

Percobaan Pemisahan Campuran Biner Material Butiran 3D dalam Kasus Fenomena Efek Kacang Brazil untuk Siswa SMP

TRISE NURUL AIN^{1,*}), HARI ANGGIT CAHYO WIBOWO¹⁾), SITI NURUL KHOTIMAH²⁾), SPARISOMA VIRIDI²⁾

¹⁾ Pascasarjana Program Studi Pengajaran Fisika Institut Teknologi Bandung. Jl. Ganesha 10 Bandung

E-mail: trisenurulain@gmail.com

²⁾ Jurusan Fisika FMIPA Institut Teknologi Bandung. Jl. Ganesha 10 Bandung

E-mail: nurul@fi.itb.ac.id

TEL: - ; FAX: -

ABSTRAK: Material butiran merupakan sekumpulan pertikel-partikel berdimensi kecil dalam jumlah banyak. Pemahaman karakteristik material yang selama ini diketahui siswa dapat dikembangkan melalui percobaan sederhana pemisahan campuran biner material butiran. Material butiran yang digunakan dalam percobaan yang dilakukan siswa merupakan material 3D berupa manik-manik yang memiliki ukuran dan massa berbeda. Butiran bermassa dan berdiameter lebih besar diletakkan dibawah butiran bermassa dan berdiameter lebih kecil pada keadaan awal percobaan. Setelah digetarkan, butiran lebih besar berubah posisi di bagian atas butiran yang kecil. Peristiwa ini disebut dengan fenomena efek kacang Brazil. Kegiatan eksperimen ini mendapat respons yang baik dari siswa. 96,9% siswa sangat setuju bahwa fenomena efek kacang Brazil merupakan hal baru yang mereka ketahui, 96,9% siswa sangat tertarik dengan fenomena efek kacang Brazil, 93,8% siswa menyatakan bahwa kegiatan praktikum dapat meningkatkan pemahaman mereka, 87,5% siswa menyatakan bahwa material butiran memiliki aplikasi yang besar dalam kehidupan sehari-hari, dan 93,8% siswa sangat setuju bahwa percobaan pemisahan material butiran mudah dan menarik untuk dilaksanakan. 90,6% siswa berminat untuk mempelajari konsep material butiran lebih lanjut dan menganggap konsep ini sangat penting untuk dimengerti siswa. Peningkatan pemahaman konsep siswa diperoleh melalui *pre-test* dan *post-test*. Terjadi peningkatan hasil tes siswa pada setiap nomor soal setelah dilakukan percobaan.

Kata Kunci: Material butiran, pemisahan campuran, efek kacang Brazil, peningkatan pemahaman siswa.

PENDAHULUAN

Material butiran merupakan material yang sering dijumpai, misalnya kopi, gula, garam, beras, jagung, manik-manik dan pasir. Material butiran terdiri dari butiran-butiran berdimensi kecil dalam 2-D maupun 3-D. Material butiran ini dapat memiliki sifat seperti zat padat, zat cair maupun bersifat seperti gas. Dalam suatu sistem tertentu, ketiga sifat ini dapat muncul secara bersamaan (Liao et al, 2014). Sifat menyerupai zat cair dan gas terjadi apabila material butiran diberikan energi eksternal berupa getaran. Apabila energi eksternal ini dihilangkan, material butiran akan bersifat menyerupai zat padat (Van Der Weele et al, 2008). Keunikan material butiran ini disebabkan oleh tidak terdapatnya peran temperatur biasa yang

ada dalam termodinamika dan interaksi antar butiran yang bersifat disipatif.

Salah satu fenomena pada material butiran yang menarik untuk dipelajari adalah fenomena efek kacang Brazil. Efek kacang Brazil terjadi apabila terdapat campuran dua jenis butiran yang berbeda ukuran digetarkan. Butiran berukuran lebih besar (*intruder*) yang pada awalnya berada di dalam campuran butiran lebih kecil (*butiran bed*) akan bergerak ke atas melawan gravitasi. Pemisahan campuran biner tetap terjadi meskipun massa jenis *intruder* lebih besar dari *bed* dan rasio diameter antara keduanya mendekati satu (Rosato et al, 1987).

Penelitian (Hong et al, 2001) melaporkan bahwa terdapat setidaknya dua efek besar yang dapat menyebabkan peristiwa efek kacang Brazil terjadi, yaitu

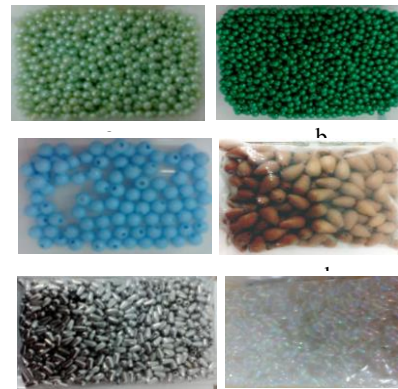
efek perkolasi dan kondensasi. Perkolasi adalah peristiwa pengisian celah-celah yang dibentuk oleh butiran bed ketika digetarkan. Apabila efek perkolasi mendominasi sistem campuran biner yang digetarkan, celah-celah yang terbentuk tersebut cukup untuk ditempati intruder sedikit demi sedikit sehingga intruder bergerak dari dasar butiran bed ke permukaan bed. Kondensasi adalah peristiwa ‘pengembunan’. Butiran bed mengalami proses pengembunan yang lebih cepat daripada intruder sehingga ketika efek kondensasi lebih besar dari perkolasi maka terjadi peristiwa kebalikan efek kacang Brazil, yaitu intruder bergerak dari atas permukaan butiran ke dasar bed yang telah mengembun.

Pemahaman siswa yang selama ini hanya mengenal zat padat, zat cair dan gas dapat diperluas melalui percobaan pemisahan campuran. Melalui percobaan sederhana ini siswa dapat mengetahui konsep material butiran yang masih baru namun sangat penting bagi khasanah keilmuan.

METODE PENELITIAN

Sebelum siswa mengenali konsep material butiran melalui percobaan, terlebih dahulu siswa diberikan *pre-test* untuk mengetahui pengetahuan dasarnya. Setelah siswa melakukan serangkaian percobaan mengenai material butiran, siswa kembali diberikan tes untuk mengetahui perkembangan pengetahuan mengenai material butiran.

Eksprimen yang dilakukan siswa adalah dengan menggunakan enam jenis material butiran seperti pada Gambar 1 di bawah ini. Diameter butiran diukur dengan jangka sorong, massa butiran diukur menggunakan timbangan digital dan gelas beaker digunakan sebagai penggetaran. Penggetaran dilakukan dengan menggoyangkan wadah silinder plastik dengan tangan secara vertikal selama sepuluh kali. Intruder diletakkan di bawah butiran bed untuk setiap keadaan awal percobaan.



Gambar 1. Jenis material butiran yang digunakan dalam eksperimen.

Pada angket respons siswa, penilaian yang diberikan oleh siswa kemudian diubah menjadi bentuk angka sebagai berikut (Sugiono, 2010):

Tidak setuju	= 1
Kurang Setuju	= 2
Setuju	= 3
Sangat setuju	= 4

Selanjutnya dikonversikan dengan perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P (\%) = \frac{\text{jumlah skor pengumpulan data/ skor kriteria}}{\text{skor kriteria}} \times 100\%$$

dengan rumus skor kriteria adalah skor tertinggi setiap aspek x jumlah aspek x jumlah responden.

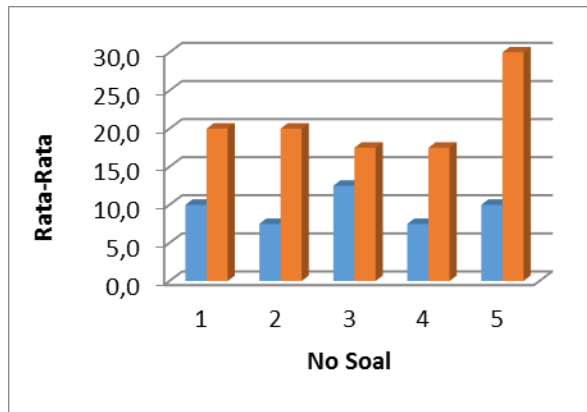
Setelah perhitungan persentase hasil angket siswa diperoleh, kemudian dapat dicocokkan dengan kriteria interpretasi skor penilaian sebagai berikut:

25% - 43,7%	: tidak baik
43,8% - 62,5%	: kurang baik
62,6% - 81,25%	: baik
81,26% - 100%	: sangat baik

Dari persentase tiap butir kriteria pada lembar angket dapat diketahui respons kegiatan percobaan yang telah dilakukan siswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil *pre-test* dan *post-test* menunjukkan peningkatan pada setiap butir soal. Soal tes yang diberikan kepada siswa sebanyak lima buah dengan kriteria soal yang sama antara *pre-test* dan *post test*. Peningkatan hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar grafik 2 berikut ini.



Gambar 2. Grafik peningkatan hasil pre-test dan post-test siswa.

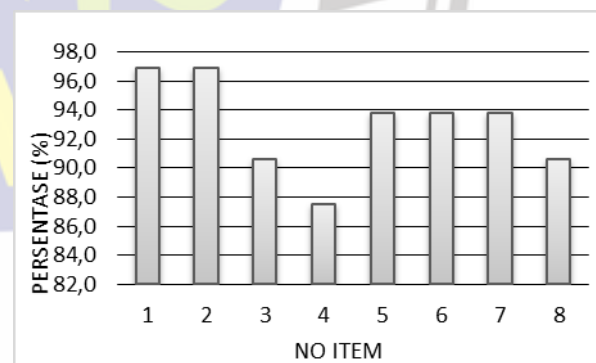
Pada butir soal 1 mengenai pendefinisian material butiran, hanya setengah siswa yang dapat menjawab dengan baik. Hasil tersebut meningkat menjadi sempurna pada pre-test. Hasil yang tidak jauh berbeda juga terjadi pada soal nomor 2 mengenai efek kacang Brazil, soal nomor 3 mengenai penyebab efek kacang Brazil, dan soal nomor 4 mengenai syarat-syarat yang harus dimiliki oleh campuran biner material butiran agar terjadi fenomena efek kacang Brazil. Perubahan yang signifikan terjadi pada soal nomor 5 mengenai pemahaman apakah efek kacang Brazil tetap terjadi apabila perbandingan massa dan diameternya sama.

Peningkatan hasil *pre-test* dan *post test* ini menandakan bahwa material butiran merupakan hal baru bagi siswa karena belum terdapat pada kurikulum yang ada. Perluasan pengetahuan bagi siswa ini merupakan pengenalan mengenai konsep material butiran. Oleh karena itu penelitian tidak dilakukan di sekolah, melainkan dilakukan di laboratorium pengajaran fisika Institut Teknologi Bandung. Siswa yang diajarkan mengenai konsep ini merupakan finalis olimpiade fisika tingkat nasional yang diselenggarakan oleh Departemen Agama.

Peningkatan hasil belajar siswa ini juga diikuti oleh respons positif dari siswa. Respons tersebut didapatkan melalui angket yang diberikan setelah *post-test* dilakukan. Berikut ini tabel hasil respons yang diberikan siswa mengenai kegiatan percobaan yang telah dilakukan siswa.

Tabel 1. Rekapitulasi hasil angket respons siswa

No	Uraian	Respons Siswa	
		P (%)	K
1	Fenomena efek kacang Brazil merupakan fenomena yang sangat menarik.	96,9	Sangat baik
2	Fenomena efek kacang Brazil merupakan fenomena yang baru saya ketahui	96,9	Sangat baik
3	Fenomena efek kacang Brazil sangat penting untuk dimengerti siswa	90,6	Sangat baik
4	Fenomena efek kacang Brazil memiliki aplikasi yang besar dalam kehidupan sehari-hari	87,5	Sangat baik
5	Kegiatan praktikum yang dilakukan sederhana dan mudah diikuti	93,8	Sangat baik
6	Kegiatan praktikum yang dilakukan menarik untuk dilakukan	93,8	Sangat baik
7	Kegiatan praktikum yang dilakukan dapat meningkatkan pengetahuan saya	93,8	Sangat baik
8	Anda berminat untuk mempelajari konsep ini lebih lanjut lagi	90,6	Sangat baik



Gambar 3. Grafik hasil respons siswa

Berdasarkan rekapitulasi di atas, dapat dibuat grafik hasil respons siswa seperti pada Gambar 3. Kegiatan eksperimen efek kacang Brazil yang dilakukan mendapat respons yang baik dari siswa. Sebesar 96,9% siswa sangat setuju bahwa fenomena efek kacang Brazil merupakan hal baru bagi mereka. Sebanyak 96,9% siswa sangat tertarik dengan percobaan fenomena efek kacang Brazil yang dilakukan. Hasil yang tidak jauh berbeda, sebanyak 93,8% siswa menyatakan bahwa kegiatan praktikum

ini dapat meningkatkan pemahaman mereka khususnya pada fenomena efek kacang Brazil. 87,5% siswa menyatakan bahwa material butiran memiliki manfaat yang besar dalam kehidupan sehari-hari, dan 93,8% siswa sangat setuju bahwa percobaan pemisahan material butiran mudah dan menarik untuk dilaksanakan. Dan pada poin terakhir, 90,6% siswa berminat untuk mempelajari konsep material butiran lebih lanjut dan setuju bahwa konsep material butiran penting untuk dimengerti siswa.

KESIMPULAN

Percobaan sederhana mengenai fenomena efek kacang Brazil mendapat respons positif dari siswa finalis olimpiade fisika yang diadakan oleh Departemen Agama. Selain respons siswa, peningkatan pengetahuan siswa mengenai material butiran juga terjadi. Dari kedua hasil tersebut, dapat diketahui bahwa material butiran merupakan pengetahuan baru bagi siswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi (Desentralisasi Dikti) tahun 2015 dengan nomor kontrak 310i/I1.C01/PL/2015.

DAFTAR RUJUKAN

- Hong, D. C., Quinn, P. V., dan Luding, S., 2001. *Reverse Brazil Nut Problem: Competition between Percolation and Condensation*. Physical Review Letters. Vol 86. No 15. 3423-3426.
- Liao, C-C., Hsiao, S-S., dan Wu, C-S., 2014. *Combined Effects of Internal Friction and Bed Height on the Brazil-Nut Problem in a Shaker*. Powder Technology. Vol 253, 561-567.
- Rosato, A., Strandburg, K. J., Prinz, F., dan Swendsen, R.H., 1987. *Why the Brazil Nuts are on Top: Size Segregation of Particulate Matter by Shaking*. Physical Review Letter. Vol 58. No 10. 1038-1040.
- Sugiono., 2010. *Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Van der Weele, K., 2008. *Granular Gas Dynamics: How Maxwell's Demon Rules in a Non-Equilibrium System*. Contemporary Physics. Vol 49. No 3. 157-178.