

NASKAH ORISINAL

Pengenalan Sistem Aquaponik Cerdas untuk Memfasilitasi Kemampuan Mandiri pada Siswa Berkebutuhan Khusus di SLB

Wiwik Anggraeni^{1,*} | Diah Risqiwati² | Lailatul Husniah² | Sugiyanto³ | Hanugra Aulia Sidharta⁴ | Nova Eka Budiyantha⁵ | Arif Djunaidy¹ | Raras Tyasnurita¹ | Achmad Holil Noor Ali¹ | Princessa Sissy Divka¹ | Fathia Rahmanisa¹

¹Departemen Sistem Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

²Program Studi Informatika, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang, Indonesia

³Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro, Semarang, Indonesia

⁴Program Studi Teknik Informatika, Binus University, Jakarta, Indonesia

⁵Program Studi Teknik Elektro, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jakarta, Indonesia

Korespondensi

*Wiwik Anggraeni, Departemen Sistem Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia. Alamat e-mail: wiwik@is.its.ac.id

Alamat

Laboratorium Rekayasa Data dan Intelegensi Bisnis, Departemen Sistem Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

Abstrak

SLB ABCD Bakti Sosial merupakan sebuah sekolah luar biasa yang melayani siswa dengan kebutuhan khusus, terletak di Kecamatan Simo, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah. SLB tersebut memiliki 28 siswa SD, 18 siswa SMP, dan 17 siswa SMA, yang dibimbing oleh 11 guru. Berdasarkan diskusi dengan para guru, diketahui bahwa tempat tinggal siswa memiliki radius hingga 25 kilometer, karena jumlah SLB di Jawa Tengah yang belum sebanding dengan jumlah siswa. Metode pengajaran di SLB ini berbeda dengan sekolah umum, dengan kurikulum tahun 2013 yang mengalokasikan 40% pembelajaran pada materi teori dan 60% pada keterampilan praktis. Untuk meningkatkan keterampilan siswa, Tim Pengabdian Masyarakat ITS mengusulkan penerapan sistem *smart-aquaponic*. Sistem ini tidak hanya menjadi alat latihan, tetapi juga sesuai dengan latar belakang pertanian masyarakat Boyolali, yang merupakan mata pencaharian utama di daerah tersebut. Materi video dan modul pendukung diperkenalkan untuk membantu para guru dalam membimbing siswa berkebutuhan khusus. Pengajaran ini bertujuan untuk meningkatkan keterampilan siswa dengan memperkenalkan integrasi budidaya ikan dan tanaman melalui otomatisasi sederhana. Otomatisasi ini meliputi pemberian pakan ikan secara terjadwal dan aliran air yang dapat disesuaikan berdasarkan kebutuhan tanaman. Dengan memperkenalkan *smart-aquaponic* di SLB ABCD Bakti Sosial, harapannya adalah guru dan siswa dapat mengembangkan keterampilan aquaponik dan menyesuainya dengan kebutuhan daerah sekitar.

Kata Kunci:

Keterampilan, SLB ABCD, *Smart-aquaponic*, Pelatihan, Pertanian

1 | PENDAHULUAN

1.1 | Latar Belakang

SLB ABCD Bakti Sosial adalah sekolah luar biasa untuk anak dengan keterbatasan tertentu, SLB A untuk anak dengan tuna netra, SLB B untuk anak dengan tuna rungu atau tuna wicara, SLB C untuk anak dengan keterbatasan mental, SLB D untuk anak tuna daksa (dengan kondisi fisik tertentu). Pembelajaran pada SLB mempunyai perbedaan dengan sekolah pada umumnya, seperti dalam sebuah SLB dapat memiliki jenjang pendidikan terpadu dari SD, SMP hingga SMA. Kemudian pengembangan kurikulum pada SLB juga mempunyai perbedaan, walaupun SLB juga menerima kurikulum merdeka pada 2023, akan tetapi pengembangan kurikulum SLB masih menggunakan kurikulum 2013^[1]. Perbedaan selanjutnya adalah peran guru dan porsi pembelajaran pada siswa SLB, guru menjadi pengajar utama baik untuk pengajaran atau pendidik keterampilan. Ada dua jenis pembelajaran untuk siswa SLB, yaitu pengajaran dan keterampilan. Masing-masing jenis SLB mempunyai perbedaan komposisi untuk kedua jenis pembelajaran yang disesuaikan dengan kemampuan masing-masing siswa. Namun melalui kurikulum 2013 pemerintah mendorong agar pengajaran vokasi melalui keterampilan mendapat kuantitas yang lebih banyak^[2].

Pada pengabdian sebelumnya, pernah dilakukan sebuah pelatihan kepada civitas academica SLB AB Kemala Bhayangkari 2 Gresik mengenai pemasaran produk secara daring selama pandemi covid-19^[3]. Akan tetapi ide serupa sulit untuk diterapkan di SLB ABCD Bakti Sosial karena keterbatasan akses internet dan fasilitas penunjang lain. Di SLB ABCD Bakti Sosial, keterampilan siswa lebih diasah melalui penguasaan teknologi pengelasan, pengolahan bambu, bercocok tanam sederhana, dan kompetisi olahraga. Siswa mampu membuat pintu teralis atau pagar besi dengan kualitas yang baik, akan tetapi tidak semua siswa dapat menguasainya. Sedangkan pengolahan bambu dilakukan dengan pembuatan kendang ayam dan anyaman bambu. Bercocok tanam dipilih oleh sekolah karena sebagian besar masyarakat sekitar mempunyai profesi petani, sekolah berhasil membuat perkebunan terong dan hidroponik sederhana, akan tetapi karena kesalahan perawatan mengakibatkan tanaman tidak tumbuh secara optimal.

Oleh karena itu, pengabdian masyarakat ini dilakukan sebagai usaha untuk memberi pendampingan dan pengembangan pada sektor pertanian di Boyolali. Dengan menasar siswa di SLB ABCD Bakti Sosial, pengenalan mengenai sistem aquaponik ini diharapkan dapat membantu penguasaan keterampilan para siswa. Hal ini didukung pula dengan pemilihan Boyolali sebagai pusat pengembangan tanaman organik sejak 2007^[4] hingga pada tahun 2022 Boyolali mengalami surplus pada 7 jenis tanaman^[5]. Kota dan kabupaten Boyolali mempunyai potensi alam yang mendukung pengembangan pertanian karena berada di dataran tinggi dengan suhu yang cukup dingin. Akan tetapi terdapat beberapa titik di Boyolali yang mengalami defisit air hingga mengganggu aspek pertanian^[6].



Gambar 1 Gedung SLB ABCD Bakti Sosial Simo.

Pengembangan aquaponik menjadi solusi yang sesuai dengan kondisi tersebut karena sistem aquaponik tidak membutuhkan air dalam jumlah yang masif. Penggabungan antara kolam dengan sistem hidroponik mengakibatkan penggunaan air yang mandiri dan tidak tergantung kepada ketersediaan air bersih. Berkaca dari pembuatan sistem hidroponik yang sebelumnya sudah pernah dilakukan pihak sekolah, dari hasil diskusi dengan guru dan kepala sekolah dapat ditarik kesimpulan adanya kesalahan perawatan

dan penempatan sistem hidroponik. Untuk itu, diusulkan desain baru yaitu aquaponik yang lebih efisien dari sistem hidropnik yang telah ada^[7]. Pemilihan bibit ikan dan jenis tanaman menjadi krusial agar mampu menghasilkan panen yang optimal^[8].

Selain itu, Untuk mendukung kebutuhan optimasi panen maka akan dilakukan pengenalan dan pengajaran untuk pembuatan kolam dan hidroponik yang efisien. Otomatisasi pompa juga dapat mengoptimalkan penggunaan air pada lokasi yang mengalami kesulitan air bersih. Pada akhirnya, pengabdian masyarakat ini diharapkan dapat memberikan pendampingan dan pembelajaran kepada guru dan siswa SLB ABCD Bakti Alam hingga dapat mandiri dalam mengembangkan sektor pertanian di Kabupaten Boyolali.

1.2 | Solusi Permasalahan atau Strategi Kegiatan

Solusi dari lahan pertanian tadah hujan dengan minimnya lahan adalah pertanian dengan skala mikro, salah satu diantaranya adalah dengan teknik hidroponik. Untuk memaksimalkan produksi, solusi ditambahkan tidak hanya dengan pertanian namun juga pembudidayaan ikan yang dapat dilakukan secara paralel melalui teknik aquaponik. Pada teknik aquaponik, endapan kotoran ikan dapat didistribusikan pada pipa pot aquaponik dan dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman. Melalui kegiatan ini, pihak sekolah, dalam hal ini guru, tenaga pendidik, dan siswa diharapkan dapat memperoleh pengalaman dan pembelajaran baru untuk memaksimalkan lahan sekolah dan keterampilan dalam hal pertanian mikro dengan pendekatan teknologi, sampai dengan memasarkan produk hasil dari pertanian mikro sekolah tersebut.

Pada proyek sistem aquaponik ini, siswa diajarkan untuk dapat membuat kolam ikan beserta pot hidroponik yang dapat terinterkoneksi. Struktur aquaponik akan didesain sedemikian rupa sehingga proses penyaluran nutrisi pada budidaya ikan dan sayuran dapat berjalan dengan baik. Seperti yang kita ketahui bahwa air yang berasal dari kolam ikan tidak dapat langsung dialirkan ke tanaman, tetapi harus melalui sistem penyaringan dan sistem nitrifikasi. Hal ini bertujuan untuk mengendapkan kotoran ikan dan mengubah unsur nitrogen yang dominan dari kolam ikan seperti urea dan amonia. Ini karena tanaman hanya menyerap unsur nitrogen dalam bentuk ion. Selain itu, nitrifikasi mencegah tanaman mengalami keracunan akibat dominasi unsur nitrogen. Instalasi aquaponik terdiri atas rak tanam sayur, kolam ikan, mesin air, sistem penyaringan (drum filterisasi), drum penampung air (sistem sifon), dan instalasi pipa yang dapat menghubungkan seluruh sistem^[9]. Pada dasarnya rak tanaman yang dibutuhkan sama dengan rak tanaman yang digunakan pada sistem hidroponik. Adapun kolam ikan yang digunakan dapat berupa kolam fiber, tong plastik, kolam semen atau kolam rangka besi yang dilapisi terpal. Tujuan dari sistem aquaponik ini sendiri adalah penerapan budidaya ikan seperti lele, gurami, nila, patin, dan ikan mas, yang dapat diparalelkan dengan penanaman sayuran seperti seledri, sawi, pakcoy, dan buah rambat yang tidak berkayu seperti semangka, melon, maupun stroberi.

Kemampuan keterampilan pada siswa berkebutuhan khusus adalah hal yang penting, karena masing-masing siswa memiliki kebutuhan dan kemampuan yang berbeda secara individual. Pemberian pendampingan keterampilan dalam bidang pertanian diperlukan untuk menunjang pertanian di Boyolali yang menjadi sector unggulan, sehingga diharapkan siswa SLB dapat berperan dalam pertanian melalui pengembangan aquaponik.

Pada kegiatan ini strategi pembelajaran disampaikan melalui pengenalan sistem aquaponik. Pembelajaran akan melibatkan guru dan masyarakat sekitar, guru akan berperan mengajar dan mendampingi siswa untuk mempelajari aquaponik, sedang masyarakat akan dilibatkan untuk penyaluran hasil panen dibantu dengan *website* sekolah yang akan dibuatkan dalam program pengabdian masyarakat ini. Dimana di dalam *website* tersebut juga terdapat berbagai informasi mengenai sekolah sehingga dapat dijadikan media promosi.

1.3 | Target Luaran

Target luaran dari program pengabdian masyarakat ini berupa produk sistem aquaponik yang siap digunakan oleh SLB ABCD Simo. Produk ini dapat digunakan untuk praktik konsep aquaponik sebagai salah satu pengisi kurikulum mereka. Untuk menunjang keberhasilan praktek tersebut, pengabdian ini juga mempunyai luaran berupa modul pembelajaran tentang penjelasan sistem aquaponik, perancangan, perakitan, serta implementasinya. Untuk memudahkan mereka memahami, abmas ini juga menyediakan video terkait dengan perencanaan dan cara perakitan aquaponik tersebut.

2 | TINJAUAN PUSTAKA

2.1 | Sekolah Luar Biasa

Sekolah Luar Biasa (SLB) adalah sebuah lembaga pendidikan yang khusus diperuntukan bagi anak berkebutuhan khusus agar mendapatkan layanan dasar yang bisa membantu mereka mengikuti kurikulum pendidikan di sekolah umum. SLB menyelenggarakan pendidikan untuk peserta didik dengan kebutuhan khusus seperti tunanetra, tunarungu dan tunawicara, tunadaksa, tunalaras, dan tunagrahita. Fokus pendidikan di SLB adalah untuk mengembangkan potensi setiap anak sehingga siswa bisa hidup secara mandiri dan produktif. Jenjang pendidikan bagi anak berkebutuhan khusus di SLB akan diintegrasikan, artinya dalam sebuah gedung sekolah SLB, akan terdapat jenjang sekolah dasar, sekolah menengah pertama, dan sekolah menengah atas dengan satu orang kepala sekolah. Selain itu, penyelenggaraan pendidikan di SLB juga biasanya diintegrasikan antar jenis kelainan^[10]. Adapun terkait pengembangan kurikulum SLB saat ini, kurikulum disesuaikan dengan kebutuhan khusus anak dan mengacu pada struktur kurikulum sekolah umum (SD, SMP, dan SMA) yaitu Kurikulum Merdeka, yang mulai diterapkan pada tahun ajaran 2022/2023^[11]. Dalam Kurikulum Merdeka, satuan pendidikan dapat mengembangkan jenis keterampilan secara mandiri sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik daerah dan ketersediaan SDM^[12]. Begitu pula dengan kurikulum di SLB, Mata pelajaran Seni Budaya di SMPLB dan SMALB pada kelompok mata pelajaran umum berfungsi sebagai sarana apresiasi dan terapi, sedangkan mata pelajaran Seni pada kelompok keterampilan berfungsi sebagai pembekalan untuk profesi. Dengan demikian, mata pelajaran yang berkaitan dengan aspek keterampilan menjadi hal yang penting dalam kurikulum SLB.

Dalam pelaksanaan pembelajaran di sekolah, anak berkebutuhan khusus (*children with special needs*), memang tidak selalu mengalami problem dalam belajar. Namun, ketika mereka diinteraksikan bersama-sama dengan anak-anak sebaya lainnya dalam sistem pendidikan reguler, ada hal-hal tertentu yang harus mendapatkan perhatian khusus dari guru dan sekolah untuk mendapatkan hasil belajar yang optimal^[13]. Metode pembelajaran pada siswa SLB pun perlu disesuaikan dengan kebutuhan khusus siswa di SLB dan harus diintegrasikan dengan metode pembelajaran yang lainnya. Seperti misalnya perpaduan pembelajaran tugas analisis dapat membantu siswa untuk memahami tugas dengan lebih mudah dipadukan dengan metode pembelajaran kooperatif yang membantu mengembangkan lingkungan yang positif dan mendukung serta mendorong penghargaan pada diri sendiri, menghargai pendapat orang lain, dan menerima perbedaan individu^[14]. Selain itu, metode pembelajaran dengan menggunakan video dapat membantu siswa berkebutuhan khusus untuk memahami materi pelajaran dengan lebih^[15]. Memang terdapat beberapa metode pembelajaran yang efektif untuk siswa berkebutuhan khusus di SLB, seperti metode pembelajaran dengan pendekatan langsung, pembelajaran kooperatif, tugas analisis, dan menggunakan video. Namun, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui metode pembelajaran yang paling efektif untuk siswa berkebutuhan khusus di SLB.

2.2 | Sistem Hidroponik

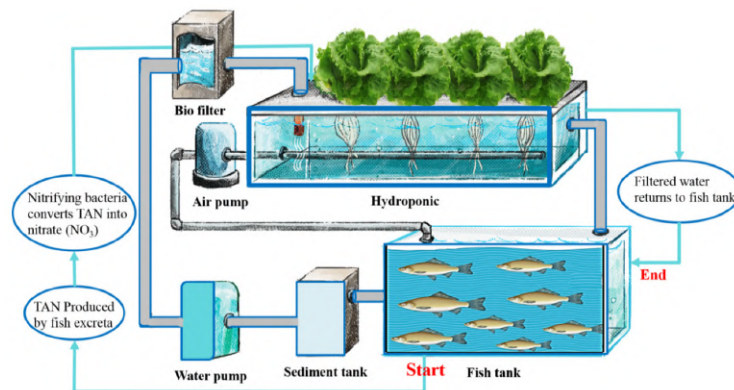
Hidroponik merupakan salah satu metode budidaya tanaman yang memanfaatkan air sebagai pemenuhan nutrisi tanaman^[16]. Air yang telah dilarutkan nutrisi dijadikan media tumbuh tanaman untuk menggantikan tanah dan konsentrasi larutan nutrisi harus dipertahankan pada tingkat tertentu agar pertumbuhan dan produksi tanaman optimal. Hidroponik dapat menjadi salah satu alternatif terbatasnya lahan pertanian dan dapat dilakukan pada lahan yang kesuburannya rendah maupun wilayah padat penduduk. Beberapa contoh komoditas yang dapat dibudidayakan secara hidroponik adalah berbagai jenis selada dan pakcoy. Sistem budidaya ini mendorong pertumbuhan yang cepat, hasil yang lebih kuat, dan kualitas yang unggul. Saat tanaman ditanam di tanah, akarnya terus mencari nutrisi yang diperlukan untuk mendukung tanaman. Sedangkan jika akar tanaman terpapar langsung ke air dan nutrisi, tanaman tidak perlu mengeluarkan energi apa pun untuk menopang dirinya sendiri. Energi tersebut dapat dialihkan ke pematangan tanaman sehingga pertumbuhan daun tumbuh subur seperti halnya mekarnya buah dan bunga.

Saat ini, telah banyak sistem hidroponik yang ramai diterapkan di masyarakat, mulai dari yang termudah hingga yang tersulit. Di antaranya adalah sistem *wick* yang menyalurkan nutrisi melewati akar tanaman dan disalurkan dengan media bantuan berupa sumbu, sistem *deep water culture* yang memanfaatkan air sebagai media tanam, sistem aeroponik yang memanfaatkan semprotan air, sistem *drip* yang memanfaatkan pipa berlubang-lubang sebagai media pengaliran air, hingga metode *nutrient film* yang membiarkan tanaman dialirakan oleh air secara terus-menerus. Namun secara umum, tahapan pembuatan sistem hidroponik meliputi tahap pembenihan, pindah tanam, dan pembesaran. Pada tahap pembenihan, benih disemai di media tanam hingga memunculkan tanda-tanda pertumbuhan. Kemudian, bibit yang telah tumbuh dipindahkan ke dalam rak hidroponik dengan hati-hati. Setelah itu bibit tanaman dirawat secara berkala hingga tumbuh memuaskannya. Faktor keberhasilan teknik hidroponik adalah memberikan nutrisi secara cukup untuk mendapatkan hasil optimal^[17]. Selain itu, pengontrolan dalam hidroponik merupakan proses yang dilakukan secara kontinyu, dalam jangka waktu yang panjang dan memerlukan akurasi pengontrolan yang tinggi^[18].

2.3 | Sistem Aquaponik

Sistem aquaponik merupakan kombinasi antara hidroponik (budidaya menanam) dan akuakultur (budidaya perairan), yang menciptakan suatu lingkungan yang bersifat simbiotik. Dalam sistem aquaponik, ikan dan tanaman saling bergantung satu sama lain. Ikan memberikan nutrisi bagi tanaman melalui kotorannya, sedangkan tanaman menyaring air dan memberikan oksigen bagi ikan. Air yang mengandung limbah metabolisme ikan nantinya akan menjadi pupuk organik bagi tanaman. Tanaman yang menyerap limbah metabolisme berguna sebagai filter sehingga bisa menjaga kualitas air di wadah budidaya ikan. Kegiatan aquaponik ini mampu menyediakan kebutuhan protein dan sayuran dalam satu wadah dan dapat dipanen secara bersamaan^[19]. Bagian-bagian utama pada sistem aquaponik adalah bagian akuakultur untuk pemeliharaan hewan air dan bagian hidroponik untuk menumbuhkan tanaman. Selain dua bagian utama ini, sistem aquaponik masih terdiri atas beberapa komponen atau sub sistem. Beberapa komponen atau sub sistem tersebut bertanggung jawab atas penghilangan limbah padat, penyuplai basa untuk menetralkan keasaman, dan pengatur kandungan oksigen air^[20].

Secara umum, pembuatan sistem aquaponik meliputi tahap persiapan, pemeliharaan ikan, pemeliharaan tanaman, serta pengaturan sistem. Pertama-tama, perlu ditentukan terlebih dahulu jenis ikan dan tanaman yang akan ditanam. Kemudian disiapkan wadah dan sistem sirkulasi airnya. Kemudian, tahapan pemeliharaan ikan dilakukan dengan pemberian pakan serta penggantian air yang teratur. Adapun pemeliharaan tanaman dilakukan dengan metode hidroponik. Kemudian pada tahap pengaturan sistem, di antara aspek yang perlu diperhatikan adalah sistem sirkulasi air, pengukuran kualitas air, hingga perbaikan secara berkala. Dalam sistem aquaponik, ikan dan tanaman saling mempengaruhi satu sama lain. Ikan memberikan nutrisi pada tanaman melalui kotorannya, sementara tanaman membersihkan air dari limbah ikan. Oleh karena itu, perawatan yang baik pada kedua komponen sangat penting untuk mencapai hasil yang optimal^[21].



Gambar 2 Stuktur Sistem aquaponik.

3 | METODE KEGIATAN

Kegiatan ini meliputi beberapa tahapan yaitu:

1. Analisa Kebutuhan

Analisa kebutuhan dilakukan dengan observasi pada pihak sekolah terkait dengan permasalahan dan situasi potensi yang perlu dikembangkan terkait dengan pemanfaatan lahan sekolah. Tahapan ini dilakukan melalui kunjungan lapangan ke SLB ABCD Bakti Sosial untuk mempelajari lebih dalam kebutuhan sekolah tersebut. Sekolah ini mengampu siswa berkebutuhan khusus untuk area kabupaten boyolali. Kabupaten Boyolali adalah daerah penghasil pertanian dengan area penjualan kota besar di Jawa Tengah, seperti Semarang, Solo, dan Yogyakarta. Untuk menunjang kebutuhan tersebut SLB telah membuat sistem pertanian hidroponik untuk melengkapi keterampilan siswa SLB, akan tetapi solusi yang telah dibuat tidak sesuai karena media tanah dan hidroponik terpasang di lokasi yang teduh dan tidak terpapar sinar matahari

secara langsung. Ini mengakibatkan pertumbuhan dari tanaman tidak maksimal dan mengakibatkan gagal panen. Gambar (3) menyajikan sistem pertanian yang dikembangkan sekolah dengan menggunakan *polybag*. Sistem hidroponik telah dikembangkan pada Gambar (3), akan tetapi karena terpasang di teras yang teduh dan diberi media tanah sehingga mengakibatkan tidak efektifnya panen.



Gambar 3 Lokasi hidroponik yang tidak ideal.

2. Focus Group Discussion (FGD)

FGD dilakukan untuk merumuskan solusi yang dapat diimplementasikan secara praktis untuk memaksimalkan potensi dan meminimalisir permasalahan yang ada di sekolah terkait dengan pemanfaatan lahan. Untuk menunjang desain yang ideal pada aquaponik, kami telah melakukan survey dan diskusi kepada tim ahli dari *Fish Edupark* yang dikelola oleh Universitas Muhamadiyah Malang (UMM). Kami berdiskusi dan meminta pendapat dari tim ahli yang telah berpengalaman mengembangkan aquaponik agar dapat membuat desain aquaponik yang ideal bagi kebutuhan SLB ABCD Bakti Sosial. Dari hasil diskusi awal kami mendapatkan desain ideal yang paling sesuai untuk kebutuhan tersebut adalah dengan desain aquaponik bertumpuk, dimana hidroponik diletakkan di atas kolam dengan diameter 2 meter. Pada kesempatan tersebut kami juga mendiskusikan jenis tanaman dan jenis ikan yang sesuai. Jenis tanaman yang sesuai untuk kebutuhan ini adalah sayur dengan daun yang lebar dengan nilai ekonomis yang tinggi, antara lain pokcoi, selada keriting dan *lettuce*. Ketiga tanaman tersebut mempunyai nilai ekonomis yang tinggi pada pasar tradisional. Sedangkan jenis ikan yang sesuai adalah nila, lele, dan patin. Ketiga jenis ikan tersebut sesuai untuk pengembangan aquaponik, karena dapat beradaptasi terhadap kondisi air pada aquaponik. Dan juga ketiga jenis ikan tersebut dapat dijual dengan harga yang cukup tinggi. *Fish Edupark* UMM telah mengembangkan budidaya ikan menggunakan kolam terpal seperti pada Gambar (4), solusi ini juga dapat dikembangkan pada aquaponik.



Gambar 4 Perakitan sistem aquaponik yang dilakukan di SLB ABCD Bakti Sosial melibatkan masyarakat sekolah.

3. Pembuatan Media Pelatihan

Tahapan selanjutnya adalah pembuatan media pelatihan untuk digunakan selama proses kegiatan pengabdian masyarakat. Media pelatihan ini terdiri dari video tutorial perakitan sistem aquaponik serta modul pendamping yang proses pembuatannya melibatkan mahasiswa. Pembuatan modul bertujuan untuk memudahkan siswa SLB merakit dan mengembangkan sistem aquaponik. Selain modul, terdapat pula video perakitan sebagai panduan bagi para guru dalam menyampaikan materi serta praktik pemanfaatan sistem aquaponik kepada para siswa.

4. *Training for Trainer* (ToT)

Setelah media pelatihan tersedia, ToT dilakukan untuk memberi wawasan dan pengalaman pada guru dan tenaga pendidik terhadap sistem yang akan dibuat dan diajarkan pada siswa. Dikarenakan siswa pada sekolah ini adalah siswa dengan kebutuhan khusus, maka ToT ini sangat perlu dilakukan untuk membantu proses penyampaian materi pada siswa. Serta untuk menunjang proses ToT ini disediakan buku panduan serta video untuk memudahkan mereka memahami tentang aquaponik mulai dari definisi, perancangan, perakitan, serta pemasangannya.

5. Pelatihan pada Siswa

Tahap selanjutnya adalah pelatihan pada siswa yang dilakukan oleh guru SLB ABCD. Guru akan mempraktikkan teknik pembuatan aquaponik mengacu pada modul serta video yang telah dibuat. Ini merupakan inti dari kegiatan ini agar siswa mendapat bekal untuk masa depan terkait pengaplikasian pertanian mikro dengan praktik langsung di sekolah.



Gambar 5 Pengadaan sistem aquaponik serta peluncuran media penunjang pembelajaran kepada para guru, orang tua murid, serta siswa SLB ABCD Bakti Sosial.

6. Monitoring dan Evaluasi

Setelah pelatihan selesai dilakukan, monitoring dan evaluasi dilakukan untuk mengukur keberhasilan kegiatan pengabdian masyarakat ini. Monitoring dan evaluasi terus dilakukan melalui pemantauan optimalisasi alat yang saat ini digunakan, konsultasi kendala yang dihadapi, serta pembaruan alat penunjang pembelajaran seperti modul yang lebih dapat dipahami oleh pengajar.

7. Penyusunan Laporan

Tahap terakhir dari kegiatan ini adalah penyusunan laporan untuk mendokumentasikan seluruh rangkaian kegiatan. Dalam tahap ini juga dilakukan pembuatan luaran yang direncanakan dalam kegiatan pengabdian masyarakat ini.

4 | HASIL DAN DISKUSI

4.1 | Sistem Aquaponik

Perakitan sistem aquaponik dilakukan langsung di SLB ABCD Bakti Sosial. Peralatan dibawa dalam keadaan terpisah dan dirakit ditempat. Perakitan dimulai dengan kolam ikan terlebih dahulu, kemudian dilanjutkan dengan bagian hidroponik yaitu pipa diatas kolam dimana pemasangannya disesuaikan dengan rakitan kolam ikan. Selanjutnya dilakukan pemasangan saluran air yang menghubungkan pompa air dengan kolam ikan, saluran pembuangan air dari hidroponik untuk diarahkan kembali pada kolam ikan dan aerator untuk mengatur ketinggian air kolam.



Gambar 6 (a) Perakitan kolam; (b) hasil akhir sistem aquaponik.

4.2 | Modul Pembuatan Sistem Aquaponik

Modul berbentuk buku ini berisikan tentang bagaimana cara dan pengembangan aquaponik sehingga diharapkan SLB Bakti Sosial dapat mengembangkan perangkat aquaponik secara mandiri. Materi yang terdapat dalam modul ini meliputi pengenalan konsep akuakultur, hidroponik, serta aquaponik. Di dalam modul dipaparkan teori yang berkaitan dengan akuakultur, hidroponik, serta aquaponik, termasuk kelebihan serta kelemahan dalam pemanfaatannya. Dijelaskan pula tahapan yang perlu dilakukan untuk memulai pembuatan sistem aquaponik pada skala kecil. Selain itu, terdapat pula materi terkait desain, bagian-bagian, serta cara kerja sistem aquaponik. Di dalam modul dijelaskan juga alat-alat yang diperlukan hingga instruksi perakitannya.



Gambar 7 Cover Modul.

4.3 | Video Pembuatan Sistem Aquaponik

Video pembuatan sistem aquaponik ini terdiri dari serangkaian proses pembuatan sistem aquaponik yang dilakukan di SLB ABCD Bakti Sosial, mulai dari kerangka kolam, talang air, pipa filter, *finishing* kolam, hingga perakitan sistem. Video pembuatan sistem ini merupakan bentuk dokumentasi visual sebagai pembelajaran bagi siswa dan dapat dijadikan acuan bagi SLB ketika hendak mengembangkan kembali sistem aquaponik yang sudah ada.



Gambar 8 Penyampaian alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan sistem aquaponik di video pembelajaran.

5 | KESIMPULAN DAN SARAN

Pelaksanaan pengabdian masyarakat Pengenalan Smart Aquaponik Sebagai Pembekalan Keterampilan Mandiri pada Siswa Berkebutuhan Khusus di SLB ABCD Bakti Sosial telah selesai dilaksanakan dengan serangkaian kegiatan. Mulai dari analisa kebutuhan, *Focus Group Discussion* (FGD), pembuatan media pelatihan, *Training for Trainer* (ToT), pelatihan pada siswa, *monitoring* dan evaluasi, serta penyusunan laporan. Melalui tahapan analisa kebutuhan serta FGD diperoleh perumusan solusi metode pengenalan *smart aquaponic* untuk para siswa berkebutuhan khusus yang telah disepakati bersama. Selanjutnya, tim abmas membuat video proses pembuatan alat *smart aquaponic* beserta modul penunjang pembelajaran yang dapat digunakan oleh para guru SLB dalam memberikan pelatihan untuk para murid. Proses pembuatan penunjang pembelajaran ini juga dilakukan bersamaan dengan proses perakitan alat yang telah dibuat sebelumnya secara langsung di SLB ABCD Bakti Sosial serta penentuan bibit tanaman dan bibit ikan yang sesuai dengan iklim di Boyolali. Setelah rangkaian proses pengabdian dilakukan, diperoleh beberapa luaran yaitu publikasi jurnal ilmiah pengabdian kepada masyarakat di Jurnal Sewagati, punlikasi Berita di Media Massa, serta Publikasi Video Kegiatan di Youtube. Berbagai luaran yang diberikan juga memperoleh dukungan serta respons yang luar biasa baik dari pihak sekolah, mulai dari kepala sekolah, guru, pengurus yayasan, pengawas sekolah, orang tua murid, dan tokoh masyarakat.

Pengenalan *Smart Aquaponic* Sebagai Pembekalan Keterampilan Mandiri pada Siswa Berkebutuhan Khusus di SLB ABCD Bakti Sosial dapat menjadi salah satu pendukung proses pembelajaran kreatif bagi para siswa SLB. Kehadiran *smart aquaponic* yang menggabungkan budidaya akuakultur dan hidroponik di sekolah juga dapat menjadi sarana bagi sekolah untuk berkontribusi menyumbangkan hasil pertanian yang berkualitas di Boyolali. Kedepannya, pengenalan *smart aquaponic* juga dapat terus dikembangkan misalnya melalui media penunjang pembelajaran yang interaktif serta melalui monitoring secara berkala kepada pihak sekolah.

6 | UCAPAN TERIMA KASIH

Pengabdian masyarakat ini terlaksana atas kerjasama antara pihak penyelenggara program KKN (Kuliah Kerja Nyata) pengabdian masyarakat dengan SLB ABCD Bakti Sosial Simosebagai mitra pelaksanaan program KKN pengabdian Masyarakat. Terimakasih disampaikan pada Departemen Sistem Informasi ITS atas pendanaan yang diberikan pada skema pengabdian pada masyarakat dengan nomor kontrak 2534/PKS/ITS/2023.

Referensi

1. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, Struktur Kurikulum Merdeka;. <https://guru.kemdikbud.go.id/kurikulum/perkenalan/struktur/slb/>, diakses pada Mei 2023.
2. SLB-A Pembina Tingkat Nasional, Kurikulum Pendidikan Khusus;. <http://slbapeminjakarta.sch.id/kurikulum-2013/>, diakses pada Oktober 2023.
3. Sekretariat Guru dan Tenaga Kependidikan (GTK), Pembelajaran Keterampilan Melalui Model Networking untuk SLB; 2022. <https://gtk.kemdikbud.go.id/index.php/read-news/pembelajaran-keterampilan-melalui-model-networking-untuk-slb>, diakses pada Oktober 2023.
4. Pemerintah Provinsi Jawa Tengah, BOYOLALI MENJADI WILAYAH PENGEMBANGAN PERTANIAN ORGANIK; 2022. <https://jatengprov.go.id/beritadaerah/boyolali-menjadi-wilayah-pengembangan-pertanian-organik/>, diakses pada Oktober 2023.
5. Pemerintah Provinsi Jawa Tengah, SURPLUS 7 DARI 10 KOMODITI PANGAN BOYOLALI; 2022. <https://jatengprov.go.id/beritadaerah/surplus-7-dari-10-komoditi-pangan-boyolali/>, diakses pada Oktober 2023.
6. Ramadhan B, Wilayah Kesulitan Air Bersih di Boyolali Makin Meluas; 2022. <https://news.republika.co.id/berita/rii4y3330/wilayah-kesulitan-air-bersih-di-boyolali-makin-meluas>, diakses pada Oktober 2023.
7. Abbasi R, Martinez P, Ahmad R. An ontology model to represent aquaponics 4.0 system's knowledge. *Information Processing in Agriculture* 2022;9(4):514–532.
8. Goddek S, Joyce A, Kotzen B, Burnell GM. Correction to: Aquaponics food production systems. *Aquaponics Food Production Systems: Combined Aquaculture and Hydroponic Production Technologies for the Future* 2019;p. C1–C1.
9. Wei Y, Li W, An D, Li D, Jiao Y, Wei Q. Equipment and intelligent control system in aquaponics: A review. *IEEE Access* 2019;7:169306–169326.
10. Sehatq, Segala Hal Tentang Sekolah Luar Biasa yang Perlu Anda Ketahui; 2020. <https://www.sehatq.com/artikel/segala-hal-tentang-sekolah-luar-biasa-yang-perlu-anda-ketahui>, diakses pada Oktober 2023.
11. Suhendri, Implementasi Kurikulum Merdeka di Sekolah Luar Biasa; 2022. <https://bangka.tribunnews.com/2022/11/20/implementasi-kurikulum-merdeka-di-sekolah-luar-biasa>, diakses pada Oktober 2023.
12. Herdiansyah F, Mengenal Struktur Kurikulum Merdeka di SLB; 2023. <https://bpmkaltara.kemdikbud.go.id/2023/03/09/mengenal-struktur-kurikulum-merdeka-di-slb/>, diakses pada Oktober 2023.
13. Dermawan O. Strategi pembelajaran bagi anak berkebutuhan khusus di slb. *Psychathic: Jurnal Ilmiah Psikologi* 2013;6(2):886–897.
14. Tarigan E. Efektivitas Metode Pembelajaran pada Anak Tunagrahita di SLB Siborong-Borong. *JURNAL PIONIR* 2019;5(3).
15. Tisnawati N, Rahman AA. Efektivitas Metode Pembelajaran Pendidikan Agama Islam Guna Peningkatan Pemahaman Pada Anak Tuna Grahita SLB Negeri Kota Metro. *At-Tajdid: Jurnal Pendidikan dan Pemikiran Islam* 2019;2(01).
16. Suswati S. MENINGKATKAN KECERDASAN NATURALISTIK ANAK USIA DINI MELALUI KEGIATAN MENANAM TEKNIK HIDROPONIK (PENELITIAN TINDAKAN KELAS). PhD thesis, UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PURWOKERTO; 2021.
17. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Hidroponik; 2022. <https://faperta.umsu.ac.id/2022/03/04/hidroponik/>, diakses pada Oktober 2023.
18. Hendra HA, Suma) PPESMP, editor, Dasar-dasar Teknologi Hidroponik;. <http://p3esuma.menlhk.go.id/versi3/index.php/news/87-berita/196-dasar-dasar-teknologi-hidroponik>, diakses pada Oktober 2023.

19. Setyati WA. Budidaya Menggunakan Sistem Akuaponik sebagai Bentuk Pemanfaatan Lahan Sempit di Desa Bedono, Sayung, Demak. In: Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat UNDIP 2020, vol. 1; 2020. .
20. Tuapatel GL, Stephanus A. Rancang Bangun Sistem Akuaponik Berbasis Mikrokontroler Dan Android. *JURNAL SIMETRIK* 2019;9(2):232–241.
21. Habiburrohman H. Aplikasi Teknologi Akuaponik Sederhana Pada Budidaya Ikan Air Tawar Untuk Optimalisasi Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). PhD thesis, UIN Raden Intan Lampung; 2018.

Cara mengutip artikel ini: Anggraeni, W., Risqiwati, D., Husniah, L., Sugiyanto, Sidharta, H.A., Budiayanta, N.E., Djunaidy, A., Tyasnurita, R., Ali, A.H.N., Divka, P.S., Rahmanisa, F., (2024), Pengenalan Sistem Aquaponik Cerdas untuk Memfasilitasi Kemampuan Mandiri pada Siswa Berkebutuhan Khusus di SLB, *Sewagati*, 8(2):1474–1484, <https://doi.org/10.12962/j26139960.v8i2.967>.