

PEMBERIAN PUPUK ORGANIK CAIR REBUNG BAMBU TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL CAISIM (*Brassica campestris*) HIDROPONIK

Pasrah Elrosvianti Gulo¹, Nofrianil², Imelya Ramanis^{3*}

^{1,2,3} Program Studi Pengelolaan Agribisnis, Jurusan Bisnis Pertanian, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh

*Corresponding author: imelyaramanis@politanipky.ac.id

INFO ARTIKEL	ABSTRACT/ABSTRAK
Diterima: 12-11-2025 Direvisi: 08-12-2025 Dipublikasi: 02-01-2026 Keywords: bamboo shoots, AB Mix, caisim, hydroponic, liquid organic fertilizer. Kata kunci: AB Mix, caisim, hidroponik, pupuk organik cair, rebung bambu.	Application of Bamboo Shoot Liquid Organic Fertilizer on The Growth and Production of Hydroponic Caisim (<i>Brassica Campestris</i>) Caisim are one of the vegetables that are favored by many people. Hydroponics can be an alternative for more effective and efficient caisim cultivation. Hydroponics requires AB Mix nutrition as a source of nutrients for plants. AB Mix nutrition that is available has a relatively high price, there needs to be another alternative, namely bamboo shoot POC to reduce AB Mix nutrition and still provide nutrients for plants. The purpose of the study was to determine the effect of bamboo shoot liquid organic fertilizer on the growth and production of production of caisim hydroponically. The research was conducted from October to December 2023, at the Hydroponic Installation of the Payakumbuh State Agricultural Polytechnic Campus. This study used a completely randomized design method with 5 treatments and 4 replications. The population was 180 plants and the sample was 80 plants using the Nutrient Film Technique (NFT) installation type. Data analysis using Anova test followed by Duncan Multiple Range Test (DMRT) 5% using SPSS 20 software. The results showed that the application of bamboo shoot POC and AB Mix to the growth and production of hydroponic caisim was significantly different on the parameters of leaf width, leaf length, plant height, stem diameter, root length and yield, but not significantly different on the number of leaves. The treatment with the best value by giving POC is 75 ml bamboo shoot POC + AB Mix 50%, although the results cannot be as good as the control treatment. Tanaman caisim salah satu sayur yang banyak disukai oleh masyarakat. Hidroponik dapat menjadi salah satu alternatif untuk budidaya caisim yang lebih efektif dan efisien. Hidroponik membutuhkan nutrisi AB Mix sebagai sumber unsur hara bagi tanaman. Nutrisi AB Mix yang tersedia memiliki harga relatif tinggi, perlu adanya alternatif lain yaitu POC rebung bambu untuk mengurangi pemberian nutrisi AB Mix dan tetap tersedia unsur hara bagi tanaman. Tujuan penelitian yaitu mengetahui pengaruh pemberian pupuk organik cair rebung bambu terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman caisim. Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober hingga bulan Desember tahun 2023 di Instalasi Hidroponik Kampus Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh. Jenis instalasi hidroponik yang digunakan adalah <i>Nutrient Film Technique</i> (NFT). Analisis Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan. Populasi sebanyak 180 tanaman dan sampel sebanyak 80 tanaman. data menggunakan Uji Anova dilanjutkan dengan Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) 5% dengan menggunakan software SPSS 20. Hasil penelitian menunjukkan pemberian POC rebung bambu dan AB Mix terhadap pertumbuhan dan hasil caisim hidroponik berpengaruh nyata terhadap parameter lebar daun, panjang daun, tinggi tanaman, diameter batang, panjang akar dan hasil hasil, tetapi tidak berbeda nyata pada parameter jumlah daun. Perlakuan dengan nilai terbaik dengan pemberian POC yaitu POC rebung bambu 75 ml + AB Mix 50%, walaupun hasilnya belum bisa sebaik perlakuan kontrol.

PENDAHULUAN

Caisim jenis tanaman sawi yang tergolong ke dalam tanaman sayuran yang banyak disukai oleh masyarakat Indonesia. Kebutuhan tanaman sayuran di Indonesia terus mengalami peningkatan seiring pertumbuhan penduduk dan kesadaran masyarakat pentingnya kesehatan. Berdasarkan data BPS Sumatera Barat (2023) jumlah penduduk di Indonesia tahun 2020 hingga tahun 2022 mengalami pertumbuhan. Menurut Prastio (2018), caisim mengandung antioksidan, protein, lemak, karbohidrat, serta mineral Ca, P, Fe dan juga terdapat vitamin A, B,

C, E dan K. Tanaman caisim diolah menjadi sayur dan banyak digunakan dalam pembuatan makanan mie sebagai sayur. Caisim dapat dibudidayakan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat.

Hasil tanaman caisim dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Berdasarkan BPS Hortikultura Indonesia (2023) menunjukkan bahwa hasil caisim dari tahun 2018 hingga tahun 2022 mengalami peningkatan. Terlihat juga di BPS Sumatera Barat (2023) bahwasanya hasil tanaman caisim di tahun 2022 mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya tahun 2021. Peningkatan jumlah

penduduk juga akan meningkatkan alih fungsi lahan pertanian menjadi nonpertanian. Hidroponik dapat menjadi alternatif budidaya caisim tanpa lahan. (Muttaqin et al., 2025) menyatakan bahwa penerapan hidup sehat dengan konsumsi pangan sehat masyarakat perkotaan memilih produk sayuran hidroponik selain tampilan segar terjamin juga terbebas dari residu pestisida.

Sistem hidroponik salah satu sistem budidaya yang lebih efektif untuk hasil tanaman dengan kondisi lahan pertanian yang terbatas. Teknik hidroponik merupakan metode budidaya tanaman dengan menggunakan air yang dicampur nutrisi serta oksigen sebagai media tanam (Ibnusina et al., 2020; Nofrianil et al., 2025). Amatasari (2016) menyatakan kelebihan dari sistem budidaya hidroponik yaitu pemeliharaan pertumbuhan tanaman lebih mudah untuk dikontrol. Keuntungan budidaya hidroponik mulai dari waktu proses budidaya lebih singkat, pertumbuhan yang dapat dikendalikan, nutrisi yang diberikan dapat disesuaikan dan jumlah populasi dapat dipertahankan pada lahan yang kecil luasannya sehingga produktivitas tanaman tetap tinggi (Meliza et al., 2025). Menurut Marta et al., (2023), bahwa untuk memberikan produktivitas yang tinggi pada teknik hidroponik dibutuhkan nutrisi yang tepat yang tinggi dibutuhkan nutrisi yang tepat.

Faktor penting budidaya secara hidroponik salah satunya yaitu kebutuhan nutrisi bagi tanaman. Nutrisi yang terdapat unsur hara makro dan mikro untuk mendapatkan hasil maksimal. Menurut Ismail et al., (2023), nutrisi yang digunakan dalam teknik hidroponik yang dikenal para petani yakni nutrisi AB Mix. Permasalahan saat ini harga nutrisi AB Mix pada budidaya tanaman yang relatif mahal. Harga AB Mix yang mahal mempengaruhi tingginya biaya hasil, sehingga para petani perlu mencari alternatif lain untuk mengurangi biaya budidaya tanaman secara hidroponik. Menurut Lestari & Putri (2022) menyatakan bahwa pemberian nutrisi AB Mix 100% dengan dosis AB Mix 50%+Eco enzyme memberikan respon yang setara dengan kontrol pada pertumbuhan tanaman atau tidak berbeda nyata.

Salah satu alternatif yang dapat diberikan dalam sistem hidroponik yaitu mengkombinasikan pemberian nutrisi AB Mix dengan nutrisi yang terjangkau dan efisien untuk kebutuhan tanaman. Pemberian Pupuk Organik Cair (POC) rebung pada budidaya tanaman dapat menjadi salah satu solusi sebagai sumber unsur hara bagi pertumbuhan dan hasil tanaman, karena dapat dilarutkan dalam air dan mengandung unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Hasil penelitian Kasi et al., (2018) terhadap pertumbuhan tanaman pada variabel tinggi tanaman, jumlah daun dan warna daun adanya pengaruh yang nyata pada pemberian POC rebung bambu.

Rebung bambu muda yang dikenal masyarakat hanya dimanfaatkan sebagai sayuran, padahal rebung bambu dapat dijadikan sebagai sumber nutrisi bagi

tanaman dalam pembudidayaan. Rebung bambu juga mudah tumbuh dan didapatkan. Mebinta et al., (2020) menyatakan POC rebung bambu memiliki kandungan c-organik dan giberelin yang tinggi sehingga dapat merangsang pertumbuhan tanaman dan hasil penelitian yang dilakukan pemberian 75 ml POC rebung bambu/l air memberikan hasil terbaik pada jumlah bunga, bobot basah buah dan laju pertumbuhan tanaman cabai rawit.

Rebung bambu memiliki potensi sebagai sumber nutrisi organik karena jaringan mudanya mengandung senyawa organik dan unsur hara makro yang dapat dimanfaatkan tanaman setelah proses fermentasi. Analisis kimia yang dilakukan oleh Angraeni et al. (2018) menunjukkan bahwa POC rebung bambu mengandung nitrogen 0,72%, fosfor 0,04%, dan kalium 0,12%, sehingga mampu berfungsi sebagai penyedia unsur hara dasar bagi tanaman meskipun kadarnya tergolong rendah. Penelitian lain oleh Desi & Ananto (2023) memperkuat bahwa fermentasi rebung bambu menghasilkan larutan nutrisi organik yang dapat meningkatkan pertumbuhan pakcoy melalui suplai unsur hara tambahan dan peningkatan aktivitas fisiologis tanaman. Setiawan et al. (2019) juga melaporkan bahwa POC dari beberapa jenis rebung bambu memberikan respons positif pada pertumbuhan tomat, yang menunjukkan bahwa material ini memiliki kemampuan mendukung proses pertumbuhan melalui penyediaan unsur hara dan komponen organik.

Berdasarkan kondisi tersebut, permasalahan utama dalam penelitian ini bukan hanya terkait tingginya biaya produksi hidroponik, tetapi lebih pada belum diketahuinya pengaruh pemberian POC rebung bambu terhadap pertumbuhan dan hasil caisim ketika dikombinasikan dengan AB Mix. Dengan demikian, penelitian ini dilakukan untuk menguji efektivitas POC rebung bambu sebagai sumber nutrisi suplementer pada sistem hidroponik, sehingga dapat memberikan alternatif strategi pemupukan yang lebih efisien dan tetap produktif.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di *green house* hidroponik di Politenik Pertanian Negeri Payakumbuh. Penelitian dilakukan pada bulan November 2023. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu benih tanaman caisim, tisu, rockwool, kain flanel, AB Mix, POC rebung bambu, rebung bambu, EM4, air cucian beras, gula merah, terasi, arang sekam, daun sirsak, sabun colek dan air. Peralatan dalam melakukan penelitian ini yaitu Instalasi, baki, netpot, toples plastik, napan, pisau catter, penggaris, pompa aquarium, ember ukuran besar, ember ukuran sedang, gelas ukur, meteran, pH meter, TDS meter, gunting, timbangan digital, alat tulis dan kamera *handphone*.

Proses pembuatan POC rebung bambu diawali dengan mencacah rebung bambu sekitar 2 kg hingga

halus menggunakan cutter dan blender, kemudian hasil cacahan tersebut dimasukkan ke dalam toples plastik. Setelah itu dicampurkan EM4, gula merah, air cucian beras, air kelapa, arang sekam, dan terasi, lalu seluruh bahan diaduk hingga homogen. Wadah kemudian ditutup rapat agar proses fermentasi berlangsung optimal tanpa adanya udara luar. Fermentasi dilakukan selama 14 hari dengan pengontrolan berupa pengadukan setiap 3 hari sekali hingga POC siap digunakan dalam penelitian. Adapun jumlah POC yang diberikan per liter air pada taraf perlakuan adalah P1: 75 ml/liter, P2: 100 ml/liter, P3: 125 ml/liter, dan P4: 150 ml/liter, sedangkan perlakuan kontrol hanya menggunakan AB Mix murni sebanyak 5 ml/liter tanpa penambahan POC.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan beberapa perlakuan yaitu P0: 100% AB Mix (kontrol): 5 ml/liter (P0), P1: POC Rebung bambu 75 mL + AB Mix 50% (P1), P2: POC Rebung bambu 100 mL + AB Mix 50% (P2), P3: POC Rebung bambu 125 mL + AB Mix 50% (P3), P4: POC Rebung bambu 150 mL + AB Mix 50% (P4). Penelitian terdapat 5 taraf perlakuan dan 4 ulangan, sehingga terdapat $5 \times 4 = 20$ unit percobaan atau instalasi tanam. Setiap instalasi tanam terdapat 9 lubang tanam maka populasi keseluruhan $20 \times 9 = 180$ lubang tanam. Sampel yang diamati untuk setiap percobaan sebanyak 4 lubang tanam dengan cara *random sampling*, sehingga total

sampel yang diamati dari populasi 180 lubang tanam terdapat sebanyak 80 lubang tanam.

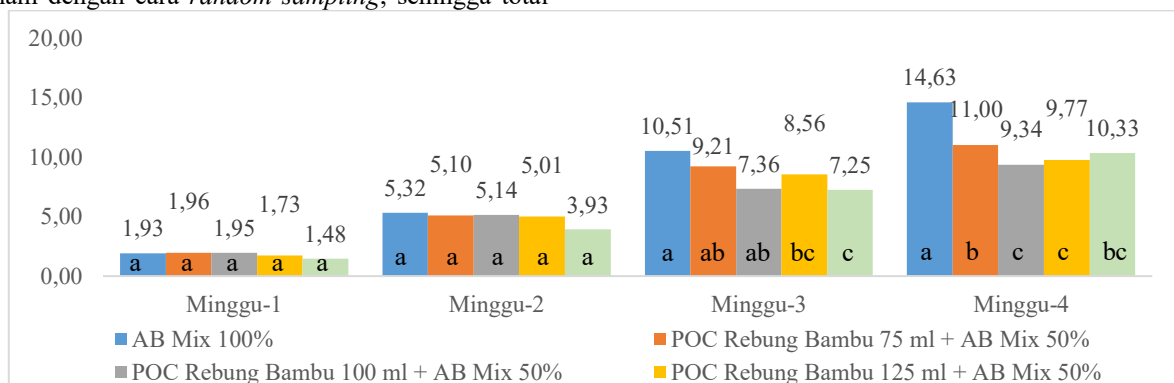
Parameter penelitian untuk pertumbuhan yaitu lebar daun, panjang daun, jumlah daun, tinggi tanaman, diameter batang, panjang akar dan untuk hasil yaitu bobot segar tanaman caisim. Data dianalisis dengan menggunakan uji Anova pada tingkat kepercayaan 5% apabila asumsi data normal serta uji normalitas dan homogenitas terpenuhi. Jika hasil uji anova setiap parameter berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji DMRT 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemberian AB Mix dan POC rebung bambu terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman caisim hidroponik berpengaruh yang berbeda nyata. Parameter pertumbuhan tanaman caisim berpengaruh yang berbeda nyata yaitu lebar daun, panjang daun, tinggi tanaman, diameter batang, dan panjang akar, sedangkan parameter jumlah daun tidak dipengaruhi secara nyata.

Lebar daun

Pengamatan lebar daun tanaman caisim dengan mengukur daun yang paling lebar dan telah terbuka sempurna pada 1, 2, 3, dan 4 MST Pertumbuhan lebar daun tanaman caisim setiap minggunya mengalami pertambahan yang dapat di lihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rata-rata pertumbuhan lebar daun tanaman caisim

Keterangan: Huruf yang sama pada tabung grafik yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan *Multiple Range Test* (DMRT) 5%

Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan AB Mix 100% memberikan respons lebar daun tanaman caisim yang lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya pada minggu ke-3 dan ke-4. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pada fase pertumbuhan vegetatif lanjutan, tanaman mulai merespons perbedaan ketersediaan dan keseimbangan unsur hara dalam media tanam. Pada minggu awal pertumbuhan, kebutuhan hara tanaman relatif masih rendah sehingga perbedaan perlakuan belum memberikan pengaruh nyata terhadap lebar daun.

Keunggulan perlakuan AB Mix 100% berkaitan dengan tersedianya unsur hara makro dan

mikro dalam jumlah cukup, seimbang, dan mudah diserap tanaman. Unsur nitrogen, fosfor, dan kalium yang tersedia secara optimal berperan penting dalam proses fotosintesis, pembelahan sel, dan ekspansi jaringan daun. Pemberian AB Mix pada dosis rekomendasi dilaporkan mampu mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal tanpa menimbulkan gejala defisiensi hara, sebagaimana dilaporkan oleh Suharjo et al., (2023). Pertumbuhan vegetatif tanaman sangat dipengaruhi oleh kecukupan unsur hara esensial, terutama pada tanaman sayuran daun yang memiliki siklus pertumbuhan relatif singkat (Susilawati et al., 2019).

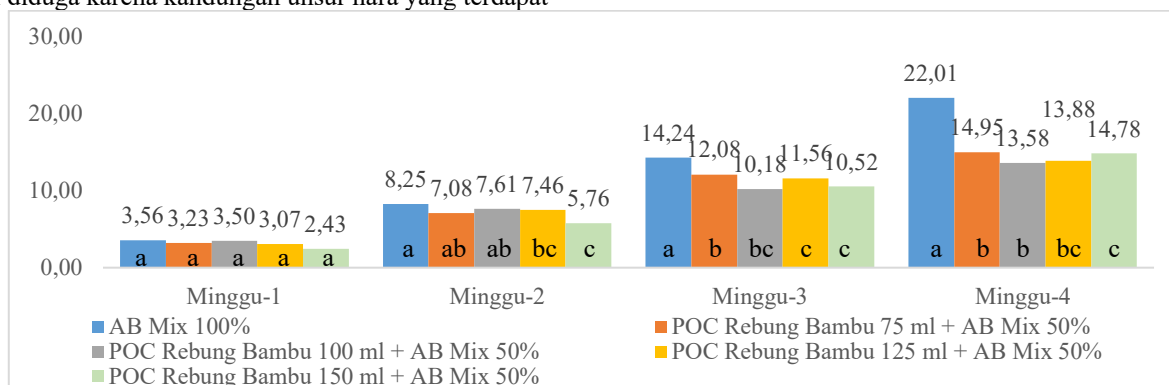
Respons pertumbuhan lebar daun yang lebih rendah pada perlakuan kombinasi POC rebung bambu dengan AB Mix 50% menunjukkan bahwa pengurangan proporsi nutrisi anorganik belum dapat sepenuhnya dikompensasi oleh penambahan pupuk organik cair. Unsur hara dalam POC rebung bambu dilepaskan secara bertahap melalui proses mineralisasi sehingga ketersediaannya pada fase vegetatif aktif belum mencukupi kebutuhan tanaman. Kandungan unsur nitrogen, fosfor, dan kalium yang relatif rendah pada POC rebung bambu menyebabkan suplai hara menjadi terbatas dan berdampak pada terhambatnya ekspansi daun. Kondisi ini mengakibatkan pertumbuhan lebar daun pada perlakuan kombinasi tetap lebih rendah dibandingkan perlakuan kontrol meskipun perbedaan antar dosis POC tidak selalu menunjukkan perbedaan nyata.

Pemberian POC rebung bambu + AB Mix 50% pada parameter lebar daun menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata antar perlakuan, tetapi diantara dosis POC yang berbeda terdapat perlakuan yang memberikan nilai tertinggi lebar daun yaitu perlakuan P1 (POC rebung bambu 75 ml + AB Mix 50%) walaupun hasilnya tidak sebaik perlakuan kontrol. Hal ini diduga karena kandungan unsur hara yang terdapat

pada POC rebung bambu + AB Mix 50% yang diberikan belum cukup untuk kebutuhan pertumbuhan tanaman caisim, sehingga lebar daun berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Didukung dari hasil laboratorium yang telah dilakukan pada POC rebung bambu di mana unsur N sebanyak 0.05%, P sebanyak 0.50% dan K sebanyak 0.07% belum dapat memenuhi kebutuhan tanaman caisim sehingga memberikan pengaruh lebar daun yang lebih kecil.

Panjang daun

Pengamatan panjang daun tanaman caisim dengan mengukur daun yang telah terbuka sempurna pada 1, 2, 3, dan 4 MST. Pertumbuhan panjang daun tanaman caisim setiap minggunya mengalami pertambahan yang dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil analisis pada parameter pertumbuhan panjang daun tanaman caisim umur 2, 3 dan 4 MST memberikan hasil yang signifikan. Pemberian perlakuan POC rebung bambu dan AB Mix terhadap parameter panjang daun tanaman caisim berpengaruh nyata atau signifikan. Hasil pengaruh yang nyata antar perlakuan maka dilakukan uji lanjut dengan uji DMRT 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.



Gambar 2. Rata-rata pertumbuhan panjang daun tanaman caisim

Keterangan: Huruf yang sama pada tabung grafik yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan *Multiple Range Test* (DMRT) 5%

Hasil uji lanjut pada parameter panjang daun menunjukkan bahwa perlakuan yang berbeda nyata yaitu perlakuan kontrol (AB Mix 100%) dan perlakuan lainnya. Sejalan dengan hasil parameter lebar daun bahwa hasil yang berbeda perlakuan kontrol. Pemberian perlakuan kontrol (AB Mix 100%) yang memiliki unsur hara makro dan mikro yang lengkap untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman sehingga menghasilkan panjang daun tertinggi.

Hasil antar perlakuan pemberian POC rebung bambu + AB Mix 50% tidak berbeda nyata, tetapi terlihat diantara dosis POC yang diberikan hasil rata-rata tertinggi panjang daun terdapat pada perlakuan P1 (POC rebung bambu 75 ml + AB Mix 50%) yang menunjukkan hasil perlakuan yang sama dengan parameter lebar daun. Walaupun hasilnya belum bisa menyamai perlakuan kontrol. Hal ini diduga

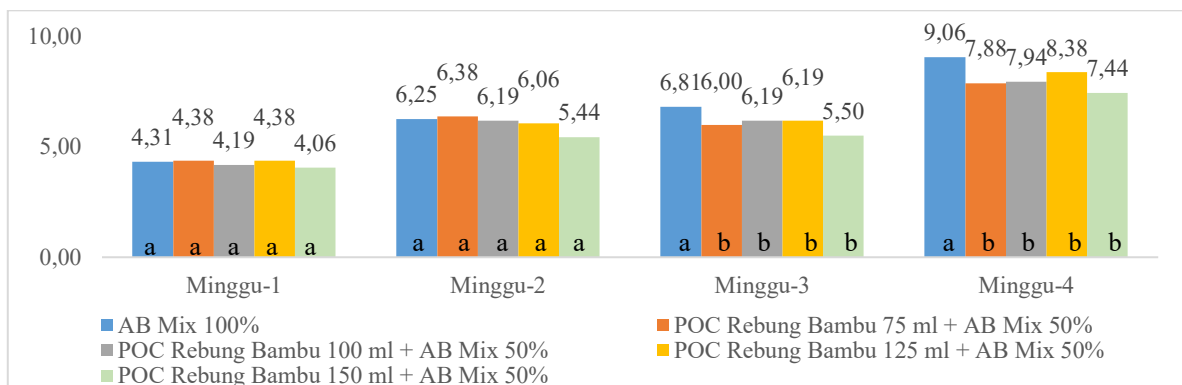
disebabkan kandungan unsur hara yang tersedia yaitu N, P, dan K didalam AB Mix dan juga zat pengatur tumbuh yang terdapat pada POC rebung bambu yang memberikan nutrisi bagi tanaman caisim sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan panjang daun tanaman. Sesuai dengan Marginingsih et al., (2018) dalam penelitiannya menyatakan bahwa dosis 25%, 50% dan 75% AB Mix dapat memicu pertumbuhan tanaman disebabkan unsur hara N, P, dan K serta zat tumbuh yang tersedia didalam pupuk organik cair.

Perbedaan respons pertumbuhan daun caisim antar perlakuan menunjukkan bahwa ketersediaan dan keseimbangan unsur hara dalam media tanam berperan penting dalam menunjang pertumbuhan vegetatif. Unsur nitrogen berfungsi dalam pembentukan klorofil dan jaringan daun sehingga berpengaruh langsung terhadap ekspansi dan

pemanjangan daun (Marschner, 2012) Unsur fosfor berperan dalam pembelahan sel dan transfer energi, sedangkan kalium berfungsi dalam pengaturan tekanan turgor serta efisiensi metabolisme tanaman yang mendukung pertumbuhan daun secara optimal (Taiz et al., 2023). Ketersediaan unsur hara dalam bentuk mineral yang mudah diserap menyebabkan perlakuan kontrol mampu memberikan respons pertumbuhan daun yang lebih baik dibandingkan perlakuan kombinasi. Respons pertumbuhan yang lebih rendah pada perlakuan kombinasi POC rebung bambu dengan AB Mix 50% menunjukkan bahwa suplai unsur hara dari pupuk organik cair belum mampu menggantikan peran pupuk anorganik secara penuh. Unsur hara dalam pupuk organik cair umumnya dilepas secara bertahap melalui proses mineralisasi sehingga ketersediaannya terbatas pada fase pertumbuhan cepat tanaman caisim (Zhang et al., 2023).

Jumlah daun

Pengamatan parameter jumlah daun dilakukan dengan cara menghitung semua daun tanaman caisim yang telah terbuka sempurna pada 1, 2, 3, dan 4 MST. Pertumbuhan jumlah daun tanaman caisim setiap minggunya mengalami penambahan dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil analisis pada parameter pertumbuhan jumlah daun tanaman caisim umur 3 dan 4 MST memberikan hasil yang signifikan artinya Pemberian perlakuan POC rebung bambu dan AB Mix terhadap parameter pertumbuhan jumlah daun tanaman caisim tidak berbeda secara nyata atau tidak signifikan. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian POC rebung bambu + AB Mix 50% tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan jumlah daun tanaman caisim. Sehingga tidak dilakukan analisis Duncan Multiple Range Test (DMRT) 5%.



Gambar 3. Rata-rata pertumbuhan jumlah daun tanaman caisim

Keterangan: Huruf yang sama pada tabung grafik yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan *Multiple Range Test* (DMRT) 5%.

Pertumbuhan jumlah daun caisim pada berbagai perlakuan menunjukkan pola yang relatif seragam. Penyebab utamanya adalah ketersediaan unsur hara dari AB Mix yang sudah memenuhi kebutuhan dasar tanaman, terutama nitrogen, fosfor, dan kalium yang sangat menentukan pertumbuhan vegetatif. Kecukupan nitrogen dalam AB Mix membuat tanaman tidak terlalu merespons variasi tambahan nutrisi dari POC rebung bambu. Kondisi ini sejalan dengan hasil penelitian hidroponik pakcoy yang menunjukkan bahwa nutrisi anorganik tetap menghasilkan pertumbuhan daun yang lebih stabil dibandingkan penggunaan POC, walaupun POC mengandung unsur hara makro sekalipun (Paramita et al., 2022).

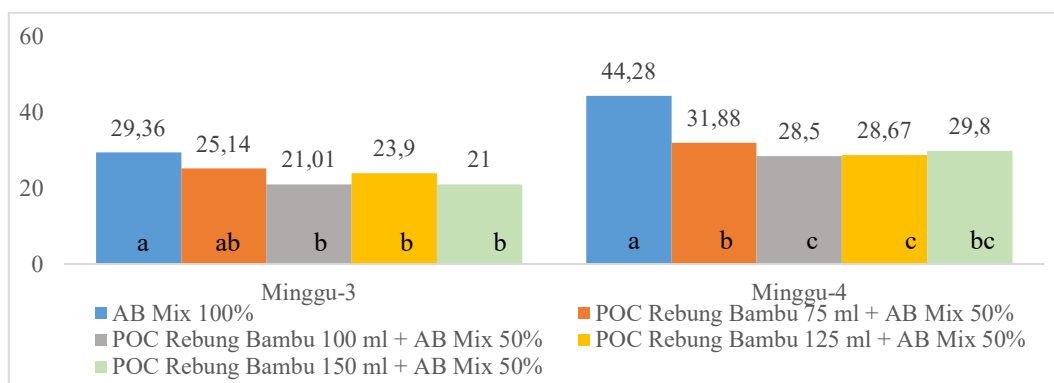
Jumlah daun tanaman caisim tidak terdapat pengaruh pada pemberian POC rebung bambu dan AB Mix. Unsur hara nitrogen merupakan unsur hara yang sangat penting bagi tanaman caisim karena caisim adalah sayuran daun yang dipanen sebelum fase generatif, sehingga pertumbuhan daun dan warna hijau daun menjadi indikator keberhasilan. POC

rebung bambu mengandung nitrogen organik yang memerlukan proses mineralisasi, sementara sistem hidroponik memiliki aktivitas mikroba yang rendah sehingga pelepasan unsur hara berjalan lambat. Fenomena ini konsisten dengan temuan Mebinta et al., (2020) yang melaporkan bahwa POC rebung bambu tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun cabai rawit, serta Fauziah et al., (2022) yang menyatakan bahwa POC rebung bambu tidak memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah daun tanaman sawi. Selain itu, penelitian selada hidroponik juga menunjukkan bahwa POC hanya memberikan respons terbatas jika tidak dikombinasikan dengan nutrisi anorganik yang stabil (Bachtiar et al., 2025).

Tinggi Tanaman

Parameter pertumbuhan tinggi tanaman dilakukan dengan mengukur tinggi tanaman mulai dari pangkal batang tanaman sampai pada ujung daun tanaman yang paling panjang menggunakan alat ukur. Pengamatan tinggi tanaman caisim dilakukan pada umur 3 dan 4 MST yang dapat dilihat pada Gambar 4.

Hasil pengaruh yang nyata antar perlakuan maka dilakukan uji lanjut dengan uji DMRT 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.



Gambar 4. Rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman tanaman caisim

Keterangan: Huruf yang sama pada tabung grafik yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan *Multiple Range Test* (DMRT) 5%

Pengamatan rata-rata tinggi tanaman caisim tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol (AB Mix 100%) di duga karena kandungan unsur hara yang terdapat dalam AB Mix sudah maksimal untuk pertumbuhan tanaman. Menurut (Marta et al., 2023), menyatakan bahwa nutrisi AB Mix memiliki kelebihan yaitu memiliki unsur hara yang lengkap dan terukur yang sesuai dengan kebutuhan masing-masing jenis tanaman yang dapat mempengaruhi proses fisiologis tanaman dalam kegiatan pembelahan sel dan perpanjangan sel.

Rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman caisim dengan berbagai dosis POC rebung bambu + AB Mix 50% masih rendah dari hasil tinggi tanaman perlakuan kontrol (AB Mix 100%). Jika unsur hara sesuai dengan kebutuhan tanaman maka kelangsungan hidup tanaman akan dapat terjadi, nutrisi yang seimbang dan sesuai serta dosis yang tepat menentukan pertumbuhan tanaman. Menurut Taiz et al., (2023), keseimbangan unsur hara yang memadai dapat mempercepat pertumbuhan vegetatif tanaman melalui peningkatan aktivitas enzim dan fotosintesis.

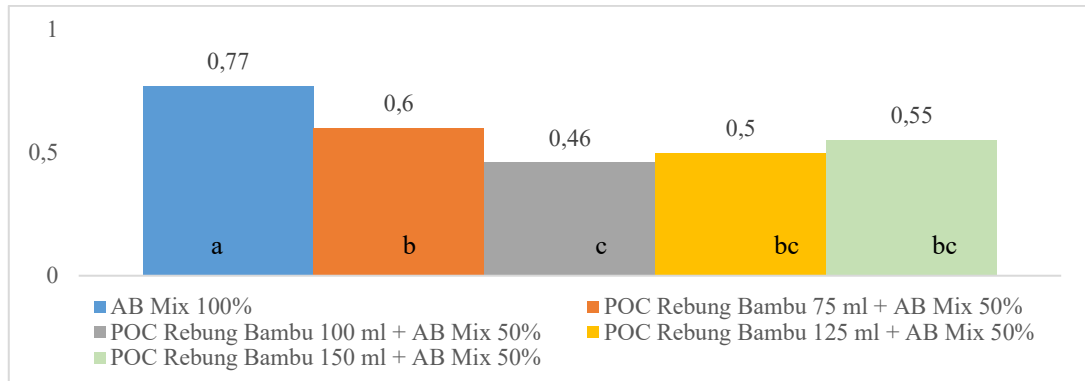
Rendahnya tinggi tanaman caisim pada perlakuan POC rebung bambu + AB Mix 50% diduga bahwa unsur hara, air dan oksigen yang terkandung belum cukup untuk menunjang kebutuhan pertumbuhan tanaman caisim sehingga membuat hasil tinggi tanaman berbeda nyata dari perlakuan kontrol. Sesuai penelitian yang dilakukan oleh Kasi et al., (2018) menyatakan bahwa kandungan nitrogen dalam pupuk organik cair rebung bambu belum mampu mencukupi kebutuhan tanaman cabai sehingga pertumbuhan kurun maksimal. Sejalan dengan pendapat Dahlianah et al., (2021) menyatakan nutrisi, air dan oksigen sangat mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman, jika kekurangan maka membuat pertumbuhan kurang optimal. Hasil penelitiannya sejalan dengan penelitian kajian nutrisi

pengganti AB mix pada hidroponik (Marta et al., 2023; Meliza et al., 2025; Nofrianil et al., 2025), bahwa pertumbuhan tanaman dengan nutrisi pengganti belum bisa melampaui pertumbuhan tanaman dengan pemberian nutrisi AB mix.

Pemberian POC rebung bambu dengan penambahan AB Mix dengan berbagai dosis, terdapat perlakuan yang memberikan hasil tertinggi rata-rata tinggi tanaman dari perlakuan lainnya yaitu perlakuan P1 (POC rebung bambu 75 ml + AB Mix 50%). Hal ini diduga karena unsur hara yang diberikan pada tanaman caisim dapat diserap untuk proses fotosintesis sehingga mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman. POC rebung bambu mengandung giberelin salah satu zat pengatur tumbuh yang merangsang pertambahan panjang antar ruas tanaman sehingga mempengaruhi tinggi tanaman dan juga giberelin memicu pembelahan sel pada tumbuhan. Hal ini didukung dengan penelitian Kasi et al., (2018) yang menyatakan bahwa penambahan tinggi tanaman kangkung dirangsang oleh zat tumbuh yang terkandung dalam POC rebung bambu yaitu giberelin. Sejalan dengan Mebinta et al., (2020) menyatakan bahwa pupuk organik cair rebung bambu mengandung C-organik dan giberelin yang tinggi sehingga dapat merangsang pertumbuhan tanaman.

Diameter Batang

Parameter diameter batang tanaman dilakukan pengukuran pada lingkaran batang tanaman dengan menggunakan alat ukur yaitu jangka sorong. Pertumbuhan batang tanaman berpengaruh pada diameter batang tanaman apabila batang suatu tanaman besar maka diameter batang juga akan besar. Hasil analisis pada parameter pertumbuhan diameter batang tanaman caisim umur 4 MST memberikan hasil yang signifikan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rata-rata pertumbuhan diameter batang tanaman caisim

Keterangan: Huruf yang sama pada tabung grafik yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan *Multiple Range Test* (DMRT) 5%

Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa perlakuan yang berbeda nyata dan nilai rata-rata tertinggi diameter batang yaitu perlakuan kontrol, hal ini diduga karena unsur hara untuk tanaman caisim sudah terpenuhi untuk pertumbuhan vegetatif. Sesuai dengan Saputri et al., (2019) menyatakan bahwa hasil perlakuan kontrol dengan pemberian nutrisi AB Mix menunjukkan hasil diameter batang besar dibandingkan perlakuan lainnya karena nutrisi AB Mix mengandung unsur hara makro dan mikro lengkap untuk pertumbuhan tanaman.

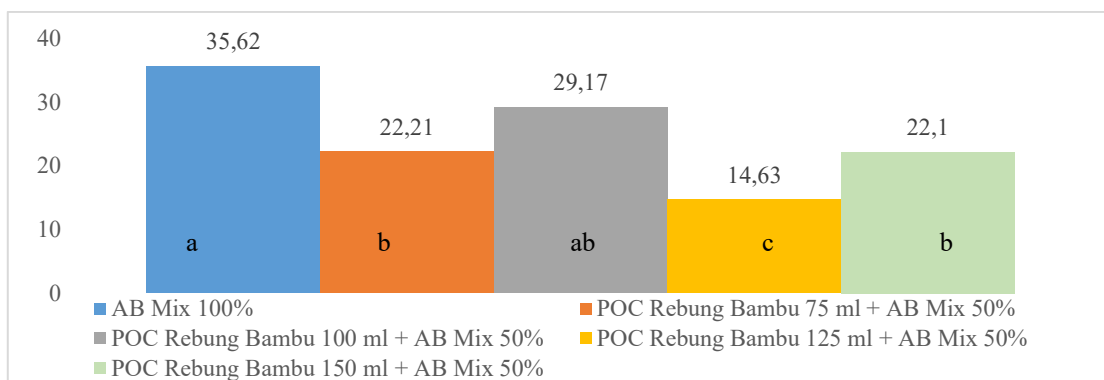
Pemberian POC rebung bambu menunjukkan hasil diameter batang tanaman caisim secara nyata dipengaruhi oleh perlakuan. Hal ini diduga karena didalam rebung bambu mengandung ZPT yang membantu pertumbuhan batang tanaman caisim. Menurut Mebinta et al., (2020) bahwa POC rebung bambu mengandung giberelin sebagai zat pengatur tumbuh untuk tanaman dan menurut Ningsih & Nugroho, (2021) dalam air kelapa yang difermentasi terdapat auksin dan sitokin sebagai zat pengatur tumbuh untuk tanaman. Hormon auksin dan sitokin dapat menjadi pemicu pembentukan batang tanaman caisim. Sesuai dengan pendapat Rahmayanti et al., (2022) yang menyatakan bahwa hormon auksin dan

sitokin dapat yang terdapat pada air kelapa dapat memperbesar diameter batang tanaman.

Panjang Akar

Panjang akar tanaman dilakukan pengukuran pada bagian batas ruas perakaran sampai ujung akar tanaman yang terpanjang. Parameter akar tanaman merupakan bagian tanaman yang berfungsi untuk menyerap nutrisi yang disalurkan pada tanaman. Pengamatan pada akar tanaman perlu dilakukan karena termasuk bagian tanaman yang sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman selama masa tanam.

Hasil analisis pada parameter pertumbuhan panjang akar tanaman caisim umur 4 MST memberikan hasil yang signifikan. Pemberian perlakuan POC rebung bambu dan AB Mix terhadap parameter pertumbuhan panjang akar tanaman caisim berpengaruh nyata atau signifikan. Hasil pengaruh yang nyata antar perlakuan maka dilakukan uji lanjut dengan uji DMRT 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Hasil analisis Duncan Multiple Range Test (DMRT) 5% memperoleh parameter panjang akar tanaman caisim pada umur pengamatan 4 MST dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Rata-rata panjang akar (cm) tanaman caisim umur 4 MST

Keterangan: Huruf yang sama pada tabung grafik yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan *Multiple Range Test* (DMRT) 5%

Akar tanaman merupakan organ vegetatif utama yang memasok mineral, air dan bahan-bahan penting untuk pertumbuhan dan hasil tanaman. Rata-rata pertumbuhan panjang akar tanaman caisim tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol dengan pemberian perlakuan kontrol (AB Mix 100%). Hal ini diduga karena perlakuan kontrol dapat memenuhi kebutuhan nutrisi untuk tanaman, sehingga tanaman dapat menyerap unsur hara yang tersedia. Terlihat perlakuan kontrol dengan hasil tinggi tanaman, lebar daun, jumlah daun, panjang daun dan diameter batang tanaman caisim menunjukkan nilai tertinggi sehingga akar tanaman lancar menyerap unsur hara untuk pertumbuhan organ tanaman. Menurut Qurrohmah, (2020) Nutrisi AB Mix merupakan nutrisi yang mengandung unsur hara makro (A) dan unsur hara mikro (B) untuk kebutuhan tanaman yang dibudidayakan.

POC rebung bambu terdapat bahan organik yaitu air kelapa yang mengandung asam giberelat yang dapat meningkatkan perkembangan akar. Berdasarkan hasil uji kandungan unsur hara bahwasanya POC rebung bambu terkandung unsur P 0,50% yang memenuhi kebutuhan akar tanaman. Menurut Mansyur et al., (2021) peranan unsur hara fosfor (P) dalam pertumbuhan tanaman salah satunya memicu pertumbuhan akar dan pembentukan sistem perakaran.

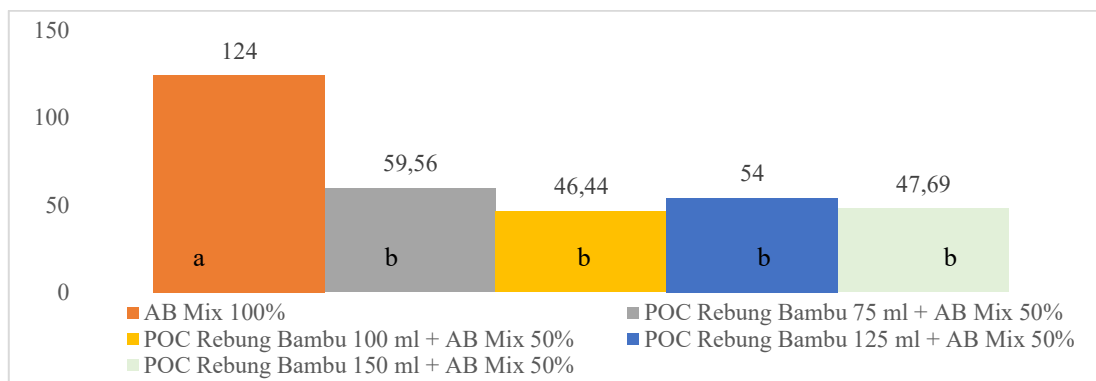
Berdasarkan hasil pengamatan semua variabel pertumbuhan tanaman caisim, perlakuan kontrol memberikan hasil yang berbeda nyata dan nilai tertinggi pada semua variabel pengamatan. Diantara pemberian POC rebung bambu + AB Mix 50% terdapat perlakuan yang dominan memberikan nilai

rata-rata pertumbuhan tertinggi pada variabel pengamatan yaitu perlakuan P1 (POC rebung bambu 75 ml + AB Mix 50%), walaupun setiap hasilnya belum bisa sebaik perlakuan kontrol. Hasilnya pemberian AB Mix 100% mendapatkan nilai yang tertinggi disetiap parameter pengamatan pada tanaman caisim. Hal ini diduga terjadi karena kandungan unsur hara makro dan mikro yang terdapat di dalam nutrisi AB Mix sudah cukup untuk kebutuhan tanaman, sedangkan kandungan unsur hara makro dan mikro yang terdapat pada POC rebung bambu 75 ml + AB Mix 50% belum dapat memenuhi kebutuhan tanaman.

Berat Segar Tanaman

Berat segar tanaman dilakukan pada saat umur 4 MST. Pengukuran bobot dilakukan dengan menimbang tanaman caisim menggunakan timbangan digital. Berat tanaman dipengaruhi dengan ketersediaan unsur hara pada nutrisi yang diberikan pada tanaman.

Hasil analisis pada parameter pertumbuhan berat segar tanaman caisim umur 4 MST memberikan hasil yang signifikan. Pemberian beberapa perlakuan POC rebung bambu dan AB Mix terhadap parameter pertumbuhan berat segar tanaman caisim berpengaruh secara nyata atau signifikan. Hasil pengaruh nyata antar perlakuan maka dilakukan uji lanjut dengan uji DMRT 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Hasil analisis Duncan Multiple Range Test (DMRT) 5% memperoleh parameter berat segar tanaman caisim pada umur pengamatan 4 MST dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Rata- rata berat segar tanaman caisim umur 4 MST

Keterangan: Huruf yang sama pada tabung grafik yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan *Multiple Range Test* (DMRT) 5%

Berdasarkan Gambar 7 terlihat parameter berat segar tanaman caisim pada umur 4 MST menunjukkan hasil pemberian perlakuan kontrol (AB Mix 100%) berbeda nyata dengan penggunaan POC rebung bambu + AB Mix 50%. Pada pengamatan umur 4 MST rata-rata berat segar tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol (AB Mix 100%). Berat segar caisim menunjukkan berat tertinggi terdapat pada perlakuan

kontrol (AB Mix 100%), hal ini diduga karena pertumbuhan tanaman caisim mulai dari tinggi tanaman, lebar daun, panjang akar, jumlah daun, diameter batang dan panjang akar memiliki nilai tertinggi. Perlakuan pemberian POC rebung bambu yang lebih tinggi berat segar tanaman caisim yaitu perlakuan P1 (POC rebung bambu 75 ml + AB Mix 50%) walaupun hasilnya belum bisa menyamai

perlakuan kontrol, diduga karena parameter tinggi tanaman, lebar daun, panjang daun, jumlah daun, dan diameter batang tanaman juga menunjukkan nilai tertinggi dari perlakuan pemberian POC rebung bambu lainnya. Menurut Rahmayanti et al., (2022) berat segar tanaman sangat dipengaruhi oleh jumlah daun dan luas tajuk, karena kedua faktor tersebut menentukan kapasitas fotosintesis tanaman

Hail tanaman dipengaruhi oleh kandungan unsur hara yang diserap, terlihat parameter tajuk tanaman caisim memberikan hasil tertinggi sehingga berat segar tanaman juga tinggi. Akar tanaman caisim pada perlakuan kontrol (AB Mix 100%) juga memberikan panjang akar hasil tertinggi. Perlakuan dengan pemberian POC rebung bambu mengalami hasil yang rendah, diduga karena pertumbuhan tajuk tanaman tidak baik sehingga mempengaruhi berat tanaman caisim. Pertumbuhan kurang baik karena kandungan unsur hara dalam nutrisi yang diberikan belum dapat memenuhi kebutuhan tanaman caisim. Sesuai dengan Marginingsih et al., (2018) yang menyatakan bahwa berat segar tanaman dipengaruhi jumlah daun dan luas daun tanaman yang berhubungan erat dengan kadar air dan kandungan unsur hara yang tersedia di sel-sel jaringan tanaman.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan sebagai berikut:

1. Pemberian POC rebung bambu dan AB Mix terhadap pertumbuhan tanaman caisim hidroponik berpengaruh nyata pada parameter lebar daun, panjang daun, tinggi tanaman, diameter batang dan panjang akar, sedangkan tidak berpengaruh nyata terhadap parameter jumlah daun. Perlakuan pemberian POC rebung bambu + AB Mix 50% belum dapat menyamai perlakuan kontrol. Perlakuan POC rebung bambu 75 ml + AB Mix 50% merupakan perlakuan terbaik dari dosis pemberian POC rebung bambu lainnya, walaupun hasilnya belum sebaik perlakuan kontrol (AB Mix 100%).
2. Pemberian POC rebung bambu + AB Mix terhadap hasil tanaman caisim hidroponik berpengaruh nyata pada hasil hasil caisim. Perlakuan pemberian POC rebung bambu + AB Mix 50% belum dapat menyamai perlakuan kontrol. Antara dosis yang berbeda-beda terdapat hasil POC rebung bambu 75 ml + AB Mix 50% lebih tinggi nilai dari perlakuan lain, walaupun hasilnya belum sebaik perlakuan kontrol.

SARAN

Adapun saran dari penelitian yang telah dilakukan yaitu:

1. Pemberian POC rebung bambu + AB Mix mengalami daun menguning dan kerdil yang

diduga karena kekurangan unsur hara N, untuk para peneliti selanjutnya dapat menambahkan bahan-bahan organik yang mengandung unsur hara N dan unsur hara lainnya ke dalam pembuatan POC agar dapat memenuhi kebutuhan tanaman.

2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk variasi dosis yang berbeda pemberian POC rebung bambu dan AB Mix dalam budidaya tanaman caisim hidroponik agar mendapatkan hasil pertumbuhan dan hasil yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Amitasari, A. (2016). *Pertumbuhan Tanaman Sawi Caisim (Brassica juncea L.) Secara Hidroponik Pada Media Pupuk Organik Cair dari Kotoran Kelinci dan Kotoran Kambing*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Angraeni, F., Destinugrainy Kasi, P., & Sanmas, S. (2018). Pemanfaatan pupuk organik cair rebung bambu untuk pertumbuhan kangkung secara hidroponik. *Jurnal Biology Science & Education*, 7(1), 42–48.
- BPS Hortikultura Indonesia. (2023). *Produksi Tanaman Sayuran Buah Semusim (Ton)*. <https://sumbar.bps.go.id/indicator/55/42/1/produksi-tanaman-sayuran-.html>
- BPS Sumatera Barat. (2023). *Jumlah Penduduk di Indonesia* (Jiwa). <https://sumbar.bps.go.id/id/statistics-table/2/MzIjMg==/jumlah-penduduk-menurut-kabupaten-kota-dan-jenis-kelamin-di-provinsi-sumatera-barat.html>
- Dahlianah, I., Emilia, I., & Utpalasri, R. L. (2021). Respon pertumbuhan tanaman sawi pagoda (*Brassica narinosa* L.) dengan substitusi POC sampah rumah tangga sistem hidroponik rakit apung. *Jurnal Agrotek Tropika*, 9(2), 337–344.
- Desi, & Ananto. (2023). Pemberian pupuk organik cair (POC) rebung bambu untuk pertumbuhan tanaman pakcoy (*Bassica chinensis* l.). *Jurnal Liefdeagro*, 1(2). <https://doi.org/10.24036/liefde.v1i2.19>
- Fauziah, S., Kameswari, D., & Asih, D. A. S. (2022). Pengaruh pupuk organik cair rebung bambu terhadap pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) secara hidroponik. *EduBiologia: Biological Science and Education Journal*, 2(1), 26–34.
- Ibnusina, F., Alfikri, & Nofrianil. (2020). Konsep Urban Farming di Kelurahan Tiaka. *Seminar Nasional Virtual Sistem Pertanian Terpadu Dalam Pemberdayaan Petani*, 349–358.
- Ismail, F. S., Sunawan, S., & Djuhari, D. (2023). Pengaruh substitusi pupuk organik cair pada nutrisi AB Mix terhadap pertumbuhan dan hasil caisim (*Brassica juncea* L.) dengan sistem hidroponik NFT. *AGRONISMA*, 11(2), 35–45.

- Kasi, P. D., Suaedi, S., & Angraeni, F. (2018). Pemanfaatan pupuk organik cair rebung bambu untuk pertumbuhan kangkung secara hidroponik. *Biosel (Biology Science and Education)*, 7(1), 42–48.
- Lestari, I. P., & Putri, D. N. (2022). Efikasi aplikasi komposisi AB Mix, eco enzyme dan pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan hasil kangkung pada sistem hidroponik statis. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Agribisnis*, 6(1), 248–254.
- Mansyur, N. L., Eko, H. P., & Aditya, M. (2021). *Pupuk dan Pemupukan*. Syiah Kuala University Press.
https://www.google.co.id/books/edition/Pupuk_dan_Pemupukan/eiwyEAAAQBAJ?hl=id&g_bpv=1
- Marginingsih, R. S., Nugroho, A. S., & Dzakiy, M. A. (2018). Pengaruh substitusi pupuk organik cair pada nutrisi AB Mix terhadap pertumbuhan caisim (*Brassica juncea* L.) pada hidroponik drip irrigation system. *Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya*, 5(1), 44–51.
- Marschner, P. (2012). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants* (Third Edition). Elsevier Ltd.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384905-2.X0001-5>
- Marta, A., Nofrianil, N., Ibnušina, F., & Zudri, F. (2023). Kajian Formulasi Nutrisi Terhadap Produksi Pak Choy (*Brassica rapa* L.) pada Budidaya Hidroponik. *Agrovital : Jurnal Ilmu Pertanian*, 8(1), 215–220.
- Mebinta, A., Tanari, Y., & Jayanti, K. D. (2020). Respon tanaman cabai rawit terhadap pemberian pupuk organik cair rebung bambu. *Jurnal Bioindustri (Journal of Bioindustry)*, 3(1), 559–567.
<https://doi.org/https://doi.org/10.31326/jbio.v3i1.840>
- Meliza, Ibnušina, F., & Nofrianil. (2025). Giving a combination of Ab-mix and LOF Jakaba to the growth and production of hydroponic pakcoy plants. *Agritech: Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto*, 26(2), 61–70.
<https://doi.org/10.30595/agritech.v26i2.22184>
- Muttaqin, H., Alek Candra, D., & Nofrianil. (2025). Analisis faktor yang mempengaruhi konsumen dalam keputusan pembelian sayuran selada hidroponik di Kota Padang. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh*, 12(2), 1086–1103.
- Nofrianil, N., Ibnušina, F., Darnetti, D., Silfia, S., & Kumbara, K. (2025). A study of aerated liquid organic fertilizer application to DFT hydroponic systems for increasing lettuce production. *AIP Conference Proceedings*, 3277(1), 020048.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1063/5.0269204>
- Paramita, W. N., Biologi, Y. J., Matematika, F., Pengetahuan, I., Universitas, A., & Surabaya, N. (2022). Efektivitas pupuk organik cair dengan penambahan silika sebagai media tanam hidroponik pakcoy. *LenteraBio*, 11(1), 36–43.
<https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/index36>
- Prastio, U. (2018). *Panen Sayuran Hidroponik Setiap Hari*. AgroMedia Pustaka.
- Qurrohman, B. F. T. (2017). *Formulasi nutrisi hidroponik AB Mix dengan aplikasi MS Excel dan hydrobuddy*. Plantaxia.
- Rahmayanti, F. D., Susilastuti, D., & Tardiyanto. (2022). Respon pertumbuhan tanaman caisim (*Brassica juncea* L.) terhadap kombinasi takaran nutrisi AB Mix sistem hidroponik rakit apung. *Prosiding Seminar Nasional Universitas Borobudur Publikasi Hasil-Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 180–188.
- Saputri, D. A., Kamelia, M., & Hermawan, A. (2019). Pengaruh pupuk organik cair rebung bambu (*Bambusa* sp) terhadap pertumbuhan pra-antesis tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) secara hidroponik. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*, 2(1), 7–15.
- Setiawan, B. A., Yulianty, Nurcahyani, E., & Lande, M. L. (2019). Efektivitas pemberian pupuk organik cair dari tiga jenis rebung bambu terhadap pertumbuhan tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* Mill.). 10(2), 143–156.
<http://ejournal.radenintan.ac.id/index.php/biosfer/index>
- Suharjo, U. K. J., Siburian, W. L., & Marlin, M. (2023). Uji enam racikan nutrisi hidroponik pada tanaman pakchoy (*Brassica rapa* L.) sebagai pengantilarutan AB-Mix. *Proceedings Series on Physical & Formal Sciences*, 5, 251–259.
- Susilawati, S., Wijaya, W., & Harwan, H. (2019). *Dasar-dasar Bertanam Secara Hidroponik*. UPT Penerbit dan Percetakan Universitas Sriwijaya.
- Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M., & Murphy, A. S. (2023). *Plant Physiology and Development* (7th ed.). Sinauer Associates, Incorporated.
- Zhang, X., Li, J., Shao, L., Qin, F., Yang, J., Gu, H., Zhai, P., & Pan, X. (2023). Effects of organic fertilizers on yield, soil physico-chemical property, soil microbial community diversity and structure of *Brassica rapa* var. *Chinensis*. *Frontiers in Microbiology*, 14.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1132853>