

IoT-based automatic water circulation to control the pH level of water in hydroponic plants

Abdullah Munawwar¹, Ferdy Riza²

^{1,2}Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Indonesia
Email: abdullahmunawwar77@gmail.com; ferdyriza@umsu.ac.id

ABSTRAK

Kestabilan pH air merupakan faktor krusial dalam sistem hidroponik karena berpengaruh langsung terhadap kemampuan tanaman dalam menyerap nutrisi. Permasalahan yang sering dihadapi adalah proses pemantauan dan pengendalian pH yang masih dilakukan secara manual sehingga kurang efisien dan berpotensi menyebabkan ketidakseimbangan kondisi lingkungan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem sirkulasi air otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) dalam mengontrol kadar pH air pada tanaman hidroponik. Metode penelitian dilakukan melalui perancangan sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor pH, sensor suhu, dan sensor cahaya, serta aktuator berupa pompa air dan lampu UV. Sistem ini mampu memantau kondisi secara *real-time* dan melakukan pengendalian otomatis yang terhubung dengan platform berbasis *website*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga kestabilan pH pada rentang optimal 6,5–7,5 dengan tingkat akurasi yang baik serta meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan hidroponik. Dengan demikian, sistem ini dapat menjadi solusi yang efektif dan praktis dalam mendukung budidaya tanaman hidroponik berbasis teknologi.

Kata Kunci: internet of things; hidroponik; pH air; esp32; sistem otomatis

ABSTRACT

Water pH stability is a crucial factor in hydroponic systems because it directly affects the ability of plants to absorb nutrients. A common problem is that the process of monitoring and controlling pH is still done manually, making it less efficient and potentially causing imbalances in the plant's environmental conditions. This study aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based automatic water circulation system to control water pH levels in hydroponic plants. The research method is carried out through system design using an ESP32 microcontroller integrated with pH sensors, temperature sensors, and light sensors, as well as actuators in the form of a water pump and UV lamp. This system is capable of monitoring conditions in real time and performing automatic control connected to a website-based platform. The results of the study show that the system is able to maintain pH stability in the optimal range of 6.5–7.5 with a good level of accuracy and increases efficiency in hydroponic management. Thus, this system can be an effective and practical solution in supporting technology-based hydroponic plant cultivation.

Keyword: internet of things; hydroponics; water pH; esp32; automated systems

Corresponding Author:

Abdullah Munawwar,
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara,
Jl. Kapten Mukhtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota
Medan, Sumatera Utara 20238, Indonesia
Email: abdullahmunawwar77@gmail.com



1. PENDAHULUAN

Hidroponik adalah metode budidaya pertanian tanpa menggunakan media tanah, sehingga proses penanaman dilakukan dengan memanfaatkan air sebagai medium pengganti tanah. Sistem hidroponik menjadi salah satu alternatif pertanian modern karena tidak memerlukan lahan yang luas dalam pelaksanaannya (Pambudi et al., 2024). Namun, metode hidroponik membutuhkan perawatan yang intensif. Pengendalian

kondisi media tanam dan lingkungan tanaman hidroponik merupakan salah satu faktor utama dalam keberhasilan budidaya tanaman hidroponik (Alam & Nasuha, 2020). Dalam sistem pertanian hidroponik, air berfungsi sebagai media utama pengganti tanah yang digunakan untuk menyalurkan nutrisi kepada akar tanaman. Oleh karena itu, kualitas air menjadi faktor yang sangat penting untuk diperhatikan. Salah satu aspek utama dari kualitas air adalah kadar pH, yaitu tingkat keasaman atau kebasaan larutan nutrisi yang diberikan kepada tanaman.

Tanaman hidroponik memiliki rentang pH optimal yang umumnya berkisar antara 5,5 hingga 6,5. Jika kadar pH air berada di luar rentang tersebut, maka tanaman akan mengalami kesulitan dalam menyerap unsur hara penting seperti nitrogen, fosfor, dan kalium. Banyak tanaman hidroponik dapat rusak atau mati apabila nutrisi dan pH yang diberikan tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman (Banjardana et al., 2024). Menurut Tahir et al. (2023), diperlukan ketelitian khusus dalam menjaga kadar nutrisi dan tingkat keasaman sistem agar tanaman dapat tumbuh dengan baik. Ketika tanaman menerima nutrisi dalam jumlah berlebihan, akar tanaman dapat mengalami kerusakan sehingga kemampuan tanaman dalam menyerap nutrisi menjadi menurun.

Menurut Haerani et al. (2025), selain kadar pH dan suhu, faktor lain yang sangat memengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman dalam sistem hidroponik adalah pencahayaan. Cahaya memiliki peran penting dalam proses fotosintesis yang menentukan laju pertumbuhan dan hasil panen tanaman. Namun, dalam budidaya hidroponik, intensitas cahaya tidak selalu stabil, terutama pada kondisi cuaca mendung atau hujan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan lingkungan hidroponik yang lebih terkontrol, salah satunya melalui penerapan lampu UV otomatis yang dapat berfungsi sebagai sumber pencahayaan tambahan ketika intensitas cahaya matahari berada di bawah ambang kebutuhan tanaman.

Pemantauan dan pengontrolan pH serta suhu secara berkala sangat penting untuk menjaga kesehatan tanaman. Akan tetapi, pemantauan pH secara manual setiap hari dapat menjadi pekerjaan yang melelahkan, memakan waktu, dan kurang efisien bagi petani hidroponik. Penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) pada pertanian hidroponik merupakan solusi yang tepat karena kemampuan sistem elektronik berbasis IoT dapat membantu mengatasi berbagai tantangan yang dihadapi petani (Al-Jufri et al., 2023). *Internet of Things* (IoT) merupakan teknologi yang terhubung dengan jaringan internet sehingga dapat diakses, dikontrol, dan dikelola melalui perangkat *smartphone* (Firmansyah et al., 2024). Penerapan sistem berbasis IoT memungkinkan proses pemantauan parameter dilakukan secara *real-time* melalui integrasi sensor dan mikrokontroler yang terhubung dengan sistem monitoring digital (Riza et al., 2025).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) merancang dan membangun perangkat sirkulasi air otomatis berbasis IoT yang dapat diimplementasikan pada budidaya tanaman hidroponik; (2) mengimplementasikan sensor pH untuk mendeteksi tingkat keasaman air secara *real-time*; (3) mengintegrasikan pengendalian pH, suhu, dan intensitas cahaya ke dalam satu sistem terpadu berbasis IoT; (4) menguji efektivitas dan akurasi sistem dalam menjaga kestabilan pH air pada rentang optimal; dan (5) mengembangkan sistem monitoring serta pengendalian hidroponik berbasis *website* yang terintegrasi dengan perangkat IoT.

2. METODE PENELITIAN

A. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen dengan pendekatan rekayasa sistem (*system development research*). Penelitian eksperimen dipilih karena berfokus pada proses perancangan, pembangunan, dan pengujian kinerja suatu sistem baru, yaitu sistem sirkulasi air otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) pada instalasi hidroponik tipe *Nutrient Film Technique* (NFT) yang mampu memantau dan mengontrol kadar pH air secara *real-time*. Tahapan dalam pendekatan ini meliputi: (1) analisis kebutuhan sistem, yaitu identifikasi permasalahan terkait pemantauan dan pengendalian kadar pH air; (2) perancangan sistem dengan menyusun *diagram block*, *flowchart*, dan *use case diagram*; (3) implementasi sistem yang mencakup perakitan komponen perangkat keras dan pemrograman; serta (4) pengujian dan evaluasi untuk memastikan sistem bekerja sesuai dengan rancangan.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada instalasi hidroponik skala kecil berbasis sistem *Nutrient Film Technique* (NFT) yang berlokasi di Gang Merak, Pasar III, Tegal Rejo, Kota Medan. Penelitian dilaksanakan selama kurang lebih dua bulan, terhitung sejak awal bulan Juli hingga awal bulan September, yang mencakup tahap persiapan, perancangan, implementasi, pengujian, dan evaluasi sistem.

C. Alat dan Bahan

Perangkat keras yang digunakan meliputi sensor pH PH-4502C untuk mengukur tingkat keasaman larutan nutrisi, sensor suhu DS18B20 untuk memantau suhu larutan, sensor intensitas cahaya untuk mengukur tingkat pencahayaan, lampu UV (*grow light*) sebagai sumber cahaya tambahan, mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali dan pengolah data, pompa air untuk sirkulasi larutan, pompa *pH up/down* untuk penyesuaian kadar pH, modul relay 4 *channel* 5V, LCD 16x2 dengan modul I2C, serta *power supply* 5V 5A.

Perangkat lunak yang digunakan adalah Arduino IDE untuk pemrograman mikrokontroler dan *website* sebagai antarmuka pemantauan sistem. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi bibit tanaman pakcoy (*Brassica rapa* var. *chinensis*), larutan nutrisi hidroponik, serta larutan *pH up* dan *pH down*.

D. Perancangan Sistem

Sistem dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 WROOM sebagai pusat kendali yang membaca data dari sensor pH melalui modul PH-4502C, sensor suhu DS18B20, dan sensor cahaya. Data dari ketiga sensor tersebut dikirimkan ke ESP32 untuk diproses. ESP32 bertugas menganalisis data, menentukan apakah kadar pH berada dalam rentang optimal (6,5–7,5), serta memberikan perintah pengendalian pompa apabila diperlukan. Mikrokontroler ini juga memiliki konektivitas *Wi-Fi* yang memungkinkan integrasi dengan *website*, sehingga pengguna dapat memantau kondisi pH dan suhu larutan serta melakukan kontrol manual dari jarak jauh.

Proses sistem dimulai dengan inisialisasi perangkat, pembacaan data sensor, evaluasi kondisi pH apakah berada dalam rentang optimal atau tidak, aktivasi pompa *pH up/down* apabila diperlukan, evaluasi suhu dan intensitas cahaya, serta pengiriman data ke *website* untuk kebutuhan monitoring secara *real-time*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Sistem

Implementasi sistem dilakukan dengan mengintegrasikan seluruh komponen perangkat keras dan perangkat lunak menjadi satu kesatuan sistem hidroponik berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali yang menghubungkan sensor dan aktuator serta mengirimkan data ke server untuk ditampilkan melalui *web*. Sensor pH, sensor suhu, dan sensor cahaya dipasang pada instalasi hidroponik untuk membaca kondisi lingkungan secara *real-time*. Sistem dirancang untuk menjaga nilai pH pada rentang 6,5–7,5. Jika nilai pH berada di bawah 6,5, maka pompa *pH up* akan aktif, sedangkan jika nilai pH berada di atas 7,5, maka pompa *pH down* akan aktif. Sensor suhu digunakan untuk memantau kondisi suhu larutan nutrisi, sedangkan sensor cahaya berfungsi untuk mengontrol lampu UV yang akan menyala secara otomatis ketika intensitas cahaya rendah.

B. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja dan tingkat keakuratan setiap komponen yang digunakan. Pengujian meliputi sensor pH, sensor suhu, sensor cahaya, sistem kontrol otomatis, serta sistem monitoring berbasis *web*.

1) Pengujian Sensor pH

Pengujian sensor pH dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap alat ukur *pH meter* sebagai pembanding.

Tabel 1. Pengujian Sensor pH

No	Sensor pH	pH Meter
1	6,6	6,5
2	7,0	6,9
3	7,4	7,3

Berdasarkan hasil pengujian, sensor pH menunjukkan tingkat akurasi yang baik dengan selisih rata-rata $\pm 0,1$.

2) Pengujian Sensor Suhu

Pengujian sensor suhu dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor DS18B20 terhadap termometer digital.

Tabel 2. Pengujian Sensor Suhu

No	Sensor Suhu	Termometer
1	26°C	26°C
2	28°C	27°C
3	29°C	29°C

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor suhu memiliki tingkat akurasi yang baik dan stabil.

3) Pengujian Sensor Cahaya

Tabel 3. Pengujian Sensor Cahaya

No	Kondisi Cahaya	Nilai Sensor	Keterangan
1	Gelap	Rendah	Lampu ON
2	Redup	Sedang	Lampu ON

No	Kondisi Cahaya	Nilai Sensor	Keterangan
3	Terang	Tinggi	Lampu OFF

Sensor cahaya mampu mendeteksi perubahan intensitas cahaya dengan baik.

4) Pengujian Sistem Kontrol pH Otomatis

Tabel 4. Pengujian Sistem Kontrol pH Otomatis

No	Kondisi pH Awal	Respons Sistem	Waktu Respons
1	6,0	Pompa <i>pH Up</i> Aktif	±20 detik
2	8,0	Pompa <i>pH Down</i> Aktif	±20 detik

Sistem mampu merespons perubahan pH dengan baik dan mengembalikannya ke rentang normal.

5) Pengujian Sistem Monitoring Berbasis Web

Pengujian sistem monitoring berbasis *web* dilakukan untuk memastikan bahwa data dari sensor dapat ditampilkan secara *real-time* serta memastikan fitur kontrol sistem dapat berjalan dengan baik melalui antarmuka *web*. Berdasarkan hasil pengujian, sistem monitoring berbasis *web* mampu menampilkan data secara *real-time* dengan tampilan yang informatif dan mudah dipahami. Parameter yang ditampilkan meliputi nilai pH larutan nutrisi, suhu, serta status perangkat seperti pompa. Selain fungsi monitoring, sistem juga menyediakan fitur kontrol manual yang memungkinkan pengguna mengaktifkan atau menonaktifkan perangkat, seperti pompa dan lampu, secara langsung melalui *web*. Waktu keterlambatan (*delay*) pengiriman data dari ESP32 ke *web* berkisar antara 1 hingga 3 detik.

C. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada setiap komponen sistem, dapat diketahui bahwa sistem sirkulasi air otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) pada hidroponik NFT telah bekerja sesuai dengan perancangan yang dibuat. Pada pengujian sensor pH, diperoleh hasil bahwa sensor mampu membaca nilai pH dengan tingkat akurasi yang cukup baik, yang ditunjukkan oleh selisih pembacaan yang relatif kecil dibandingkan dengan alat ukur *pH meter*. Sistem juga mampu melakukan kontrol otomatis dengan baik, di mana pompa *pH up* dan *pH down* dapat bekerja sesuai dengan kondisi yang terdeteksi untuk menjaga nilai pH tetap berada pada rentang 6,5–7,5.

Pengujian sensor suhu menunjukkan bahwa sensor DS18B20 mampu memberikan hasil pembacaan yang stabil dan mendekati nilai sebenarnya. Pada pengujian sensor cahaya, sistem mampu mendeteksi perubahan intensitas cahaya dengan baik serta membedakan kondisi gelap, redup, dan terang. Lampu UV (*grow light*) terbukti mampu bekerja secara otomatis, yaitu menyala ketika intensitas cahaya rendah dan mati ketika pencahayaan telah mencukupi.

Dari sisi sistem monitoring, penggunaan *web* sebagai media pemantauan memberikan keunggulan dalam fleksibilitas dan kemudahan akses. Data dari sensor dapat ditampilkan secara *real-time* dengan *delay* yang relatif kecil, yaitu sekitar 1–3 detik. Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan mampu meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan hidroponik dibandingkan dengan metode manual. Namun demikian, terdapat beberapa keterbatasan dalam sistem ini, antara lain ketergantungan terhadap koneksi internet untuk proses monitoring, kebutuhan kalibrasi berkala pada sensor pH, serta peningkatan konsumsi daya akibat penggunaan lampu UV.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut: (1) sistem sirkulasi air otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) pada hidroponik tipe *Nutrient Film Technique* (NFT) berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali; (2) sistem mampu memantau kondisi lingkungan tanaman secara *real-time* yang meliputi parameter pH larutan nutrisi, suhu, dan intensitas cahaya melalui media berbasis *web*; (3) sistem kontrol otomatis pH dapat bekerja dengan baik dalam menjaga kestabilan pH pada rentang 6,5–7,5 dengan mengaktifkan pompa *pH up* dan *pH down* sesuai kondisi yang terdeteksi; (4) sensor suhu DS18B20 mampu memberikan informasi suhu larutan nutrisi secara stabil dan akurat; (5) sensor cahaya mampu mendeteksi intensitas cahaya lingkungan dan mengontrol lampu UV secara otomatis; (6) sistem monitoring berbasis *web* mampu menampilkan data secara *real-time* serta menyediakan fitur kontrol manual; dan (7) secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan mampu meningkatkan efisiensi, kemudahan, dan keakuratan dalam pengelolaan hidroponik dibandingkan dengan metode manual.

Untuk penyempurnaan dan pengembangan sistem di masa mendatang, disarankan untuk: (1) menambahkan sensor TDS/EC untuk memantau kadar nutrisi dalam larutan secara lebih lengkap; (2) mengembangkan sistem penyimpanan data berbasis *database* agar data historis dapat disimpan dan dianalisis; (3) menambahkan fitur notifikasi otomatis; (4) mengoptimalkan penggunaan energi pada lampu UV dengan menambahkan sistem pengaturan waktu (*timer*); dan (5) mengembangkan sistem kontrol suhu otomatis agar kondisi lingkungan tanaman dapat dikendalikan secara lebih optimal.

REFERENSI

- Alam, R. L., & Nasuha, A. (2020). Sistem pengendali pH air dan pemantauan lingkungan tanaman hidroponik menggunakan fuzzy logic berbasis IoT. *ELINVO (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 5(1), 11–20. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v5i1.34587>
- Al-Jufri, H. Y. P., Novianti, O., Muhammad, G., Adytya, R., & Pramudhita, A. N. (2023). Otomatisasi pertanian dengan sensor soil moisture, sensor cahaya, LED grow lamps, dan pompa air untuk pertumbuhan tanaman optimal. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 11(3), 484–488. <https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3.3192>
- Banjardana, A., Andriani, T., Topan, P. A., & Aryanto, N. (2024). Prototipe sistem monitoring dan kontrol pH serta nutrisi tanaman hidroponik berbasis IoT untuk pertanian. *Jurnal Informatika Teknologi dan Sains (JINTEKS)*, 6(3), 455–464. <https://doi.org/10.51401/jinteks.v6i3.4341>
- Erlangga, A. P. M., Dinatha, K. S. K., Nainggolan, F. E., & Prayogi, S. (2023). Prototipe otomatisasi dan pemantauan sistem hidroponik berbasis IoT dengan pemanfaatan solar panel sebagai sumber energi. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 7(4), 1367–1377. <https://doi.org/10.33379/gtech.v7i4.3143>
- Firmansyah, F., Wibisana, B., Yusuf, H. P., Iqbal, M. Z., & Abqari, R. S. (2024). Pertanian cerdas berbasis Internet of Things untuk meningkatkan produktivitas tanaman hidroponik. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Nusantara (JPMN)*, 4(2), 80–85. <https://doi.org/10.35870/jpmn.v4i2.3084>
- Haerani, N., Rahmatullah, R., Giono, B. R. W., Idrus, M. I., & Zaman, N. (2025). Efek rekayasa pencahayaan dengan sinar UV pada pertumbuhan dan produksi tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) dalam sistem hidroponik. *AGROVITAL: Jurnal Ilmu Pertanian*, 10(1), 71–77. <http://dx.doi.org/10.35329/agrovital.v10i1.6032>
- Handayani, M., & Muhidin. (2022). Sistem pengendali nutrisi dan pH air pada tanaman hidroponik selada. *JuTEKS (Jurnal Teknik Elektro dan Sains)*, 9(2), 1–7. <https://doi.org/10.32832/juteks.v9i2.13505>
- Nigel, M., & Rahmat, B. (2024). Monitoring dan kontrol nutrisi hidroponik berbasis IoT dengan metode IT2FL. *Jurnal Informatika dan Rekayasa Elektronik*, 7(1), 161–173. <https://doi.org/10.36595/jire.v7i1.1186>
- Ningrum, A. S., Putri, N. M., Jannah, N. A., Sudarti, S., & Anggraeni, F. K. A. (2024). Analisis penggunaan sinar ultra violet (UV) pada tanaman hidroponik. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 10(23), 1274–1279.
- Pambudi, S., Kohar, M. A., Fitriawati, F., & Hartono, H. (2024). Monitoring pH dan kontroler nutrisi pada bak penampungan air hidroponik berbasis IoT dengan mikrokontroler ESP32. *ITEKS*, 16(1), 51–58.
- Pramartaningthyas, E. K., Ma'shumah, S., & Faud, M. I. (2022). Analisis performa sistem kendali pH dan TDS terlarut berbasis Internet of Things pada sistem hidroponik DFT. *Jurnal RESISTOR (Rekayasa Sistem Komputer)*, 5(1), 1–9. <https://doi.org/10.31598/jurnalresistor.v5i1.954>
- Ridwan, M., & Sari, K. M. (2021). Penerapan IoT dalam sistem otomatisasi kontrol suhu, kelembaban, dan tingkat keasaman hidroponik. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 10(4), 481–487. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v10i4.481-487>
- Riza, F., Martiano, M., & Arianty, N. (2025). Smart quality control berbasis IoT untuk peningkatan mutu pengemasan makanan kering di UMKM Te-Man Pospera Kampung Kurnia Belawan. *Prioritas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(2), 59–65.
- Tahir, Z., Ilham, A. A., Niswar, M., Adnan, A., Zainuddin, Z., Paundu, A. W., ... Wardhani, T. P. M. (2023). Sosialisasi penerapan teknologi monitoring tanaman hidroponik di PPMI Shohwatul Is'ad Kabupaten Pangkep. *Jurnal TEPAT: Teknologi Terapan untuk Pengabdian Masyarakat*, 6(2), 436–443. https://doi.org/10.25042/jurnal_tepat.v6i2.428
- Treeratanaporn, T., & Phairoh, T. (2025). Investigating the optimal flow rate for hydroponic plants using IoT and the decision tree model. *Journal of Applied Science and Engineering*, 29(2), 337–346. [https://doi.org/10.6180/jase.202602_29\(2\).0009](https://doi.org/10.6180/jase.202602_29(2).0009)
- WP, P. N. S., Nama, G. F., & Komarudin, M. (2022). Sistem pengendalian kadar pH dan penyiraman tanaman hidroponik model wick system. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 10(1), 17–23. <https://doi.org/10.23960/jitet.v10i1.2260>