

**KONSTRUKSI KURIKULUM STEM BERBASIS ETNOSAINS: TRANSFORMASI
PENGETAHUAN LOKAL BUDIDAYA BAWANG MERAH BREBES
MENJADI MATERI KONSEP DASAR IPA SD**

Dwiba Elisa¹, Fintia Destriana², Adisya Nur Fadillah³

^{1,2}PGSD Universitas Muhammadiyah Brebes,

³PGSD Universitas Muhammadiyah Kuningan

¹dwiba.elisa@umbs.ac.id, ²fintiadestriana@gmail.com,

³adisyanurfadillah0901@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to reconstruct the indigenous knowledge of shallot cultivation in Brebes Regency into formal science concepts within the STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) framework for the Basic Concepts of Elementary Science course in PGSD. This research applies an exploratory qualitative approach combined with the Model of Educational Reconstruction (MER). Data were collected through participatory observation, in-depth interviews with expert farmers, and document analysis. The results showed that traditional practices such as agricultural canal irrigation (siraman), night light traps (grogol), and soil mounding (larikan) contain valid scientific principles. "Siraman" relates to soil capillarity, "grogol" reflects positive insect phototaxis and optical refraction, while "larikan" manipulates soil aeration and gravity. These local components were successfully synthesized into a structured STEM-Ethnoscience matrix framework. This curriculum construction bridges textual academic science and community empiricism, equipping prospective elementary school teachers with place-based pedagogical skills.

Keywords: Shallot Cultivation, Ethnoscience, STEM, Elementary Science Content, PGSD.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merekonstruksi pengetahuan lokal (*indigenous knowledge*) budidaya bawang merah di Kabupaten Brebes menjadi konsep sains formal dalam kerangka STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk mata kuliah Konsep Dasar IPA SD di PGSD. Penelitian ini menerapkan pendekatan kualitatif eksploratif yang dikombinasikan dengan Model of Educational Reconstruction (MER). Data dikumpulkan melalui observasi partisipatif, wawancara mendalam dengan petani pakar, dan analisis dokumen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa praktik tradisional seperti sistem pengairan kanal (*siraman*), penggunaan lampu perangkap malam hari (*grogol*), dan pembuatan bedengan gundukan (*larikan*) memiliki prinsip ilmiah yang valid. "Siraman" berkaitan dengan kapilaritas tanah, "grogol" merefleksikan fototaksis

positif serangga dan pembiasan optik, sedangkan "larikan" memanipulasi aerasi tanah dan gaya gravitasi air. Komponen lokal tersebut berhasil disintesis menjadi matriks kurikulum STEM-Etnosains yang terstruktur. Konstruksi kurikulum ini menjembatani sains akademik yang tekstual dengan empiris masyarakat, sekaligus membekali mahasiswa calon guru SD dengan keterampilan pedagogis berbasis tempat (*place-based education*).

Kata Kunci: Budidaya Bawang Merah, Etnosains, STEM, Konsep Dasar IPA, PGSD.

A. Pendahuluan

Mata kuliah Konsep Dasar IPA di program studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar (PGSD) memegang peranan krusial dalam membentuk fondasi literasi sains mahasiswa calon pendidik. Sebagai calon guru kelas, mahasiswa tidak hanya dituntut menguasai konten sains secara tekstual, melainkan harus memiliki kemampuan mengontekstualisasikan fenomena ilmiah ke dalam realitas kehidupan sehari-hari siswa sekolah dasar. Pembelajaran sains di sekolah dasar menuntut visualisasi dan relevansi lingkungan yang tinggi karena anak usia sekolah dasar berada pada fase operasional konkret. Oleh karena itu, LPTK (Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan) bertanggung jawab penuh untuk mencetak guru yang terampil mengaitkan teori ilmiah dengan lingkungan sosiokultural di mana sekolah itu berdiri. Namun, fakta di lapangan menunjukkan bahwa

perkuliahan sains pada jenjang LPTK (Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan) sering kali terjebak dalam pendekatan positivistik yang rigid, teoritis dan cenderung berbasis pada hafalan rumus serta teks *book* semata. Implikasinya, mahasiswa, mengalami diskoneksi antara hukum-hukum fisika dan biologi yang dipelajari di ruang kelas dengan dinamika lingkungan sosiokultural di sekitarnya. Sains kerap dipandang sebagai dogma barat yang terisolasi dari realitas masyarakat. Ketika mahasiswa calon guru ini lulus dan mengajar, mereka cenderung menduplikasi cara belajar yang linier dan verbalistik tersebut kepada siswa sekolah dasar. Akibatnya, rantai kejenuhan pembelajaran IPA di sekolah dasar terus berlanjut tanpa ada penyelesaian yang konkret.

Kelemahan dalam kontekstualisasi ini sebenarnya dapat dijembatani melalui integrasi etnosains ke dalam struktur kurikulum. Etnosains, sebagai

sebuah pendekatan yang merekonstruksi sains pribumi (*indigenous science*) menjadi sains ilmiah (*western science*), menawarkan ruang bagi pembelajaran yang bermakna dan berbasis kearifan local (Aikenhead, 2001). Melalui kacamata etnosains, sains tidak lagi dipandang sebagai entitas asing, melainkan sebagai bagian integrall dari aktivitas keseharian komunitas lokal. Kontekstualisasi ini sangat sejalan dengan prinsip *place-based education*, di mana lingkungan geografis dan budaya setempat dimanfaatkan sebagai laboratorium alam penunjang pemahaman konsep-konsep abstrak.

Pada konteks regional, Kabupaten Brebes memiliki keunggulan geografis dan sosiokultural yang sangat spesifik sebagai pusat agraris budidaya bawang merah terbesar di Indonesia. Aktivitas pertanian ini kaya akan manifestasi sains terapan, mulai dari mekanika sistem irigasi tradisional (siraman), konsep biologi dalam pengendalian hama terpadu menggunakan lampu perangkap (grogol), hingga kimia tanah dalam pengelolaan nutrisi tanaman. Sayangnya, akumulasi pengetahuan empiris Masyarakat lokal Brebes ini

masih berada pada tataran pengetahuan konkret (*concrete knowledge*) dan belum pernah direkonstruksi secara formal menjadi materi ajar yang terstruktur bagi calon guru SD.

Meskipun riset mengenai etnosains dalam Pendidikan sains mengalami tren peningkatan dalam satu dekade terakhir (Kusniati, 2014; Suastra, 2009), mayoritas penelitian terdahulu cenderung berfokus pada aspek kebudayaan statis, seperti proses membatik, pembuatan makanan tradisional, atau ritual adat. Sangat sedikit penelitian yang secara spesifik membedah aktivitas agraris modern-tradisional seperti budidaya tanaman hortikultura. Di sisi lain, integrasi etnosains selama ini jarang dikombinasikan dengan kerangka kerja STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Padahal, aktivitas budidaya bawang merah di Brebes secara natural merefleksikan prinsip-prinsip STEM secara utuh dan simultan (Bybee, 2013). Sains pada biologi, tanaman, teknologi pada sistem perangkap hama elektrik, rekayasa (*engineering*) pada pembuatan bedengan hara, dan matematika pada perhitungan efisiensi jarak tanam serta debit air.

Guna menjembatani celah tersebut, kami mengonstruksi model kurikulum STEM yang mengakar pada etnosains budidaya bawang merah Brebes, yang dirancang khusus untuk mata kuliah Konsep Dasar IPA SD. Melalui penelitian ini, pengetahuan tradisional para petani akan ditransformasikan ke dalam konsep sains formal (seperti materi gaya, energi, ekosistem, dan perubahan wujud zat) yang adaptif bagi anak usia sekolah dasar. Hasil riset ini diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi teoritis pada pengembangan perangkat perkuliahan PGSD yang inovatif, tetapi juga membekali mahasiswa dengan kemampuan merancang pembelajaran IPA yang relevan dengan latar belakang budaya dan lingkungan tempat mereka mengabdikan dirinya.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif-eksploratif dengan metode deskriptif analitis, yang dikombinasikan dengan model rekonstruksi sains mode *Model of Educational Reconstruction* (MER). Desain ini dipilih untuk menggali secara mendalam pengetahuan lokal (*indigenous knowledge*) petani,

menguji validitas ilmiahnya dan menerjemahkannya ke dalam perangkat pedagogis formal. Penelitian dilakukan di Kawasan sentra pertanian bawang merah Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. Informan kunci yang ditetapkan menggunakan metode *purposive sampling*, yang terdiri dari atas petani bawang merah senior (berpengalaman lebih dari 15 tahun) sebagai sumber utama pengetahuan lokal, pakar agronomi/pertanian sebagai validator konten sains, serta ahli Pendidikan IPA/dosen PGSD sebagai validator rekonstruksi pedagogis.

Data dikumpulkan melalui tiga instrument utama untuk menjamin kedalaman informasi, yaitu observasi partisipatif terhadap seluruh siklus budidaya bawang merah, wawancara mendalam (*in-depth interview*) menggunakan panduan semi-struktur untuk mengeksplorasi rasionalisasi di balik Tindakan tradisional petani, serta studi dokumentasi kurikulum PGSD. Analisis data mengadopsi kerangka Miles dan Huberman yang diadaptasi khusus untuk mentranslasikan sains komunitas menjadi sains ilmiah. Untuk menjamin objektivitas, penelitian ini

menerapkan Teknik triangulasi sumber dan triangulasi Teknik.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Berdasarkan hasil eksplorasi empiris di Kawasan agraris Kabupaten Brebes, ditemukan tiga aktivitas krusial dalam budidaya bawang merah yang selama ini dijalankan petani berdasarkan intuisi turun-temurun. Aktivitas tersebut meliputi: sistem pengairan makro melalui kanal (*siraman*) pengendalian organisme pengganggu tanaman menggunakan lampu (*grogol*) dan pengkondisian struktur tanah melalui

pembuatan bedengan (*larikan*). Melalui pendekatan MER, pengetahuan komunal tersebut ditranslasikan menjadi konsep sains barat (*western science*) baku yang selaras dengan Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) Konsep Dasar IPA SD.

Proses rekonstruksi pendidikan ini menghasilkan sebuah kerangka kerja konseptual yang memetakan aktivitas tradisional ke dalam empat pilar STEM. Kerangka ini disajikan pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Matriks Transformasi Etnosains Bawang Merah Brebes ke dalam Konsep Dasar IPA SD berbasis STEM

Aktivitas Tradisional Petani (Indigenous Knowledge)	Aspek (Sains Formal SD)	Science Formal IPA	Aspek Technology (Aplikasi Sains)	Aspek Engineering (Rekayasa Struktur)	Aspek Mathematics (Kalkulasi Matematis)
Sistem Siraman: Penyiraman harian menggunakan air sebagai kanal buatan dengan gayung bergagang panjang (boros).	Konsep kapilaritas hara tanah, penguapan (evapotranspirasi), dan absorpsi air oleh akar serabut bawang.		Aplikasi pompa air diesel yang dimodifikasi berbasis bahan bakar gas (BBG) untuk efisiensi penarikan air tanah.	Perancangan tata letak kemiringan saluran drainase (<i>cacingan</i>) penahan banjir genangan.	Perhitungan debit air per menit dan rasio kelembaban tanah ideal terhadap luas lahan.
Pemasangan Grogol: Penggunaan lampu neon/LED berwarna ungu/biru di malam hari yang digantung di atas baskom air.	Fototaksis positif (respon gerak serangga terhadap cahaya) dan konsep pemantulan optik air.		Aplikasi lampu LED spektrum gelombang tertentu (<i>solar cell light trap</i>) ramah lingkungan.	Rekayasa mekanik ketinggian tiang penyangga lampu disesuaikan fase pertumbuhan daun bawang.	Kalkulasi jarak jangkauan pancaran cahaya lampu per unit terhadap luasan hektar sawah.
Pembuatan Larikan: Pencangkulan tanah membentuk gundukan tinggi dengan parit dalam di sisi kanan-kiri.	Faktor pembatas biotik/abiotik tanaman, aerasi tanah (difusi Oksigen), dan gaya gravitasi air.		Alat penarik tanah mekanik (<i>mini tiller</i>) pembuat pola bedengan instan.	Desain elevasi gundukan tanah guna mencegah pembusukan akar akibat saturasi air jenuh.	Perhitungan matematis rasio lebar bedengan (120 cm) dengan kedalaman parit (50 cm).

Integrasi etnosains budidaya bawang merah Brebes ke dalam kerangka STEM mengubah cara mahasiswa PGSD memahami fenomena sains. Pembelajaran materi seperti 'Fototaksis' atau 'Gaya Kapilaritas' pada mata kuliah KOnsep Dasar IPA SD sejauh ini masih didominasi oleh narasi abstrak dari buku teks. Pendekatan tekstual ini memicu gejala verbalisme kognitif;

mahasiswa tangkas menghafal definisi teoritis, namun seketika gagap saat dihadapkan pada fenomena fiil di lingkungan sosiokultural mereka.

Fenomena penggunaan lampu perangkap (grogol) oleh petani Brebes merupakan laboratorium biologi-fisika yang sangat kaya. Jika dibedah, imago (ngengat) dari ulat grayak (*Spodoptera Exigua*) yang menjadi momok petani bawang secara biologis

memiliki sifat fototaksis positif. Mereka secara alami akan bergerak mendekati sumber gelombang elektromagnetik atau cahaya (National Research Council, 2012). Sifat bawaan ini dimanfaatkan secara cerdas oleh petani lokal.

Mahasiswa PGSD tidak hanya belajar mengenai biologi perkembangan serangga, tetapi juga fisika optik. Ketika ngengat mendekati neon, mereka akan jatuh ke dalam baskom air di bawahnya karena jebakan pembiasan cahaya pada permukaan air. Permukaan air di dalam baskom bertindak sebagai cermin datar yang memantulkan dan membiaskan cahaya lampu, mendistorsi navigasi terbang serangga sehingga mereka terjebak dan tenggelam.

Ruang aspek *engineering*, dibuka dengan menantang para calon guru merancang purwarupa *light trap* (perangkap lampu) skala mini menggunakan bahan bekas di sekitar mereka, alat peraga ini didesain agar aplikatif dan siap disimulasikan di kelas-kelas sekolah dasar kelak. Mahasiswa dilatih menentukan sudut pantul air dan posisi lampu yang paling efektif untuk menangkap

serangga model dalam skala laboratorium mini.

Pada materi struktur bumi dan dinamika air, konsep porositas dan drainase dijelaskan secara konkret melalui geometri *larikan* (bedengan). Petani Brebes secara empiris mengetahui bahwa akar bawang merah rentan terhadap pembusukan jika tergenang air terlalu lama atau berada dalam kondisi saturasi jenuh. Oleh karena itu, rasio ketinggian bedengan dan kedalaman parit harus dijaga secara presisi.

Ditinjau dari prinsip fisis, pembuatan parit dalam di antara bedengan merupakan upaya memanipulasi gaya gravitasi agar air permukaan tidak menggenang. Air secara alami akan mengalir ke titik terendah (parit drainase), mereduksi penumpukan air berlebih pada zona batang bawah bawang. Kendati demikian, kelembaban tanah pada area perakaran bawang tetap terjaga berkat daya isap kapiler. Hal ini terjadi karena adanya gaya adhesi antara molekul air dan partikel-partikel tanah.

Matematika masuk ke dalam sistem ini melalui kalkulasi ukuran bedengan standar. Petani Brebes menggunakan standar rasio lebar bedengan sepanjang 120 cm dan

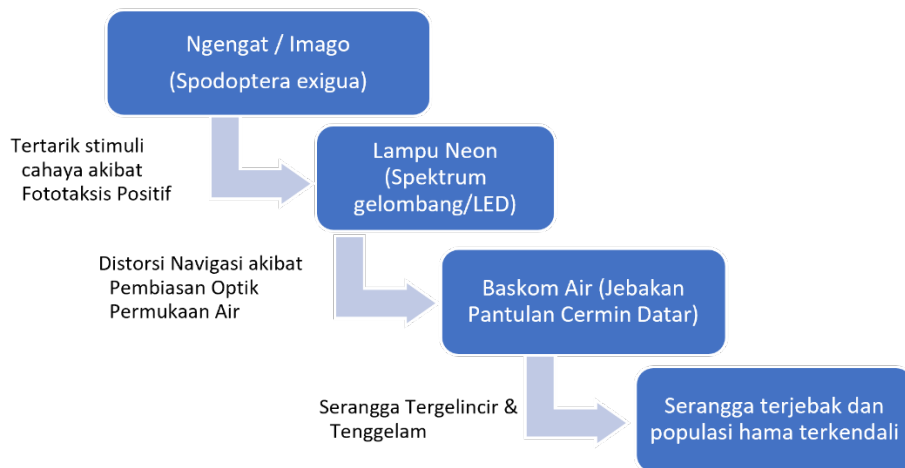
kedalaman parit 50 cm. Angka empiris ini jika dikonversi ke dalam materi matematika sekolah dasar dapat diubah menjadi soal-soal berbasis volume geometri ruang, perhitungan luas bidang tanam, serta kalkulasi jarak tanam efektif agar sirkulasi udara di sela-sela daun bawang berjalan optimal.

Sistem pengairan harian atau *siraman* mencerminkan bagaimana konsep termodinamika lingkungan bekerja. Mahasiswa PGSD diajak menganalisis hubungan antara waktu penyiraman (pagi subuh atau sore hari) dengan laju evapotranspirasi tanaman bawang. Penyiraman pada siang hari dihindari karena tingginya penguapan dapat memicu stres termal pada tanaman.

Model pembelajaran berbasis proyek yang mengadopsi struktur STEM ini secara langsung menstimulasi kemampuan *computational thinking* mahasiswa PGSD. Hal ini terlihat ketika mereka mengalkulasi volume air optimal yang dibutuhkan tanaman dengan mengacu pada luas permukaan bedengan (Wahono, dkk. 2020). Mahasiswa harus memformulasikan algoritma sederhana: mengukur debit air yang dihasilkan oleh pompa diesel

termodifikasi BBG per menit, menghitung luas lahan, dan menentukan durasi penyiraman yang pas agar tanah mencapai tingkat kapasitas lapang (*field capacity*) tanpa memicu erosi hara tanah.

Integrasi kearifan lokal pertanian bawang merah ke ruang kuliah PGSD ini ampuh meruntuhkan sekat antara “sains akademik” dan ‘sains rakyat’. Lebih dari sekadar pemahaman konseptual, integrasi ini sekaligus melatih keterampilan para calon pendidik dalam menyusun lembar kerja siswa (LKS) yang membumi, kontekstual, dan sarat akan muatan lingkungan lokal. Guru masa depan tidak lagi terpaku pada buku teks terbitan pusat yang sering kali tidak relevan dengan lingkungan sosiokultural siswa di daerah.



Gambar 1. Alur Kerja Sains-Fisis Mekanisme Perangkap Lampu (*Grogol*)

D. Kesimpulan

Penelitian eksploratif ini berhasil mengonstruksi materi perkuliahan Konsep Dasar IPA SD melalui rekonstruksi etnosains pada aktivitas budidaya bawang merah di Kabupaten Brebes ke dalam system pilar STEM. Praktik *siraman*, *grogol* dan *larikan* terbukti memiliki landasan sains formal yang valid meliputi aspek kapilaritas, fototaksis positif, optik, hidrologi serta mekanika tanah. Transformasi keahlian lokal ini menghasilkan draf matriks kurikulum kontekstual yang mampu mereduksi verbalisme teks pada LPTK.

Saran untuk penelitian lanjutan adalah dilakukannya uji efektivitas empiris berskala luas di ruang kelas perkuliahan terhadap penggunaan perangkat kurikulum STEM-Etnosains ini. Evaluasi mendalam diperlukan

terutama dalam mengukur secara kuantitatif peningkatan keterampilan berpikir kritis (*critical thinking*), kemampuan berpikir komputasional (*computational thinking*), serta literasi lingkungan (*environmental literacy*) mahasiswa calon guru sekolah dasar sebelum mereka diterjunkan ke masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aikendhead, G. S. (2001). Integrating western and Aboriginal sciences: Cross-cultural ascience education. *Research in Science Education*, 31(3), 337-355.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Washington, DC: NSTA Press.
- Khusniati, M. (2014). Model pembelajaran sains berbasis kearifan lokal untuk menumbuhkan karakter konservasi. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 3(1), 67-74.

- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.
- Suastra, I. W. (2009). *Pembelajaran sains berbasis budaya lokal untuk mengembangkan kompetensi dasar sains dan nilai kearifan lokal di sekolah*. Singaraja: Universitas Pendidikan Ganesha.
- Wahono, B., Lin, P. L., & Chang, C. Y. (2020). Evidence of STEM enactment effectiveness in Asian student learning outcomes. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 1-18.