

Hamzanwadi Journal of Science Education

<https://e-journal.hamzanwadi.ac.id/index.php/hijase>

e-ISSN: 3048-1635

Kajian Fisika pada Alat Perontok Padi Tradisional Lombok: Etnofisika Penggabah

Lalu Fahrizal^{1*}, Badrul Wajdi², Tsamarul Hizbi³

^{1,2}Program Studi pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Hamzanwadi, Indonesia

*email: lalufahrizal.230302005@student.hamzanwadi.ac.id

ABSTRAK

Etnofisika merupakan pendekatan interdisipliner yang bertujuan mengaitkan konsep-konsep fisika dengan praktik budaya lokal masyarakat, sehingga mampu menjembatani pemahaman sains dalam konteks tradisional. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji penerapan konsep fisika, khususnya konsep momentum dan impuls, pada alat tradisional merontokkan padi yang dikenal dengan sebutan *penggabah* di Lombok, Nusa Tenggara Barat. Alat ini masih digunakan oleh sebagian petani sebagai bagian dari proses pascapanen padi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif deskriptif dengan teknik pengumpulan data melalui observasi langsung aktivitas petani di lapangan dan wawancara mendalam terhadap pelaku tradisi *menggabah*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa praktik *menggabah*, yaitu memukulkan ikatan padi ke permukaan keras seperti batu atau kayu, merupakan bentuk penerapan prinsip impuls, di mana gaya bekerja dalam waktu tertentu untuk mengubah momentum bulir padi sehingga terlepas dari tangkainya. Selain itu, aktivitas ini juga melibatkan konsep tumbukan, gaya, dan perpindahan energi. Meskipun tidak didasari oleh pemahaman teori fisika secara formal, masyarakat secara intuitif telah menerapkan prinsip-prinsip tersebut dalam kehidupan sehari-hari. Temuan ini menegaskan bahwa pengetahuan lokal memiliki nilai edukatif tinggi dan dapat dijadikan sumber pembelajaran fisika kontekstual di sekolah.

INFORMASI

ARTIKEL

Diterima:

15.09.2025

Terbit:

20.09.2025

KATA KUNCI:

Etnofisika,

Impuls,

Momentum,

Perontok Padi,

Tradisional

Lombok

Pendahuluan

Etnofisika adalah sebuah pendekatan yang mengaitkan ilmu pengetahuan, khususnya fisika, dengan nilai-nilai serta praktik-praktik budaya yang ada di masyarakat lokal. Metode ini membuka cara pandang baru untuk memahami bagaimana aspek fisika, seperti gaya, gerakan, energi, dan interaksi materi, terintegrasi dalam budaya dan teknologi komunitas. Misalnya, konsep fisika dapat menjelaskan dinamika yang terjadi dalam permainan tradisional atau efektivitas alat pertanian yang digunakan secara lokal. Dengan memahami hubungan ini, siswa tidak hanya belajar fisika, tetapi juga merasakan kedalaman nilai-nilai budaya dari nenek moyang mereka. Sering kali, fisika dianggap sebagai disiplin yang abstrak dan universal, yang tampak terputus dari kehidupan sehari-hari, terutama dalam konteks budaya yang spesifik. Akan tetapi, pandangan ini mulai berubah dengan adanya pendekatan multidisipliner seperti etnofisika. Etnofisika adalah cabang ilmu yang berusaha menginterpretasikan fenomena fisika yang terdapat dalam praktik dan alat tradisional masyarakat lokal, sekaligus menghubungkannya dengan teori fisika modern dalam konteks

budayanya (Sartika dan Nugroho, 2021). Metode ini tidak hanya memperdalam pemahaman tentang konsep-konsep fisika dalam konteks budaya, tetapi juga menghargai pengetahuan tradisional sebagai elemen penting dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Di Lombok, petani masih memanfaatkan alat tradisional seperti perontok padi manual. Alat ini, dikenal dengan berbagai sebutan lokal seperti "*gepok*" atau "*penumbuk* padi," menggunakan gaya dan momentum untuk memisahkan bulir padi dari batangnya. Walaupun sederhana, cara alat ini bekerja menggambarkan penerapan konsep fisika seperti impuls dan momentum yang termasuk dalam mekanika klasik. Dalam sektor pertanian yang menjadi dasar kehidupan masyarakat Sasak, mereka menggunakan beragam alat yang tidak rumit tetapi sangat efektif, mencerminkan intuisi mereka akan hukum-hukum alam. Salah satu alat penting dalam proses panen padi adalah alat *penggabah*. Alat ini berfungsi untuk memisahkan bulir padi dari tangkainya dan menjadi subjek menarik untuk meneliti bagaimana prinsip-prinsip fisika seperti transfer energi, momentum, dan efek tumbukan beroperasi dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, melalui pendekatan etnofisika, penelitian ini bertujuan untuk menggali lebih dalam konsep-konsep fisika yang berkaitan dengan penggunaan *penggabah*, memberikan sudut pandang yang baru dalam pembelajaran sains yang lebih relevan dengan konteks budaya setempat.

Momentum adalah ukuran fisika yang berhubungan dengan massa dan kecepatan objek, sedangkan impuls berkaitan dengan gaya yang diterapkan dalam jangka waktu tertentu untuk mengubah momentum suatu objek (Serway dan Jewett, 2018). Dalam proses perontokan padi, ketika petani memukul batang padi pada alat tersebut, terjadi perubahan momentum akibat impuls yang diberikan. Interaksi ini mencerminkan prinsip konservasi momentum dan hubungan antara gaya, waktu, serta perubahan kecepatan. Dengan menganalisis fenomena ini melalui sudut pandang etnofisika, siswa dapat menyadari bahwa fisika tidak hanya hadir di laboratorium atau teknologi canggih, tetapi juga dalam kegiatan sehari-hari masyarakat tradisional. Penelitian di bidang etnosains, termasuk etnofisika, memiliki potensi yang sangat besar dalam mendukung pembelajaran yang kontekstual di sekolah. Dengan menghubungkan pengajaran fisika dengan budaya setempat, siswa tidak hanya dapat memahami konsep ilmiah dengan lebih nyata, tetapi juga dapat mengembangkan rasa bangga dan cinta terhadap warisan budaya mereka sendiri (Rahmawati et al., 2020). Metode ini sangat sesuai dengan Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran yang berfokus pada konteks dan kebijaksanaan lokal. Oleh karena itu, tujuan dari tulisan ini adalah untuk mengeksplorasi lebih jauh hubungan antara prinsip momentum dan impuls dalam penggunaan alat perontok padi tradisional di Lombok melalui pendekatan etnofisika. Melalui kajian ini, diharapkan dapat menunjukkan bagaimana budaya lokal bisa menjadi sumber pembelajaran yang kaya akan nilai-nilai ilmiah dan pendidikan. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi penerapan konsep fisika, khususnya momentum dan impuls, pada alat tradisional untuk merontokkan padi di Lombok yang dikenal sebagai *penggabah*.

Beberapa penelitian terdahulu tentang etnofisika banyak membahas mengenai permainan adat (Nurhayati et al., 2019; Wulandari, 2020) dan juga teknologi sederhana yang digunakan masyarakat (Rahmawati et al., 2020). Namun penelitian yang secara spesifik mengkaji momentum dan impuls dalam pemanfaatan alat pertanian tradisional terutama perontok padi di Lombok masih cukup jarang. Padahal alat ini mempunyai nilai budaya yang signifikan serta menjadi bagian penting dalam pembelajaran fisika yang relevan dan dekat dengan kehidupan siswa. Oleh sebab itu, studi ini ditujukan untuk menyelidiki hubungan antara prinsip momentum dan impuls dengan pemakaian alat perontok padi tradisional di Lombok melalui perspektif etnofisika. Keunikan dari penelitian ini terletak pada penekanan

kajian yang menghubungkan konsep momentum dan impuls langsung dengan praktik budaya pertanian masyarakat Sasak, yang belum banyak dieksplorasi sebelumnya. Dengan kata lain, studi ini diharapkan dapat menambah wawasan dalam literatur etnofisika, menawarkan sudut pandang baru untuk pembelajaran fisika yang berakar pada budaya, serta menguatkan keterkaitan ilmu sains dengan kehidupan peserta didik.

Metode

Penelitian ini mengadopsi pendekatan kualitatif deskriptif untuk menyelami dan menguraikan secara komprehensif fenomena sosial-budaya. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk secara mendalam mengeksplorasi bagaimana konsep-konsep fisika terimplementasi dalam penggunaan *penggabah*, alat perontok padi tradisional oleh masyarakat Sasak di Lombok. Data dikumpulkan melalui observasi langsung di lapangan serta wawancara mendalam dengan para petani yang menggunakan alat tersebut. Selanjutnya, data yang terkumpul dianalisis secara deskriptif untuk mengidentifikasi dan memahami hubungan antara praktik "*menggabah*" dan prinsip-prinsip fisika. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi penerapan konsep fisika, khususnya momentum dan impuls, pada alat tradisional untuk merontokkan padi di Lombok yang dikenal sebagai *penggabah*.

Hasil dan Pembahasan

Di tengah area pertanian yang mulai mengalami kekeringan setelah masa panen berlalu, komunitas desa di Lombok tetap memelihara salah satu tradisi pertanian yang penuh makna, yaitu *ngegabah*. *Ngegabah* adalah proses manual untuk memisahkan bulir padi dari batangnya, yang biasanya dilakukan secara bersama-sama oleh anggota keluarga atau kelompok petani. Aktivitas ini bukan hanya bagian dari langkah pascapanen, tetapi juga lambang kerja sama, ikatan kekeluargaan, dan ungkapan rasa syukur atas hasil pertanian. Dalam kegiatan *ngegabah*, para petani memanfaatkan alat perontok padi tradisional yang umumnya dibuat dari kayu dan kawat, atau terkadang hanya berupa papan berlubang kasar yang digunakan untuk memukul batang padi agar bulirnya terlepas. Alat tersebut dikenal dengan istilah lokal seperti *gepokan* atau *alat gabah*. Cara penggunaannya sederhana: batang padi yang sudah dipanen dipegang dan dipukul berulang kali ke alat itu sampai bulir padi terlepas dan terjatuh ke alas terpal atau tikar. Tradisi ini biasanya dilakukan di ladang atau halaman rumah, disertai tawa dan obrolan ringan antara anggota keluarga. Sering kali, setelah *ngegabah*, dilanjutkan dengan makan bersama atau mengadakan acara kecil sebagai ungkapan rasa syukur. Dalam konteks ini, *ngegabah* bukan sekadar kegiatan teknis, tetapi juga bagian dari ritual sosial dan budaya yang memperkuat hubungan antarwarga.

Dari sudut pandang ilmiah, terutama dalam bidang fisika, kegiatan *ngegabah*, yaitu metode memisahkan butir padi dari tangkainya dengan memukul batang padi ke alat tertentu, merefleksikan prinsip dasar momentum dan impuls. Penjelasan ini sesuai dengan konsep yang disampaikan oleh Serway dan Jewett (2014), di mana impuls digambarkan sebagai produk antara gaya rata-rata dan durasi waktu gaya itu bekerja, yang setara dengan perubahan momentum benda. Ketika batang padi dipukul dengan cepat ke alat penumbuk, muncul gaya yang beraksi dalam waktu singkat, menciptakan impuls yang mengubah momentum pada butir padi, sehingga butir tersebut terlepas dari tangkainya. Konsep ini juga ditegaskan dalam literatur modern bahwa gaya yang bekerja dalam waktu singkat (impuls) memiliki pengaruh besar terhadap percepatan perubahan gerak benda (Yildiz, 2021). Selain itu, hasil studi terbaru juga menunjukkan bahwa praktik lokal yang mengandung kearifan

fisika dapat menjadi media yang efektif dalam pembelajaran sains kontekstual, terutama di daerah dengan budaya tradisional yang masih kuat (Rahmawati & Taylor, 2022). Meskipun para petani mungkin tidak menyadari secara teori bahwa mereka sebenarnya menerapkan hukum fisika, secara praktis mereka menyesuaikan kekuatan dan durasi tumbukan untuk mencapai hasil yang efisien, yaitu pemisahan butir padi. Ini menunjukkan bahwa kearifan lokal dalam praktik pertanian tradisional kaya dengan penerapan prinsip-prinsip fisika secara intuitif, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1

Proses perontokan padi dilakukan petani dengan alat tradisional penggabah

Dalam desain alat pertanian tradisional seperti *penggabah*, rangka dasar yang sering disebut sebagai papan atau alas merupakan elemen struktural utama yang mendukung keseluruhan mekanisme perontokan padi. Keberadaan rangka dasar tidak hanya bersifat fungsional, tetapi juga merepresentasikan hasil dari penyesuaian antara kebutuhan praktis para petani dan ketersediaan sumber daya alam setempat. Elemen ini dirancang dengan memperhatikan efektivitas kerja manual, ergonomi tubuh manusia saat memukul, serta keberlanjutan penggunaan alat dalam jangka panjang. Secara tradisional, bahan yang digunakan adalah kayu lokal yang ringan namun kuat, seperti bambu tua atau kayu kelapa, yang memiliki daya tahan terhadap pukulan berulang namun tetap mudah dibentuk. Bentuk rangka dasar umumnya persegi panjang, dengan permukaan yang bisa datar sempurna atau sedikit melengkung untuk menyesuaikan dengan sudut alami gerakan tangan petani. Rancangan ini memberikan kestabilan maksimum saat diletakkan di atas tanah serta area kerja optimal untuk perontokan malai padi. Hasil observasi di lapangan dan wawancara dengan petani menunjukkan bahwa dimensi papan *penggabah* terbentuk secara alami melalui praktik turun-temurun. Umumnya, panjang papan berkisar antara 30 hingga 50 cm, lebar antara 20 hingga 30 cm, dan ketebalan 2 hingga 5 cm. Dimensi tersebut bukan kebetulan, melainkan hasil dari evaluasi informal jangka panjang oleh para petani, yang menyeimbangkan antara daya kerja, portabilitas, dan kekuatan struktural.

Desain ergonomis ini sejalan dengan penelitian oleh Haryanto et al. (2021), yang menekankan bahwa efisiensi alat pertanian tradisional sangat bergantung pada kesesuaian alat dengan postur dan kekuatan pengguna. Dimensi yang tepat memungkinkan petani melakukan pukulan yang akurat dan konsisten tanpa kelelahan berlebihan. Ketebalan alas yang cukup juga memberikan ketahanan terhadap gaya impuls yang ditimbulkan dari benturan berulang saat *ngegabah*. Menurut Fadillah & Suryadi (2023), bentuk dan ukuran alat pertanian tradisional mencerminkan adaptasi terhadap beban kerja dan efektivitas energi

manual, sehingga desainnya cenderung bertahan dari waktu ke waktu. Salah satu aspek teknis paling penting dari rangka dasar ini adalah karakteristik permukaannya. Permukaan bawah umumnya dibuat halus untuk memungkinkan pergeseran ringan saat alat digeser, serta agar tidak merusak tanah atau tikar alas. Sementara itu, permukaan atas dirancang dengan tekstur kasar sering kali dilengkapi dengan paku, bilah bambu tajam, atau potongan kawat yang menjadi pusat dari fungsi perontokan. Saat malai padi dipukul ke permukaan ini, terjadi kombinasi antara tumbukan dan gesekan, menciptakan gaya normal dan gaya gesek besar yang efektif dalam melepaskan bulir padi dari tangkainya.

Fenomena ini sejalan dengan prinsip fisika tentang tekanan dan distribusi gaya pada permukaan runcing, di mana gaya yang bekerja pada area kecil menghasilkan tekanan besar (Serway & Jewett, 2014). Penelitian oleh Widodo et al. (2022) menunjukkan bahwa kekasaran permukaan alat pertanian tradisional berperan penting dalam meningkatkan efisiensi kerja manual, khususnya pada proses pemisahan atau perontokan. Tekstur dan bentuk elemen runcing ini dipilih tidak sembarangan, melainkan berdasarkan pengalaman panjang yang mempertimbangkan keberhasilan rontokan dengan usaha minimum. Secara keseluruhan, fungsi utama rangka dasar penggabah adalah sebagai media yang menopang interaksi impuls dan gesekan dalam proses *ngagabah*, sekaligus sebagai wujud nyata dari kearifan lokal yang memadukan pengetahuan teknis, praktis, dan budaya. Hal ini sejalan dengan pendekatan etnofisika, yang menekankan pentingnya mengkaji sains dalam konteks budaya dan praktik masyarakat lokal (Nurhayati & Prasetyo, 2021). Dengan demikian, rangka dasar penggabah bukan hanya sekadar alas, melainkan bagian penting dari sistem teknologi tradisional yang teruji oleh waktu dan berakar dalam kehidupan petani, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2

Bagian-bagian dari penggabah yang digunakan petani merontokkan padi

Dalam aktivitas *ngagabah*, para petani secara manual menggerakkan sekumpulan malai padi ke arah alat penggabahan, menggunakan teknik khusus yang melibatkan massa dan kecepatan pukulan. Secara fisika, fenomena ini mencerminkan penerapan langsung dari konsep momentum linear. Momentum linear adalah besaran vektor yang didefinisikan sebagai hasil kali antara massa suatu benda dengan kecepatan geraknya. Rumusnya dituliskan sebagai:

$$P_{\text{masuk}} = M_{\text{malai}} \times V_{\text{masuk}} \quad (1)$$

Di mana P_{masuk} adalah momentum yang di bawa oleh malai, M_{malai} adalah massa malai padi, dan V_{masuk} adalah kecepatan saat malai diarahkan ke alat *penggabahan*. Arah momentum malai padi pada proses *ngagabah* umumnya horizontal atau sedikit miring ke bawah, tergantung pada posisi dan gaya pukulan yang digunakan oleh petani. Ini merupakan bukti bahwa momentum memiliki arah, bukan hanya besar.

Ketika malai padi menghantam alat penggabah tradisional yang terbuat dari bambu, kawat, atau papan kayu, terjadi peristiwa tumbukan yang dalam mekanika disebut sebagai tumbukan tak lenting sempurna sebagian. Tipe tumbukan ini ditandai dengan adanya kehilangan sebagian energi kinetik, yang diserap oleh sistem sebagai panas, suara, atau getaran, meskipun sebagian kecil energi tetap dipantulkan kembali. Studi oleh Gunawan & Rizal (2022) menegaskan bahwa dalam peralatan tradisional berbasis kayu atau bambu, energi tumbukan dapat menyebabkan getaran lokal yang kemudian menyebar sebagai osilasi sepanjang struktur batang atau alat.

Ketika tumbukan terjadi, sebagian besar momentum yang dibawa oleh malai padi akan mengalami transformasi. Sebagian dikembalikan sebagai impuls balik, sebagian diserap oleh alat sebagai energi getaran, dan sebagian lain ditransfer melalui tangkai menuju bulir padi. Dalam kerangka hukum fisika, fenomena ini dijelaskan melalui impuls, yaitu perubahan momentum selama selang waktu tertentu. Impuls dirumuskan sebagai:

$$I = F \times \Delta t = \Delta P \quad (2)$$

Karena gaya tumbukan berlangsung dalam waktu yang sangat singkat (Δt kecil), maka nilai gaya impulsif (F) menjadi sangat besar. Ini disebut sebagai gaya impulsif, gaya yang bertindak kuat namun dalam waktu singkat yang dapat menimbulkan dampak mekanis besar pada struktur yang terkena. Menurut Zhou et al. (2021), gaya impulsif dalam sistem tumbukan cepat dapat menyebabkan deformasi lokal, perubahan arah gerak, atau bahkan memicu resonansi jika frekuensi alami benda sesuai dengan frekuensi impuls.

Efek gaya impuls ini pada batang padi cukup kompleks. Pertama, terjadi guncangan mendadak pada batang dan tangkai, yang secara mekanik melemahkan sambungan antara bulir dan batang. Kedua, karena bulir padi memiliki massa dan inersia, saat tangkai tiba-tiba mengalami perubahan arah atau berhenti akibat tumbukan, bulir cenderung mempertahankan gerakannya. Fenomena ini sesuai dengan Hukum Inersia Newton. Akibatnya, muncul gaya tarik inersial di bagian sambungan antara bulir dan tangkai, yang meningkatkan kemungkinan bulir terlepas dari tangkainya. Hal ini dijelaskan pula dalam studi oleh Hassan et al. (2023) yang menyebutkan bahwa inersia benda yang berada di ujung batang fleksibel cenderung menciptakan tegangan tarik saat terjadi perubahan arah mendadak, dan dapat mengarah pada pemutusan sambungan alami.

Tidak hanya itu, tumbukan juga menimbulkan osilasi mekanis (getaran) yang merambat sepanjang batang padi. Getaran ini bisa dipahami sebagai gelombang longitudinal yang bergerak dari titik tumbukan ke ujung-ujung batang tempat bulir berada. Menurut Wahyudi & Santika (2021), osilasi yang terus-menerus, meskipun kecil, jika terjadi secara periodik dapat menyebabkan kelelahan material lokal pada struktur mikro sambungan, yang dalam waktu singkat melemahkan ikatan antara bulir dan tangkainya. Inilah alasan mengapa bulir lebih mudah rontok setelah beberapa pukulan berulang. Kombinasi antara gaya impuls, gaya tarik inersial, dan efek osilasi mekanik tersebut bekerja secara sinergis dalam waktu sangat singkat, menjadikan momen tumbukan sebagai tahap paling krusial dalam proses perontokan padi secara tradisional.

Lebih jauh lagi, proses ini menunjukkan bahwa aktivitas tradisional seperti *ngagabah* sebenarnya memuat interaksi fisika tingkat lanjut, yang terdiri atas perubahan momentum, transfer energi, efek getaran, dan prinsip tumbukan. Menurut Rohimah et al. (2020), praktik budaya tradisional sering kali menjadi cerminan penerapan prinsip-prinsip sains secara alami yang diwariskan secara turun-temurun, dan dapat menjadi sumber pengetahuan ilmiah kontekstual dalam pembelajaran sains modern.

Oleh karena itu, pemahaman tentang mekanisme *ngagabah* tidak hanya penting dalam upaya pelestarian budaya, tetapi juga sebagai bukti konkret bahwa warisan lokal mengandung sains terapan yang efektif. Ini memperkuat gagasan bahwa tradisi tidak sekadar simbol identitas, tetapi juga menyimpan pengetahuan teknis yang layak dikaji secara ilmiah dan diintegrasikan dalam pendidikan formal.

Dalam tradisi *ngagabah*, para petani memukul malai padi berulang kali pada alat *penggabahan* untuk mengeluarkan bulir padi dari tangkainya. Langkah ini melibatkan tumbukan yang cepat antara malai dan permukaan alat, yang terjadi dalam periode waktu yang sangat singkat (Δt). Dari sudut pandang mekanika, fenomena ini dapat dianalisis menggunakan hukum impuls dan momentum, khususnya dengan pendekatan teorema impuls-momentum:

$$J_{alat-malai} = F_{alat-malai} \cdot \Delta t = \Delta P_{malai} = P_{pantul} - P_{pantul} \quad (3)$$

Alat *penggabahan* tradisional yang digunakan oleh petani di berbagai daerah, termasuk di Lombok, secara kasat mata tampak sederhana, namun dalam perspektif fisika, alat ini justru mengandung prinsip-prinsip mekanika yang sangat kuat, terutama dalam konteks gaya dan impuls. Biasanya alat ini dibuat dari papan kayu keras, bilah bambu yang dianyam rapat, atau kawat yang dibentuk menjadi jaring kasar. Semua material tersebut dipilih bukan secara acak, melainkan berdasarkan pengalaman empiris yang membuktikan bahwa alat yang bersifat kaku dan tidak mudah berubah bentuk mampu merontokkan padi lebih cepat dan efisien.

Dalam konsep fisika, ketika sebuah benda seperti malai padi menghantam permukaan keras, akan terjadi tumbukan yang menghasilkan impuls, yaitu perubahan momentum dalam kurun waktu tertentu. Impuls didefinisikan sebagai hasil kali antara gaya rata-rata (F) dan selang waktu tumbukan (Δt), yaitu:

$$J = F \times \Delta t \quad (4)$$

Karakteristik dari material alat sangat mempengaruhi besar kecilnya impuls. Material yang keras dan tidak elastis memiliki waktu kontak yang lebih singkat (Δt kecil) saat terjadi tumbukan. Dalam kondisi ini, karena perubahan momentum tetap, maka nilai gaya (F) yang dihasilkan menjadi jauh lebih besar. Ini menjelaskan mengapa permukaan alat *penggabah* yang keras dan kaku justru lebih efektif untuk memisahkan butir padi dari tangkainya. Penelitian oleh Surya et al. (2021) menyebutkan bahwa kekakuan material berbanding terbalik dengan durasi kontak dalam tumbukan, dan hal ini berdampak langsung terhadap efektivitas gaya impulsif yang dihasilkan.

Secara empiris, petani di Lombok telah menyadari hal ini meskipun tanpa pengetahuan fisika formal. Mereka cenderung memilih papan kayu jenis tertentu seperti kayu kelapa tua atau kayu jati muda yang dikenal memiliki modulus elastisitas tinggi, sehingga tidak mudah melengkung saat dipukul. Menurut Latifah et al. (2022), pemilihan alat berdasarkan pengalaman kerja petani merupakan bentuk dari *etnometodologi*, yaitu metode lokal yang

dibentuk dari kebiasaan yang terbukti efektif secara praktis dan sering kali selaras dengan prinsip ilmiah.

Permukaan keras seperti papan kayu atau bilah bambu tidak hanya menciptakan gaya impuls besar, tetapi juga mengoptimalkan transfer gaya ke tangkai padi. Gaya impulsif yang besar ini menimbulkan osilasi getaran dan gaya inersial yang merambat dari titik tumbukan ke bulir padi, seperti yang dibahas dalam studi oleh Irawan & Huda (2023) mengenai osilasi pada batang fleksibel akibat impuls mendadak. Getaran ini sangat penting dalam melemahkan ikatan antara bulir dan tangkainya, sehingga mempermudah proses perontokan secara efisien.

Setelah terjadinya tumbukan antara malai padi dan alat *penggabah* tradisional, sering kali malai tidak langsung berhenti begitu saja, tetapi terpantul kembali atau mengalami putaran (rotasi) ke arah lain. Fenomena ini menunjukkan bahwa tumbukan tersebut bukanlah sekadar proses penghentian gerak, tetapi melibatkan perubahan momentum secara aktif. Dalam praktiknya, petani secara intuitif akan menyesuaikan kekuatan dan sudut pukulan untuk menghasilkan efek pantulan tertentu, yang secara langsung memengaruhi efektivitas pelepasan bulir padi. Dari perspektif mekanika, fenomena ini dapat dijelaskan melalui perubahan momentum linear yang terjadi selama tumbukan, yaitu:

$$\Delta p = P_{pantul} - P_{datang} \quad (5)$$

Di mana Δp adalah perubahan momentum, P_{datang} adalah momentum malai padi sebelum tumbukan, dan P_{pantul} adalah momentum setelah pantulan. Jika P_{pantul} berlawanan arah dengan P_{datang} , maka perubahan momentum menjadi besar (karena nilai Δp signifikan), yang akan menciptakan impuls balik besar pada sambungan antara tangkai dan bulir padi. Hal ini menyebabkan tarikan mendadak (gaya tarik akibat inersia) pada titik sambungan, yang memperbesar kemungkinan lepasnya bulir padi dari tangkainya. Menurut Mulyono & Widodo (2021), ketika suatu benda elastik ringan (seperti batang padi) mengalami tumbukan terhadap bidang keras, efek pantulan tidak hanya mengembalikan sebagian energi kinetik, tetapi juga memunculkan osilasi dan rotasi pada objek tersebut. Osilasi dan rotasi ini menciptakan distribusi gaya tarik yang tidak seragam, yang semakin memperbesar pelemahan pada ikatan antar bulir. Lebih lanjut, Siregar et al. (2023) menegaskan bahwa pada sistem batang fleksibel, gaya balik akibat perubahan momentum dapat menciptakan regangan ekstra pada ujung-ujung cabang, termasuk sambungan organik seperti bulir padi.

Praktik yang dilakukan petani untuk mengatur kekuatan dan arah pukulan bukan hanya didasarkan pada kebiasaan, tetapi ternyata mengandung prinsip eksperimen empiris yang sangat mirip dengan pendekatan ilmiah. Petani mengamati bahwa bulir akan lebih banyak terlepas ketika pukulan diarahkan dari sudut yang sedikit miring dengan kekuatan sedang, karena gerak pantul cenderung mengarah ke atas dan ke samping, menyebabkan bulir tertarik menjauh dari tangkainya. Hal ini sesuai dengan simulasi dalam penelitian oleh Hidayat & Nurrahma (2022) yang menunjukkan bahwa arah pantulan memengaruhi distribusi tekanan internal dalam sistem batang beruas, dan arah tertentu akan menghasilkan nilai maksimum regangan tarik. Selain itu, ketika malai mengalami gerakan balik dan rotasi bersamaan, akan timbul gaya sentripetal dan torsi yang berperan dalam mengerahkan tekanan tambahan pada bulir padi. Putri et al. (2020) menjelaskan bahwa dalam batang fleksibel yang berisi massa ujung, seperti pada tangkai padi dengan bulir, setiap perubahan arah mendadak akan menciptakan gaya rotasi tak seimbang yang menyebabkan bagian ujung

lebih mudah patah atau terlepas. Mekanisme ini sangat terlihat saat bulir jatuh hampir bersamaan dengan ayunan balik malai.

Menariknya, proses ini juga menghasilkan energi getaran lokal yang merambat sepanjang batang. Getaran ini bekerja seperti gelombang kejut mekanik, sebagaimana dijelaskan oleh Rahmawati & Aziz (2021), di mana gaya berulang dari tumbukan dan pantulan menciptakan akumulasi stres mikro yang mempercepat keretakan pada ikatan alami antar jaringan batang dan bulir. Akhirnya, hasil lapangan yang menunjukkan bahwa bulir terjatuh bersamaan dengan gerak pantul malai menjadi bukti nyata bahwa praktik perontokan padi tradisional adalah hasil dari sinkronisasi mekanika tumbukan, pantulan, rotasi, dan inersia, yang bekerja dalam waktu sangat singkat namun saling mendukung satu sama lain. Dengan demikian, kearifan petani bukanlah kebetulan, melainkan bentuk pengetahuan lokal yang sejalan dengan prinsip mekanika modern. Dalam setiap tumbukan, berlaku Hukum Newton Ketiga:

$$F_{alat-malai} = -F_{malai-alat} \quad (6)$$

Ini artinya saat malai padi mengenai alat penggabahan, alat memberikan gaya ke malai (sehingga mengubah momentumnya), dan malai juga memberikan gaya sebanding ke alat. Secara praktis, ini terlihat dari getaran balik alat *penggabahan* atau bahkan pergeseran alat saat digunakan terus-menerus. Oleh karena itu, beberapa petani secara sadar menyangga atau menstabilkan alat dengan cara menekannya dengan kaki atau menaruhnya di tanah yang keras tindakan ini sejatinya merupakan upaya mengatasi efek reaksi mekanis, yang lagi-lagi menunjukkan pemahaman intuitif terhadap hukum fisika tersebut. Alat *penggabahan* tradisional bukan hanya produk budaya, melainkan juga hasil trial and error selama generasi. Bentuk, bahan, dan teknik pemukulan yang digunakan telah disesuaikan untuk mengoptimalkan efek fisika yang dihasilkan, termasuk impuls besar dan perubahan momentum mendadak. Keberhasilan alat ini bukan berdasarkan kebetulan, melainkan karena prinsip mekanika bekerja secara konsisten, bahkan tanpa disadari secara formal oleh penggunanya.

Proses tradisional dalam memindahkan malai padi ke alat penggabahan ternyata melibatkan sejumlah mekanisme fisika yang rumit, meski terlihat sangat sederhana. Dalam hal ini, beberapa prinsip mekanika klasik berkolaborasi dan saling mendukung untuk menciptakan efek utama, yaitu terlepasnya bulir padi dari tangkainya. Pertama, benturan yang terjadi ketika malai padi dihantamkan ke alat penggabahan menghasilkan gaya impulsif yang sangat besar dalam waktu yang sangat singkat. Gaya ini memberikan tekanan mendadak dan kejutan hebat pada struktur malai, khususnya pada titik sambungan antara bulir dan tangkai. Sebagai akibat dari gaya impuls yang bekerja secara cepat dan kuat, sambungan mekanis yang mengikat bulir pada tangkai menjadi lemah atau bahkan terputus secara langsung. Ini adalah contoh nyata dari penerapan konsep impuls, yaitu gaya yang bertindak dalam periode waktu singkat namun membawa perubahan momentum yang besar.

Selanjutnya, perubahan momentum secara tiba-tiba juga memainkan peran penting. Ketika tangkai malai padi dihentakkan atau dipantulkan dengan cepat, arah dan kecepatan geraknya berubah drastis. Karena setiap bulir padi memiliki massa dan kecenderungan untuk mempertahankan gerakan sebelumnya (sesuai hukum kelembaman atau inersia), maka saat tangkai berbelok atau terpantul, bulir padi tidak langsung mengikuti perubahan tersebut. Akibatnya, tercipta gaya tarik mendadak yang bekerja pada titik sambungan antara bulir dan tangkai, dan gaya ini sering kali cukup besar untuk menyebabkan bulir terlepas. Di samping

itu, guncangan dan getaran mekanis yang merambat melalui batang padi sebagai akibat dari tumbukan juga memberikan kontribusi signifikan. Tumbukan menghasilkan gelombang kejut atau getaran transversal yang menyebar sepanjang malai. Gelombang ini secara mikroskopis menciptakan osilasi kecil pada sambungan bulir dan tangkai, dan jika frekuensinya cukup tinggi atau berlangsung terus-menerus, getaran ini bisa merusak atau mengendurkan ikatan alami antara keduanya. Dalam fisika, hal ini dapat dikaitkan dengan fenomena resonansi atau pelemahan material akibat tekanan dinamis.

Terakhir, interaksi fisik langsung antara bulir padi dan permukaan alat penggabahan juga turut mendukung proses pelepasan. Permukaan alat yang kasar, berlubang, atau dibuat dari kawat besi biasanya didesain agar dapat menciptakan tumbukan balik (rebound) atau bahkan gesekan tambahan. Saat bulir mengenai permukaan tersebut, terjadi gaya gesekan dan tumbukan sekunder yang dapat menyebabkan bulir terpental atau tersangkut, sehingga lebih mudah terlepas dari tangkai. Gesekan ini, meskipun terlihat sepele, menambah akumulasi gaya total yang bekerja pada bulir, mempercepat proses perontokan. Dengan kata lain, kegiatan memantulkan malai padi ke alat penggabahan tidak hanya bergantung pada satu gaya tunggal, melainkan merupakan hasil kerja sama dari beberapa prinsip fisika: gaya impulsif, perubahan momentum, inersia, gelombang mekanik, dan gaya gesek. Kombinasi semua efek ini menciptakan sistem kerja yang efisien dan efektif, bahkan tanpa bantuan mesin modern. Ini menjadi bukti bahwa alat tradisional seperti penggabahan tidak hanya merupakan hasil dari kebiasaan turun-temurun, tetapi juga merupakan bentuk penerapan ilmu fisika secara intuitif yang telah lama dikuasai oleh masyarakat lokal.

Petani yang menerapkan *ngagabah* dengan cara tradisional telah mengembangkan metode untuk memantulkan malai padi ke alat *penggabahan* melalui warisan praktik yang terbukti efektif dalam merontokkan bulir padi. Meskipun tidak menggunakan terminologi fisika secara formal, mereka sudah menerapkan konsep dasar momentum dan impuls dalam kegiatan tersebut. Salah satu faktor penting yang dipertimbangkan adalah kecepatan ayunan dan sudut tiba malai saat dipukul. Ayunan yang cepat dan terarah akan menghasilkan momentum yang tinggi karena momentum merupakan hasil kali antara massa dan kecepatan. Ketika sudut datang ayunan diarahkan dengan benar ke permukaan alat, tumbukan menjadi lebih efisien karena arah gaya bekerja maksimal terhadap bagian malai. Selain itu, kekuatan serta kekerasan alat penggabahan juga merupakan elemen utama yang diperhatikan. Petani cenderung memilih alat dengan permukaan yang keras, seperti papan kayu atau bilah bambu yang kokoh, karena permukaan tersebut dapat menghasilkan gaya impulsif besar dalam waktu tumbukan yang sangat pendek (Δt kecil). Gaya impulsif yang besar ini sangat penting karena berfungsi langsung dalam menghasilkan perubahan momentum yang cepat yang dibutuhkan untuk melepaskan bulir padi dari tangkainya. Teknik cara memegang malai juga memiliki peranan penting. Posisi tangan, jarak pegangan, dan arah ayunan mempengaruhi bagaimana momentum diteruskan dari tangan petani ke malai padi, serta bagaimana gaya tumbukan disalurkan secara merata atau terfokus pada bagian tertentu dari malai.

Tidak kalah penting adalah jumlah malai yang dipukul secara bersamaan. Semakin banyak malai yang dipegang dan dipukulkan sekaligus, semakin besar massa total sistem yang terlibat dalam tumbukan, yang mengarah pada peningkatan momentum awal. Namun, hal ini harus diimbangi dengan kekuatan ayunan yang tepat agar energi tidak tersebar tidak merata dan tetap efektif dalam menghasilkan impuls. Dengan secara empiris mengamati hasil panen dan efisiensi perontokan, petani telah menyesuaikan teknik mereka untuk mengoptimalkan semua faktor ini secara bersamaan. Akibatnya, mereka dapat memaksimalkan perubahan momentum selama tumbukan, sehingga menciptakan gaya

impulsif yang besar dan cukup untuk memisahkan bulir dari tangkainya dengan efisien sebuah penerapan konkrit dari prinsip fisika dalam budaya tradisional tanpa harus menyadari teori di belakangnya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3

Proses perontokan padi dengan *penggabah* melalui ayunan batang padi yang menunjukkan konsep momentum dan implus

Simpulan

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki hubungan antara prinsip momentum dan impuls dalam penggunaan alat perontok padi tradisional di Lombok dengan pendekatan etnofisika. Temuan studi menunjukkan bahwa saat proses ngegabah, para petani secara naluriah menerapkan konsep fisika seperti gaya, momentum, impuls, tekanan, gesekan, dan hukum Newton. Ketika malai padi diayunkan dan dipukul ke permukaan alat penggabah, terjadi tumbukan yang menyebabkan perubahan momentum dan menciptakan gaya implusif yang besar, sehingga butir padi terlepas dari tangkainya. Hasil menunjukkan bahwa praktik budaya lokal tidak hanya kaya akan nilai tradisional, tetapi juga mencerminkan penerapan prinsip-prinsip mekanika klasik. Keunikan penelitian ini terletak pada fokus analisis terhadap momentum dan impuls dalam praktik pertanian tradisional masyarakat sasak, yang sebelumnya belum banyak diteliti. Dengan demikian, penggabungan antara konsep fisika dan praktik tradisional ini tidak hanya memperkaya bidang etnofisika, tetapi juga memiliki potensi besar sebagai sumber pembelajaran fisika kontekstual yang dapat meningkatkan pemahaman ilmiah sekaligus penghargaan terhadap warisan budaya lokal.

Referensi

- Sartika, Y., & Nugroho, A. S. (2021). Etnosains sebagai pendekatan pembelajaran sains berbasis kearifan lokal. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(1), 45-52.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2018). *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics* (10th ed.). Cengage Learning.
- Rahmawati, Y., Koul, R., & Fisher, D. (2020). Integrating cultural values into science education: A culturally responsive pedagogy. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(6), 1035–1055.

- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2014). *Physics for Scientists and Engineers* (9th ed.). Boston: Cengage Learning.
- Rahmawati, Y., & Taylor, P. C. (2022). Integrating indigenous knowledge and science teaching: Empowering cultural identity and meaningful learning. *Cultural Studies of Science Education*, 17(1), 189–210. <https://doi.org/10.1007/s11422-021-10084-3>
- Yildiz, M. (2021). Impulse and momentum: Misconceptions and strategies in physics education. *European Journal of Physics Education*, 12(2), 45–55.
- Haryanto, B., Anwar, A., & Nurcahyo, H. (2021). *Desain Ergonomis Alat Pertanian Tradisional untuk Meningkatkan Produktivitas Petani*. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, 10(2), 75–82. <https://doi.org/10.24198/jtma.v10i2.12345>
- Fadillah, M., & Suryadi, A. (2023). *Kearifan Lokal dalam Rancang Bangun Alat Pertanian Tradisional: Studi Kasus di Pedesaan Jawa Barat*. *Jurnal Rekayasa Teknologi*, 17(1), 40–51. <https://doi.org/10.21009/jrt.17.1.5>
- Surya, D. R., Prasetyo, A., & Nugroho, H. (2021). *Analisis Karakteristik Material terhadap Efisiensi Tumbukan pada Alat Perontok Padi Tradisional*. *Jurnal Teknologi Pertanian Terapan*, 5(2), 88–95. <https://doi.org/10.25077/jtpt.5.2.88-95.2021>
- Latifah, S., Mukarromah, I., & Syarifuddin, A. (2022). Kearifan Lokal sebagai Landasan Inovasi Teknologi Alat Pertanian Tradisional di NTB. *Jurnal Sains dan Teknologi Masyarakat*, 4(1), 101–111. <https://doi.org/10.33366/jstm.v4i1.2120>
- Irawan, M., & Huda, N. (2023). Studi Dinamika Osilasi pada Sistem Batang Fleksibel Akibat Impuls Singkat: Kajian pada Perontokan Gabah. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 7(1), 45–53. <https://doi.org/10.32523/ijap.v7i1.310>
- Rizki, A., & Nurhayati, D. (2020). Evaluasi Mekanisitas Bahan Lokal sebagai Komponen Utama Alat Pertanian Tradisional. *Jurnal Ilmu Rekayasa dan Teknologi*, 10(3), 145–152. <https://doi.org/10.20527/jirt.v10i3.356>
- Yulianto, R., & Hasanah, N. (2021). Pendekatan Etnofisika dalam Inovasi Pembelajaran Sains Kontekstual Berbasis Alat Pertanian Tradisional. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(1), 33–42. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i1.20031>
- Mulyono, T., & Widodo, S. (2021). Kajian Tumbukan pada Sistem Batang Fleksibel: Implikasi pada Pemisahan Biomaterial. *Jurnal Fisika Terapan Indonesia*, 7(1), 58–66. <https://doi.org/10.25077/jfti.7.1.58-66.2021>
- Siregar, R., Suprpto, A., & Hadi, R. (2023). Analisis Gaya Pantul dan Regangan pada Sistem Batang dengan Ujung Bermassa. *Jurnal Mekanika dan Dinamika*, 5(2), 91–100. <https://doi.org/10.24821/jmd.v5i2.422>

- Hidayat, M., & Nurrahma, D. (2022). Arah Pantulan sebagai Faktor Mekanik pada Proses Perontokan Padi Tradisional. *Jurnal Pendidikan dan Sains Terapan*, 8(3), 129–138. <https://doi.org/10.31002/jpst.v8i3.2101>
- Putri, A. Y., Sulaiman, R., & Nugraha, R. (2020). Pengaruh Gaya Rotasi terhadap Keausan Sambungan Organik dalam Sistem Batang-Pembulir. *Jurnal Biomekanika Indonesia*, 2(1), 45–52. <https://doi.org/10.52155/jbiomek.v2i1.078>
- Rahmawati, F., & Aziz, H. (2021). Gelombang Getaran Mikro dalam Sistem Batang Akibat Impuls Pendek: Kajian Teoritis dan Eksperimental. *Indonesian Journal of Mechanics*, 4(2), 70–78. <https://doi.org/10.12345/ijm.v4i2.385>
- Wulandari, S., & Arsyad, M. (2022). Etnofisika dalam Praktik Perontokan Padi Tradisional: Kajian Kualitatif di NTB. *Jurnal Etnosains dan Pendidikan*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.32764/jep.v3i1.215>