

# Implementasi Estimasi Forward Chaining PH Ideal untuk Tumbuhan pada Hydroponics Assistant Berbasis IoT

Eki Kesuma Muhammad\*, M. Nurkamal Fauzan, and M. Harry K Saputra

Applied Bachelor Program of Informatics Engineering

Jalan Sariasih No.54, Sarijadi, Sukasari, Kota Bandung, Jawa Barat 40151

\*e-mail: kesumaeki1@gmail.com

## Abstract

*Hidroponik adalah metode penanaman tanaman melalui media air yang bisa hidup di dalam rumah atau di luar rumah, tanaman hidroponik menggunakan teknik NFT (Teknik Film Gizi), dimana air dan nutrisi dapat beredar melalui akar tanaman. PH adalah pengukuran larutan nutrisi dalam keadaan asam atau basa. PH air dapat mempengaruhi tingkat pertumbuhan tanaman dalam budidaya hidroponik. Dalam studi PH dapat bertahan pada nilai 5,6-5,7, namun beberapa tanaman memerlukan nilai PH yang berbeda. Oleh karena itu, diperlukan pelacakan untuk menentukan tipe tanaman ideal yang digunakan pada nilai PH antara 5,6-5,7. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui PH ideal tanaman pada hidroponik. Forward Chaining adalah pencarian ke depan yang mulai mengumpulkan beberapa fakta dengan mencari aturan yang sama dengan hipotesis yang ada sampai pada kesimpulan. Model ini digunakan untuk menentukan jenis tanaman hidroponik yang sesuai dengan PH yang dapat bertahan dalam penelitian sebelumnya. Pengamatan menunjukkan nilai PH yang baik untuk spesies tanaman hidroponik. Penelitian ini digunakan untuk mengetahui PH ideal untuk tipe tanaman hidroponik dengan metode Forward Chaining.*

**Keywords:** NFT, Hidroponik, Forward Chaining, dan PH

Copyright © 2013 Universitas Ahmad Dahlan. All rights reserved.

## 1. Introduction

Populasi global diperkirakan mencapai 9 miliar pada tahun 2050, kebanyakan penduduk perkotaan, yang membutuhkan peningkatan produktivitas pertanian sebesar 70%.[1] Penduduk desa yang pindah dari pedesaan ke kota-kota yang berkelanjutan diharapkan dapat mendorong perluasan lanskap perkotaan dan mempercepat Hilangnya lahan yang dibudidayakan di sekitar kota. Ditambah dengan degradasi lahan dan hilangnya kesuburan tanah. [2] Tingkat pertumbuhan penduduk di Kota Bandung menurut Biro Pusat Statistik saat ini adalah 0,37 % - 0,71% per tahun, pada tahun 2016 jumlah penduduk mencapai 2.490.622 Jiwa. Oleh karena itu lahan pertanian di Kota Bandung mengalami penurunan, dari data jumlah usaha pertanian di Bandung mengalami penurunan menjadi 34.803,00 Ha pada tahun 2015. [3] Sementara pertanian dianggap sebagai bagian penting kehidupan manusia karena merupakan sumber dasar Makanan, bahan mentah lainnya untuk memenuhi kebutuhan. [4] Pertanian menyediakan komoditas terpenting yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan. Sejumlah sayuran, buah-buahan, kacang-kacangan dan rempah-rempah semuanya terus dibudidayakan dengan berbagai teknik. [5] Teknik hidroponik memiliki tipe untuk mengatasi masalah tanah di daerah perkotaan, salah satunya adalah NFT (Nutrient Film Techniques) yang dapat diatur secara vertikal. [6] Hidroponik adalah teknik yang banyak digunakan dan sering digunakan untuk menanam tanaman tanpa tanah, memberikan kontrol yang cukup besar terhadap lingkungan unsur di sekitar akar, [7] dan merupakan sistem pertumbuhan tanaman yang menyediakan lebih banyak kontrol yang tepat atas media pertumbuhan komposisi. [8] Kemudahan pengaturan sistem, biaya pertumbuhan sistem dan fleksibilitas untuk mengkarakterisasi dan panen bahan panen terus ditingkatkan dalam sistem hidroponik. [9] Hidroponik menggunakan nutrisi sebagai solusi yang menyediakan semua nutrisi penting untuk

pengembangan tanaman. Hidroponik dapat dikontrol dengan memanfaatkan Internet Things (IoT) atau yang dikenal dengan mesin ke mesin yang mengacu pada berbagai perangkat (hal) seperti sensor, aktuator dan perangkat lainnya. [10] Alat ini dapat menghasilkan, menerima, menyampaikan informasi, melalui komunikasi kabel atau nirkabel antara perangkat informasi yang sama atau berbeda ke internet. [11] Dalam pengembangan hidroponik berbasis IoT menggunakan PH, sensor digunakan untuk membaca tingkat keasaman dalam air. [12]

Salah satu pH yang saling mempengaruhi berbeda tanaman berbeda. [13] Serapan hara umumnya sebanding dengan konsentrasi nutrisi di sekitar akar dalam larutan yang mampu menghasilkan pertumbuhan yang baik dengan berbagai konsentrasi. Percobaan dari Linyang dilakukan dengan beberapa jenis tanaman seperti selada (*Lactuca Sativa*), bayam air (*Ipomoea Aquatica*), rumput (*hydrological Sibthorpioides*) tumbuh dengan baik dalam sistem hidroponik karena dipengaruhi oleh nutrisi dan PH. [14] [15] Pada penelitian terdahulu, PH dapat bertahan pada angka 5.6 - 5.7, atau kemampuan akar tanaman untuk mengendalikan serapan hara tergantung pada struktur akar dan PH di udara pada hidroponik. [15] Oleh karena itu di PH 5.6-5.7 belum tahu tanaman apa yang baik di PH.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tanaman yang dapat bertahan pada PH 5.6-5.7 dengan kumpulan fakta dan kesimpulan dari hasil hipotesis menggunakan metode Forward Chaining. [16] Hasil dari kode sumber yang diunggah di GitHub untuk memungkinkan pengguna berinteraksi atau berkolaborasi dalam tinjauan kode. [17]

## 2. Related Works

Penelitian oleh S. Tu PH (4.5 - 8.0) digunakan untuk memahami efek individual dan interaktif. Tanaman dan P dan Serapan dipengaruhi. Fosfor terhambat Karena serapan sama sekali untuk tanaman pakis memiliki nilai PH 5,87. [18], menurut Sean D. water idea dengan PH 5.8 (kondisi kontrol hidroponik standar untuk selada), dengan keadaan PH dinaikkan menjadi pH 7.0, dan larutan nutrisi menggunakan air dengan alkalin tinggi. Penyesuaian terhadap PH dilakukan setiap hari dengan menggunakan 1 mol / L KOH atau 1 mol / L HNO<sub>3</sub>. [19] Penelitian dengan penilaian Liopa-Sakalidi tentang dampak PH dalam pertumbuhan zucchini dalam budidaya hidroponik dilakukan setiap hari kedua dari 33 hari setelah zucchini dipindahkan ke sistem hidroponik dan sampai 68 hari setelah tanam Setiap kali dimensi dan berat tanaman diukur, dan betina, panjang dan lebar tangkai buah dan total padatan terlarut buah. [20] Tingkat pertumbuhan tanaman tidak berbeda antara larutan nutrisi, namun tanaman yang dibuahi dengan larutan pH rendah tinggi memiliki daun kehijauan lebih besar dan mendekati tinggi rata-rata lebih tinggi daripada tanaman yang telah dibuahi dengan larutan pH tinggi.[21] Uji coba bibit selada 15 hari (*Lactuca Sativa* 'Sucrine', Semailles, Faulx-Les-Tombes, Belgia) dimasukkan ke dalam hidroponik dan dipanen setelah 36 hari. Sistem hidroponik diisi dengan larutan segar 100 L setiap minggunya untuk menjaga kondisi nutrisi yang stabil agar reproduktifitas dan perbandingan antara perawatan lebih baik. Kandungan nutrisi air dari larutan satu minggu diambil sampelnya untuk analisis sebelum tumpahan, dan sampel lain dari larutan segar diambil segera setelah isi ulang. [22] Menurut tanaman Vandam yang ditanam di hidroponik selama 8 minggu di Universitas Teknologi Tanjung Peninsula. Perlakuan pH 4, pH 6 dan pH 8 pada 31, 90, 150 dan 210 ppm fosfor diterima oleh 12 kelompok tanaman dan direplikasi sebanyak 10 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pH 4, pemupukan P secara signifikan ( $P < 0,05$ ) menginduksi produksi klorofil yang lebih tinggi pada tanaman S. yang ditanam pada hidroponik daripada perlakuan pH lainnya (pH 8 dan pH 6). [23] Bayam (*Spinacia oleracea* cv Carmel ) ditanam di rumah kaca konvensional di bawah tiga perawatan nutrisi yang berbeda. Kondisi pencahayaan dan suhu yang identik. Enam sistem pertumbuhan digunakan untuk menyediakan sistem bar duplikat untuk masing-masing dari ketiga perlakuan ini. Enam uji coba dipanen dari masing-masing sistem untuk jangka waktu dua bulan. Dua perlakuan mendapat masukan nutrisi hidroponik, dengan satu perlakuan pada pH 7.0 dan yang lainnya pada pH 5. [24] Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kita dapat memperoleh hasil optimal dan komposisi gizi daun sayuran berdaun tumbuh pada substrat dengan baik. mengubur [25] pertumbuhan hidroponik berdasarkan PH dan kondisi lingkungan untuk pertumbuhan hidroponik Sayuran merupakan faktor kunci yang mengendalikan perkembangan akar. [26] Dalam

konteks ini, motivasi untuk menerapkan pengendalian sumber air irigasi tetes dan larutan nutrisi untuk menumbuhkan tomat Daniela berdasarkan pertanian hidroponik dan pemantauan variabel terus menerus menggunakan PH, dan pemantauan lebih lanjut dapat dilihat melalui web, di agar bisa menggabungkan teknologi baru untuk membantu pengambilan keputusan dengan cepat. [27] Penting untuk mengidentifikasi zat penyerap efektif yang mampu mengatur pH larutan nutrisi ke tingkat yang diinginkan untuk produksi tanaman hidroponik terbaik. Percobaan dilakukan untuk menguji dinamika pH larutan nutrisi yang berubah dengan berbagai asam anorganik selama produksi hidroponik dan hasil dan kualitas nutrisi tanaman yang dihasilkan. Larutan nutrisi khas (pH 8.2) disesuaikan dengan pH 5,6. [28] Di antara nutrisi yang dipelajari dipelajari (N, P, dan pH), peningkatan konsentrasi fosfor secara signifikan meningkatkan jumlah umbi tanaman kentang dalam kultur pasir hidroponik. Nutrisi ini meningkatkan fotosintesis bersih. [29] Dalam penelitian ini, percobaan dengan empat tingkat larutan nutrisi kontrol pH pada batas atas dilakukan untuk mengeksplorasi skema pengelolaan nutrisi pH yang optimal di bawah hidroponik dengan mengevaluasi karakter larutan nutrisi, mis. pH. [30] Blueberry adalah satu dari sedikit tanaman hortikultura yang disesuaikan untuk tumbuh di tanah asam. Untuk menilai mekanisme molekuler, ditanam pada pH netral 6,5 dan pada pH yang disukai 4,5. [31] PH dievaluasi setiap 2 hari. Mengenai variasi pH larutan nutrisi, pada hari transplantasi, nilai pH masing-masing 5,5 dan 5,43 pada perlakuan dengan air tawar dan air payau. Nilai PH beresilasi dalam kisaran yang direkomendasikan untuk budidaya hidroponik dan koreksi dilakukan bila perlu. [32]

Metode Forward Chaining adalah metode pencarian atau pelacakan depan Teknik yang dimulai dengan memberikan informasi yang ada dan menggabungkan beberapa peraturan untuk menghasilkan suatu kesimpulan atau tujuan. [33] Forward Chaining juga disebut teknik pencarian yang dimulai dengan fakta yang diketahui, lalu bandingkan. [16] Sistem ini menanamkan sistem pakar menggunakan metode forward chaining untuk mengetahui solusi dari kondisi nutrisi tanaman. [34] Sistem ini menggunakan metode forward chaining yang berarti menggunakan beberapa peraturan dan tindakan untuk mendukung penggunaan metode forward chaining. [35] Operasi sistem forward chaining ini dimulai dengan menggabungkan beberapa fakta yang diketahui ke dalam memori kerja, dan kemudian menghasilkan fakta baru berdasarkan peraturan premis yang kemudian digabungkan dengan beberapa fakta yang diketahui. [36] Proses ini berlanjut sampai mencapai tujuan atau tidak lagi mengatur premis sesuai dengan fakta yang diketahui. [37] Metode forward chaining diimplementasikan pada mesin inferensi sistem pakar. [38] Sistem pakar mesin inferensi adalah program komputer yang menjawab pertanyaan dari pengguna. Ini memproses semua informasi dari basis pengetahuan dengan meneriakkan peraturan dan fakta. [39] Salah satu contohnya adalah, misalnya, sistem pakar yang diusulkan sudah memiliki penyakit target (tujuan utamanya) dan kemudian memerlukan satu set aturan untuk membuktikan apakah penyakit target ada atau tidak sebaliknya. Metode penalaran ini direkomendasikan untuk digunakan dalam sistem pakar karena mungkin menjadi perhatian dalam Diagnosis penyakit atau hama yang dipilih oleh tumbuhan. [40] Selanjutnya, pertumbuhan anggur dibagi menjadi delapan tahap seperti tertunda tidur, masa tunas, periode pertumbuhan tunas cepat, dan berkembang menjadi periode veraison, periode paruh, periode panen, periode pascapanen dan masa tanpa aktivitas. Untuk kondisi cuaca, tiga suhu keanggotaan fungsional didefinisikan sebagai panas, hangat dan dingin; fungsi keanggotaan untuk curah hujan didefinisikan sebagai berat, sedang dan ringan; dan fungsi keanggotaan untuk kelembaban didefinisikan sebagai tinggi, sedang dan rendah. Aturan untuk Memperkirakan Kemungkinan Terjadinya dan penyebaran hama dan penyakit anggur Jika Hangat dan Kelembaban Tinggi Dan Suhu Tinggi. [41] Forward chaining menandakan subjek untuk tahapan proses juga: (langkah 1) mis. memasukkan bagian 1 dan 2 bersama-sama, maka langkah 2 tempat 1, 2, dan 3 bersama-sama disebut sebagai kriteria, kemudian langkah 3 tempat 1, 2, 3, dan 4 bersama-sama, langkah selanjutnya adalah langkah 4 tempat bagian 1, 2, 3, 4, dan 5 bersama-sama 1 dan 2, 3, 4, 5 [42] Model Representasi Pengetahuan adalah model representasi pengetahuan yang digunakan dalam kasus ini. Sistem ini didasarkan pada peraturan produksi menggunakan pola IF-THEN. Setiap gejala telah menentukan nilai bobot (confidence factor) yang didefinisikan oleh pakar domain di kisaran 0 ... 1, Contoh aturan forwarding chaining adalah sebagai berikut:

Rule 1: IF (Hari ini Ali sedang berpuasa)

THEN (Ali lapar)

Rule 2: IF (Hari ini Ali sedang berpuasa)

THEN (Ali tired) [43]

First example: Pertumbuhan anggur dibagi menjadi delapan tahap seperti tidur tertunda, masa tunas, pertumbuhan tunas cepat periode, dan mekar ke periode veraison, periode veraison, panen, periode pascapanen dan periode tidak aktif. Untuk kondisi cuaca, tiga suhu keanggotaan fungsional didefinisikan sebagai panas, hangat dan dingin; fungsi keanggotaan untuk curah hujan didefinisikan sebagai berat, sedang dan ringan; dan fungsi keanggotaan untuk kelembaban didefinisikan sebagai tinggi, sedang dan rendah. Aturan untuk Memperkirakan Probabilitas Kejadian serta penyebaran hama dan penyakit anggur Jika Hangat dan Kelembaban Tinggi Dan Suhu Tinggi. [44]

Contoh kedua dengan menggunakan premis if and then: IF nama tanaman adalah kacang merpati maka tahap panen diberi nama podding, serta bagian tanaman yang terkena dinamai sesuai polong, juga. Karena kebiasaan makan menggigit, dan mengunyah disebut jenisnya, dan gejala identifikasi OPT adalah larva tanpa kaki putih, pupa coklat dan dewasa hitam terbang. Lalat Pod Jika kriteria aturan mencakup gejala atau penjelasan hama (pertanyaan dan jawaban). Bagian bawah kriteria THEN adalah aturan yang menyatakan bahwa hama serangga itu sendiri (diagnosis). [45] Prosesnya mirip dengan proses berpikir manusia. Wajar bila melakukan diagnosa, Gejala pertama (atau kondisi) yang diamati oleh dokter kemudian Masalahnya dikategorikan dan didiagnosis. Dalam contoh di atas, nama tanaman, tahap panen, bagian tanaman yang terkena dampak, kebiasaan makan dan gejala identifikasi hama mewakili pertanyaan, kacang hijau, podding, polong, penggigit dan spesies kunyah dan larva tanpa putih. kaki, pupa coklat dan lalat hitam dewasa. [46]

Dalam studi ini, PH dapat bertahan pada nilai 5,6-5,7, namun beberapa tanaman memerlukan nilai PH yang berbeda. Oleh karena itu, diperlukan pelacakan untuk menentukan jenis tanaman ideal yang digunakan di PH nilai antara 5.6-5.7. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui PH ideal tanaman pada hidroponik. Forward Chaining adalah pencarian ke depan yang mulai mengumpulkan beberapa fakta dengan mencari aturan yang sama dengan hipotesis yang ada sampai pada kesimpulan. Model ini digunakan untuk menentukan jenis tanaman hidroponik yang sesuai dengan PH yang dapat bertahan dalam penelitian sebelumnya. Pengamatan menunjukkan nilai PH yang baik untuk spesies tanaman hidroponik. Penelitian ini digunakan untuk mengetahui PH ideal untuk tipe tanaman hidroponik dengan metode Forward Chaining. Model ini digunakan untuk menentukan jenis tanaman hidroponik yang sesuai dengan PH yang dapat bertahan dalam penelitian sebelumnya. Pengamatan menunjukkan nilai PH yang baik untuk spesies tanaman hidroponik. Penelitian ini digunakan untuk mengetahui PH ideal untuk tipe tanaman hidroponik dengan metode Forward Chaining.

### 3. Research Method

Forward Chaining adalah teknik pencarian yang dimulai dengan mengumpulkan fakta yang diketahui; metode forward chaining sering disebut sebagai data berbasis pencarian. Dalam metode ini, pencarian kesimpulan atau sasaran didasarkan pada fakta-fakta yang diperoleh. [16] Fakta-fakta ini membentuk rantai atau jalan menuju kesimpulan. Kemudian, menyesuaikan fakta yang diketahui dengan menggunakan bagian fungsi IF dari peraturan IF-THEN. Metode forward chaining ini memiliki dua teknik inferensi seperti backward Chaining backward tracking yang awalnya dimulai dengan penalaran sebuah hipotesis tentang sebuah kenyataan yang memiliki kesimpulan dari proses tersebut. [37] Dan yang kedua adalah Forward Chaining yang merupakan kebalikannya Pelacakan Backward Chaining Backward dimana proses dimulai dari kumpulan data terhadap sebuah kesimpulan. [38] Metode Forward Chaining dapat memberikan informasi dan hasil yang akurat dari kesimpulan diagnostik yang dihasilkan. Proses menggunakan metode Forward Chaining dengan menentukan aturan dan perhitungan berdasarkan fakta yang muncul, dan disebut sebagai gejala. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menggunakan metode Forward Chaining dengan menggunakan sintaks aturan berikut:

IF E THEN H

E: Evidence (Fakta)

H: Hypotesis (Kesimpulan)[43]

Aturan bukti memiliki lebih dari satu koneksi dengan kombinasi AND atau OR, dan kombinasi keduanya. Tapi harus menghindari penggunaan AND dan OR pada satu peraturan

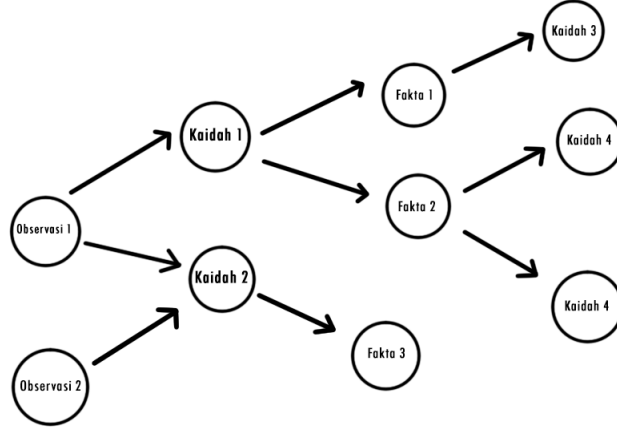


Figure 1. Metode Forward Chaining

Faktor kepastian menentukan penyajian kepastian terhadap fakta dengan rumus:

$$CF[h, e] = MB[h, e] - MD[h, e] \quad (1)$$

Keterangan :

$CF[h, e]$  = Faktor kepastian

$MB[h, e]$  = ukuran kepercayaan, presentasi kepercayaan

$MD[h, e]$  = ukuran ketidakpercayaan, Presentasi ketidakpercayaan atau tingkat kepercayaan pada hipotesis (h), jika diberikan atau tingkat kepercayaan pada hipotesis (h), jika diberi bukti (e). Nilai MB antara 0 dan 1 kejadian (e). Nilai MD antara 0 dan 1.

Adapun beberapa kombinasi faktor kepastian terhadap premis tertentu:

1. Menentukan faktor dengan satu premis.

$$CF[h, e] = CF[e] * CF[rule]$$

$$CF[user] * CF[expert] \quad (2)$$

2. Menentukan faktor dengan lebih dari satu premis.

$$CF[A \wedge B] = \min(CF[a], CF[b]) * CF[rule] \quad (3)$$

$$CF[A \vee B] = \min(CF[a], CF[b]) * CF[rule] \quad (4)$$

3. Faktor kepastian dengan kesimpulan sama.

$$CF_{Combined}[CF_1, CF_2] = CF_1 + CF_2 * (1 - CF_1) \quad (5)$$

Penelitian ini menggunakan forward chaining dalam menemukan kesimpulan. Metode forward chaining digunakan untuk menemukan kesimpulan :

$$IF E_1[AND/OR] E_2[AND/OR] \dots E_n THEN H(CF = CF_i) \quad (6)$$

Where :

$E_1...E_n$  : Evidence

H : Kesimpulan

CF : Faktor kepastian[33]

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui PH ideal tanaman pada hidroponik. Forward Chaining adalah pencarian ke depan yang mulai mengumpulkan beberapa fakta dengan mencari aturan yang sama dengan hipotesis yang ada sampai pada kesimpulan. Model ini digunakan untuk menentukan jenis tanaman di hidroponik yang sesuai dengan PH yang dapat bertahan dalam penelitian sebelumnya. Pengamatan menunjukkan nilai PH yang baik untuk spesies tanaman hidroponik.

## References

- [1] D. Touliatos, I. C. Dodd, and M. McAinsh, "Vertical farming increases lettuce yield per unit area compared to conventional horizontal hydroponics," *Food and energy security*, vol. 5, no. 3, pp. 184–191, 2016.
- [2] R. Gotor, P. Ashokkumar, M. Hecht, K. Keil, and K. Rurack, "Optical ph sensor covering the range from ph 0–14 compatible with mobile-device readout and based on a set of rationally designed indicator dyes," *Analytical chemistry*, vol. 89, no. 16, pp. 8437–8444, 2017.
- [3] BPS, "Statistik indonesia 2017 dalam infografis," 2017.
- [4] G. J. U. Ossa, C. G. Montoya, and M. A. V. Velázquez, "Control and monitoring of a stevia plantation in a hydroponic system," in *2017 IEEE 3rd Colombian Conference on Automatic Control (CCAC)*, Oct 2017, pp. 1–5.
- [5] R. Nalwade and T. Mote, "Hydroponics farming," in *2017 International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICEI)*, May 2017, pp. 645–650.
- [6] S. Umamaheswari, A. Preethi, E. Pravin, and R. Dhanusha, "Integrating scheduled hydroponic system," in *2016 IEEE International Conference on Advances in Computer Applications (ICACA)*, Oct 2016, pp. 333–337.
- [7] P. N. Crisnapati, I. N. K. Wardana, I. K. A. A. Aryanto, and A. Hermawan, "Hommons: Hydroponic management and monitoring system for an iot based nft farm using web technology," in *2017 5th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*, Aug 2017, pp. 1–6.
- [8] J. Pitakphongmetha, N. Boonnarn, S. Wongkoon, T. Horanont, D. Somkiadcharoen, and J. Prapakornpilai, "Internet of things for planting in smart farm hydroponics style," in *2016 International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC)*, Dec 2016, pp. 1–5.
- [9] A. Pramuanjaroenkij, N. Dabut, S. Sutti, and A. Sanboon, "The study of turbulent nutrient solution flows in difference hydroponics system arrangements," in *Applied Mechanics and Materials*, vol. 866. Trans Tech Publ, 2017, pp. 88–91.
- [10] P. C. P. D. Silva and P. C. A. D. Silva, "Ipanera: An industry 4.0 based architecture for distributed soil-less food production systems," in *2016 Manufacturing Industrial Engineering Symposium (MIES)*, Oct 2016, pp. 1–5.
- [11] M. A. Triawan, H. Hindersah, D. Yolanda, and F. Hadiatna, "Internet of things using publish and subscribe method cloud-based application to nft-based hydroponic system," in *2016 6th International Conference on System Engineering and Technology (ICSET)*, Oct 2016, pp. 98–104.
- [12] R. F. B. Guimarães, R. do Nascimento, D. F. de Melo, J. G. Ramos, M. de Oliveira Pereira, J. A. F. Cardoso, and S. C. de Lima, "Production of hydroponic lettuce under different salt levels of nutritive solution," *Journal of Agricultural Science*, vol. 9, no. 11, p. 242, 2017.
- [13] D. S. Domingues, H. W. Takahashi, C. A. Camara, and S. L. Nixdorf, "Automated system developed to control ph and concentration of nutrient solution evaluated in hydroponic lettuce production," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 84, pp. 53 – 61, 2012. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169912000361>
- [14] L. Yang, A. Giannis, V. W.-C. Chang, B. Liu, J. Zhang, and J.-Y. Wang, "Application of hydroponic systems for the treatment of source-separated human

- urine,” *Ecological Engineering*, vol. 81, pp. 182 – 191, 2015. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857415001238>
- [15] S. S. Ram, D. D. Kumar, B. Meenakshipriya, and K. Sundaravadivu, “Designing and comparison of controllers based on optimization techniques for ph neutralization process,” in *2016 International Conference on Information Communication and Embedded Systems (ICICES)*, Feb 2016, pp. 1–5.
- [16] B. H. Hayadi, K. Rukun, R. E. Wulansari, T. Herawan, D. Dahliyusmanto, D. Setaiwan, and S. Safril, “Expert system of quail disease diagnosis using forward chaining method,” *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, vol. 5, no. 1, pp. 206–213, 2017.
- [17] A. Zakiah and M. N. Fauzan, “Collaborative learning model of software engineering using github for informatics student,” in *2016 4th International Conference on Cyber and IT Service Management*, April 2016, pp. 1–5.
- [18] S. Tu and L. Ma, “Interactive effects of ph, arsenic and phosphorus on uptake of as and p and growth of the arsenic hyperaccumulator *pteris vittata* l. under hydroponic conditions,” *Environmental and Experimental Botany*, vol. 50, no. 3, pp. 243 – 251, 2003. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098847203000406>
- [19] S. D. Power and C. L. Jones, “Anaerobically digested brewery effluent as a medium for hydroponic crop production – the influence of algal ponds and ph,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 139, pp. 167 – 174, 2016. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616310952>
- [20] A. Liopa-Tsakalidi, P. Barouchas, and G. Salahas, “Response of zucchini to the electrical conductivity of the nutrient solution in hydroponic cultivation,” *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, vol. 4, pp. 459 – 462, 2015, efficient irrigation management and its effects in urban and rural landscapes. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210784315001163>
- [21] T. S. Anderson, M. R. Martini, D. de Villiers, and M. B. Timmons, “Growth and tissue elemental composition response of butterhead lettuce (*lactuca sativa*, cv. *flandria*) to hydroponic conditions at different ph and alkalinity,” *Horticulturae*, vol. 3, no. 3, p. 41, 2017.
- [22] B. Delaide, S. Goddek, J. Gott, H. Soyeurt, and M. H. Jijakli, “Lettuce (*lactuca sativa* l. var. *sucrino*) growth performance in complemented aquaponic solution outperforms hydroponics,” *Water*, vol. 8, no. 10, p. 467, 2016.
- [23] D. A. Vandam, T. S. Anderson, D. de Villiers, and M. B. Timmons, “Growth and tissue elemental composition response of spinach (*spinacia oleracea*) to hydroponic and aquaponic water quality conditions,” *Horticulturae*, vol. 3, no. 2, p. 32, 2017.
- [24] Y. M. Awad, S.-E. Lee, M. B. M. Ahmed, N. T. Vu, M. Farooq, I. S. Kim, H. S. Kim, M. Vithanage, A. R. A. Usman, M. Al-Wabel, E. Meers, E. E. Kwon, and Y. S. Ok, “Biochar, a potential hydroponic growth substrate, enhances the nutritional status and growth of leafy vegetables,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 156, pp. 581 – 588, 2017. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617307886>
- [25] S. J. Dunlop, M. C. Arbestain, P. A. Bishop, and J. J. Wargent, “Closing the loop: use of biochar produced from tomato crop green waste as a substrate for soilless, hydroponic tomato production,” *HortScience*, vol. 50, no. 10, pp. 1572–1581, 2015.
- [26] K. Takano, J. Takahata, K. Takaki, N. Satta, K. Takahashi, and T. Fujio, “Improvement of growth rate of brassica para var. *perviridis* by discharge inside bubble under water in hydroponic cultivation,” *Electronics and Communications in Japan*, vol. 99, no. 11, pp. 72–79, 2016.
- [27] V. H. Andaluz, A. Y. Tovar, K. D. Bedřáňn, J. S. Ortiz, and E. Pruna, “Automatic control of drip irrigation on hydroponic agriculture: Daniela tomato production,” in *2016 IEEE International Conference on Automatica (ICA-ACCA)*, Oct 2016, pp. 1–6.
- [28] L. Wang, X. Chen, W. Guo, Y. Li, H. Yan, and X. Xue, “Yield and nutritional quality of water spinach (*ipomoea aquatica*) as influenced by hydroponic nutrient solutions with different ph adjustments,” *International Journal of Agriculture & Biology*, vol. 19, no. 4, 2017.
- [29] B. Darvishi, K. Pustini, A. Ahmadi, R. T. Afshari, J. Shaterian, and M. H. Jahanbakhshpour,

- “Effect of nutritional treatments on physiological characteristics and tuberization of potato plants under hydroponic sand culture,” *Journal of plant nutrition*, vol. 38, no. 13, pp. 2096–2111, 2015.
- [30] L.-C. Wang, X.-Z. Xue, Y.-K. Li, F. Li, F. Zhang, and W.-Z. Guo, “Effect of ph upper control limit on nutrient solution component and water spinach growth under hydroponics,” *Advance Journal of Food Science and Technology*, vol. 9, no. 9, pp. 717–721, 2015.
- [31] M. Payá-Milans, G. H. Nunez, J. W. Olmstead, T. A. Rinehart, and M. Staton, “Regulation of gene expression in roots of the ph-sensitive *vaccinium corymbosum* and the ph-tolerant *vaccinium arboreum* in response to near neutral ph stress using rna-seq,” *BMC genomics*, vol. 18, no. 1, p. 580, 2017.
- [32] M. G. d. Silva, T. M. Soares, H. R. Gheyi, I. d. S. Oliveira, J. A. d. Silva Filho, and F. F. d. Carmo, “Frequency of recirculation of nutrient solution in hydroponic cultivation of coriander with brackish water,” *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 20, no. 5, pp. 447–454, 2016.
- [33] I. Astuti, H. Sutarno, and Rasim, “The expert system of children’s digestive tract diseases diagnostic using combination of forward chaining and certainty factor methods,” in *2017 3rd International Conference on Science in Information Technology (ICSITech)*, Oct 2017, pp. 608–612.
- [34] R. E. Saputra, B. Irawan, and Y. E. Nugraha, “System design and implementation automation system of expert system on hydroponics nutrients control using forward chaining method,” in *2017 IEEE Asia Pacific Conference on Wireless and Mobile (APWiMob)*, Nov 2017, pp. 41–46.
- [35] C. Fiarni, A. S. Gunawan, Ricky, H. Maharani, and H. Kurniawan, “Automated scheduling system for thesis and project presentation using forward chaining method with dynamic allocation resources,” *Procedia Computer Science*, vol. 72, pp. 209 – 216, 2015, the Third Information Systems International Conference 2015. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915035942>
- [36] A. K. D’Haese, I. D. Leersnyder, P. Vermeir, and A. R. Verliefde, “On negative rejection of uncharged organic solutes in forward osmosis,” *Journal of Membrane Science*, vol. 548, pp. 22 – 31, 2018. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0376738817312486>
- [37] S. Gholizadeh-Tayyar, L. Dupont, J. Lamothe, and M. Falcon, “Modeling a generalized resource constrained multi project scheduling problem integrated with a forward-backward supply chain planning,” *IFAC-PapersOnLine*, vol. 49, no. 12, pp. 1283 – 1288, 2016, 8th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management and Control MIM 2016. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896316309764>
- [38] J. Bergman, D. Schrempf, C. Kosiol, and C. Vogl, “Inference in population genetics using forward and backward, discrete and continuous time processes,” *Journal of Theoretical Biology*, vol. 439, pp. 166 – 180, 2018. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022519317305477>
- [39] D. Novaliendry, C. H. Yang, and A. Y. D. G. Labukti, “The expert system application for diagnosing human vitamin deficiency through forward chaining method,” in *2015 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC)*, Oct 2015, pp. 53–58.
- [40] K. Shafinah, N. Sahari, R. Sulaiman, M. S. M. Yusoff, and M. M. Ikram, “A framework of an expert system for crop pest and disease management,” *Journal of Theoretical & Applied Information Technology*, vol. 58, no. 1, 2013.
- [41] A. Chougule, V. K. Jha, and D. Mukhopadhyay, “Ontology based system for pests and disease management of grapes in india,” in *2016 IEEE 6th International Conference on Advanced Computing (IACC)*, Feb 2016, pp. 133–138.
- [42] R. T. Walls, T. Zane, and W. D. Ellis, “Forward and backward chaining, and whole task methods: Training assembly tasks in vocational rehabilitation,” *Behavior Modification*, vol. 5, no. 1, pp. 61–74, 1981.



- [43] S. M. Yusof and S. F. S. S. Lokman, "Personal financial planner: A mobile application that implementing forward chaining technique for notification mechanism," in *2014 IEEE Symposium on Computer Applications and Industrial Electronics (ISCAIE)*, April 2014, pp. 65–69.
- [44] E. Agustina, I. Pratomo, A. D. Wibawa, and S. Rahayu, "Expert system for diagnosis pests and diseases of the rice plant using forward chaining and certainty factor method," in *2017 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*, Aug 2017, pp. 266–270.
- [45] M. Ula, Mursyidah, Y. Hendriana, and R. Hardi, "An expert system for early diagnose of vitamins and minerals deficiency on the body," in *2016 International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI)*, Oct 2016, pp. 1–6.
- [46] Devraj, R. Jain, and V. Deep, "Expert system for the management of insect-pests in pulse crops," in *2015 2nd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom)*, March 2015, pp. 1144–1150.