Jurnal Ilmiah
SAMUDRA AKUATIKA
Volume 10 (1) Juni 2026: 22-29

e-ISSN: 2614-6738
p-ISSN: 2621-5314
DOI: 10.33059/jisa.v9i2.13185

Kandungan Mineral (Ca, Mg, K, dan Na) pada Air Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Desa Purworejo, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur

Mineral Content (Ca, Mg, K, and Na) in the Culture Water of Pacific White Shrimp (Litopenaeus vannamei) in Purworejo Village, Pasir Sakti District, East Lampung Regency, Indonesia

Wuni Alfionita[1,✉], **Ellen Larasati**[1], **Asmaul Husna**[1]

[1]Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Kelauatan dan Perikanan, Universitas Syiah Kuala, Kota Banda Aceh, Aceh, Indonesia
✉Email: wunialfionita@usk.ac.id

Abstrak: Mineral merupakan salah satu komponen penting dalam media budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) karena berperan dalam proses osmoregulasi, pertumbuhan, dan kelangsungan hidup udang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan mineral pada air budidaya udang vaname di Desa Purworejo, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur. Parameter yang diamati meliputi kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K), dan natrium (Na). Sampel air dikumpulkan pada hari pemeliharaan (DOC) 5, 20, dan 35 dari tiga tambak budidaya, kemudian dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi Ca berkisar antara 186,7–266,7 mg/L, Mg 307,4–396,4 mg/L, K 43,3–70,8 mg/L, dan Na 1.767,5–4.308,6 mg/L. Dibandingkan dengan kisaran konsentrasi yang direkomendasikan untuk budidaya udang vaname, sebagian besar parameter mineral masih berada pada tingkat yang relatif rendah. Kondisi tersebut berpotensi memengaruhi kualitas media budidaya dan performa pertumbuhan udang. Oleh karena itu, pengelolaan mineral melalui suplementasi atau perbaikan kualitas air diperlukan untuk menjaga kondisi lingkungan budidaya yang optimal dan mendukung keberhasilan produksi udang vaname.

Kata kunci: kalium, kalsium, magnesium, mineral, natrium, udang vaname.

Abstract: *Minerals are essential components of shrimp culture water, playing important roles in osmoregulation, growth, and survival of Pacific white shrimp (Litopenaeus vannamei). This study aimed to analyze the mineral content of water used for L. vannamei culture in Purworejo Village, Pasir Sakti District, East Lampung Regency, Indonesia. The observed mineral parameters included calcium (Ca), magnesium (Mg), potassium (K), and sodium (Na). Water samples were collected from three shrimp ponds at 5, 20, and 35 days of culture (DOC) and analyzed using a descriptive approach. The results showed that Ca concentrations ranged from 186.7 to 266.7 mg/L, Mg from 307.4 to 396.4 mg/L, K from 43.3 to 70.8 mg/L, and Na from 1,767.5 to 4,308.6 mg/L. Compared with the recommended ranges for optimal L. vannamei culture, most mineral concentrations were relatively low. These conditions may affect water quality and potentially limit shrimp growth performance. Therefore, mineral supplementation and appropriate water quality management are recommended to improve culture conditions and support sustainable shrimp production.*

Keywords: calcium, magnesium, mineral, potassium, sodium, whiteleg shrimp.

I. PENDAHULUAN

Budidaya tambak udang merupakan salah satu usaha yang banyak diminati dan dikembangkan oleh masyarakat karena mendukung perekonomian dengan meningkatkan pendapatan baik sebagai mata pencaharian utama maupun sampingan. Udang vaname merupakan salah satu komoditas unggulan budidaya yang banyak diminati karena memiliki prospek dan profit yang menjanjikan. Salah satu sentra udang di Provinsi Lampung terletak di Kabupaten Lampung Timur, Kecamatan Pasir Sakti, Desa Purworejo. Mayoritas petambak di Desa Purworejo menerapkan sistem budidaya semi intensif. Permasalahan yang dihadapi oleh petambak di Desa Purworejo yaitu hasil panen yang

kurang maksimal karena udang mengalami permasalahan saat ganti kulit *(moulting)* dan terserang penyakit. Hal ini diduga karena udang mengalami defisiensi mineral dalam air tambak budidaya.

Kandungan mineral dalam air merupakan aspek penting dalam kegiatan budidaya udang vaname. Ketersediaan mineral dalam tambak dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu sumber air, jenis kontruksi tambak, frekuensi pergantian air, aerasi, dan padat tebar. Sumber air yang berbeda seperti air laut, air tawar, atau air payau memiliki kandungan mineral yang berbeda-beda (Pratiwi *et al.*, 2020). Jenis kontruksi tambak dapat mempengaruhi kandungan mineral dan oksigen terlarut dalam air tambak (Supriatin *et al.*, 2024). Frekuensi pergantian air dan aerasi dapat membantu kadar oksigen untuk siklus mineral dan mencegah penumpukan ammonia. Aerasi yang tidak memadai dapat menyebabkan penipisan oksigen sehingga berpengaruh terhadap kelarutan dan ketersediaan mineral tertentu. Padat terbar yang tinggi dapat meningkatkan kebutuhan oksigen dan nutrisi yang berpotensi menyebabkan ketidakseimbangan kandungan mineral (Munthe *et al.*, 2022).

Mineral makro maupun mikro merupakan unsur esensial yang dibutuhkan dalam jumlah kecil oleh ikan budidaya untuk meningkatkan penyerapan dan metabolism nutrisi yang tepat, meningkatkan efisiensi konversi pakan, dan kinerja pertumbuhan, serta meningkatkan kesehatan dan sistem imunitas organisme akuatik (Mmanda, 2025). Mineral seperti kalsium, magnesium, dan besi berperan dalam kesehatan udang, menstabilkan pH, merangsang tumbuhnya plankton, dan untuk menguraikan senyawa-senyawa berbahaya (Prastiwi *et al.*, 2025). Selain itu, kandungan mineral dalam tambak juga dapat meningkatkan sintasan dan pertumbuhan udang (Valenzuela-Madrigal *et al.*, 2017). Mineral tersebut dibutuhkan dalam jumlah kecil dan berperan penting dalam proses biokimia dan perkembangan otot (Lall, 2022). Pada udang, kebutuhan mineral akan meningkat saat terjadi ganti kulit. Udang tidak hanya mendapatkan sumber mineral dari makanan tetapi juga dari air media (Kaligis, 2015).

Aktivitas budidaya yang dilakukan secara terus menerus dapat menjadi penyebab menurunnya kandungan mineral dalam air budidaya. Petambak di Desa Purworejo kurang memperhatikan kandungan mineral dalam air budidaya sehingga terjadi penurunan kualitas air. Menurunnya kualitas air menyebabkan hasil produksi yang tidak maksimal karena udang menjadi mudah terserang penyakit. Kondisi kualitas air yang tidak sesuai standar budidaya udang dapat menyebabkan kematian dan kerugian (Oktasari *et al.*, 2024). Hingga saat ini, informasi mengenai kandungan mineral pada air budidaya udang vaname di Desa Purworejo masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kandungan mineral dalam air budidaya udang vaname di wilayah tersebut. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengelolaan kualitas air, khususnya terkait pemenuhan kebutuhan mineral, sehingga dapat mendukung keberlanjutan dan keberhasilan budidaya udang vaname.

II. METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada Januari-Februari 2022. Lokasi pengambilan sampel air tambak di Desa Purworejo, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur. Luas tambak yang digunakan untuk penelitian yaitu 1.200 m^2, padat tebar 70 ekor/m, jumlah kincir 3 unit, jenis tambak HDPE, pakan yang digunakan *pellet,* dan *feeding frequency* 3 kali. Pengamatan sampel air dilakukan di Mini Lab Central Proteina Prima (CPP) yang terletak di Desa Purworejo, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur dan Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi (LTSIT) yang terletak di Universitas Lampung, Bandar Lampung.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi botol sampel, rak tabung, pipet tetes, pipet volume, kertas saring, Erlenmeyer, gelas ukur, spektrofotometer, *flame* fotometer, bola karet, dan labu ukur.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi air sampel, air suling, larutan NaOH 1N, larutan KCN, indiKator mureksid, larutan Na_2EDTA 0,01M, larutan induk kalium, larutan standar kalium, larutan standar natrium, *buffer solution,* indiKator EBT, dan larutan EDTA 0,01N.

Pengambilan Sampel Air

Pengambilan sampel air dilakukan pada pagi hari dan setiap 15 hari sekali. Sampel air diambil saat udang vaname berada pada DOC 5, DOC 20, dan DOC 35. Parameter mineral yang diamati yaitu kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K), dan natrium (Na).

Parameter Uji

Kalsium (Ca)

Pengukuran Ca dilakukan dengan mengambil 25 mL air sampel dan dimasukkan ke erlenmeyer 250 mL. Kemudian, diencerkan dengan air suling sampai volume 50 mL. Selanjutnya, ditambahkan 2 mL larutan NaOH 1N (secukupnya) sampai dicapai pH 12-13. Apabila air uji keruh maka ditambahkan 1-2 mL larutan KCN 10%. Lalu, ditambahkan 30-50 mg indikator mureksid dan dititrasi dengan larutan baku Na_2EDTA 0,01M sampai terjadi perubahan warna merah muda menjadi ungu. Catat volume larutan baku yang digunakan dan dilakukan pengulangan titrasi sebanyak 3 kali kemudian di rata-ratakan volume larutan baku yang digunakan (SNI 06-6989.12.2004).

Magnesium (Mg)

Untuk mengukur kandungan Mg maka dilakukan pengukuran kesadahan terlebih dahulu. Kemudian, mengurangi nilai rata-rata yang diperoleh setelah penentuan kesadahan total dengan volume rata-rata Ca. Maka, diperoleh kandungan Mg dalam air sampel (SNI 06-6989.12.2004).

Kalium (K)

Prosedur pengukuran K dengan mengambil larutan induk K sebanyak 10 mL kemudian dimasukkan labu ukur dan diencerkan dengan akuades sampai 100 mg/L. Larutan standar K dibuat dengan mengambil larutan 100 mg/L sebanyak 30 mg/L, 25 mg/L, 10 mg/L, 5 mg/L, 3 mg/L, 2 mg/L, 1 mg/L, dan 0,5 mg/L. Lalu, dilarutkan dalam labu ukur 10 mL sehingga didapatkan konsentrasi berturut-turut 30 mg/L, 25 mg/L, 10 mg/L, 5 mg/L, 3 mg/L, 2 mg/L, 1 mg/L, dan 0,5 mg/L. Setelah itu, air sampel disaring menggunakan kertas saring 2 lapis dan dimasukkan pada tabung rekasi untuk uji pendahuluan dengan *flame* fotometer. *Flame* fotometer dikalibrasi menggunakan akuades sehingga menunjukkan angka nol (0,0). Data dari konsentrasi sampel yang diperoleh selanjutnya akan dianalisis (Dwiputri *et al.*, 2021).

Natrium (Na)

Prosedur pengukuran Na dilakukan dalam beberapa tahap seperti preparasi larutan standar, preparasi sampel, dan pengukuran menggunakan spektroskopi serapan atom. Preparasi larutan standar menggunakan larutan standar Na $NaNO_3$ dalam HNO_3 0,5 mol/L, 1000 mol/L Na. Kemudian, membuat 5 variasi konsentrasi yaitu 100, 200, 300, 400, dan 500 ppm. Preparasi sampel dilakukan dengan mengambil sampel sebanyak 200 mL. Sampel diambil sebanyak 1 mL dan dipindahkan ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian ditambahkan 2 mL HNO_3 0,02M lalu ditambahkan akuades hingga tanda batas. Pengukuran Na dilakukan dengan mengaktifkan spektroskopi serapan atom dan dilakukan pengukuran absorbansi blanko dengan 3 kali pengukuran. Kemudian, dilakukan pengukuran absorbansi untuk 5 variasi larutan standar. Lalu, dilakukan pengukuran absorbansi larutan sampel (Paweka, 2017).

Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif kualitatif. Hasil yang didapatkan dibandingkan dengan nilai baku mutu kandungan mineral yang optimal untuk budidaya udang vaname.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Mineral yang diamati terdiri atas Ca, Mg, K, dan Na. Mineral tersebut sangat dibutuhkan oleh udangg untuk metabolism basal dan pertumbuhan (Dwiono *et al.*, 2018). Mineral Ca, Mg, K, dan Na berpengaruh terhadap osmoregulasi yang dilakukan oleh udang. Osmoregulasi adalah upaya organisme akuatik untuk mempertahankan keseimbangan cairan tubuh dengan cairan eksternal (media) (Salsabiela, 2020). Menurut Scabra *et al.* (2016), kelarutan mineral pada air laut atau air payau lebih tinggi daripada air tawar.

Pembahasan

Berdasarkan data hasil penelitian, diketahui bahwa rata-rata kandungan mineral pada tambak 1 (T1) meliputi kandungan Ca sebesar 186,7 mg/L, kandungan Mg sebesar 396,4 mg/L, kandungan K sebesar 61,5 mg/L, dan kandungan Na sebesar 3993,8 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi Ca, Mg, K, dan Na pada T1 berada di bawah batas optimal untuk budidaya udang vaname. Pada tambak 2 (T2) kandungan Ca sebesar 266,7 mg/L, kandungan Mg sebesar 307,4 mg/L, kandungan K sebesar 70,8 mg/L, dan kandungan Na sebesar 4308,6 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan Ca pada T2 melebihi batas optimal sedangkan kandungan Mg, K, dan Na berada di bawah batas optimal untuk budidaya udang vaname. Pada tambak 3 (T3) kandungan Ca sebesar 200,0 mg/L, kandungan Mg sebesar 331,7 mg/L, kandungan K sebesar 43,3 mg/L, dan kandungan Na sebesar 1767,5 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan Ca, Mg, K, dan Na pada tambak 3 berada di bawah batas optimal untuk budidaya udang vaname.

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa kandungan mineral Ca, Mg, K, dan Na pada sebagian besar tambak mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya umur udang. Hal ini disebabkan karena mineral terserap oleh tanah, asimilasi menjadi daging udang, pergantian air, dan adanya rembesan terutama pada tambak tanah. Mineral memiliki banyak fungsi fisiologis untuk menjaga keseimbangan asam basa. Ca dan Mg sangat penting dalam proses ganti kulit dan pembentukan cangkang baru (Suguna, 2020). Udang yang mengalami kekurangan mineral dapat diidentifikasi melalui ekor yang rusak, mengalami kram, dan kematian yang disebabkan ketidakseimbangan ion dalam air budidaya tambak udang vaname.

Tabel 1. Hasil pengukuran kandungan mineral air budidaya udang vaname

Paramater	Tambak ke-	DOC 5	DOC 20	DOC 35	Rata-rata	Standar optimal (mg/L) (Prihutomo *et al.*, 2018)
Ca (mg/L)	1	280,0**	120,0*	160,0*	186,7*	208,8-234,6
	2	520,0**	120,0*	160,0*	266,7**	
	3	320,0**	160,0*	120,0*	200,0*	
Mg (mg/L)	1	436,9*	388,3*	364,1*	396,4*	703,8-821,1
	2	242,7*	364,1*	315,5*	307,4*	
	3	291,2*	339,8*	364,1*	331,7*	
K (mg/L)	1	167,3*	12,4*	4,91*	61,54*	192,6-224,7
	2	189,2*	13,1*	10,2*	70,8*	
	3	109,8*	12,9*	7,2*	43,3*	
Na (mg/L)	1	10825,5**	754,6*	401,3*	3993,8*	5478,3-6391,3
	2	11662,1**	736,1*	527,6*	4308,6*	
	3	4072,7*	730,6*	499,2*	1767,5*	

DOC : *day of culture*
Keterangan : *(kurang dari kisaran batas optimal); ** (lebih dari kisaran batas optimal)

Ca memiliki peranan penting dalam pembentukan eksoskeleton dan cangkang krustasea pada budidaya udang vaname (Venkateswarlu *et al.*, 2019). Pada Tabel 1, kandungan Ca alam tambak tergolong rendah sehingga dapat mengganggu proses ganti kulit dan pertumbuhan udang vaname. Kondisi udang pada T1 dan T3 mengalami kesulitan ganti kulit yang ditandai dengan cangkang lunak dan tidak dapat mengeras dengan baik karena kandungan Ca pada tambak tersebut di bawah batas optimal. Sedangkan kondisi udang pada T2 juga mengalami kesulitan ganti kulit karena cangkang terlalu keras dan pertumbuhan terhambat yang disebabkan oleh kandungan Ca tinggi pada tambak. Menurut Erlando *et al.* (2016), jika kandungan Ca rendah maka menyebabkan udang kesulitan dalam pembentukan cangkang. Menurut Scabra *et al.* (2024), Ca berfungsi untuk meningkatkan kandungan Ca eksoskeleton udang, lama periode ganti kulit, dan mampu memicu pertumbuhan biomassa udang menjadi cepat dan Ca terlarut yang meningkat dapat menyebabkan pH naik. Kebutuhan Ca dapat terpenuhi melalui pakan dan lingkungan (Nurfaidah dan Agustono, 2021). Selain itu, Ca juga berpengaruh terhadap pembekuan darah, jantung, ginjal, saraf, aktivitas beberapa enzim, dan fungsi sel (Noviana *et al.*, 2018).

Berdasarkan Tabel 1, kandungan Mg pada tambak mengalami penurunan seiring bertambahnya umur udang dan kurang dari kisaran batas optimal. Pada tambak T1, T2, dan T3 kondisi udang mengalami pertumbuhan yang lambat dan terganggunya proses osmoregulasi sehingga udang lebih rentan terhadap penyakit. Mg memegang peranan penting bagi pertumbuhan dan perkembangan udang serta untuk perkembangan alami plankton dalam air (Venkateswarlu *et al.*, 2019). Mg memiliki beberapa manfaat bagi organisme akuatik seperti berperan sebagai kofaktor kerja enzim dalam metabolisme lemak, karbohidrat, dan protein, serta berperan sebagai komponen esensial dalam menjaga homeostatis intra dan ekstraseluler. Kandungan Mg dalam tambak tidak mencapai batas optimal untuk budidaya udang vaname. Kekurangan Mg juga menimbulkan beberapa masalah seperti menyebabkan penurunan nafsu makan sehingga pertumbuhan menjadi lambat dan aktivitas organisme akuatik berkurang serta menyebabkan terjadinya abnormal pada tulang dan tubuh udang (Prihutomo *et al.*, 2018).

Kalium (K) adalah suatu elemen intraseluler yang penting karena berpengaruh dalam metabolisme ketika pengeluaran energi dibutuhkan dalam rangka menjaga konsentrasi konstan gradient melewati dinding sel. K sebagai mineral mikro yang penting bagi udang terutama dalam menjaga keseimbangan elektrolit cairan tubuh, penghantaran impuls saraf, serta pembebasan tenaga yang berasal dari protein, lemak, dan karbohidrat pada proses metabolisme. Pada Tabel 1, menunjukkan bahwa kandungan K di lokasi tambak penelitian menunjukkan hasil yang tidak optimal karena kandungan K yang rendah. Rendahnya kandungan K menyebabkan permasalahan yang sama dengan kekurangan Mg yaitu cangkang menjadi lunak, terganggunya proses osmoregulasi dan rentan terserang penyakit. Hal ini terlihat dari banyaknya udang yang mengalami kematian di T1, T2, dan T3. Kalium merupakan unsur pokok yang ditemukan sedikit dalam perairan payau dan tawar. Kalium berpengaruh terhadap pertumbuhan, sintasan, ganti kulit udang, dan menurunkan tingkat kanibalisme. Di dalam tubuh, K dan Na berperan mengatur keseimbangan muatan elektrolit cairan tubuh (Supono *et al.*, 2022).

Natrium (Na) merupakan mineral makro yang memiliki beberapa manfaat bagi udang seperti penyusun utama struktur rangka seperti cangkang, membantu proses transfer elektron dan kofaktor sistem metabolism tubuh sehingga udang memiliki daya tahan tubuh yang baik. Ion Na paling banyak ditemui dalam air laut. Tabel 1

menunjukkan kandungan Na dalam tambak tergolong rendah dan tidak optimal. Selain itu, kandungan Na mengalami penurunan selama masa pemeliharaan sehingga berpengaruh terhadap keseimbangan osmotik pada tubuh udang. Menurut Paweka (2017), Na berperan dalam menjaga keseimbangan osmotik dan mengatur regulasi air dan larutan pada tubuh udang. Di samping itu, natrium juga berperan penting dalam keseimbangan darah, kontraksi otot, sistem saraf, dan distribusi cairan tubuh.

Kandungan mineral di tambak udang vaname Desa Purworejo sebagian besar berada di bawah kisaran optimal sehingga perlu dibeikan perlakuan tambahan. Udang pada tambak T1, T2, dan T3 mengalami stress dan pertumbuhan terhambat. Kandungan Ca dan Mg yang rendah pada tambak dengan memberikan kapur dolomit $CaMg(CO_3)_2$ dan kapur tohor (CaO). Kapur dolomit dan kapur tohot merupakan bahan baku yang mudah diperoleh serta mengandung Ca dan Mg yang tinggi sehingga bisa dimanfaatkan sebagai salah satu sumber kalsium dan magnesium yang aditif untuk udang vaname (Yunus *et al.*, 2020). Kandungan K pada tambak lokasi penelitian sangat rendah. Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kandungan K yaitu dengan menambahkan larutan KCl. Penambahan KCl dalam media budidaya berpengaruh terhadap sintasan udang vaname. Menurut Supono *et al.* (2022), penambahan senyawa garam KCl berpengaruh terhadap sintasan, pertumbuhan udang vaname, meningkatkan kemampuan osmoregulasi dan mengurangi tingkat stress udang vaname. Selain itu, kandungan Na dalam tambak juga sangat rendah. Untuk meningkatkan kandungan Na pada tambak dapat dilakukan dengan cara mengambil impuritis yang terdapat pada Na yaitu Mg kemudian direaksikan dengan natrium hidroksida (NaOH) (Mubarok *et al.*, 2021).

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian kandungan mineral pada air budidaya tambak udang vaname menunjukkan bahwa kandungan mineral seperti Ca, Mg, K, dan Na mengalami penurunan seiring dengan pertumbuhan udang dan lamanya masa pemeliharaan. Sebagain besar kandungan mineral dalam tambak berada di bawah dari kisaran batas optimal sehingga perlu diberikan perlakuan tambahan pada media pemeliharaan udang vaname. Rendahnya kandungan Ca, Mg, K, dan Na menyebabkan kesulitan ganti kulit, cangkang lunak, terganggunya proses osmoregulasi, pertumbuhan terhambat, rentan terserang penyakit, dan kematian massal.

V. REKOMENDASI DAN SARAN

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu dilakukan pengukuran kandungan mineral pada tambak dari awal penebaran hingga pemanenan.

DAFTAR PUSTAKA

Darwantin, K., Sidik, R., dan Mahasri, G. (2016). Efisiensi Penggunaan Imunostimulan dalam Pakan terhadap Laju Pertumbuhan, Respon Imun, dan Kelulushidupan Udang Vannamei *(Litopenaeus vannamei). Jurnal Biosains Pascasarjana,* 18(2): 1 – 17.

Dwiputri, A.Y., Fajarwati, F.I., dan Matahelumual, B.C. 2021. Validasi Penentuan Kalium (K) dalam Sampel Air Menggunakn Flame Fotometer. *Indonesian Journal of Chemical Research,* 6(1): 23-31.

Erlando, G., Rusliadi, dan Mulyadi. (2016). Increasing calsium oxide (CaO) to accelerate moulting and survival rate vannamei shrimp *(Litopenaeus vannamei)*. *JOM FAPERIKA UNRI,* 3(1). 1 – 7.

Kaligias, E.Y. (2015). Respons pertumbuhan udang vaname *(Litopenaeus vannamei)* di media bersalinitas rendah dengan pemberian

pakan protein dan kalsium berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan,* 7(1): 225 – 234.

Lall, S.P. (2022). "The Minerals" in Fish Nutrition, 4th ed. Academic Press. 469 – 554.

Mmanda, F.P. (2025). Importance of Minerals and Their Bioavailability in Boosting Aquaculture: A Systematic Review. Institute of Marine Science, University of Dar es Salaam. Tanzania.

Mubarok, M.R., Indrayani, Y.D., Soemargono, dan Suprianti, L. (2021). Peningkatan kadar sodium chloida di dalam air laut dengan penambahan larutan sodium hidroksida. *Journal of Chemical and Process Engineering,* 2(2): 31 – 37.

Munthe, A.D.P., Fadhillah, R., Diana, F., Rahmayanti, F., dan Muktaridha. Tingkat pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vaname *(Litopenaeus vannamei)* pada densitas yang berbeda di tambak CV. Markisa Farm. *Jurnal Akuakultura,* 6(2): 88 – 95.

Nurfaidah, E. dan Agustono. (2021). Teknik penambahan kalsium karbonat ($CaCO_3$) pada pakan udang putih *(Litopenaeus vannamei)* di Kasetsart University, Bangkok. *Journal of Marine and Coastal Science,* 10(3): 118 – 123.

Noviana, R., Muhammadar, dan Hasanuddin. (2018). Penambahan kalsium dengan dosis yang berbeda pada pakan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang galah *(Macrobrachium rosenbergii)* stadia tokolan. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah,* 3(1): 76 – 83.

Oktasari, H., Mariam, Natsir, A.B.A. (2024). Optimalisasi pengelolaan kualitas air terhadap kelangsungan hidup udang vaname *(Litopenaeus vannamei)* di Farm Vannamei Reborn Probolinggo Jawa Timur. *Manfish: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Peternakan,* 2(2): 107 – 115.

Paweka, Y.M. (2017). Analisis natrium dalam air laut di sekitar pesisir Pantai Papua dengan metode spektroskopi serapan atom. *Indonesian Journal of Applied Sciences,* 7(2): 19 – 24.

Prastiwi, N.L., Fauziah, A., dan Nazran. (2025). Kesesuaian Kualitas Air pada Tambak Udang Vaname *(Litopenaeus vannamei)* Sistem Intensif di CV. Lautan Sumber Rejeki Kabupaten Banyuwangi Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Perikanan Kamasan,* 6(1): 1 – 19.

Pratiwi, R., Hidayat, K.W., dan Sumitro. (2020). Production performance of catfish *Clarias gariepinus* Burchell, 1822 cultured with added probiotic *Bacillus* sp. on biofloc technology. *Journal of Aquaculture and Fish Health,* 9(3): 274 – 285.

Prihutomo, A., Kurnia, D., Triana, A., Kurnia, B., dan Priyadi, S. (2018). Dinamika konsentrasi mineral kalsium, magnesium, dan kalium serta performa produksi udang vaname *(Litopenaeus vannamei*, Boone*)* yang dipelihara pada media salinitas rendah. *Buletin Produksi Perikanan Budidaya,* 1(1): 19 – 26.

Salsabiela, M. (2020). Pola osmoregulasi udang vannamei *(Litopenaeus vannamei)* dewasa yang diablasi dan dikultivasi pada berbagai tingkat salinitas. *Gema Wiralodra,* 11(1): 143 – 153.

Scabra, A.R., Budiarti, T., dan Djokosetiyanto, D. (2016). Production performance of *Anguilla bicolor bicolor* with the addition of $CaCO_3$ into culture media. *Jurnal Akuakultur Indonesia,* 15(1): 1 – 7.

Scabra, A.R., Marzuki, M. dan Yarni, B.M. (2023). Pengaruh Pemberian Kalsium Hidroksida ($CaOH_2$) dan Fosfor (P) terhadap Pertumbuhan Udang Vaname *(Litopenaeus vannamei)* pada Media Air Tawar. *Jurnal Ruaya: Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmu Perikanan dan Kelautan,* 11(1): 39 -51.

Scabra, A.R., Cokrowati, N., dan Fatimah, S. (2024). Pengaruh pemberian kalsium hidroksida $Ca(OH)_2$ terhadap performa pertumbuhan udang vaname *(Litopenaeus vannamei)* yang dipelihara pada media air tawar. *Jurnal Perikanan Tropis,* 11(1): 1 – 13.

SNI 06-6989.12-2004. *Air dan Air Limbah – Bagian 12: Cara Uji Kesadahan Total, Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg) dengan Metode Titrimetri*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.

Suguna, T. (2020). Application of minerals in low saline water culture systems of *L. vannamei. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences,* 9(9): 516 – 521.

Supono, Suari, P.I., dan Sarida, M. (2022). Pengaruh penambahan mineral kalium (K) pada media kultur salinitas rendah terhadap performa udang vaname *Litopenaeus vannamei*. Jurnal Agroqua, 20(2): 339 – 346.

Supriatin, F.E., Rahmawati, A., dan Dailami, M. 2024. The effects of pond type and water quality dynamics on vannamei shrimp growth: A dummy regression analysis. *Jurnal Pijar MIPA,* 19 (5): 898-905.

Valenzuela-Madrigal, I.E., Valenzuela-Quinonez, H.M., Esparza-Leal, G. Rodriguez-Quiroz, dan Aragon-Noriega, E.A. (2017). Effects of ionicomposition on growth and survival of white shrimp *Litopenaeus vannamei* culture at low-salinity well water. *Revista de Biologia Marina Oceanografia,* 52(1): 103 – 112.

Venkateswarlu, V., Seshaiah, P.V., Arun, P., dan Behra, P.C. (2019). A study on water quality parameters in shrimp *L. vannamei* semi-intensive grow out culture farms in coastal districts of Andhra Pardesh, India. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies,* 7(4): 394 – 399.

Yunus, R., Haris, A., dan Hamsah. (2020). Pengaruh penambahan kapur dolomite dan kapur tohor dalam media pemeliharaan terhadap *moulting*, pertumbuhan, dan sintasan udang vaname *(Litopenaeus vannamei). Jurnal Ilmu Perikanan,* 9(1): 39 – 47.