

Pemanfaatan Kapur Cangkang Keong Mas pada Air Rawa Media Pemeliharaan Ikan Lele dengan Model Budikdamber

Utilization of Golden Snail Shell Lime on Swamp Water for Rearing Media of Catfish Using Budikdamber Model

Marsi¹, Dade Jubaedah^{2*}, Feni Haryani², Marini Wijayanti²

^{*}) Email korespondensi: dadejubaedah@fp.unsri.ac.id

¹ Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya

Jl. Palembang-Prabumulih, KM 32 Inderalaya, Kabupaten Ogan Ilir, Sumater Selatan (30662)

² Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya

Jl. Palembang-Prabumulih, KM 32 Inderalaya, Kabupaten Ogan Ilir, Sumater Selatan (30662)

ABSTRAK

Satu dari beberapa model *urban farming* yang berkembang yaitu budikdamber, merupakan kombinasi sistem akuakultur dan hidroponik dengan media ember sebagai wadah budidaya. Kendala utama pengembangan sistem ini di area rawa adalah rendahnya pH air rawa sebagai media budidaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis terbaik kapur cangkang keong mas dalam upaya meningkatkan pH air rawa lebak terhadap pemeliharaan ikan lele (*Clarias sp.*) dan tanaman kangkung dengan sistem budikdamber. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan enam perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan yang diberikan perbedaan dosis kapur cangkang keong mas yaitu 0,00 mg L⁻¹ setara CaO (P₀), setara CaO (P₁), 20 mg L⁻¹ setara CaO (P₂), 30 mg L⁻¹ setara CaO (P₃), 40 mg L⁻¹ setara CaO (P₄) dan 50 mg L⁻¹ setara CaO (P₅). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dosis terbaik pada pemberian kapur cangkang keong mas yaitu dosis 20 mg L⁻¹ setara CaO (P₂), yang mampu mengoptimalkan pH air rawa lebak 4,80 menjadi 6,78, kelangsungan hidup 84 %, pertumbuhan bobot mutlak 18,44 g, pertumbuhan panjang mutlak 6,15 cm dan efisiensi pakan 132,49 %, serta menghasilkan panen total tanaman kangkung sebanyak 11,33 g. Pengaruh perbedaan dosis kapur belum optimal mendukung pertumbuhan tanaman kangkung yang cenderung masih berfluktuasi.

Kata kunci: budikdamber; kapur cangkang keong mas; lele; tanaman kangkung.

ABSTRACT

*One currently developing urban farming model is budikdamber, a combination of aquaculture and hydroponic systems with a bucket as a cultivation medium. The main problem with developing this system in swamp areas is the low pH of the water as a culture media. This research aims to determine the best dosage of golden snail shells lime for increasing the swamp water pH for the culture of catfish (*Claris sp.*) and kale plants using the budikdamber system. This research applied a completely randomized design with six treatments and three replications. The dosage of golden snail shells as a treatment consists of 0.00 mg L⁻¹ equivalent to CaO (P₀), 10 mg L⁻¹ equivalent to CaO (P₁), 20 mg L⁻¹ equivalent to CaO (P₂), 30 mg L⁻¹ equivalent to CaO (P₃), 40 mg L⁻¹ equivalent to CaO (P₄) and 50 mg L⁻¹ equivalent to CaO (P₅). The results of this study indicate that the best dose of golden snail shell lime is 20 mg L⁻¹ equivalent to CaO (P₂), which can optimize the swamp water pH from 4.80 to 6.78, survival rate 84 %, absolute weight growth of 18.44 g, absolute length growth of 6.15 cm and feed efficiency 132.49 %, and the total weight of the kale plant 11.33 g. The effect of the different dosages of lime has yet to be optimal in supporting the growth of water spinach plants, which tends to fluctuate still.*

Keywords: budikdamber; catfish; golden snail shells lime; kale plants.

I. PENDAHULUAN

Teknologi budidaya perikanan terutama budidaya terintegrasi dengan pertanian menjadi alternatif pembudidaya ikan terutama pada lahan terbatas. Beberapa istilah yang digunakan untuk teknologi ini antara lain teknologi akuaponik dan yumina bumina. Teknologi akuaponik merupakan gabungan dari akuakultur dan hidroponik dalam satu sistem resirkulasi tertutup (Food and Agriculture organization of the United Nations, 2019). Sedangkan teknologi yumina bumina merupakan teknik budidaya yang menghasilkan ikan, sayur dan buah dalam 1 unit pemeliharaan. Menurut Suspendi dkk (2015), budidaya yumina bumina dikenal dengan empat sistem yaitu, aliran atas, aliran bawah, rakit dan pasang surut. Sedangkan menurut Nugoro dkk (2018), yumina bumina merupakan konsep budidaya yang memadukan budidaya ikan (akuakultur) dan tanaman tanpa media tanah (hidroponik). Pada saat ini, muncul istilah baru yang disebut dengan urban farming. Salah satu model urban farming yang berkembang yaitu budidaya dalam ember (budikdamber) yang merupakan kombinasi yang saling menguntungkan antara sistem akuakultur dan hidroponik dengan media ember sebagai wadah budidaya. Sistem ini merupakan budidaya ikan yang ramah lingkungan (Setijaningsih dan Umar, 2015). Sistem budikdamber memiliki kelebihan tidak membutuhkan listrik seperti yang biasa digunakan pada sistem resirkulasi akuaponik yang ada di masyarakat (Nursandi, 2018).

Penelitian mengenai budidaya ikan dengan model budikdamber ini antara lain budidaya ikan lele dengan tanaman kangkung, bayam dan tomat (Nursandi, 2018). Ikan lele merupakan ikan yang banyak digunakan dalam sistem budikdamber. Hal ini disebabkan antara lain karena lama waktu pembudidayaan yang relatif singkat. Menurut penelitian Nursandi (2018), pemeliharaan ikan lele ukuran panjang 5-7 cm selama 42 hari pemeliharaan menghasilkan pertumbuhan panjang rata-rata 7,35 cm dan pertumbuhan bobot rata-rata 18,45 g per ekor. Sedangkan untuk pemeliharaan ikan lele ukuran panjang 12-14 cm selama 42 hari pemeliharaan menghasilkan pertumbuhan panjang rata-rata 7,15 cm dan pertumbuhan bobot rata-rata 47,74 g per ekor. Tanaman kangkung merupakan salah satu alternatif yang dapat diaplikasikan pada sistem budikdamber. Menurut Effendi dkk (2015), tanaman kangkung dapat bermanfaat sebagai anti racun, anti radang dan dapat berfungsi sebagai fitoremediator. Hasil penelitian Wibowo dkk (2020), budidaya tanaman kangkung dan ikan lele dengan sistem budidaya dalam ember selama 12 hari menghasilkan panen tanaman kangkung dengan berat basah 10,16 g.

Aplikasi budidaya ikan lele dan kangkung dengan sistem budikdamber menggunakan media air rawa yang masam akan menghambat pertumbuhan ikan lele maupun kangkung. Ikan lele membutuhkan pH optimum 6,5-8,0 (Badan Standardisasi Nasional, 2014). Sedangkan perairan rawa lebak mempunyai nilai pH yang rendah berkisar 3-4. Oleh sebab itu perlu dilakukan pengapuran untuk meningkatkan pH air sebelum digunakan (Sumantriyadi, 2014; Boyd, 2020). Hasil penelitian Rinaldo dan Octaviano (2021) diperoleh nilai pH air untuk budidaya tanaman kangkung berkisar 5,5-6,5. Kapur merupakan bahan yang efektif dalam meningkatkan pH air. Hal ini dikarenakan kapur bersifat menetralkan asam sehingga pH air akan meningkat setelah pemberian kapur (Burtle, 2015; Boyd 2020).

Kapur dari bahan cangkang keong mas (*Pomacea canaliculata*) telah terbukti mampu meningkatkan pH tanah dan air rawa sebagai media pemeliharaan ikan. Beberapa penelitian yang telah dilakukan diantaranya, penelitian Rizaldy (2018) yang menunjukkan bahwa pemberian kapur cangkang keong mas dengan dosis terbaik memberikan pengaruh terhadap kualitas tanah dan air pada 30 hari pemeliharaan ikan patin, dosis kapur cangkang keong mas sebesar 7000 kg ha⁻¹ setara CaO terbukti mampu mengoptimalkan pH tanah dari 3,66 menjadi 8,07 dan pH air rawa dari 3,61 menjadi 7,63. Menurut penelitian Saputra (2018) kombinasi kapur 50 % cangkang keong mas dan 50 % kalsit dengan dosis 7000 kg ha⁻¹ setara CaO terbukti mengoptimalkan pH tanah dari 3,6 menjadi 8,03 dan meningkatkan pH air rawa dari 3,6 menjadi 7,95. Penelitian Istiqomah (2020) kombinasi kapur alternatif dan kalsit (CaCO₃) untuk mengoptimalkan pH air pada pemeliharaan ikan patin (*Pangasius* sp.) di lahan rawa lebak. Perlakuan terbaik pada kombinasi kapur alternatif dan kalsit yaitu kapur dengan 25 % cangkang kerang darah, 25 % cangkang kijang dan 50 % kalsit (CaCO₃) dengan dosis kapur 7000 kg ha⁻¹ setara CaO terbukti mampu mengoptimalkan pH tanah dari 3,63 menjadi 7,76 dan pH air rawa lebak dari 3,63 menjadi 7,79. Meskipun demikian, penelitian tersebut mengaplikasikan kapur cangkang keong mas pada tanah dasar kolam. Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan kapur cangkang keong mas untuk meningkatkan pH air rawa sebagai media pemeliharaan ikan lele yang dipelihara dengan tanaman kangkung menggunakan sistem budikdamber.

II. METODE PENELITIAN

1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan bulan Juni-Agustus 2021, di Laboratorium Budidaya Perairan dan Kolam Percobaan, Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Analisis kualitas air dilakukan di Laboratorium Dasar Perikanan Program Studi Budidaya Perairan dan Balai Besar Laboratorium Kesehatan Palembang.

2. Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari ikan lele berukuran panjang 8±0,5 cm, air rawa lebak, kapur cangkang keong mas, *rockwool*, pakan pelet kandungan protein 31-33 %, tanaman kangkung dan arang kayu. Bahan kimia untuk uji alkalinitas meliputi akuades, HCl 0,02 N, *Bromcresol Green+Methyl Red* (BCG+MR), indikator *phenolphthalein* (PP), bahan kimia uji kesadahan menggunakan *Ethylene Diamine Tetraacetic Acid* (EDTA), bahan kimia uji amonia meliputi akuades, larutan standar, MnSO₄, clorox, dan phenate.

Alat yang digunakan meliputi pH meter, DO meter, thermometer digital, spektrofotometer, timbangan digital, *blender*, alat titrasi, *furnace*, gelas plastik 470 ml dan ayakan 20 *mesh*, 40 *mesh* dan 60 *mesh*. Wadah yang digunakan pada penelitian ini meliputi kolam beton ukuran 3 m x 4 m x1 m untuk penampungan air dan ember kapasitas 80 L sebanyak 18 unit sebagai wadah pemeliharaan.

3. Rancangan Percobaan

Penelitian pemeliharaan ikan dan kangkung dengan sistem budikdamber ini hanya menggunakan media air rawa tanpa tanah dasar dalam ember. Dengan demikian, dosis kapur yang digunakan jauh lebih rendah dibandingkan jika menggunakan tanah di dasar ember. Hasil percobaan pendahuluan menunjukkan bahwa untuk menaikkan pH air rawa dari 4,6 menjadi 7,5 hanya dibutuhkan kapur sebanyak 12 mg L^{-1} . Hasil percobaan pendahuluan ini dijadikan dasar dalam menentukan dosis perlakuan pada penelitian ini.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam perlakuan tiga ulangan. Perlakuan berupa dosis kapur cangkang keong mas, yaitu kapur cangkang keong mas dosis 0 mg L^{-1} setara CaO (P_0), 10 mg L^{-1} setara CaO (P_1), 20 mg L^{-1} setara CaO (P_2), 30 mg L^{-1} setara CaO (P_3), 40 mg L^{-1} setara CaO (P_4) dan 50 mg L^{-1} setara CaO (P_5).

4. Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian sistem budidaya ikan dalam ember meliputi persiapan wadah pemeliharaan, kapur dari cangkang keong mas, tanaman kangkung dan persiapan air media pemeliharaan ikan. Wadah pemeliharaan yang digunakan dalam penelitian ini berupa ember dengan volume 80 L yang diisi air 60 L sebagai media pemeliharaan sebanyak 18 unit. Setelah diisi air 60 L, pada ketinggian 52 cm bagian pinggir ember dilubangi yang bertujuan untuk menjaga volume air tetap stabil. Bagian atas ember diletakkan 8 unit gelas plastik dengan volume 470 ml yang berisi arang kayu sebanyak 50 % dari volume gelas plastik tersebut. Arang kayu tersebut digunakan sebagai media tanam kangkung. Untuk tanaman kangkung dapat tumbuh dengan baik, pada gelas plastik diberi lubang-lubang kecil sebanyak 42 lubang, yang terdiri atas 9 lubang pada bagian bawah gelas plastik dan 33 lubang pada bagian atas dengan posisi lubang yang seragam. Lubang-lubang tersebut merupakan tempat masuknya air ke media tanam kangkung. Air yang digunakan untuk media pemeliharaan diambil dari rawa lebak yang berada dalam kawasan Laboratorium Budidaya Perairan dan Kolam Percobaan, Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya

5. Pembuatan dan Pemberian Kapur

Pembuatan kapur cangkang keong mas mengacu pada penelitian Rizaldy (2018). Cangkang keong mas yang sudah didapatkan, dibersihkan dan dikeringkan. Setelah itu dilakukan pembakaran menggunakan *furnace* selama 1 jam dengan suhu $800 \text{ }^\circ\text{C}$. Selanjutnya didinginkan lalu dihaluskan menggunakan *blender* dan diayak dengan ayakan *20 mesh*, *40 mesh* dan *60 mesh*. Komposisi kapur dalam hasil pengayakan 15,4 % lolos *20 mesh*, 32,1 % lolos *40 mesh* dan 52,5 % lolos *60 mesh*. Selanjutnya kapur cangkang keong mas ditebar dalam air media sesuai dengan dosis perlakuan, lalu diinkubasi selama 1 hari. Selama masa inkubasi 1 hari tersebut, pH air diukur pada pagi dan sore hari.

6. Penebaran Ikan

Ikan lele diaklimatisasi sebelum ditebar ke dalam wadah pemeliharaan. Penebaran benih ikan berdasarkan penelitian Nursandi (2018), dengan padat tebar 1 ekor L^{-1} . Penebaran ikan dilakukan setelah waktu inkubasi kapur.

7. Penambahan Tanaman Kangkung

Biji tanaman kangkung disemai dalam rockwool. Biji tanaman kangkung disiram setiap pagi dan sore. Hari ke-4 biji tanaman kangkung mulai berkecambah. Tanaman kangkung pada hari ke-5 sampai 7 sudah mulai tumbuh bakal daun. Setelah 14 hari tanaman dipindahkan ke dalam gelas plastik volume 470 ml yang diisi arang sebagai media tanam. Gelas plastik yang telah berisi tanaman kangkung selanjutnya dikaitkan dengan kawat pada bagian atas ember, dengan bagian bawah gelas terendam air sedalam 5 cm.

8. Pemeliharaan Ikan dan Tanaman Kangkung

Selama 56 hari pemeliharaan ikan diberikan pakan komersil dengan kandungan protein 31-33 %. Frekuensi pemberian pakan sebanyak tiga kali sehari yaitu pada pukul 08.00, 12.00, dan 16.00 WIB dengan pemberian pakan secara feeding rate 3 % dari biomassa. Sedangkan untuk tanaman kangkung dilakukan 2 kali proses penyemaian. Pemanenan tanaman kangkung dilakukan setiap 14 hari sekali dengan cara pemotongan batang dan daun yang disisakan sepanjang 7 cm dari akar tanaman. Hasil penyemaian pertama dilakukan pemanenan sebanyak tiga kali setelah itu dilakukan penyemaian kembali untuk panen ke-empat.

9. Peubah yang Diamati

Peubah yang diamati meliputi:

a. Kelangsungan Hidup (*Survival Rate*)

Persentase kelangsungan hidup ikan lele dapat dihitung dengan mengacu pada Persamaan I (Effendie, 2002).

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

SR adalah *Survival Rate*, N_0 adalah jumlah ikan pada awal pemeliharaan, dan N_t merupakan jumlah ikan pada akhir pemeliharaan

b. Pertumbuhan

Pertumbuhan bobot mutlak ikan lele selama pemeliharaan dihitung dengan Persamaan II.

$$W = W_t - W_0 \dots\dots\dots (2)$$

W adalah Pertumbuhan bobot mutlak ikan yang dipelihara (g), W_t adalah Bobot ikan pada akhir pemeliharaan (g), dan W_0 adalah bobot ikan pada awal pemeliharaan (g)

Pertumbuhan panjang mutlak ikan lele selama pemeliharaan dihitung dengan Persamaan III.

$$L = L_t - L_0 \dots\dots\dots (3)$$

L adalah pertumbuhan panjang mutlak ikan (cm), L_t adalah panjang ikan pada akhir pemeliharaan (cm), dan L_0 adalah panjang ikan pada awal pemeliharaan (cm).

c. Efisiensi Pakan

Nilai efisiensi pakan diperoleh dengan rumus Craig and Helfrich (2017) sebagai berikut:

$$EP = \frac{(W_t + D) - W_0}{F} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

EP adalah Efisiensi pakan (%), W_0 merupakan bobot ikan awal pemeliharaan (g), W_t adalah bobot ikan akhir pemeliharaan (g), D adalah ikan yang mati (g), sedangkan F merupakan jumlah pakan yang dikonsumsi (g)

d. Bobot Panen Tanaman Kangkung

Panen tanaman kangkung dilakukan setiap 14 hari setelah tanam (hst), dengan cara memotong tanaman dan disisakan sepanjang 7 cm dari akar tanaman. Selanjutnya bobot yang sudah dipanen ditimbang yang terdiri dari batang dan daun.

e. Kualitas Air

Pengukuran data kualitas air yang diukur selama penelitian meliputi suhu, pH, oksigen terlarut, amonia, alkalinitas dan kesadahan. Suhu dan pH diukur setiap hari, sedangkan peubah kualitas air yang lain diukur pada hari ke-0, 14, 28, 42 dan 56.

10. Analisis Data

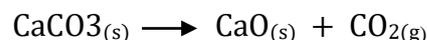
Data kualitas air, kelangsungan hidup, pertumbuhan bobot dan panjang mutlak ikan serta efisiensi pakan, diuji menggunakan analisis ragam (ANSIRA) pada selang kepercayaan 95 %, terhadap perlakuan yang berpengaruh nyata maka diuji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT), serta dilakukan analisis regresi untuk melihat hubungan antara variabel pH dengan dosis dan waktu pemeliharaan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kualitas Air

a. Derajat Keasaman (pH) Air

Pengapuran berperan dalam meningkatkan pH air (Boyd, 2020). Pemberian kapur dilakukan sebelum ikan ditebar, dan dilakukan inkubasi selama 1 hari. Hal ini disebabkan kapur cangkang keong mas yang telah mengalami kalsinasi mengandung kalsium oksida (CaO). Proses kalsinasi mengkonversi CaCO_3 menjadi CaO dengan reaksi sebagai berikut:



Kapur jenis kalsium oksida dapat meningkatkan pH secara drastis yang dapat mematikan ikan (Kar, 2016 dan Boyd, 2017). Berdasarkan uji $\text{BNT}_{0,05}$ menyatakan bahwa pada saat inkubasi kapur, penambahan ikan dan penambahan tanaman, pH air pada pemberian kapur cangkang keong mas 50 mg L^{-1} setara CaO (P_5) berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan pH air pada perlakuan lain (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis kapur atau semakin besar CaO akan semakin tinggi pH air. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Mulyadi *et al.*, (2020), yang menunjukkan bahwa peningkatan pH air gambut seiring dengan peningkatan dosis CaO yang diberikan dengan perlakuan CaO 50, 80, 100 dan 120 mg L^{-1} meningkatkan pH berturut-turut 5,94; 6,59; 6,68; 7,05. Menurut Boyd, (2016), kapur CaO memiliki *netraleuzing value* atau nilai menetralsisir sebesar 178,5%.

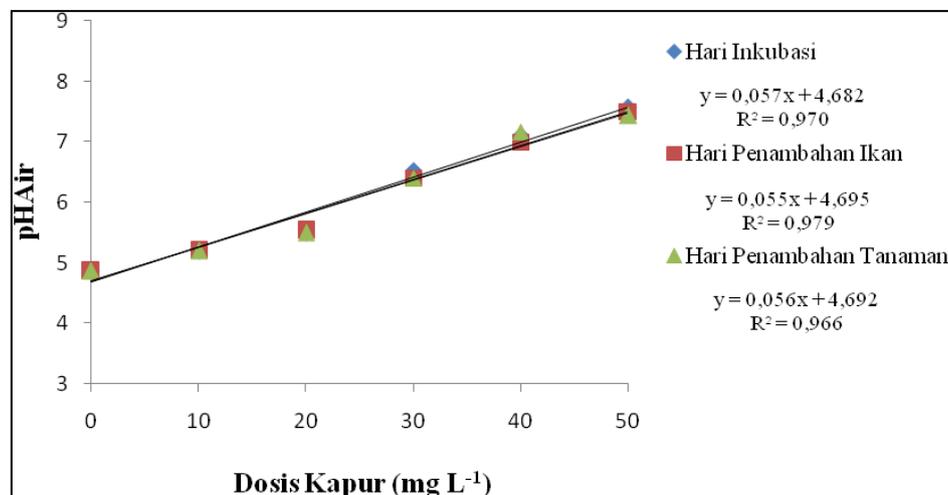
Semakin tinggi dosis kapur seiring dengan semakin tingginya pH air baik pada hari inkubasi, hari penebaran ikan dan hari penambahan tanaman. Hal ini juga ditunjukkan dengan hubungan antara dosis kapur cangkang keong mas dengan pH air inkubasi,

penambahan ikan dan tanaman menunjukkan hubungan linier Gambar 1, dengan koefisien determinasi (R^2) pada hari ke-1 (0,970), hari ke-2 (0,979) dan hari ke-3 (0,966) dan menunjukkan bahwa pH air meningkat dengan magnitud yang relatif sama, yaitu 0,057, 0,055 dan 0,056 unit untuk setiap mg L^{-1} peningkatan dosis kapur, berturut-turut untuk hari inkubasi, penambahan ikan dan penambahan tanaman.

Tabel 1. Nilai pH air pada berbagai dosis kapur cangkang keong

Dosis Kapur Cangkang Keong (mg L^{-1})	pH inkubasi air	pH pada hari penambahan ikan	pH pada hari penambahan tanaman
0	4,83 ^a	4,87 ^a	4,85 ^a
10	5,17 ^b	5,18 ^b	5,18 ^b
20	5,48 ^c	5,53 ^c	5,47 ^c
30	6,53 ^d	6,38 ^d	6,40 ^d
40	7,08 ^e	6,97 ^e	7,12 ^e
50	7,53 ^f	7,47 ^f	7,40 ^f
BNT _{0,05}	0,11	0,12	0,09

Keterangan: - Angka-angka yang diikuti huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji beda nyata terkecil 5 %



Gambar 1. Hubungan antara dosis kapur dengan pH air inkubasi, penambahan ikan dan tanaman

Tabel 2 menunjukkan selama masa pemeliharaan pada perlakuan tanpa pemberian kapur cangkang keong mas (P_0) pH air tidak optimal untuk ikan lele. Nilai pH optimal untuk pemeliharaan ikan lele yaitu 6,5-8,0 (BSN, 2014). Meskipun demikian, pH air masih dapat ditolerir ikan dan selama pemeliharaan terjadi perubahan nilai pH air seiring dengan semakin lamanya waktu pemeliharaan. Sedangkan perlakuan lain, nilai pH semakin meningkat mencapai nilai optimum untuk ikan lele. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian kapur cangkang keong mas dapat meningkatkan pH. Kenaikan pH air disebabkan adanya reaksi kapur dengan air. Menurut Boyd, (2020), kapur CaO direaksikan dengan air (H_2O) akan membentuk Ca(OH)_2 dengan reaksi $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$. Reaksi ini meningkatkan konsentrasi ion hidroksida (OH^-) yang merupakan pembawa sifat basa, sehingga menyebabkan pH air mengalami peningkatan dari pH sebelumnya.

Tabel 2. Rerata pH air selama pemeliharaan pada berbagai dosis kapur cangkang keong

Dosis Kapur Cangkang Keong (mg L ⁻¹)	pH Rata –Rata Hari Ke-				
	0	14	28	42	56
0	5,03 ^a	5,95 ^a	6,10 ^a	6,37 ^a	6,43 ^a
10	5,28 ^b	6,33 ^b	6,38 ^b	6,57 ^b	6,60 ^b
20	5,58 ^c	6,52 ^c	6,60 ^c	6,78 ^c	6,78 ^c
30	6,18 ^d	6,70 ^d	6,77 ^d	6,98 ^d	7,00 ^d
40	7,12 ^e	6,82 ^e	6,88 ^e	7,07 ^d	7,07 ^d
50	7,30 ^f	7,15 ^f	7,18 ^f	7,25 ^e	7,28 ^e
BNT _{0,05}	0,11	0,07	0,04	0,13	0,07

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji beda nyata terkecil 5 %

Berdasarkan uji BNT_{0,05} pada hari ke-0, 14, 28 dan 56, nilai pH pada pemberian kapur cangkang keong mas 50 mg L⁻¹ setara CaO (P₅) berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan pH air pada perlakuan lainnya (Tabel 2). Menurut Boyd (2017), kapur hasil pembakaran disebut *unslaked lime* atau *quick lime*. Kemampuan kapur dalam menetralkan pH air dipengaruhi oleh *neutralizing value* (nv) dari setiap bahan kapur yang digunakan. Cangkang keong mas yang telah dikalsinasi mengandung kalsium oksida (CaO). Kapur CaO memiliki nilai nv sebesar 178,5%, yang berarti CaO 178,5% lebih efektif menetralkan keasaman dibandingkan dengan CaCO₃ murni.

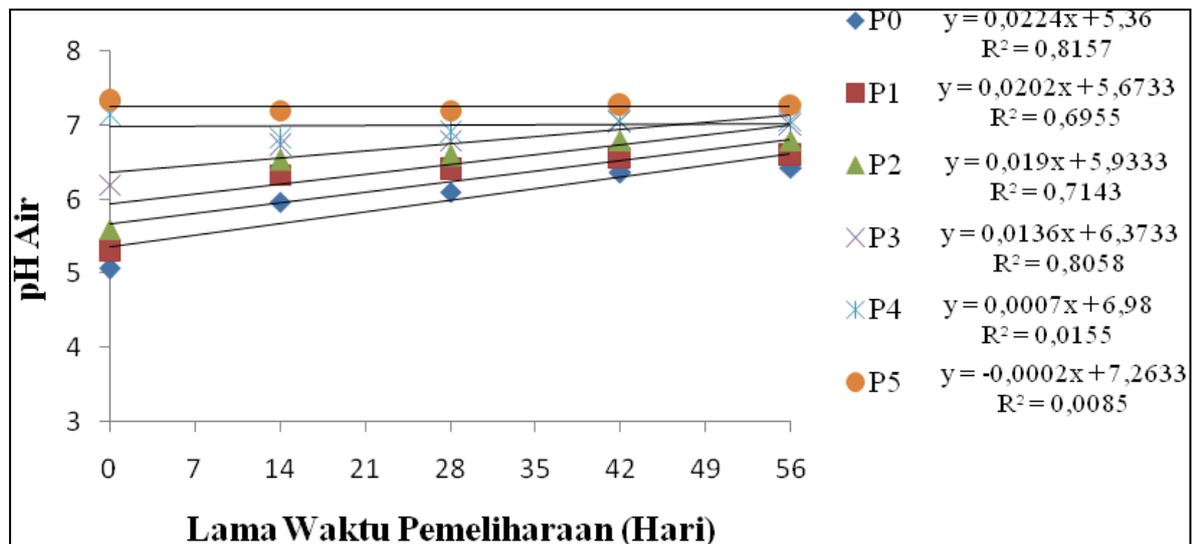
Semakin besar dosis kapur, nilai pH relatif semakin tinggi. Hal ini terlihat dari persamaan regresi hubungan antara waktu pemeliharaan dengan nilai pH air pada berbagai dosis kapur selama masa pemeliharaan (Gambar 2). menunjukkan laju peningkatan pH air menurun dengan meningkatnya dosis, yang kapur dan bahkan menjadi negatif pada dosis 50 mg L⁻¹. Laju peningkatan pH air berturut-turut sebesar 0,0224, 0,0202, 0,019, 0,0136, 0,0007 dan -0,0002 unit pH per hari berturut-turut untuk dosis kapur 0, 10, 20, 30, 40 dan 50 mg L⁻¹. Berdasarkan persamaan regresi tersebut menunjukkan bahwa selama 56 hari pemeliharaan ikan nilai pH semakin meningkat seiring dengan semakin lamanya waktu pemeliharaan.

b. Suhu dan Oksigen Terlarut

Hasil pengukuran suhu dan oksigen terlarut selama 56 hari pemeliharaan ikan lele, disajikan pada Tabel 3. Nilai suhu selama pemeliharaan berada di kisaran 27,3-29,2⁰C yang masih dalam kisaran optimal untuk ikan lele. Berdasarkan BSNI (2014) kisaran suhu optimal untuk pemeliharaan ikan lele 25-30⁰C. Kisaran nilai oksigen terlarut pemeliharaan yaitu 0,6-1,2 mg L⁻¹.

Nilai oksigen terlarut yang diperoleh pada Tabel 3 masih di bawah batas minimal oksigen terlarut untuk ikan lele berdasarkan BSNI (2014) yaitu 3 mg L⁻¹. Meskipun demikian, ikan lele memiliki kemampuan bertahan hidup disebabkan ikan lele memiliki alat pernapasan tambahan. Menurut El-hadi *et al.*, (2019), sistem pernafasan ikan lele terdiri dari insang, alat pernafasan tambahan *arborescent* dan mengkategorikannya sebagai ikan yang dapat bernafas dengan oksigen yang berada di udara secara. Hal ini menyebabkan ikan lele dapat bertahan hidup di perairan dengan kandungan oksigen yang rendah. Kecilnya nilai oksigen terlarut selama penelitian diduga karena kurang

maksimalnya pemanfaatan limbah yang berupa feses ikan dan sisa dari pakan ikan oleh tanaman yang menyebabkan cukup tingginya limbah di media pemeliharaan ikan. Limbah ini selanjutnya mengalami proses dekomposisi yang membutuhkan oksigen. Hasil penelitian Nursandi (2018) nilai kandungan oksigen terlarut yang didapatkan pada media budikdamber adalah 2-6 mg L⁻¹. Menurut Wicaksana (2015) ikan akan berkompetisi untuk melakukan respirasi selain itu juga ikan akan berkompetisi dengan bakteri aerob sehingga kondisi ini menyebabkan konsentrasi oksigen terlarut di kolam menurun.



Gambar 2. Hubungan antara waktu pemeliharaan dengan pH air

Tabel 3. Suhu dan oksigen terlarut selama pemeliharaan pada berbagai dosis kapur cangkang keong

Dosis Kapur Cangkang Keong (mg L ⁻¹)	Suhu (°C)	Oksigen Terlarut (mg L ⁻¹)
0	27,5-29,2	0,7-1,1
10	27,3-28,8	0,7-0,9
20	27,3-28,6	0,7-1,2
30	27,5-28,9	0,8-0,9
40	27,6-29,1	0,7-0,9
50	27,4-29,1	0,6-0,8

c. Alkalinitas

Berdasarkan uji BNT_{0,05} (Tabel 4), menunjukkan bahwa pada hari ke-14, 28, 42 dan 56 pemberian kapur cangkang keong mas 50 mg L⁻¹ setara CaO (P₅) berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Tabel 4 juga menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis kapur yang diberikan, alkalinitas semakin meningkat. Menurut Boyd *et al.*, (2016), pemberian kapur dapat menetralkan keasaman dan meningkatkan alkalinitas serta kesadahan air kolam. Pemberian kapur dapat meningkatkan alkalinitas dari 3,0 menjadi 15-19 mg L⁻¹. Menurut Chesser and Sink (2022), aplikasi kapur dapat mempertahankan pH air dan alkalinitas. Nilai alkalinitas di perairan tawar biasanya berkisar 5–300 mg L⁻¹, dan nilai optimal untuk organisme perairan berkisar 50-150 mg L⁻¹ (Boyd, 2020), sedangkan

menurut Bhatnagar dan Devi (2019), nilai alkalinitas yang masih untuk ikan adalah 50-200 mg L⁻¹.

Tabel 4. Alkalinitas selama pemeliharaan pada berbagai dosis kapur cangkang keong

Dosis Kapur Cangkang Keong (mg L ⁻¹)	Alkalinitas (mg L ⁻¹) Hari Ke-				
	0	14	28	42	56
0	40,7 ^a	139,3 ^a	144,7 ^a	148,0 ^a	150,7 ^a
10	40,0 ^a	144,0 ^b	147,3 ^{ab}	150,7 ^a	152,7 ^a
20	41,3 ^a	144,7 ^b	150,0 ^{bc}	155,3 ^b	157,3 ^{ab}
30	60,0 ^b	154,7 ^c	153,3 ^c	158,0 ^b	160,7 ^b
40	60,7 ^b	163,3 ^d	167,3 ^d	169,3 ^c	183,3 ^c
50	64,7 ^b	194,0 ^e	198,0 ^e	202,7 ^d	206,7 ^d
BNT _{0,05}	6,01	3,18	3,39	3,49	6,97

Keterangan: - Angka-angka yang diikuti huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji beda nyata terkecil 5 %

d. Amonia

Berdasarkan uji BNT_{0,05} menunjukkan bahwa pada hari ke-0 nilai amonia pada pemberian kapur cangkang keong mas 30 mg L⁻¹ setara CaO (P₃) berbeda nyata lebih rendah dibandingkan nilai amonia pada perlakuan lainnya kecuali pada P₂ (Tabel 5). Pemberian kapur cangkang keong mas berpengaruh tidak nyata terhadap kandungan amonia pada pemeliharaan hari ke-14, 28, 42 dan 56. Nilai amonia selama waktu pemeliharaan cukup tinggi dan mengalami peningkatan yang disebabkan karena selama pemeliharaan tidak dilakukannya pergantian air dan pemberian aerasi sehingga menyebabkan adanya limbah yang tidak terdekomposisi dengan baik. Hasil penelitian Nursandi (2018) pengukuran total amonia NH₃ selama pemeliharaan berkisar 0-0,5 mg L⁻¹ yang menunjukkan fluktuasi kadar amonia yang tinggi. Menurut penelitian Kusumawati dkk (2018), ikan lele masih dapat bertahan hidup dengan nilai konsentrasi amonia mencapai 3,132 mg L⁻¹ yang dipelihara selama 4 minggu. Jadi nilai amonia selama penelitian masih baik untuk pertumbuhan ikan lele. Nilai konsentrasi amonia yang sudah melebihi baku mutu untuk perikanan yang telah ditetapkan, namun dalam kondisi ini ikan lele masih dapat hidup.

Tabel 5. Rerata amonia selama pemeliharaan pada berbagai dosis kapur cangkang keong

Dosis Kapur Cangkang Keong (mg L ⁻¹)	Amonia (mg L ⁻¹) Hari Ke-				
	0	14	28	42	56
0	0,10 ^{bc}	3,91	3,93	3,59	4,41
10	0,09 ^b	4,06	5,19	5,00	5,09
20	0,08 ^{ab}	4,02	4,29	4,55	5,41
30	0,05 ^a	3,94	3,98	5,02	5,23
40	0,13 ^{cd}	3,44	3,93	4,58	4,43
50	0,15 ^d	3,76	4,97	4,57	4,24
BNT _{0,05}	0,03				

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji beda nyata terkecil 5 %

2. Bobot Panen Tanaman Kangkung

Berdasarkan data bobot panen pertama menunjukkan hasil panen tertinggi diperoleh pada perlakuan P₄ sebesar 14,80 g lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Tabel 6). Namun untuk panen selanjutnya hasil bobot setiap perlakuan mengalami penurunan dari panen pertama kecuali pada P₁ yang sedikit mengalami peningkatan. Penurunan ini bisa dipengaruhi oleh beberapa faktor, menurut Febriyono dkk (2017), faktor yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman seperti cahaya matahari, air dan unsur hara. Pada penelitian ini bobot tanaman kangkung terhambat diduga adanya kekurangan unsur hara pada tanaman karena tidak dilakukan pemupukan.

Tabel 6. Bobot tanaman kangkung setiap panen selama pemeliharaan

Dosis Kapur Cangkang Keong (mg L ⁻¹)	Panen Ke-1 (g)	Panen Ke-2 (g)	Panen Ke-3 (g)	Panen Ke-4 (g)	Total Panen (g)
0	6,00	2,57	9,77	1,50	19,84
10	8,27	8,87	2,13	1,33	20,64
20	6,97	2,13	0,90	1,33	11,33
30	3,87	0,90	1,70	1,30	7,77
40	14,80	4,80	13,53	1,70	34,83
50	9,20	3,27	5,43	1,37	19,27

Menurut Darmawan dkk (2020), kualitas air sangat mempengaruhi proses ekologi baik untuk tanaman maupun ikan pada sistem akuaponik. Menurut Wasonowati (2011) faktor utama untuk membuat sukses hidroponik yaitu pemberian unsur hara atau dalam hidroponik dikenal dengan larutan nutrisi. Unsur hara dimanfaatkan untuk proses metabolisme tumbuhan sehingga tumbuhan dapat tumbuh dengan baik. Penambahan unsur hara dapat dilakukan melalui pemupukan. Menurut Boyd, (2020), alkalinitas air merupakan variabel penting untuk produktivitas kolam, hal ini disebabkan adanya hubungan antara alkalinitas dengan ketersediaan karbon. Selain karbon, pengapuran yang tepat akan meningkatkan ketersediaan fosfor (Burtle, 2015). Fosfor sebagai unsur hara yang diperlukan oleh tanaman dan secara signifikan akan meningkatkan produktivitas kolam. Hasil yang berbeda ditunjukkan pada penelitian ini yang cenderung panen total tanaman kangkung berfluktuatif tidak seiring dengan peningkatan dosis perlakuan.

3. Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan

Analisis ragam menunjukkan perlakuan perbedaan dosis kapur cangkang keong mas pada sistem akuaponik model budikdamber berpengaruh tidak nyata terhadap pertumbuhan bobot mutlak, panjang mutlak, dan efisiensi pakan (Tabel 8). Pertumbuhan merupakan penambahan ukuran panjang atau bobot dalam kurun waktu tertentu, yang dipengaruhi oleh kualitas air (Karimah dkk (2018)).

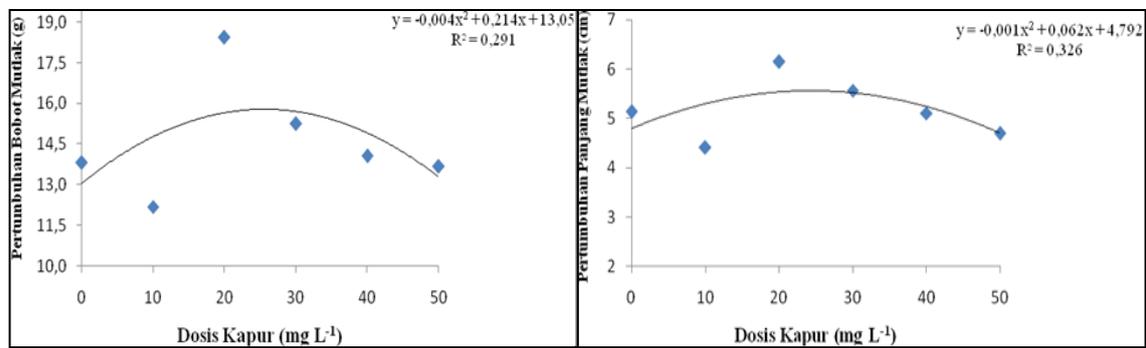
Hasil persamaan regresi bahwa pertumbuhan bobot mutlak dan panjang mutlak ikan lele menunjukkan hubungan kuadrat dengan koefisien determinasi (R²) 0,291 dan (R²) 0,326. Berdasarkan persamaan grafik menunjukkan bahwa dosis kapur cangkang keong mas sebesar 25,57 mg L⁻¹ dan 24,15 mg L⁻¹ setara CaO berturut-turut menghasilkan

pertumbuhan bobot dan panjang mutlak maksimal yaitu berturut-turut 15,80 g dan 5,55 cm.

Tabel 7. Pertumbuhan bobot mutlak, panjang mutlak, dan efisiensi pakan, dan kelangsungan hidup ikan lele selama pemeliharaan

Dosis Kapur Cangkang Keong (mg L^{-1})	Pertumbuhan bobot mutlak (g)	Pertumbuhan panjang mutlak (cm)	Efisiensi Pakan (%)	Kelangsungan Hidup (SR) (%)
0	$13,82 \pm 5,09$	$5,13 \pm 1,51$	$110,52 \pm 33,00$	93 ± 2
10	$12,19 \pm 1,25$	$4,41 \pm 0,56$	$95,62 \pm 12,13$	92 ± 6
20	$18,44 \pm 3,56$	$6,15 \pm 0,91$	$132,49 \pm 20,34$	84 ± 8
30	$15,25 \pm 3,48$	$5,56 \pm 0,71$	$118,00 \pm 11,05$	87 ± 9
40	$14,06 \pm 2,70$	$5,10 \pm 0,98$	$113,64 \pm 22,99$	89 ± 7
50	$13,68 \pm 4,02$	$4,70 \pm 0,42$	$114,10 \pm 20,83$	89 ± 6

Grafik hubungan dosis kapur cangkang keong mas dengan pertumbuhan bobot mutlak dan panjang mutlak pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik hubungan antara dosis kapur dengan pertumbuhan panjang mutlak (kiri) dan bobot mutlak (kanan)

Kualitas air yang baik akan berpengaruh positif terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan. Faktor yang berhubungan dengan kualitas air diantaranya adalah pH. Berdasarkan BSN (2014) nilai optimum pH untuk pemeliharaan ikan lele yaitu 6,5-8,0. Berdasarkan hasil penelitian nilai pH pada perlakuan perbedaan dosis kapur cangkang keong mas terus mengalami peningkatan mulai dari 5,3 sampai 7,3 dimana pH tersebut dapat diterima dengan baik dan ditoleransi oleh ikan lele untuk pertumbuhan.

Nilai efisiensi pakan pada semua perlakuan telah menunjukkan lebih dari 50%. Nilai efisiensi pakan yang tinggi ini menunjukkan bahwa pakan yang dikonsumsi memiliki kualitas yang baik, sehingga dimanfaatkan secara efisien. Selain untuk pertumbuhan, beberapa energi dalam pakan digunakan ikan untuk proses metabolisme dan pencernaan, impuls saraf, respirasi, berenang dan beraktivitas hidup lainnya (Craig dan Helfrich, 2017).

Sedangkan berdasarkan analisis ragam menunjukkan perbedaan dosis kapur cangkang keong mas berpengaruh tidak nyata terhadap kelangsungan hidup ikan lele yang dipelihara dengan model Budikdamber. Hasil penelitian pemberian kapur cangkang keong mas pada air rawa lebak dengan model budikdamber diperoleh kisaran nilai kelangsungan hidup ikan lele sebesar 84%-93%. Berdasarkan BSN (2014), tingkat kelangsungan hidup

ikan lele yaitu >80 %. Hasil penelitian Nursandi (2018) kelangsungan hidup ikan lele yang berukuran 5-7 cm dengan model budikdamber diperoleh nilai kelangsungan hidup 53,33 %. Sedangkan menurut hasil penelitian Rizaldy (2018), pemberian kapur cangkang keong mas dengan dosis terbaik 7.000 kg.ha⁻¹ setara CaO menunjukkan tingkat kelangsungan hidup 100% selama 30 hari pemeliharaan.

IV. KESIMPULAN

Pemberian kapur cangkang keong mas mampu memberikan pengaruh terhadap kualitas air pada pemeliharaan ikan lele dengan model budikdamber, terutama peningkatan pH air media pemeliharaan. Dosis terbaik pemberian kapur cangkang keong mas yaitu dosis 20 mg L⁻¹ setara CaO yang mampu mengoptimalkan pH air rawa lebak 4,80 menjadi 6,78, kelangsungan hidup 84 %, pertumbuhan bobot mutlak 18,44 g, pertumbuhan panjang mutlak 6,15 cm, dan efisiensi pakan 132,49 %, serta menghasilkan panen total tanaman kangkung sebanyak 11,33 g. Meskipun demikian, peningkatan dosis kapur cangkang keong mas belum menunjukkan pengaruh yang seiring dengan panen total tanaman kangkung yang cenderung berfluktuasi. Berdasarkan hasil penelitian disarankan untuk melakukan pengapuran pada air rawa lebak dengan dosis kapur cangkang keong mas 20 mg L⁻¹ setara CaO dan perlu dioptimalkan kembali pertumbuhan tanaman kangkung dengan melakukan pemupukan pada media pemeliharaan.

V. REFERENSI

- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. (2014). *SNI 6484.4:2014. Produksi Benih Ikan Lele Dumbo (Clarias sp.). Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, 8*
- Bhatnagar, A., Devi, P. (2019). Water quality guidelines for the management of pond fish culture. *International Journal of Environment Sciences*, 5(2), 1-30.
- Boyd, C.E. (2016). Calcium carbonate, magnesium carbonate essential in management of production ponds. *Global Seafood Alliance*.
- Boyd, C.E., Tucker, C.S., Somridhivej, B. (2016). Alkalinity and hardness: Critical but elusive concepts in aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society*, 47(1), 6-41
- Boyd, C.E. (2017). Lime plays crucial role in aquaculture pond management. *Global Seafood Alliance*.
- Boyd, C.E. (2020). *Water quality, an introduction*. Third edition. Springer.
- Burtle, G.J. (2015). Pond fertilization and liming in Georgia. *UGA Extension Bulletin*, 867. 8p
- Chesser, B., & Sink, T. (2022). Liming your pond to improve the fishery. *Texas A&M Agrilife Extension. RWFm-PU-329, 5p*.
- Craig, S., Helfrich, L.A. (2017). Understanding Fish Nutrition, Feeds, and Feeding. *Virginia Cooperative Extension, Publication 420-256*.

- Darmawan, M., Irmawati, Asmuliani, R. (2020). Pertumbuhan dan produksi tanaman selada (*Lactuca sativa* I.) dan ikan lele (*Clarias* sp.) dengan sistem akuaponik. *Jurnal Agrium*, 22(3), 157-161.
- Effendi, H., Utomo, B.A., Darmawangsa, G.M., Karo-karo, R.E. (2015). Fitoremediasi limbah budidaya ikan lele (*Clarias* sp.) dengan tanaman kangkung (*Ipomoea aquatica*) dan pakcoy (*Brassica rapa* Chinensis). *Jurnal Ecolab*, 9(2), 47-104.
- El-Hadi, E., El-Behery, E., Ebraheim, L.L. (2019). Morpho-histological approach of African catfish (*Clarias gariepinus*) respiratory system with mucocytes and arterial blood supply attribute. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 7(2), 31-41
- Febriyono, R., Susilowati, Y.E., Suprpto, A. (2017). Peningkatan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans* L.) melalui perlakuan jarak tanam dan jumlah tanaman per lubang. *Jurnal Ilmu Pertanian Tropika dan Subtropika*, 2(1), 22-27.
- Food and Agriculture organization (FAO). (2019). *Integrated aquaculture and aquaponics*. In *Sustainable food and agriculture, an integrated approach*. Campanhola, C., and Pandey S. (eds). Academic Press.
- Istiqomah. (2020). *Kombinasi Kapur Alternatif dan Kalsit (CaCO₃) untuk Mengoptimalkan pH Air pada Pemeliharaan Ikan Patin (Pangasius sp.) di Lahan Lebak*. in Skripsi, Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
- Kar, D. (2016). *Epizootic ulcerative fish disease syndrome*. Academic Press.
- Karimah, U., Samidjan, I., Pinandoyo. (2018). Performa pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila gift (*Oreochromis niloticus*) yang diberi jumlah pakan yang berbeda. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 7(1), 128-135.
- Kusumawati, A.A., Suprpto, D., Haeruddin, H. (2018). Pengaruh ekoenzim terhadap kualitas air dalam pembesaran ikan lele (*Clarias gariepinus*). *Journal of Maquares*, 7(4), 307-314.
- Mulyadi, D., Haryati, S., Said, M. (2020). The effect of calcium oxide and aluminium sulfate on iron, manganese, and color removal at peat water treatment. *Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry*. 5(2), 42-48.
- Nugoro, T.A., Tibyani., Putri, R.R.M. (2018). Kontrol ketinggian air pada budidaya ikan dan tanaman yamina-bumina menggunakan metode Fuzzy Takagi-Sugeno. *Jurnal Teknik Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(7), 2730-2737.
- Nursandi, J. (2018). Budidaya ikan dalam ember “Budikdamber” dengan aquaponik di lahan sempit. In: Analiasari, A., Sukmawan, Y., Barades, E., Candra, A.A., Gusta, A.R., Berliana, D.,(eds.). *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian. Politeknik Negeri Lampung 08 Oktober 2018*
- Rinaldo, D.A., Octaviano, A. (2021). Rancang bangun alat kontrol air otomatis dengan pendeteksian tingkat nutrisi dan pH air pada tanaman hidroponik. In: Al Islami, H., Suryaningrat, & Khoirunnisya.(eds). *Prosiding Seminar Informatika dan Sistem Informasi*, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pamulang 06 November 2021. Tangerang Selatan, 234-243
- Rizaldy, N. (2018). *Pemanfaatan Kapur Cangkang Keong Mas (Pomacea canaliculata) pada Pengapuran Kolam di Lahan Rawa Lebak untuk Budidaya Ikan Patin*

- (*Pangasius* sp.). In Skripsi, Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
- Saputra, M.I., (2018). *Kombinasi Kapur Cangkang Keong Mas dan Kalsit pada Pengapuran Kolam di Lahan Rawa Lebak Untuk Budidaya Ikan Patin*. (Skripsi. Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya)
- Setijaningsih, L., Umar, C. (2015). Pengaruh lama retensi air terhadap pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada budidaya sistem akuaponik dengan tanaman kangkung. *Berita Biologi. Jurnal Ilmu-ilmu Hayati*, 14(35), 121-128.
- Sumantriyadi., (2014). Pemanfaatan sumberdaya perairan rawa lebak untuk perikanan. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 1(9), 59-65.
- Suspendi, S., Maulana, M.R., & Fajar, S. (2015). Teknik budidaya yumina-bumina sistem aliran atas di bak terpal. *Jurnal Teknik Litkayasa Akuakultur*, 13(1), 5-9.
- Wibowo, R.H., Sipriyadi, Sugianto, N., Sembiring, S.R., Hutasoit, C.M., Serlyani, Y.K., & Hidayah, T. (2020). Aplikasi akuaponik sayur organik ikan lele dalam ember (*asoileledamber*) di Kota Bengkulu. *Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*, 5(3), 656–664.
- Wicaksana, S.N., Hastuti, S., Arini, E. (2015). Performa produksi ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang dipelihara dengan sistem biofilter akuaponik dan konvensional. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(4),109-116.