



APLIKASI *MINERAL MIX* TERHADAP KUALITAS AIR DAN KINERJA PERTUMBUHAN UDANG VANAME PADA KEPADATAN BERBEDA DALAM SISTEM *LOW WATER EXCHANGE*

ISMU ZAMZAMI



**PROGRAM MAGISTER ILMU AKUAKULTUR
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Aplikasi *Mineral Mix* terhadap Kualitas Air dan Kinerja Pertumbuhan Udang Vaname pada Kepadatan Berbeda dalam Sistem *Low Water Exchange*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Ismu Zamzami
C1501241034



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

RINGKASAN

ISMU ZAMZAMI. Aplikasi *Mineral Mix* terhadap Kualitas Air dan Kinerja Pertumbuhan Udang Vaname pada Kepadatan Berbeda dalam Sistem *Low Water Exchange*. Dibimbing oleh KUKUH NIRMALA, EDDY SUPRIYONO, dan WIDANARNI.

Budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu sektor perikanan yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan terus berkembang seiring meningkatnya permintaan pasar. Peningkatan produksi umumnya dilakukan melalui penerapan sistem budidaya intensif dengan kepadatan tebar tinggi dan pergantian air rendah (*low water exchange*/LWE). Sistem ini mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air dan biosekuriti, namun berpotensi menyebabkan akumulasi bahan organik, penurunan kualitas air, meningkatnya senyawa nitrogen, serta memicu stres fisiologis yang berdampak pada pertumbuhan, kesehatan, dan kelangsungan hidup udang. Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah melalui suplementasi mineral yang berperan sebagai nutrisi penting bagi mikroorganisme dan udang, sehingga diharapkan mampu memperbaiki kualitas air, mendukung aktivitas mikroba, serta meningkatkan performa budidaya.

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh pemberian *mineral mix* pada sistem budidaya udang vaname dengan *low water exchange* dan kepadatan tebar yang berbeda terhadap kualitas air dan performa pertumbuhan udang vaname. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap faktorial dengan dua faktor, yaitu kepadatan tebar 100, 150, dan 200 ekor m⁻² serta dosis *mineral mix* 0,00, 0,20, dan 0,30 ppm. Masing-masing perlakuan diulang tiga kali sehingga terdapat 27 unit percobaan. Udang dipelihara selama 28 hari dengan sistem *low water exchange* dan pergantian air maksimal 5% per hari. Parameter kualitas air yang diamati meliputi suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut (DO), potensi oksidasi-reduksi (ORP), total padatan tersuspensi (TSS), alkalinitas, total amonia nitrogen (TAN), nitrit, nitrat, dan fosfat. Parameter biologis yang diamati meliputi *specific growth rate* (SGR), *feed conversion ratio* (FCR), *survival rate* (SR), kadar glukosa darah, konsentrasi enzim *superoxide dismutase* (SOD), rasio RNA/DNA, *total bacterial count* (TBC), dan *total Vibrio count* (TVC). Data dianalisis menggunakan *repeated-measures* ANOVA dan ANOVA dua arah yang dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf nyata 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan tebar memberikan pengaruh yang lebih besar dibandingkan dosis *mineral mix* terhadap sebagian besar parameter yang diamati. Peningkatan kepadatan tebar menyebabkan meningkatnya total padatan tersuspensi, total amonia nitrogen, nitrit, nitrat, fosfat, serta menurunnya oksigen terlarut, potensial oksidasi-reduksi, dan alkalinitas selama pemeliharaan. Pemberian *mineral mix*, terutama pada dosis 0,2 dan 0,3 ppm, mampu mempertahankan kualitas air pada kepadatan rendah dan sedang dengan menekan akumulasi nitrit serta mendukung proses nitrifikasi. Sebaliknya, pada kepadatan tebar tinggi, efektivitas *mineral mix* cenderung menurun akibat tingginya beban limbah organik sehingga proses dekomposisi dan nitrifikasi belum berlangsung secara optimal.

Performa pertumbuhan menunjukkan kecenderungan terbaik pada kepadatan tebar rendah dan sedang, sedangkan kepadatan tinggi menghasilkan laju



pertumbuhan spesifik dan tingkat kelangsungan hidup yang lebih rendah. Rasio RNA/DNA yang lebih tinggi pada kepadatan rendah dan sedang menunjukkan kapasitas sintesis protein dan potensi pertumbuhan yang lebih baik. Sebaliknya, kadar glukosa darah meningkat seiring bertambahnya kepadatan tebar, yang mengindikasikan meningkatnya respons stres akibat penurunan kualitas lingkungan budidaya. Konsentrasi enzim SOD juga cenderung lebih tinggi pada perlakuan yang memperoleh suplementasi *mineral mix* pada kepadatan rendah dan sedang, menunjukkan bahwa mineral berperan dalam mendukung sistem pertahanan antioksidan udang. Pada kepadatan tinggi, konsentrasi SOD mengalami penurunan yang mengindikasikan meningkatnya stres oksidatif akibat tingginya tekanan lingkungan.

Suplementasi *mineral mix* juga memengaruhi dinamika komunitas bakteri dalam media budidaya. Pemberian *mineral mix* meningkatkan nilai TBC yang menunjukkan berkembangnya populasi bakteri yang berperan dalam dekomposisi bahan organik. Di sisi lain, TVC cenderung lebih rendah pada perlakuan yang diberi *mineral mix*, khususnya pada kepadatan rendah dan sedang, sehingga menunjukkan bahwa *mineral mix* berpotensi menciptakan lingkungan budidaya yang lebih stabil dan mendukung dominasi bakteri nonpatogen dibandingkan bakteri oportunistik.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa suplementasi *mineral mix* pada sistem budidaya *low water exchange* mampu memperbaiki kualitas media, mendukung aktivitas mikroorganisme, meningkatkan status fisiologis, mempertahankan sistem antioksidan, serta memperbaiki performa budidaya udang vaname, terutama pada kepadatan tebar rendah hingga sedang. Namun, pada kepadatan tebar tinggi, efektivitas *mineral mix* belum mampu sepenuhnya mengimbangi peningkatan beban limbah organik yang dihasilkan selama pemeliharaan. Berdasarkan seluruh parameter yang diamati, pemberian *mineral mix* dosis 0,2 ppm pada kepadatan tebar 150 ekor m⁻² memberikan hasil yang paling optimal dalam menjaga kualitas air dan meningkatkan performa pertumbuhan, sehingga berpotensi menjadi strategi pengelolaan budidaya udang vaname yang lebih produktif dan berkelanjutan.

Kata kunci: kepadatan tebar, kualitas air, *Litopenaeus vannamei*, *low water exchange*, *mineral mix*.

SUMMARY

ISMU ZAMZAMI. Application of Mineral Mix on Water Quality and Growth Performance of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Reared at Different Stocking Densities in a Low Water Exchange System. Supervised by KUKUH NIRMALA, EDDY SUPRIYONO, and WIDANARNI.

Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) farming is one of the most economically important aquaculture sectors and continues to expand in response to increasing market demand. Higher production is generally achieved through intensive culture systems with high stocking densities and low water exchange (LWE). Although this system improves water-use efficiency and biosecurity, it may also lead to the accumulation of organic matter, deterioration of water quality, increased nitrogenous compounds, and physiological stress, thereby negatively affecting shrimp growth, health, and survival. One potential approach to overcoming these challenges is mineral supplementation, which serves as an essential nutrient for both microorganisms and shrimp, thereby improving water quality, enhancing microbial activity, and promoting culture performance.

This study aimed to evaluate the effects of mineral mix supplementation in a low water exchange culture system under different stocking densities on water quality and growth performance of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). A completely randomized factorial design was employed with two factors: stocking density (100, 150, and 200 shrimp m⁻²) and mineral mix dosage (0.00, 0.20, and 0.30 ppm). Each treatment was replicated three times, resulting in a total of 27 experimental units. Shrimp were reared for 28 days under a low water exchange system with a maximum daily water exchange rate of 5%. Water quality parameters included temperature, salinity, pH, dissolved oxygen (DO), oxidation-reduction potential (ORP), total suspended solids (TSS), alkalinity, total ammonia nitrogen (TAN), nitrite, nitrate, and phosphate. Biological parameters included specific growth rate (SGR), feed conversion ratio (FCR), survival rate (SR), blood glucose level, superoxide dismutase (SOD) concentration, RNA/DNA ratio, *total bacterial count* (TBC), and *total vibrio count* (TVC). Data were analyzed using repeated-measures ANOVA and two-way ANOVA followed by Duncan's Multiple Range Test at a 5% significance level.

The results demonstrated that stocking density exerted a greater influence than mineral mix dosage on most of the observed parameters. Increasing stocking density resulted in higher concentrations of total suspended solids, total ammonia nitrogen, nitrite, nitrate, and orthophosphate, while reducing dissolved oxygen, oxidation-reduction potential, and alkalinity throughout the culture period. Mineral mix supplementation, particularly at 0.20 and 0.30 ppm, improved water quality under low and moderate stocking densities by reducing nitrite accumulation and supporting the nitrification process. In contrast, under high stocking density, the effectiveness of mineral supplementation declined due to the greater organic waste load, which limited the efficiency of decomposition and nitrification processes.

Growth performance was generally superior under low and moderate stocking densities, whereas high stocking density resulted in lower specific growth rate and survival. Higher RNA/DNA ratios observed under low and moderate stocking densities indicated greater protein synthesis capacity and growth potential.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Conversely, blood glucose levels increased with increasing stocking density, indicating elevated physiological stress associated with deteriorating environmental conditions. Superoxide dismutase (SOD) concentration was also higher in shrimp receiving mineral supplementation under low and moderate stocking densities, suggesting that mineral supplementation enhanced the antioxidant defense system. In contrast, reduced SOD concentration under high stocking density indicated increased oxidative stress caused by greater environmental pressure.

Mineral mix supplementation also influenced the dynamics of the bacterial community in the culture water. Mineral supplementation increased *total bacterial count* (TBC), indicating enhanced populations of bacteria involved in organic matter decomposition. Meanwhile, *total vibrio count* (TVC) tended to be lower in mineral-supplemented treatments, particularly under low and moderate stocking densities, suggesting that mineral supplementation promoted a more stable microbial community and favored the dominance of non-pathogenic bacteria over opportunistic *Vibrio* spp.

Overall, mineral mix supplementation in a low water exchange culture system improved water quality, supported microbial activity, enhanced physiological condition, maintained antioxidant capacity, and improved the culture performance of Pacific white shrimp, particularly under low and moderate stocking densities. However, under high stocking density, mineral supplementation was insufficient to fully compensate for the increased organic waste load generated during the culture period. Based on all measured parameters, supplementation with 0.20 ppm mineral mix at a stocking density of 150 shrimp m⁻² produced the most favorable results in maintaining water quality and improving shrimp growth performance, indicating its potential as an effective management strategy for sustainable and productive Pacific white shrimp culture.

Keywords: *Litopenaeus vannamei*, low water exchange, mineral mix, stocking density, water quality.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

APLIKASI *MINERAL MIX* TERHADAP KUALITAS AIR DAN KINERJA PERTUMBUHAN UDANG VANAME PADA KEPADATAN BERBEDA DALAM SISTEM *LOW WATER EXCHANGE*

ISMU ZAMZAMI

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Ilmu Akuakultur

**PROGRAM MAGISTER ILMU AKUAKULTUR
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

- 1 Dr. Muhamad Gustilatov, S.Pi., M.Si.
- 2 Prof. Dr. Sri Nuryati, S.Pi., M.Si.



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Tesis : Aplikasi *Mineral Mix* terhadap Kualitas Air dan Kinerja
Pertumbuhan Udang Vaname pada Kepadatan Berbeda
dalam Sistem *Low Water Exchange*

Nama : Ismu Zamzami

NIM : C1501241034

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Kukuh Nirmala, M.Sc

Pembimbing 2:

Prof. Dr. Ir. Eddy Supriyono, M.Sc.

Pembimbing 3:

Prof. Dr. Ir. Widanarni, M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Ir. Widanarni, M.Si.

NIP 196709271994032001

Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan :

Dr. Beginer Subhan, S.Pi, M.Si.

NIP 198001182005011003

Tanggal Ujian:

27 Juli 2026

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji syukur Penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa ta'ala, karena atas segala rahmat dan karunia-Nya Penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Aplikasi *Mineral Mix* terhadap Kualitas Air dan Kinerja Pertumbuhan Udang Vaname pada Kepadatan Berbeda dalam Sistem *Low Water Exchange*”. Penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Seluruh Komisi Pembimbing, Bapak Prof. Dr. Ir. Kukuh Nirmala, M.Sc., Bapak Prof. Dr. Ir. Eddy Supriyono, M.Sc., dan Ibu Prof. Dr. Ir. Widanarni, M.Si., yang telah memberikan arahan, motivasi dan dukungan kepada penulis dalam penyusunan tesis ini,
2. Dosen penguji luar komisi, Bapak Dr. Muhamad Gustilatov, S.Pi., M.Si. dan Ibu Prof. Dr. Sri Nuryati, S.Pi., M.Si.,
3. Istri, Riana Citra Dewi, dan buah hati kami, Mohammad Zafran Gamal serta orang tua penulis yang selalu memberikan semangat, do'a dan kepercayaan,
4. Teman-teman seperjuangan, M. Azhari, Farrel dan Bima yang senantiasa menginspirasi penulis,
5. Seluruh civitas akademika Departemen BDP FPIK IPB.
6. Segenap kolega di Ilmu Akuakultur Departemen BDP FPIK IPB,
7. Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) atas dukungan pembiayaan studi.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih terdapat keterbatasan sehingga dalam penulisan ini masih banyak kekurangan. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat di kemudian hari. Amin.

Bogor, Juli 2026

Ismu Zamzami
C1501241034



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I PENDAHULUAN	15
1.1 Latar Belakang	15
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Hipotesis	3
II METODE	4
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	4
2.2 Bahan dan Alat	4
2.3 Rancangan Percobaan	4
2.4 Pelaksanaan Percobaan	4
2.5 Parameter Uji	5
2.6 Analisis Data	8
III HASIL DAN PEMBAHASAN	9
3.1 Hasil	9
3.2 Pembahasan	18
IV SIMPULAN DAN SARAN	23
4.1 Simpulan	23
4.2 Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	24
LAMPIRAN	31
RIWAYAT HIDUP	49



DAFTAR TABEL

1	Rancangan penelitian pemberian <i>mineral mix</i> dengan padat tebar yang berbeda terhadap kualitas air dan performa pertumbuhan udang vaname	4
	Parameter kualitas air yang diamati selama penelitian	5
	Nilai kisaran suhu, pH dan DO yang diamati selama masa pemeliharaan udang vaname	9
	Performa produksi udang vaname antar kelompok perlakuan selama masa pemeliharaan	13

DAFTAR GAMBAR

1	Nilai total amonia nitrogen (TAN) (a), nitrit (b), nitrat (c), ortophosphat (d) selama 28 hari masa pemeliharaan udang vaname	10
2	Nilai total bahan organik (TOM) (a), total padatan tersuspensi (TSS) (b), alkalinitas (c), kesadahan (d) dan potensi oksidasi-reduksi (ORP) (e) selama 28 hari masa pemeliharaan udang vaname	12
3	Nilai rasio RNA/DNA udang vaname akhir masa pemeliharaan	14
4	Nilai glukosa hemolim udang vaname selama masa pemeliharaan	15
5	Konsentrasi enzim SOD selama masa pemeliharaan udang vaname	16
6	<i>Total Bacterial Count</i> (TBC) air media selama 28 hari pemeliharaan udang vaname	17
7	<i>Total Vibrio Count</i> (TVC) air media selama 28 hari pemeliharaan udang vaname	18

DAFTAR LAMPIRAN

1	Perhitungan parameter kualitas air	32
2	Analisis <i>repeated measures</i> ANOVA parameter kualitas air	33
3	Analisis statistik parameter performa pertumbuhan udang vaname	42
4	Analisis statistik parameter status kesehatan udang vaname	44