas dari permasalahan sampah atau limbah, salah satu adalah limbahnya adalah dalam bentuk botol plastik tempat minuman. Program Studi Teknik Industri, Universitas Pamulang dalam kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat-nya melaksanakan kegiatan pembinaan pemanfaat limbah botol plastik menjadi media pembelajaran IPA atau sains interaktif berupa alat peraga roket air. Alat peraga roket air tidak hanya meningkatkan pemahaman fenomena sains yang berkaitan dengan Hukum Newton tapi juga dapat membuka peluang peserta didik untuk mengikuti kompetisi roket air baik tingkat regional, nasional maupun internasional. Masyarakat Kelurahan Untung Jawa, warga Untung Jawa DKI Jakarta yang mengikuti program pembinaan pemanfaatan limbah botol plastik sebanyak 45 peserta dan memberikan respon positif untuk media pembelajaran IPA interaktif sebanyak 30 peserta (66%), tertarik untuk kompetisi regional 26 peserta (58%), tertarik kompetisi internasional 15 peserta (33%), dan tertarik untuk menerapkan media pembelajaran IPA+kompetisi 9 peserta (20%)

Kata kunci : limbah botol plastik, media pembelajaran IPA, roket air

A. PENDAHULUAN

Air pada hakikatnya merupakan kebutuhan utama manusia karena tubuh manusia terdiri dari air, kebutuhan air setiap bertambah umur manusia akan berbeda, oleh karena itu kapan pun dan dimana pun manusia harus selalu meminum air karena merupakan zat gizi penting bagi kesehatan tubuh karena berperan sebagai pelarut, katalisator, pelumas, pengatur suhu tubuh serta penyedia mineral dan elektrolit. Air minum tidak selalu ada dimana-mana, untuk dapat diminum memerlukan proses yang cukup panjang. Oleh karena itu, jika seseorang lupa membawa minum saat bepergian, maka otomatis harus membeli minum untuk memenuhi kebutuhan air dalam tubuh dan semua minuman yang beredar menggunakan botol yang terbuat dari plastik. Hal ini dilakukan karena plastik merupakan bahan yang murah dan mudah dibentuk, tetapi plastik juga merupakan bahan an-organik sehingga sangat lama terurai bahkan bisa memakan waktu 500 hingga 1.000 tahun lamanya.

Jenis plastik yang biasa digunakan untuk material pembuatan botol air minum ialah PET (*Polyethylene Therephthalate*) Namun, tak bisa dipungkiri bahwa plastik merupakan salah satu penyumbang pencemaran lingkungan terbesar yang pernah ada. Ditambah lagi sifat plastik yang tidak ramah lingkungan dan membutuhkan sampai ratusan tahun agar bisa terurai (*non-biodegradable*). Akibatnya, plastik yang belum terurai akan merusak ekosistem yang ada disekitar kita. Bukan hanya manusia, namun hewan dan tumbuhan pun akan terkena dampaknya. Dalam Kajian SWI (*Indonesia Sustainable Waste*), dari 100% limbah plastik, 69% nya masuk ke tempat pembuangan akhir, 7% didaur ulang dan 24% sisanya mencemari lingkungan. Plastik PET akan didaur ulang kembali oleh industri plastik, dijadikan biji-biji plastik yang kemudian dipakai sebagai bahan baku pembuatan plastik kemasan lagi (Kemeristekdikti, 2019)

Pulau Untung Jawa merupakan bagian dari kepulauan administratif Kepulauan Seribu yang dihuni kurang lebih 2.264 jiwa pada tahun 2017 dengan luas wilayah 1.03 km² dan merupakan salah satu destinasi wisata baik wisatawan domestik maupun mancanegara. Sebagai destinasi wisata, Pulau Untung Jawa tidak akan lepas dari persoalan limbah botol plastik minuman yang dikonsumsi oleh para wisatawan. Untuk itu, Program Studi Teknik Industri, Universitas Pamulang dalam kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat memberikan pembinaan mengenai pemanfaatan limbah botol plastik dijadikan sebagai media pembelajaran IPA interaktif.

Jenis limbah botol plastik yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran IPA interaktif adalah botol plastik PET minuman bersoda ukuran 1.75 liter. Media pembelajaran IPA interaktif adalah alat yang membantu memperjelas konsep IPA dan pemahaman konsep IPA yang dipelajari siswa. Untuk memperjelas konsep yang dipelajari siswa, maka pemilihan media pembelajaran yang tepat sesuai materi dan kebutuhan siswa harus dilakukan guru sebelum pembelajaran dilakukan. Oleh karena itu tujuan pembelajaran harus menjadi ukuran untuk menentukan media apa yang paling cocok digunakan dalam proses pembelajaran di kelas. Media pembelajaran IPA interaktif yang dibuat dari botol plastik PET adalah dalam bentuk Roket Air untuk meningkatkan pemahaman siswa dalam bidang antariksa dan memperkenalkan sains dengan cara yang menyenangkan khususnya SMP dan SMU/SMK.

Roket Air merupakan sebuah media pembelajaran IPA yang menggunakan air sebagai pendorongnya. Roket air dibuat dengan menggunakan bahan botol plastik PET yang diisi dengan air dan tekanan dalam jumlah tertentu. Perhitungan dalam roket air mempunyai beberapa variabel seperti berat roket, jarak luncur ke area target, volume air

dan tekanan yang diberikan. Variabel-variabel ini yang menentukan roket air dapat masuk tepat dalam target yang sudah ditentukan. Roket Air ini setiap tahun dikompetisikan baik ditingkat regional maupun nasional yang dilakukan oleh PP-IPTEK (Pusat Peragaan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi), salah satu institusi dilingkungan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang mengemban misi pembudayaan Iptek. Sedangkan kompetisi tingkat internasional dilakukan oleh APRSAF (*Asia Pacific Regional Space Agency Forum*) (Munawaroh, 2019)

Salah satu syarat untuk mengikuti kompetisi roket air baik tingkat regional, nasional maupun internasional adalah anak usia 12 - 16 (siswa SMP dan SMA). Untuk menjaring peserta kompetisi dari Pulau Untung Jawa khusus dan Kepulauan Seribu umumnya, jumlah siswa cukup potensial karena berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu Tahun 2019, terdapat 7 SMP dengan jumlah 1024 siswa, 1 SMU dengan jumlah 466 siswa, 1 SMK dengan 368 siswa dan 3 MTs dengan 296 siswa.

Tujuan yang ingin dicapai dalam kegiatan ini adalah mengedukasi tingkat awal masyarakat di Pulau Untung Jawa bahwa dari limbah botol plastik ini bisa dimanfaatkan sebagai media pembelajaran IPA dan berpeluang bagi siswa SMP maupun SMU untuk mengikuti kompetisi roket air dari tingkat regional sampai tingkat internasional.

B. METODE PELAKSANAAN

Metode pelaksanaan program PKM ini meliputi dua hal yaitu sebagai berikut:

1. Metode Penyuluhan

Metode penyuluhan merupakan salah satu metode yang akan dikembangkan dalam program PKM. Metode penyuluhan ini dilakukan terhadap warga kelurahan untung jawa dengan memberikan materi mengenai pemanfaatan sampah.

2. Metode Diskusi

Metode diskusi ini dilakukan dengan warga kelurahan untung jawa dengan topik

pembahasan pemanfaatan sampah.

3. Metode Simulasi

Metode simulasi ini dilakukan dengan warga kelurahan untung jawa dengan memperagakan bagaimana cara melakukan pemanfaatan sampah (Susanto, 2019)

Program mengedukasi masyarakat Pulau Untung Jawa untuk pembinaan pemanfaatan limbah botol plastik untuk media pembelajaran IPA interaktif dalam bentuk alat peraga Roket Air dilaksanakan selama 2 hari mulai dari tanggal 14 - 15 September 2019 dengan tahapan-tahapan; 1) persiapan tempat, alat dan bahan; 2) pemaparan dasar teori pembuatan Roket Air dari limbah botol plastik; 3) demonstrasi pembuatan Roket Air dan 4) uji lapangan/uji luncur Roket Air yang sudah dibuat.

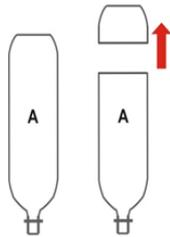
Tempat yang digunakan untuk pelaksanaan program edukasi pembuatan Roket Air ini di Ruang Publik Terbuka Ramah Anak. Adapun alat-alat yang digunakan terdiri dari gunting, cutter, penggaris baja dan alas potong, sedangkan bahan-bahan digunakan 2 botol PET minuman soda 1.75 liter, infraboard, double tape, isolasi, plastisin (lilin mainan) dan spidol. Alat dan bahan yang digunakan untuk uji lapangan terdiri alat peluncur (*launcher*), pompa tangan, *nozzle* dan ember.

Selanjutnya pemaparan dasar teori yang mendukung Roket Air ini merupakan pengulangan (*review*) dari penjelasan Hukum Newton III yang berbunyi "setiap gaya aksi akan menghasilkan gaya reaksi yang besarnya sama tapi arahnya berlawanan" yang telah disampaikan di ruang kelas oleh pendidik kepada siswanya baik ditingkat SMP maupun SMU, cara kerja roket, bagian-bagian dari Roket Air dan bagaimana Roket Air bisa meluncur ke udara.

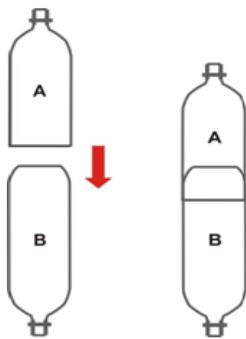
Tahapan selanjutnya adalah demonstrasi pembuatan Roket Air yang dimulai dari membuat nose (gambar 1), mengisi pemberat pada nose, memasang nose pada nozzle (gambar 2), menyambung badan roket (gambar 3), membuat sirip atau *fin* (gambar 4), memasang sirip pada badan roket (gambar 5), memasang nozzle pada badan roket (gambar 6), postur lengkap roket air (gambar

7) dan fungsi dari masing-masing komponen roket (gambar 8) (Kemeristekdikti, 2017)

Setelah Roket Air selesai dibuat, tahapan selanjutnya adalah uji lapangan atau uji luncur dengan menggunakan peluncur (launcher) untuk memeriksa kinerja roket, apakah sudah sempurna atau ada beberapa perbaikan yang harus dilakukan pada roket. Uji lapangan ini dapat dilaksanakan bisa situasi dan kondisi memungkinkan, terutama kondisi yang berkaitan dengan keamanan dan kondisi cuaca ditempat peluncuran.



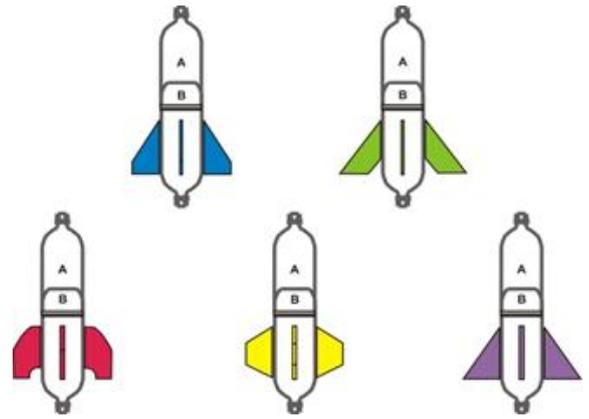
Gambar 1 : Pembuatan Nose (A)



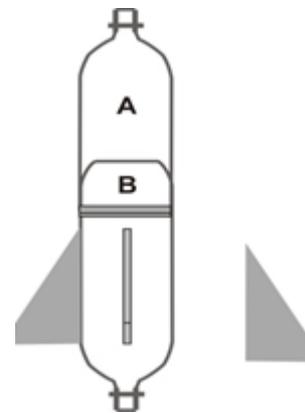
Gambar 2 : Pasang Nose (A) pada Vessel (B)



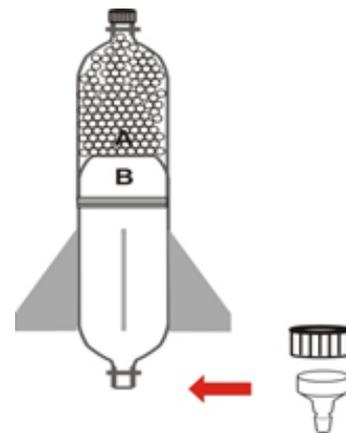
Gambar 3 : Penyambungan Badan Roket



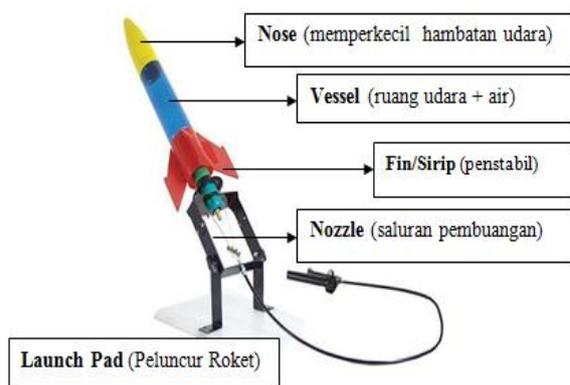
Gambar 4 : Model-Model Sirip Roket



Gambar 5 : Pemasangan Sirip pada Badan Roket



Gambar 6 : Pemasangan Nozzle



(Sumber : <https://www.fabrian.web.id/2011/01/membuat-roket-air-sederhana.html>)

Gambar 7 : Konfigurasi Lengkap Roket Air

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Program Pembinaan Pemanfaatan Limbah Botol Plastik untuk Media Pembelajaran IPA Interaktif dalam bentuk pembuatan Roket Air bertujuan untuk mengedukasi masyarakat bahwa dari limbah masih bisa dimanfaatkan untuk alat peraga pendidikan. Adapun hasil yang diperoleh dari pelaksanaan program ini sebagai berikut :

1. Roket Air sebagai Media Pembelajaran IPA Interaktif

Pemaparan teori mengenai Hukum Newton III dikaitkan dengan definisi roket disajikan dalam rangka menyegarkan kembali (review) pendidik khususnya, dimana definisi roket menurut Wikipedia merupakan wahana luar angkasa, peluru kendali, atau kendaraan terbang yang mendapatkan dorongan melalui reaksi roket terhadap keluarnya secara cepat bahan fluida dari keluaran mesin roket. Aksi dari keluaran dalam ruang bakar dan *nozzle* pengembang, mampu membuat gas mengalir dengan kecepatan hipersonik sehingga menimbulkan dorongan reaktif yang besar untuk roket (sebanding dengan reaksi balasan sesuai dengan Hukum Pergerakan Newton ke-3). Seringkali definisi roket digunakan untuk merujuk kepada mesin roket. Kemudian dilanjutkan dengan paparan sistem kerja roket air yang sebenarnya cukup sederhana, botol PET minuman soda yang diisi air (370 ml), kemudian ditekan dengan udara

menggunakan pompa sepeda atau kompresor hingga mencapai tekanan (maksimal 80 Psi) . Ketika lubang nozzle dibuka, maka akibat tekanan udara di dalam botol, air akan menyembur keluar melalui lubang nozzle. Semburan ini yang mengakibatkan adanya gaya dorong dari botol tersebut sehingga bisa terangkat ke atas. Beberapa faktor tentunya akan mempengaruhi kekuatan dorongan tersebut, seperti volume air, tekanan udara, diameter lubang nozzle, berat botol, dll. Untuk mengoptimalkan gaya dorongnya, ada perhitungan sederhana yang bisa digunakan untuk mendapatkan dimensi optimal. Dengan prinsip yang sederhana ini, tentunya semua orang bisa membuatnya, karena hanya dibutuhkan peralatan yang mudah kita dapatkan di sekitar kita.



(Sumber : Pengolahan sendiri)

Gambar 8 : Tim Narasumber

Selesai paparan teori, dilanjutkan dengan demo pembuatan 1 unit roket air untuk memberikan gambaran kepada peserta pembinaan dimana roket air itu ternyata mudah untuk dibuat karena menggunakan alat-alat yang sederhana (gunting, cutter, penggaris baja) dan murah karena terbuat dari bahan utamanya botol plastik minuman bersoda ukuran 1.75 liter dan bahan-bahan lainnya berupa isolasi (sealtape), imfraboard, double tape, lilin mainan (plastisin) dan nozzle. Waktu pembuatan 1 buah roket air memerlukan waktu kurang lebih 45 menit. Dalam pembuatan roket air, faktor estetika juga perlu diperhatikan, misalnya dalam pembuatan *fin* atau sayap dapat menggunakan

beberapa pola dengan catatan harus diperhatikan bahwa rancangan fin ini akan mempengaruhi *drag* (hambatan udara) dari roket.



(Sumber : Pengolahan sendiri)

Gambar 9 : Demonstrasi pembuatan roket air

Setelah mengikuti paparan dan demonstrasi pembuatan roket air, wawasan peserta pembinaan khususnya pendidik meningkat, ternyata dengan bahan-bahan yang sudah berbentuk limbah dapat digunakan untuk alat peraga interaktif sebagai media pembelajaran IPA atau sains khususnya ilmu fisika. Dengan alat bantu alat peraga interaktif roket air ini, peserta didik diharapkan akan lebih mudah untuk memahami Hukum Newton III yang menjelaskan teori aksi dan reaksi, dan belajar lebih menyenangkan (*fun*) karena dilakukan di ruang terbuka dengan menyajikan inovasi rancangan-rancangan roket air yang dibuat oleh peserta didik.



(Sumber : Pengolahan sendiri)

Gambar 2 : Roket Air Konstruksi 3 Sirip

2. Peluang Mengikuti Kompetisi Regional, Nasional dan Internasional

Program pembinaan yang telah dilaksanakan membuka peluang bagi masyarakat di Kelurahan Untung Jawa dan kelurahan lainnya di wilayah Kabupaten Kepulauan Seribu, khusus pendidik dan peserta didik untuk mengikuti ; 1) Kompetisi tingkat regional wilayah Jadebotabek yang rutin dilaksanakan oleh PP-IPTEK-Kemenristekdikti setiap tahun. Kunci keberhasilan untuk pemenang di kompetisi ini, sudah mengikuti pelatihan pembuatan roket air dan sering berlatih membuat dan meluncurkan dengan kondisi mirip di arena kompetisi; 2) Kompetisi tingkat nasional yang dilaksanakan setiap tahun bertempat di Jakarta, dimana peserta yang berhak mengikuti kompetisi ini adalah yang masuk peringkat 50 besar dari kompetisi tingkat regional. Akomodasi ditanggung seluruhnya oleh penyelenggara, kecuali biaya transportasi dari daerah asal ke Jakarta; 3) Kompetisi tingkat internasional yang diselenggarakan oleh APRSAF yang lokasinya di salah satu negara yang ada di wilayah Asia Pasifik, untuk tahun 2019 akan dilaksanakan pada bulan Desember di Jepang. Yang berhak mengikuti kompetisi ini hanya 1 peserta yang berhasil menjadi peringkat 1 dari kompetisi tingkat nasional, biaya transportasi (tiket pp dari Indonesia ke negara penyelenggara kompetisi) dan akomodasi ditanggung seluruhnya oleh penyelenggara. Namun bagi peserta yang masuk peringkat 2 sampai 5 dari kompetisi tingkat nasional dapat mengikuti kompetisi di tingkat internasional dengan biaya sendiri termasuk guru pendampingnya.

Dengan adanya peluang kompetisi berjenjang ini, peserta pembinaan termotivasi untuk menindaklanjuti program pemanfaatan limbah botol plastik PET menjadi roket air, karena tidak hanya dijadikan sebagai media pembelajaran tetapi juga bagi yang berprestasi bisa berpartisipasi untuk mengikuti kompetisi-kompetisi yang cukup bergengsi tersebut.

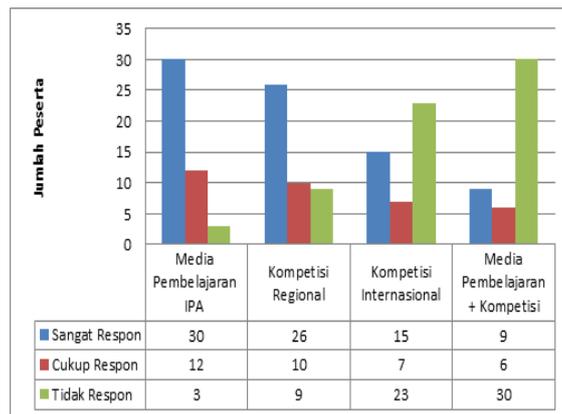
3. Uji Luncur Roket Air

Roket air yang sudah selesai dibuat perlu diuji luncur di lapangan, dimana tujuan dari uji luncur ini untuk mengetahui sampai sejauhmana rancangan roket yang dibuat itu

dapat meluncur dengan sempurna mencapai sasaran yang telah ditetapkan. Sasaran atau target berjarak 80 meter dari tempat peluncur roket (standar jarak yang ditetapkan APRSAF dalam kompetisi roket air tingkat internasional), dimana target berupa lingkaran beradius 10 m. Untuk penilaian, pengukuran dilakukan pada roket yang jatuh dalam area target, mulai dari titik jatuh roket ke titik pusat target. Perhitungan dalam roket air mempunyai beberapa variabel seperti berat roket, jarak luncur ke area target, volume air dan tekanan yang diberikan serta arah angin dan sudut dari peluncur roket. Variabel-variabel ini yang menentukan roket air dapat masuk tepat dalam target yang sudah ditentukan. Areal tempat peluncuran harus steril, karena kemungkinan roket yang meluncurnya tidak terkendali sehingga jatuh atau menimpa penonton. Lokasi penonton yang dianggap aman, ada di belakang areal peluncuran roket. Roket air yang dibuat dalam kegiatan pembinaan ini tidak dilakukan uji luncur, mengingat kondisi dan situasinya tidak memungkinkan dari segi keamanan



(Sumber : Pengolahan sendiri)
Gambar 8 : Peluncur Roket Air



(Sumber : Pengolahan sendiri)

Grafik 1 : Respon peserta setelah mengikuti pembinaan

D. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Masyarakat Kelurahan Untung Jawa yang mengikuti program pembinaan pemanfaatan limbah botol plastik untuk media pembelajaran IPA interaktif dalam bentuk Roket Air memberikan respon positif dan berpartisipasi aktif selama kegiatan edukasi ini berlangsung.

Saran

Program pembinaan pemanfaatan limbah botol plastik perlu ditindaklanjuti program lanjutan yaitu workshop pembuatan roket air yang melibatkan tidak hanya pendidik dan peserta didik dari Kelurahan Untung Jawa tapi juga kelurahan-kelurahan lainnya yang ada di wilayah Kabupaten Kepulauan Seribu, sehingga peserta didik bisa mendapat peluang untuk mengikuti kompetisi Roket Air baik di tingkat regional maupun nasional.

E. DAFTAR PUSTAKA

Pusat Peragaan Iptek-Kemeristekdikti, 2019, Panduan Kompetisi Roket Air Nasional 2019
 Pusat Peragaan Iptek-Kemeristekdikti, 2017, Panduan Pembuatan Roket Air
 Badan Pusat Statistik Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu, 2019, Kepulauan Seribu Dalam Angka 2019.

Kanginan, Marthen, 2016, Fisika, Penerbit Erlangga, Jakarta

Hartatiek, Yudyanto, Winarto, Edi Supriana, Ahmad Taufiq, Markus Diantoro, Pengembangan Media Pembelajaran IPA dari Bahan Bekas untuk Meningkatkan Motivasi Belajar dan Hasil Belajar Siswa MTs Nurul Ulum Malang, Jurnal Karinov, Vol. 1 No. 2 (2018) : Mei

Susanto, S., & Iqbal, M. (2019). Pengabdian Kepada Masyarakat Dalam Sinergitas Akademisi Dan TNI Bersama Tangkal Hoax Dan Black Campaign. *CARADDE*:

Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, 2(1).

<https://www.kompasiana.com/syamsiro/552929a6f17e610a458b457a/kontes-roket-air-ajang-pengenalan-sains-kepada-masyarakat>

<https://www.fabrian.web.id/2011/01/membuat-roket-air-sederhana.html>

<https://www.kompasiana.com//5c056d72ab12ae31756b1359/indonesia-darurat-limbah-botol-plastik?page=all>