

**PENKAYAAN MIKRONUTRIENT SILIKA DARI LIMBAH KACA
PADA PUPUK ORGANIC CAIR DARI KULIT IKAN KAMBING-
KAMBING (*Albalistes stellaris*) SERTA APLIKASINYA PADA
TANAMAN KANGKUNG**

***ENRICHMENT OF SILICA MICRONUTRIENTS FROM GLASS WASTE
IN LIQUID ORGANIC FERTILIZER FROM GOAT FISH SKIN
(Albalistes stellaris) AND ITS APPLICATION ON WATER SPINACH
PLANTS***

Muhammad Khalil¹, Liya Handayani², Rulita Maulidya³

Prodi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan, Universitas Abulyatama, Aceh Besar,
Indonesia

Korespondensi: kalilmuhammad45@gmail.com

ABSTRACT

Goatfish (Albalites stellaris) is one of the by-catch that is currently only consumed by filleting while the skin is simply thrown away. However, according to several studies, goatfish skin still has high protein and is used to make gelatin. The current shortage of POC circulating in the market has a silica deficiency so that plants do not have sufficient nutrients. This study aims to examine the silica contained in rice husk ash and how to apply POC with goatfish skin and added rice husk ash to kale plants. The research method used is the nonparametric Kruskal-Wallis Test with the SPSS application version 25, the implementation of the manufacture of POC from goatfish skin waste was analyzed by XRF tests, C (carbon), N (nitrogen), P (phosphorus), K (potassium) levels and application to plants. The results of the study showed that P2 had higher macro and micro nutrient content than P1, especially Potassium (K): 28.76% (P2) vs 14.02% (P1), Calcium (Ca): 31.50% (P2) vs 18.36% (P1), Phosphorus (P): 15.55% (P2) vs 11.93% (P1) Zinc (Zn): 0.65% (P2) vs 0.30% (P1). Although P1 is high in Silicon (40.35%), the main elements that support fast growth and green leaves in kale such as K, P, Fe, and Zn are higher in P2. POC from goat-goat fish skin waste without P2 rice husk ash is superior because the higher content of K, P, Ca, Zn, and Fe is very good for the vegetative growth of kale (fast-growing, wide, fresh green leaves) supports photosynthesis, stem strength, and plant resistance. Waste goat-goat fish skin (Albalites stellaris) can be utilized as a liquid organic fertilizer using traditional fermentation. The addition of rice husk ash to the liquid organic fertilizer of goat-goat fish skin has an effect on growth. Application to kale plants with a comparison of silica and non-silica is known that the best growth of kale plants is on liquid organic fertilizer containing silica at a dose of 3 ml/L.

Keywords : Micronutrient Silika, Glass Waste, Liquid Organic Fertilizer, Water Spinach Plants, *Albalistes stellaris*

ABSTRAK

Ikan kakap (*Albalites stellaris*) merupakan salah satu hasil tangkapan sampingan yang saat ini hanya dikonsumsi dengan cara difillet sedangkan kulitnya dibuang begitu saja. Namun, menurut beberapa penelitian, kulit ikan kakap masih memiliki protein yang tinggi dan dimanfaatkan untuk membuat gelatin. Kekurangan POC yang beredar di pasaran saat ini mengalami defisiensi silika sehingga tanaman



tidak memiliki unsur hara yang cukup. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kandungan silika dalam abu sekam padi dan cara pemberian POC dengan kulit ikan kakap dan penambahan abu sekam padi pada tanaman kangkung. Metode penelitian yang digunakan adalah Uji Kruskal-Wallis nonparametrik dengan aplikasi SPSS versi 25, pelaksanaan pembuatan POC dari limbah kulit ikan kakap dianalisis dengan uji XRF, kadar C (karbon), N (nitrogen), P (fosfor), K (kalium) dan pemberian pada tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa P2 mempunyai kandungan hara makro dan mikro lebih tinggi dibandingkan P1, terutama Kalium (K) : 28,76% (P2) vs 14,02% (P1), Kalsium (Ca) : 31,50% (P2) vs 18,36% (P1), Fosfor (P) : 15,55% (P2) vs 11,93% (P1) Seng (Zn) : 0,65% (P2) vs 0,30% (P1). Meskipun P1 tinggi Silikon (40,35%), unsur-unsur utama yang mendukung pertumbuhan cepat dan hijaunya daun pada kangkung seperti K, P, Fe, dan Zn lebih tinggi pada P2. POC dari limbah kulit ikan kambing-kambing tanpa P2 abu sekam padi lebih unggul karena kandungan K, P, Ca, Zn, dan Fe yang lebih tinggi sangat baik untuk pertumbuhan vegetatif kangkung (tumbuh cepat, lebar, berdaun hijau segar) mendukung fotosintesis, kekuatan batang, dan ketahanan tanaman. Limbah kulit ikan kambing-kambing (*Albalistes stellaris*) dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair dengan menggunakan fermentasi tradisional. Penambahan abu sekam padi pada pupuk organik cair kulit ikan kambing-kambing berpengaruh terhadap pertumbuhan. Aplikasi pada tanaman kangkung dengan perbandingan silika dan non-silika diketahui bahwa pertumbuhan tanaman kangkung yang terbaik adalah pada pupuk organik cair yang mengandung silika dengan dosis 3 ml/L.

Kata Kunci : Mikronutrient Silika, Limbah Kaca, Pupuk Organik Cair, Tanaman Kangkung, Kulit Ikan Kambing

1. PENDAHULUAN

Ikan kambing-kambing (*Albalistes stellaris*) merupakan salah satu hasil tangkap sampingan yang saat ini hanya di konsumsi dengan cara di fillet sedangkan kulitnya di buang begitu saja. Namun menurut beberapa penulis kulit ikan kambing-kambing masih memiliki protein tinggi dan di dimanfaatkan menjadi gelatin. Sumber utama lain yang sangat potensial sebagai bahan baku gelatin adalah kolagen dari ikan. Menurut Atma *et al.* (2018), limbah dari produk sampingan pengolahan ikan merupakan sumber gelatin yang paling potensial untuk dikembangkan, penelitian Restari, *et al.* (2019) memanfaatkan tulang ikan kambing-kambing sebagai sumber kalsium dalam pakan udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*). Penambahan kalsium meningkatkan pertumbuhan dan frekuensi molting udang galah secara signifikan (contoh: kelangsungan hidup naik hingga ~97,5 %, pertumbuhan berat harian ~1,86 g).

Kulit ikan kambing-kambing mengandung banyak protein 60,94%, lemak 9,3%, dan kalsium 5,73% (Nida *et al* 2014). Kulit ikan kambing-kambing juga memiliki karakteristik yang serupa sehingga dapat di dimanfaatkan sebagai bahan baku pupuk organik cair (POC). Pemanfaatan limbah ikan secara langsung sebagai pupuk tidak dapat dilakukan karena senyawa-senyawa organik seperti karbohidrat, protein, dan lemak yang terkandung di dalamnya memiliki ukuran molekul yang besar dan kompleks sehingga tidak dapat diserap langsung oleh tanaman. Perlakuan fermentasi limbah ikan dapat dilakukan untuk memecah senyawa kompleks menjadi lebih sederhana sehingga proses penyerapan nutrisi POC oleh tanaman menjadi lebih mudah.



POC yang beredar di pasar saat ini mempunyai kekurangan silika sehingga tanaman tidak memiliki kecukupan nutrient. Silika berperan dalam toleransi tanaman terhadap stress abiotik dengan meningkatkan aktivitas enzim dan metabolit antioksidan serta membantu meningkatkan efisiensi dari osmoregulator dengan mempengaruhi tingkat kandungan air, menurunkan kehilangan air dari transpirasi, mengatur kecukupan hara, dan membatasi penyerapan *ion toksik* (Sacala, 2009). Silika juga berperan dalam menurunkan tingkat serangan hama dan penyakit melalui dua mekanisme yaitu menjadi penghalang mekanik dan mekanisme fisiologi dalam meningkatkan resistensi terhadap hama dan penyakit (Ashtiani *et al.*, 2012). Lapisan silika dengan ketebalan 2.5 μm di bawah kutikula akan menghasilkan lapisan ganda kutikula-silikon yang dapat menghambat atau menunda penetrasi hama.

Serapan silika yang rendah telah terbukti meningkatkan kerentanan tanaman padi terhadap beberapa penyakit, seperti penyakit blas, hawar daun, bintik coklat, busuk batang, dan perubahan warna bulir gabah. Pemupukan silika pada tanah sawah di Indonesia masih belum banyak dilakukan, sehingga belum banyak informasi mengenai respon pemupukan silika terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi. Informasi mengenai sumber unsur silika juga masih terbatas.

Berdasarkan uraian diatas maka limbah kulit ikan kambing-kambing dapat dimanfaatkan menjadi POC menggunakan metode fermentasi tradisional, mengkaji komposisi kimia (mineral) yang terkandung, dan menambahkan silika dari sekam padi. Sehingga pada pengaplikasian pada tanaman kangkung diharapkan akan meningkatkan pertumbuhan kangkung.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Ikan Kambin-kambing

Ikan kambing-kambing (*Abalistes stellaris*) “*starry triggerfish*” merupakan jenis ikan air laut, ikan ini biasanya ditemukan di perairan hangat kawasan Indo-pasifik, dari mulai laut merah hingga samudra pasifik. Ikan kambing-kambing (*A. stellaris*) yang biasanya tertangkap jaring nelayan mempunyai nilai ekonomis yang rendah, namun masyarakat kurang menyukai ikan kambing-kambing ini.

Limbah kulit ikan adalah sisa kulit yang di hasilkan dari proses pengolahan ikan, seperti *filleting* atau pemotongan. Limbah ini biasa mencakup bagian-bagian kulit yang tidak di dimanfaatkan untuk konsumsi manusia dan dapat menjadi sumber polusi lingkungan jika tidak di kelola dengan baik. Komponen yang terdapat pada sisik dan kulit ikan antara lain 70% air, 27% protein, 1% lemak, dan 2% abu. Limbah kulit dan sisik ikan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku kerupuk rambak kulit rambak (Amertaningtyas, 2011); pembuatan kolagen (Nagai *et al.* 2004); menghasilkan gelatin dari kulit ikan kakap sebesar 5,51% (Islami *et al.* 2018) dan kulit ikan lele sebesar 4,23% (Tuslinah *et al.* 2019).



Mikronutrient Silika

Silika dianggap sebagai mikronutrien yang memberikan berbagai manfaat bagi pertumbuhan tanaman terutama di bawah kondisi stress (Zargar et al., 2012). Salah satu penelitian menyebutkan bahwa pemberian silika dalam dosis yang cukup dapat meningkatkan hasil produksi dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kondisi kekeringan dan berbagai serangan hama penyakit (Vasanthi et al., 2013). Penambahan silika pada POC pernah dilakukan pada penelitian Azizah *et.al.* (2022) yang menunjukkan bahwa POC dengan penambahan silika dapat meningkatkan pertumbuhan kedelai tercekam air pada parameter panjang akar, kadar air *relative* daun, dan kerapatan stomata.

Tanaman Kangkung

Kangkung darat (*Ipomoea reptans poir*) adalah tanaman semusim atau tahunan yang merupakan sayuran daun yang penting di kawasan Asia Tenggara dan Asia Selatan. Sayuran kangkung mudah dibudidayakan, berumur pendek dan harga relatif murah. Karena itu, kangkung merupakan sumber gizi yang baik bagi masyarakat secara umum. Konsumsi kangkung mulai digemari oleh masyarakat terbukti dengan sadarnya masyarakat peduli dengan gizi yang terkandung disayuran kangkung. Kandungan gizi kangkung cukup tinggi terutama vitamin A, vitamin C, zat besi, kalsium, potasium, dan fosfor (Suroso & Antoni, 2015).

3. METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 16 juni 2024 sampai 29 juli 2024. Penelitian ini di lakukan dengan pembuatan pupuk organic cair, pengaplikasian pada tanaman kangkung dan pengujian pertumbuhan tanaman kangkung di lakukan di miruk Ulee kareng Banda Aceh, serta pengujian XRF (*X Ray Fluoresensi*) di lakukan di laboratorium Universitas Indonesia. Metode penelitian yang digunakan Adalah nonparametrik *Kruskal-Wallis Test* dengan aplikasi SPSS versi 25, dengan 2 perlakuan berbeda yaitu:

- a. Menggunakan abu sekam
- b. Tidak menggunakan abu sekam

Pelaksanaan penelitian pembuatan POC limbah kulit ikan kambing-kambing mengacu pada prosedur (Nadia *et al*, 2019) kemudian POC dianalisis quji XRF, uji kadar C (karbon), N (nitrogen), P (fosfor), K (kalium) dan aplikasi terhadap tanaman.

X-Ray Fluoresensi (XRF) merupakan salah satu metode analisis tidak merusak digunakan untuk analisis unsur dalam bahan secara kualitatif dan kuantitatif. Alat spektrometer XRF memiliki kelebihan dibanding dengan alat analisis yang lain, seperti

preparasi sampel yang sederhana, waktu pengukuran relatif singkat dan hasil analisis cukup akurat. Pengujian ini dilakukan pada sampel pupuk organik cair limbah kulit ikan kambing-kambing (*Albalistes stellaris*) yang diberikannya kepada Laboratorium Universitas Indonesia.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Organoleptik

Selama proses fermentasi berlangsung dilakukan pengontrolan setiap hari dengan membuka tutup jerigen setiap pagi dan sore hari, untuk mengeluarkan biogas yang terkandung pada pembuatan pupuk organik cair limbah kulit ikan kambing-kambing (*Albalistes stellaris*). Kemudian dilakukan pengamatan setiap 7 hari sekali terhadap spesifikasi warna dan aroma.

Hasil Komposisi Kimia

Setelah dilakukan pengujian organoleptik kemudian dilakukan pengujian XRF, analisis ini dilakukan untuk memperkirakan komposisi kimia dari pupuk organik cair limbah kulit ikan kambing-kambing (*Albalistes Stellaris*). Hasil analisis XRF disajikan pada Tabel.2 Pengujian XRF (*X-Ray Fluoresensi*) dilakukan di Laboratorium FMIPA Universitas Indonesia dibawah ini:

Tabel 1. Hasil pengujian *X-Ray Fluoresensi* (XRF)

POC	Komposisi kimia (%)											
	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Sn	Fe	Zn	Sn
P1	4,47	1,17	40,35	11,93	3,99	4,67	14,02	18,36	0,05	0,07	0,30	0,05
P2	-	4,87	2,45	15,55	5,33	9,3	28,76	31,50	0,23	0,41	0,65	0,23

Sumber: Hasil olah data penelitian (2025)

Keterangan :

POC : pupuk organic cair

P1: pupuk organik cair limbah kulit ikan kambing-kambing dengan penambahan abu sekam 4%

P2: pupuk organik cair limbah kulit ikan kambing-kambing tanpa penambahan abu sekam

Hasil pengujian pada Tabel 1 menunjukkan P2 memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro lebih tinggi dari P1, terutama Kalium (K): 28,76% (P2) vs 14,02% (P1), Kalsium (Ca): 31,50% (P2) vs 18,36% (P1), Fosfor (P): 15,55% (P2) vs 11,93% (P1) Seng (Zn): 0,65% (P2) vs 0,30% (P1). Meskipun P1 tinggi Silikon (40,35%), unsur utama yang mendukung pertumbuhan cepat dan hijau daun pada kangkung seperti K, P, Fe, dan Zn lebih tinggi pada P2. POC dari limbah kulit ikan kambing-kambing tanpa abu sekam P2 lebih unggul karena Kandungan K, P, Ca, Zn, dan Fe yang lebih tinggi sangat baik untuk



pertumbuhan vegetatif kangkung (daun cepat tumbuh, lebar, hijau segar) mendukung fotosintesis, kekuatan batang, dan ketahanan tanaman.

Tabel 2. Kandungan Unsur Penting dan Fungsinya untuk Tanaman Kangkung

Unsur	Fungsi
Mg (Magnesium)	Membentuk klorofil untuk fotosintesis.
P (Fosfor)	Merangsang pertumbuhan akar dan pembentukan bunga/buah.
K (Kalium)	Meningkatkan kekuatan batang, ketahanan terhadap penyakit, dan kualitas hasil panen.
Ca (Kalsium)	Menguatkan dinding sel, membantu pertumbuhan akar dan pembelahan sel.
Fe (Besi)	Membantu pembentukan klorofil dan enzim penting.
Zn (Seng)	Membantu pembentukan hormon pertumbuhan dan enzim
Si (Silika)	Meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres dan hama.
S (Sulfur)	Penting untuk pembentukan protein dan vitamin.
C (Karbon/Organik)	Menyediakan energi mikroba tanah dan meningkatkan struktur tanah.

Mutu POC (Pupuk Organik Cair)

Mutu POC (Pupuk Organik Cair) ditentukan oleh beberapa parameter penting yang biasanya dibandingkan dengan standar mutu dari SNI (Standar Nasional Indonesia) no 7763:2018 (Kurniawan, E., Jalaluddin, & Pulungan., 2022). Berdasarkan hasil uji laboratorium pada Tabel 3 di bawah diketahui bahwa kandungan C-Organik pada POC yang dihasilkan tidak memenuhi standar mutu pupuk organik SNI (4,00% - 32%), yaitu pada perlakuan P1 (2,76%), dan pada P2 (1,89). Kandungan C-Organik terendah terdapat pada limbah kulit ikan kambing-kambing tanpa penambahan abu sekam (P2) dan tertinggi terdapat pada limbah kulit ikan kambing-kambing dengan penambahan abu sekam 4% (P1).

Tabel 3. Hasil pengujian mutu POC

Pengujian	Perlakuan			SNI 7763:2018	
	P1	P2	Min	Max	
C-Organik (%)	2,76	1,89	4,00%	32%	
N (%)	1,46	0,92	0,10%	-	
P (%)	0,08	0,03	0,01%	-	
K (%)	0,31	0,49	0,01%	-	



Sumber: Hasil olah data penelitian (2025)

Keterangan :

P1: pupuk organik cair limbah kulit ikan kambing-kambing dengan penambahan abu sekam 4%

P2: pupuk organik cair limbah kulit ikan kambing-kambing tanpa penambahan abu sekam

Pengaplikasian dan Pengujian Pertumbuhan Kangkung

Pengaplikasian dilakukan pada pupuk organik cair limbah kulit ikan kambing-kambing menggunakan POC dengan tambahan abu sekam 4%, tanpa abu sekam, dan tanpa pupuk. Pemupukan dilakukan sebanyak 2 kali yaitu pada HST 7 dan HST 21, modifikasi (Hidayat, 2019). Pemanenan dilakukan pada umur kangkung 28 hari dan pengamatan sejak 7 hari setelah masa tanam. Setelah pemberian pupuk pertama polibag yang berisikan tanah dan sekam diletakkan pada tempat yang tidak langsung terkena matahari sehingga menyebabkan kelembapan. Penanaman dilakukan secara tugal dan dipindahkan ke tempat yang terkena matahari secara langsung untuk memperlancarkan proses fotosintesis setelah pada H-10. Fotosintesis adalah proses tumbuhan mengubah sinar matahari menjadi makanan atau energi. Proses fotosintesis dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut :

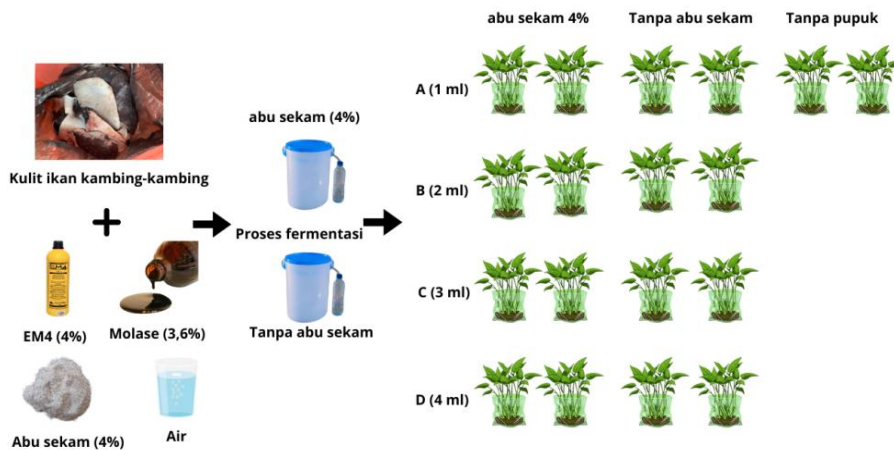


Pada dasarnya fotosintesis dimulai dari pengambilan karbondioksida yang dilakukan tanaman pada malam hari. Kemudian, proses ini dilanjutkan dengan pengambilan air di dalam tanah menggunakan akar. Selanjutnya, air yang sudah diambil akan diangkut dengan jaringan pembuluh. Setelah matahari muncul, zat klorofil akan menangkap dan menyerap cahaya matahari untuk memuat glukosa. Nantinya, glukosa dari proses fotosintesis akan diolah menjadi lemak dan protein bagi tumbuhan.

Pemberian bahan organik mempunyai peranan penting dalam meningkatkan kesuburan tanah. Fungsi kimia bahan organik yang penting adalah, pupuk organik dapat menyediakan unsur hara makro (N, P, K, Ca, Mg, dan S) dan mikro seperti (Zn, Cu, Mo, Co, B, Mn, dan Fe), meskipun dalam jumlah yang sedikit. Berpengaruhnya pemberian abu sekam padi terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman kangkung diduga juga oleh pengaruh unsur-unsur lainnya, silika yang terkandung pada abu sekam mampu meningkatkan ketersediaan unsur-unsur seperti K, P, Ca dan N. Unsur P diperlukan tanaman untuk pembentukan dan pertumbuhan akar, dimana akar tanaman yang subur dapat memperkuat berdirinya tanaman dan dapat meningkatkan penyerapan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Sedangkan unsur K bermanfaat untuk pembentukan zat hijau daun, mengatur keseimbangan pupuk N dan P. Peningkatan Ca setelah pemberian abu sekam juga turut memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, karena Ca berperan dalam



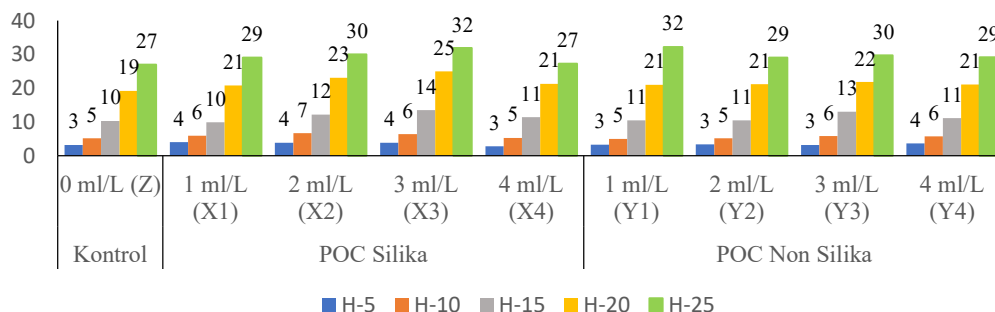
pertumbuhan tanaman kearah atas dan pembentukan kuncup serta diperlukan dalam pemanjangan sel-sel, sintesis protein dan pembelahan sel.



Gambar 1. Pengaplikasian dan pengujian terhadap tanaman Kangkung
 Sumber: Hasil olah data penelitian (2025)

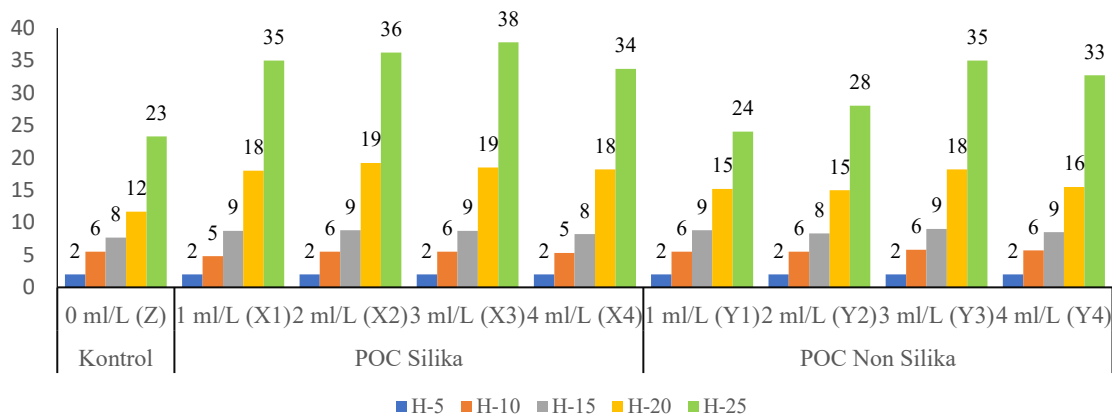
Hasil Pengamatan Tinggi Batang dan Jumlah Daun Kangkung

Berdasarkan data dari grafik 1 dan grafik 2 diperoleh bahwa hasil pertumbuhan kangkung dengan pemberian pupuk organik cair lebih cepat sejak H-10 pengamatan pada dosis 2 ml/L. Hal ini dikarenakan mengandung unsur Si lebih banyak daripada yang tidak mengandung pupuk organik cair yang berperan dalam meningkatkan fotosintesis. Selain itu pada POC mengandung unsur P lebih tinggi yang merupakan bahan mentah untuk pembentukan protein tertentu. Pupuk lanjutan diberikan pada H-15, diketahui pada pengamatan H-20 sampai H-25 tinggi tanaman meningkat drastis dikarenakan penambahan nutrisi yang terdapat di dalam tanah.



Grafik 1. Hasil pengamatan tinggi tanaman kangkung
 Sumber: Hasil olah data penelitian (2025)





Grafik 2. Hasil pengamatan jumlah daun tanaman kangkung

Sumber: Hasil olah data penelitian (2025)

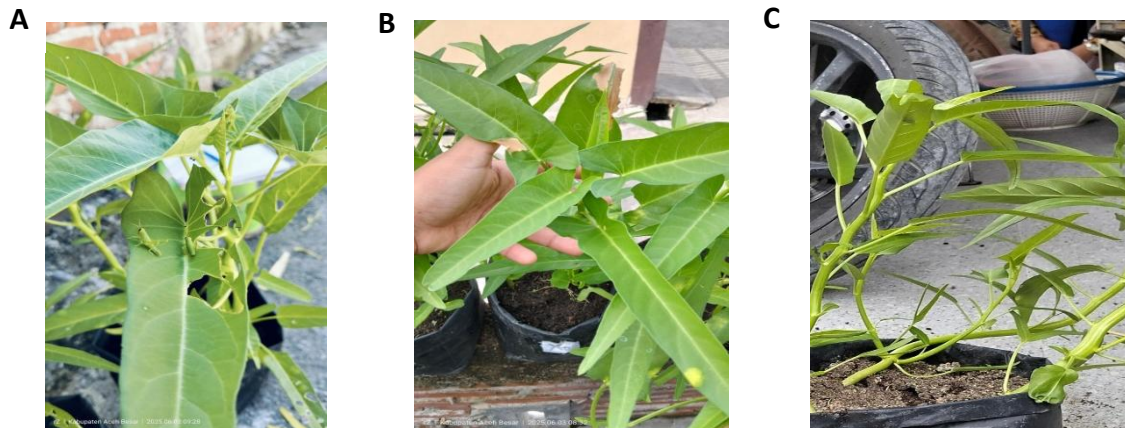
Pada perlakuan yang mengandung POC terdapat sedikit Cl, tetapi tidak terdapat keriput pada daun dan bahkan jumlah daun yang dihasilkan juga lebih banyak pada perlakuan yang mengandung POC daripada yang tidak mengandung POC dan yang tanpa pupuk. Hal ini dikarenakan POC mengandung unsur S yang membantu peranakan tanaman dan unsur Mn yang memperlancar kerja enzim.

Pada pengamatan H-25 diketahui bahwa jumlah daun dan tinggi tanaman yang dihasilkan oleh POC meningkat drastis dari pengamatan sebelumnya. Hal ini dikarenakan pengaruh dari pupuk lanjutan yang diberikan pada H-20 sudah terurai dengan tanah dan terserap oleh tanaman. Proses pemanenan dilakukan pada H-25 dengan cara dicabut sayuran kangkung sampai akarnya. Selama pemanenan diketahui bahwa pertumbuhan tanaman kangkung yang mengandung POC mendapatkan hasil terbaik dibandingkan dengan perlakuan tanpa pupuk dan tanpa POC, yang dimana hasil dari grafik 1 pengamatan tinggi kangkung yang tertinggi terdapat pada pengamatan H-25 yaitu pada dosis 3 ml/l, sedangkan yang tidak mengandung POC juga sama pertumbuhan batangnya pada H-25, akan tetapi pada perlakuan tanpa POC tidak merata pertumbuhannya.

Silika berperan untuk pertumbuhan tinggi tanaman pembentukan dan penguatan jaringan khususnya Memperkuat dinding sel dan jaringan pengangkut (xilem), membuat batang lebih kokoh, Memperbaiki serapan unsur hara lain, seperti N, P, dan K, yang penting untuk pertumbuhan vegetative, Mengurangi efek cekaman abiotik (kekeringan, salinitas), sehingga pertumbuhan tidak terganggu hasilnya Tanaman menjadi lebih tinggi dan tahan rebah. Silika juga berperan untuk penambahan jumlah daun seperti Meningkatkan efisiensi fotosintesis dengan menjaga turgor dan pembukaan stomata secara optimal, Meningkatkan ketahanan terhadap penyakit daun (seperti bercak daun), sehingga tanaman bisa



memproduksi dan mempertahankan lebih banyak daun, Mengurangi stres oksidatif, memungkinkan tanaman mengalokasikan energi lebih baik ke pertumbuhan daun.



Gambar 3. Penampakan visualisasi tanaman kangkung,
(A) diberi POC tanpa silika, (B) dengan POC silika, (C) control
Sumber : Hasil penelitian (2025)

Tanaman kangkung (*Ipomoea aquatica*) yang **tidak mengandung silika (Si)** lebih rentan diserang dan dimakan oleh belalang, tanpa silika dinding sel dan lapisan kutikula kangkung menjadi **lebih tipis dan kurang kuat secara fisik**, sehingga **lebih mudah ditembus dan digigit** oleh herbivora seperti belalang. Silika juga dapat melindungi sumber daya dalam sel klorenkim rumput terhadap serangan belalang (*Schistocerca gregaria*) dengan mengurangi kerusakan mekanis pada daun. Selain itu, Silika juga dapat membantu meningkatkan ketahanan rumput dengan mengurangi klorofil yang dilepaskan setelah penggilingan dan lebih banyak tertahan setelah melewati usus belalang.

Di sisi lain, Si berperan dalam memperkuat jaringan tanaman, bekerja secara tidak langsung dengan menunda penetrasi serangga ke jaringan inang dan dengan demikian meningkatkan durasi paparan serangga terhadap musuh alami, kondisi lingkungan yang merugikan, dan pengendalian kimia. Pada tebu, Si yang terakumulasi di jaringan epidermis batang ruas dan pita akar meningkatkan ketahanan terhadap *Eldana saccharina* dengan mengurangi penetrasi larva pada tangkai. Daun tanaman yang **mengandung silika** cenderung tampak lebih hijau karena sejumlah mekanisme fisiologis dan struktural yang memperkuat kapasitas fotosintesis dan stabilitas klorofilnya. silika secara eksogen terbukti meningkatkan konsentrasi dalam jaringan daun berbagai tanaman (misalnya bawang, gandum, kacang, padi, dsb.), termasuk saat tanaman mengalami stres seperti kekeringan atau salinitas. Hal ini didukung oleh studi eksperimental yang menunjukkan peningkatan kandungan klorofil dan karotenoid setelah perlakuan silika. Aplikasi silikan eksogen meningkatkan penyerapan dan akumulasi silikon pada tanaman, mendorong penyerapan

unsur hara seperti nitrogen, fosfor, kalium, dll., menebalkan daun dan batang untuk meningkatkan berat rata-rata dan secara signifikan meningkatkan konsentrasi klorofil pada daun dan susunan daun, yang memiliki efek positif pada intersepsi energi cahaya, sehingga meningkatkan laju fotosintesis padi, gandum, tebu, pisang, mentimun, bayam dan tanaman lainnya.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa, limbah kulit ikan kambing-kambing (*Albalistes stellaris*) dapat di manfaat menjadi pupuk organik cair dengan menggunakan fermentasi tradisional. Penambahan abu sekam pada pupuk organik cair kulit ikan kambing-kambing memberikan pengaruh pada pertumbuhan. Pada pengaplikasian ke tanaman kangkung dengan perbandingan silika dan non silika di ketahui bahwa pertumbuhan tanaman kangkung yang terbaik adalah pada tanaman yang diberikan pupuk organik cair dan mengandung silika dengan dosis 3 ml/L dan bisa di lihat pada grafik 1 dan 2 di atas.

Adapun saran dari hasil penelitian ini, Perlu adanya tindak lanjut dari peneliti yang berminat memanfaatkan limbah kulit ikan kambing-kambing (*Albalites stellaris*) menjadi pupuk organik cair dengan fermentasi tradisional untuk mengetahui komposisi kimia lebih komplit, dan aplikasi terhadap tanaman atau tumbuhan lainnya. Serta perlu adanya sosialisasi kepada masyarakat mengenai pemanfaatan limbah kulit ikan kambing-kambing (*Albalites stellaris*) menjadi pupuk organik cair dengan fermentasi tradisional.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahuja, I., Dauksas, E., Remme, J. F., Richardsen, R., & Løes, A. K. (2020). Fish and fish waste-based fertilizers in organic farming—With status in Norway: A review. *Waste Management, 115*, 95-112.
- Arie, J. S. (2019, August). Penggunaan Algoritma FP-Growth Untuk Mengetahui Nutrisi Yang Tepat Pada Tanaman Padi. In *SISITI: Seminar Ilmiah Sistem Informasi dan Teknologi Informasi* (Vol. 8, No. 2).
- Ashtiani, F. A., J. Kadir, A. Nasehi, S.R.H. Rahaghi, H. Sajili. 2012. Effect of silicon on rice blast disease. *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.* 35:1-12.
- Atma, Yoni. 2016. Pemanfaatan limbah ikan sebagai sumber alternative produksi gelatin dan peptida bioaktif. *Prosiding Seminar Nasional dan Teknologi*. Vol 1 (2). ISSN : 2407 – 1846
- Buang, A., Yusoff, N., Mat, N., & Khandaker, M. M. 2018. Effects of fish waste extract on the growth, yield and quality of Cucumis sativus L. *J. Agrobiotech*. Vol. 9(1). 250–259 pp.
- Budianto, A., Sahiri, N. & Ikhwan, S.M. 2015. Pengaruh pemberian berbagai dosis pupuk



kandang ayam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) varietas Lembah Palu. *E-J Agrotekbis*. Vol. 3(4).

Combine, U. (2007). Produksi -Glukan d ari Dua Galur *Agrobacterium* sp . pada Media Mengandung Kombinasi Molase dan Urasil of Molases and Urasil Combine. Produksi Gluka Dari Dua Galur *Agrobacterium* Sp. Pada Media Mengandung Kombinasi Molase Dan Urasil, 8(April), 123–129.

[DKP] Dinas Kelautan dan Perikanan Aceh. 2019. *Profil Peluang Usaha Dan Perikanan Provinsi Aceh, 2019*.

Detmann, K. C., Araújo, W. L., Martins, S. C., Sanglard, L. M., Reis, J. V., Detmann, E., ... & DaMatta, F. M. (2012). *Silicon nutrition increases grain yield, which, in turn, exerts a feed-forward stimulation of photosynthetic rates via enhanced mesophyll conductance and alters primary metabolism in rice*. *New Phytologist*, 196(3), 752-762.

Embarsari, R. P., Taofik, A., & Taufik Qurrohman, B. F. (2015). Pertumbuhan dan Hasil Seledri (*Apium graveolens* L.) pada Sistem Hidroponik Sumbu dengan Jenis Sumbu dan Media Tanam Berbeda. *Jurnal Agro*, 2(2), 41–48. <https://doi.org/10.15575/437>.

Fageria, N. K. (2013). *Mineral nutrition of rice*. CRC press.

Hapsari, N., & Welasih, T. 2011. Pemanfaatan limbah ikan menjadi pupuk organik. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri UPN Veteran. Jawa Timur.

Hayasaka, T., Fujii, H., & Ishiguro, K. (2008). The role of silicon in preventing appressorial penetration by the rice blast fungus. *Phytopathology*, 98(9), 1038-1044.

Hunt, J. W., et al. "A novel mechanism by which silica defends grasses against herbivory." *Annals of botany* 102.4 (2008): 653-656.

Izmi Ahad L. dan Rahmat Pramulya. 2022. Analisis Saluran Pemasaran Perikanan Tangkap Di Kecamatan Samatiga. *Jurnal Agribisnis Jambura*.Vol. 3(2). 69 hlm.

Kolo, A., & Raharjo, K. T. P. (2016). Pengaruh pemberian arang sekam padi dan frekuensi penyiraman terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Savana Cendana*, 1(03), 102-104.

Kurniawan, E., Jalaluddin, dan Pulungan, M. D. (2022). Pemanfaatan Endapan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit sebagai Pupuk Organik Padat. *In Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 678–689.

Kvedaras OL, Pemberian MG Silikon menghambat penetrasi batang oleh penggerek batang Eldana saccharina pada tebu. *Entomol. Kadaluwarsa Aplikasi* 2007;125:103–110. doi:



10.1111/j.1570-7458.2007.00604.x.

- Lubis, M. R. R. (2019). Pengaruh Kosentrasi Pupuk Cair Kalsium Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kentang (*Solanum Tuberosum L.*).
- Muscolo, A., Mauriello, F., Marra, F., Calabrò, P. S., Russo, M., Ciriminna, R., & Pagliaro, M. (2022). AnchoisFert: A new organic fertilizer from fish processing waste for sustainable agriculture. *Global Challenges*, 6(5), 2100141.
- Nida El Husna *et al.* 2014. Dendeng ikan leubiem (*Canthidermis maculatus*) dengan variasi metode pembuatan, jenis gula, dan metode pengeringan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*. Vol. 6(3).
- Normalina Arpi *et al.* 2016. Extraction and Properties of Gelatin from Spotted Oceanic Triggerfish (*Canthidermis maculata*) Skin and Bone. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*. Vol. 6(5). 561 hlm.
- Nurmiaty, Y., & Agustiansyah, A. (2014). pengaruh aplikasi fosfor dan silika terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*glycine max [l.] merrill.*). *jurnal agrotek tropika*.
- Rao, G.B., P. Susmitha. 2017. Silicon uptake, transportation, and accumulation in rice. *J. Pharmacog. Phytochem.* Vol. 6. 290-293 pp.
- Restari, A. R., Handayani, L., & Nurhayati, N. (2019). Penambahan Kalsium Tulang Ikan Kambing-kambing (*Abalistes stellaris*) pada pakan untuk keberhasilan gastrolisasi udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 69-75.
- Sacala, E. 2009. Role of silicon in plant resistance to water stress. *J. Elementol.* Vol. 14. 619-630 pp.
- Same, M., & Gusta, A. R. (2019). Pengaruh Sekam Bakar Dan Pupuk NPK Pada Pertumbuhan Bibit Lada. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 19(3), 224. <https://doi.org/10.25181/jppt.v19i3.1497>.
- Sundari, I., Maruf, W., & Dewi, E. (2014). Pengaruh Penggunaan Bioaktivator Em4 Dan Penambahan Tepung Ikan Terhadap Spesifikasi Pupuk Organik Cair Rumput Laut *Gracilaria Sp.* *Jurnal Pengolahan Dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(3), 88-94.
- Supriyanto, & Fiona, F. (2010). Pemanfaatan Arang Sekam untuk Memperbaiki Pertumbuhan Semai Jabon (*Anthocephalus cadamba (Roxb.) Miq*) pada Media Subsoil. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 01(01), 5.
- Suroso, B., & Antoni, N. E. R. (2015). respon pertumbuhan tanaman kangkung darat (*Ipomoea raptans poir*) terhadap pupuk bioboost dan pupuk ZA. *Ilmu Ilmu Pertanian*, 98-108.



- Toppe, J., Olsen, R.L., Peñarubia, O.R. 2018. *Production and utilization of fish silage. A manual on how to turn fish waste into profit and a valuable feed ingredient or fertilizer*. FAO, Rome. 28 pp.
- Trilaksani, W., Salamah, E., & Nabil, M. (2006). Pemanfaatan limbah tulang ikan tuna (*Thunnus sp.*) sebagai sumber kalsium dengan metode hidrolisis protein. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 9(2).
- Wang Xian, Wang Xian, dkk. "Pengaruh pemberian nitrogen dikombinasikan dengan silikon terhadap fotosintesis dan aktivitas enzim metabolisme nitrogen pada daun padi." (2010): 44-49.
- Yulia, D. E., & Yasin, M. (2018). "Pengaruh pemberian abu sekam padi sebagai sumber silika terhadap pertumbuhan tanaman kangkung darat." *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 6(1), 15–20.
- Yusuf, V. B. . (2019). pengaruh konsentrasi pupuk organik cair (POC) dari limbah ikan lele dumbo terhadap pertumbuhan dan hasil panen tanaman bayam hijau dan sawi hijau. *Sustainability (Switzerland)*. uin maulana malik ibrahim malang.
- Combine, U. (2007). Produksi -Glukan d ari Dua Galur *Agrobacterium sp* . pada Media Mengandung Kombinasi Molase dan Urasil of Molases and Uracil Combine. *Produksi Gluka Dari Dua Galur Agrobacterium Sp. Pada Media Mengandung Kombinasi Molase Dan Urasil*, 8(April), 123–129.
- Fahrudin, F., & Sufahri. (2019). Effect the Molasses and EM4 Bioactivators on Concentrations of Sugar of Liquid Organic Fertilizer Fermentation. *Biologi Makassar*, 4(2), 138–144.
- Suroso, B., & Antoni, N. E. R. (2015). respon pertumbuhan tanaman kangkung darat (*Ipomoea raptans* poir) terhadap pupuk bioboost dan pupuk ZA. *Ilmu Ilmu Pertanian*, 98–108.
- Yusuf, V. B. . (2019). pengaruh konsentrasi pupuk organik cair (POC) dari limbah ikan lele dumbo terhadap pertumbuhan dan hasil panen tanaman bayam hijau dan sawi hijau. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 1). uin maulana malik ibrahim malang.

