



PEMANFAATAN LIMBAH BUDIDAYA UDANG VANNAMEI MENJADI PUPUK KOMPOS DI GAMPONG ULEE PULO KECAMATAN DEWANTARA KABUPATEN ACEH UTARA

*THE UTILIZATION OF VANNAMEI SHRIMP CULTURE WASTE BECOME
COMPOST FERTILIZER IN ULEE PULO VILLAGE, DEWANTARA SUB
DISTRICT, NORTH ACEH DISTRICT*

Erniati¹, Syahril^{1*}, Imamshadiqin¹, Imanullah¹, Erlangga¹, C. M. N. 'Akla¹, Yudho Andika¹, Irmayunita¹,
Meutia Handayani¹, Azhari Mataniari¹, Nuriana Dila¹, Repki Prasetyo¹

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe, Indonesia

*Penulis korespondensi: syahril.marine@unimal.ac.id

ID artikel 23557;

Diterima 24-11-2021;

Direvisi 07-03-2022;

Disetujui 26-03-2022.

ABSTRAK

Pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk memberikan edukasi dan peningkatan keterampilan penduduk Gampong Ulee Pulo dalam memanfaatkan limbah udang vannamei secara baik. Kegiatan pengabdian yang dilakukan menggunakan metode pendekatan *community development* melalui pelatihan berdasarkan teori dan praktik dengan ceramah serta diskusi yang terarah (*focus group discussion*). Hasil pengabdian terlaksana dengan baik, terstruktur, lancar dan sukses yang melibatkan masyarakat langsung khususnya istri-istri petani tambak Gampong Ulee Pulo. Target yang dicapai adalah para peserta sudah memiliki keterampilan dan mempraktikkan langsung proses pembuatan pupuk kompos secara mandiri. Kesimpulannya, masyarakat sudah terampil dalam membuat pupuk kompos secara mandiri.

Kata kunci: limbah, budidaya udang vanamei, pupuk kompos, Gampong Ulee Pulo

ABSTRACT

This community service aims to provide education and improve the skills of the residents of Ulee Pulo Village in making good use of vannamei shrimp waste. Service activities were carried out using the community development approach method through training based on theory and practice with lectures and focused discussion (focus group discussions). The results of the service were carried out well, structured, smoothly, and successfully involving the community directly, especially the wives of the aquaculture farmers of Gampong Ulee Pulo. The target achieved is that the participants already have the skills and practice the process of making compost independently. In conclusion, the community is skilled in making compost independently.

Keywords: waste, vannamei shrimp culture, compost, Ulee Pulo Village

PENDAHULUAN

Limbah merupakan bahan organik atau anorganik yang tidak dimanfaatkan lagi, sehingga dapat menimbulkan masalah serius bagi lingkungan jika tidak ditangani dengan baik (Adityawarman *et al.* 2015). Harmayani dan Konsukartha (2007) menyatakan bahwa limbah erat hubungannya dengan pencemaran karena limbah merupakan substansi dari pencemaran lingkungan yang dapat menimbulkan gas busuk (seperti H_2S dan amonia akibat dari proses penguraian material-material organik yang terkandung di dalamnya) dan juga dapat mengandung organisme patogen yang membawa penyakit serta menghasilkan nutrien (terutama unsur P dan N) yang menyebabkan eutrofikasi. Berdasarkan karakteristiknya, limbah digolongkan menjadi empat bagian yaitu limbah cair, limbah gas/partikel, limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) serta limbah padat (Sugiharto 1987). Limbah cair adalah bahan sisa dari kegiatan perumahan maupun industri yang memakai bahan baku air dan mempunyai suatu karakteristik yang ditentukan oleh sifat fisik, kimia serta biologi limbah (Britton 1994), sedangkan limbah gas/partikel adalah limbah yang bersumber dari penggunaan bahan baku, proses dan hasil serta sisa-sisa pembakaran, baik itu pembakaran bahan bakar kendaraan, industri maupun rumah tangga (Nurmayanti dan Purwoko 2017). Selanjutnya, limbah B3 adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang mengandung B3, yaitu zat, energi dan/atau komponen lain yang sifat, konsentrasi, dan/atau jumlahnya (baik secara langsung maupun tidak langsung) dapat mencemari dan/atau merusak lingkungan hidup, dan/atau membahayakan lingkungan hidup, kesehatan serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya (MLHK 2020). Sementara limbah padat adalah limbah yang berwujud padat, tidak dapat berpindah-pindah kecuali ada yang memindahkannya dan tidak mudah larut serta sulit diuraikan, sehingga dapat menimbulkan kesan yang tidak estetik/indah, pembuangannya membutuhkan lahan luas, menjadi sarang atau tempat berkumpulnya penyakit/penyebab penyakit, mencemari udara dan air, adanya resiko kebakaran (mudah terbakar), menimbulkan bencana banjir hingga biaya pengolahan atau penanganannya cukup tinggi (Aryanto 2021).

Udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) adalah salah satu spesies udang yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan komoditas unggul di Indonesia (Syadillah *et al.* 2020). Poernomo (2002) menyatakan bahwa keunggulan udang vannamei disebabkan karena kepadatan tebarannya tinggi, tahan terhadap goncangan lingkungan dan juga memiliki sintasan yang tinggi. Selain itu, keunggulan udang vannamei adalah responsif terhadap pakan (nafsu makan

yang tinggi), tahan terhadap serangan penyakit serta waktu pemeliharaannya relatif singkat yakni sekitar 90 – 100 hari/siklus (Purnamasari *et al.* 2017). Udang vannamei berasal dari subtropis pantai Barat Amerika, mulai dari Teluk California (Mexico bagian Utara) sampai ke pantai Barat Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Kosta Rika (Amerika Tengah) hingga ke Peru (Amerika Selatan) (WWF-Indonesia 2014). Udang vannamei resmi diizinkan masuk ke Indonesia pada tahun 2001 melalui SK Menteri Kelautan dan Perikanan RI Nomor 41/2001 ketika produksi udang windu mengalami penurunan sejak tahun 1996 yang diakibatkan oleh serangan penyakit maupun penurunan kualitas lingkungan (Subyakto *et al.* 2009; WWF-Indonesia 2014). Udang vannamei biasa disebut juga dengan nama *Penaeus vannamei*, *Pacific white shrimp*, *West coast white shrimp* dan *Camaron blanco langostino*. Nama FAO untuk udang vannamei adalah *white leg shrimp*, *Crevette pettes blanches* dan *Camaron pattiblanco* (Holthuis *et al.* 1980).

Terlepas dari hal di atas, pupuk kompos merupakan salah satu jenis pupuk organik (daun-daunan, jerami, alang-alang, rumput-rumputan, dedak padi, batang jagung, sulur, carang-carang, kotoran hewan) yang telah mengalami proses dekomposisi oleh pengurai, sehingga dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah (Setyorini *et al.* 2006) dan dapat menyuburkan tanaman/tumbuhan tanpa menggunakan bahan kimia (Anwar *et al.* 2019). Siregar dan Budi (2006) menyatakan bahwa proses pembuatan pupuk kompos dapat dipercepat dengan bantuan manusia, sehingga pupuk kompos lebih banyak digunakan bila dibandingkan dengan pupuk kandang (proses pembuatannya lebih mudah). Menurut Syukur dan Indah (2006) pupuk kompos dapat meningkatkan kandungan C-organik di dalam tanah, semakin banyak pupuk kompos yang ditambahkan ke dalam tanah, maka semakin besar juga peningkatan kandungan C-organik di dalam tanahnya. Selain itu, Abbasi *et al.* (2012) menambahkan bahwa pupuk kompos juga dapat meningkatkan mineralisasi N-organik di dalam tanah, kemudian Annabi *et al.* (2006) menambahkan bahwa pupuk kompos juga dapat memperbaiki stabilitas agregat tanah karena adanya substansi organik yang berfungsi sebagai perekat, sehingga meningkatkan ikatan antarpartikel-partikel tanah.

Gampong Ulee Pulo adalah salah satu *gampong* yang berada di Kecamatan Dewantara Kabupaten Aceh Utara Provinsi Aceh. Letaknya memiliki ketinggian ± 4.3 mdpl dengan topografi *gampongnya* berbentuk dataran (bukan pantai), berada di luar hutan, dan berjarak 3 km ke ibukota kecamatan dan

18 km ke ibukota kabupaten. Jumlah penduduknya ± 2444 jiwa (tahun 2017), luas *gampong* ± 125 ha (36% lahan sawah) dan jumlah rumah tangga yang penghasilan utama kepala rumah tangganya di bidang pertanian $\pm 12.83\%$ (BPS Aceh Utara 2019), baik itu petani sawah maupun petani tambak. Potensi sumberdaya alam yang dimiliki oleh *Gampong Ulee Pulo* (bidang pertanian dan perikanan) sangat tinggi. Bahan-bahan lokal melimpah untuk pembuatan pupuk organik (salah satunya pupuk kompos) seperti jerami dan limbah padat budidaya udang vannamei. Bahan-bahan lokal tersebut masih sangat minim dimanfaatkan dan kebanyakannya hanya dibuang begitu saja, sehingga menjadi limbah padat yang tertumpuk di *Gampong Ulee Pulo*. Oleh karena itu, sangat perlu dilakukan pelatihan pemanfaatan limbah budidaya udang vannamei menjadi pupuk kompos. Hal ini bertujuan untuk memberikan edukasi dan peningkatan keterampilan kepada penduduk *Gampong Ulee Pulo* khususnya istri-istri petani tambak, agar limbah udang vannamei dan jerami yang melimpah tersebut dapat dimanfaatkan secara baik. Salah satunya dengan merubahnya menjadi pupuk kompos, yang bila ditekuni akan mendapatkan penghasilan tambahan bagi keluarga-keluarga di *Gampong Ulee Pulo* (karena permintaan pasar terhadap pupuk kompos masih tinggi) nantinya.

METODE PELAKSANAAN

Pengabdian kepada masyarakat dilakukan pada tanggal 20 November 2021 pukul 13.00 – 16.30 WIB di *Gampong Ulee Pulo* Kecamatan Dewantara Kabupaten Aceh Utara dengan pesertanya adalah istri-istri petani tambak yang berjumlah 40 orang. Tahapan kegiatan terdiri dari dua tahap yaitu pra-kegiatan (tahapan perencanaan program dan tahap persiapan) dan hari kegiatan (tahapan pelatihan mengolah limbah padat budidaya udang vannamei menjadi pupuk kompos). Pengabdian kepada masyarakat di *Gampong Ulee Pulo* menggunakan metode pendekatan *community development* (pengembangan masyarakat) melalui pelatihan berdasarkan teori dan praktik dengan ceramah serta diskusi yang terarah (*Focus Group Discussion/FGD*). Materi yang ditampilkan saat teori adalah *power point* dan pengenalan terhadap alat maupun bahan yang akan digunakan saat praktik. Peralatan yang digunakan saat teori adalah modul dan alat audio visual (*sound system* dan proyektor/infokus), sedangkan alat yang digunakan saat praktik adalah timbangan, gelas ukur, terpal plastik, parang/pisau, sarung tangan serta talenan, kemudian bahan yang digunakan saat praktik adalah 40 kg limbah padat budidaya udang vannamei, 10 kg jerami padi kering, 50 ml EM4, 1 liter air dan 50 ml molase (Gambar 1).



Gambar 1. Alat dan bahan yang digunakan selama pengabdian masyarakat' a = Gelas ukur; b = Spanduk; c = Sarung tangan; d = Cangkul; e = Larutan EM4; f = Parang; g = Molase; h = Jerami; i = Masker

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat di *Gampong Ulee Pulo* Kecamatan Dewantara Kabupaten Aceh Utara dilaksanakan dengan baik, terstruktur, lancar dan sukses yang melibatkan masyarakat langsung khususnya istri-istri petani tambak. Kegiatan pelatihan pemanfaatan limbah budidaya udang vannamei menjadi pupuk kompos sangat perlu dilakukan. Hal ini karena masih minimnya kesadaran masyarakat dalam mengolah limbah dengan penerapan sistem 3R yaitu *reuse*, *reduce* dan *recycle*. Pengelolaan limbah dengan menggunakan prinsip 3R sendiri telah tertuang di dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, namun dalam kenyataannya, proses pengelolaan limbah/sampah di Indonesia masih belum sesuai dengan prinsip 3R dan masih menggunakan cara tradisional yaitu limbah/sampah-sampah hanya dikumpulkan di suatu tempat, kemudian diangkut oleh truk dan langsung dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) tanpa adanya proses pemilahan, mendaur ulang, penggunaan kembali dan mengurangi penggunaannya. Buana (2016) menyatakan bahwa penerapan sistem 3R tidak semudah yang dibayangkan, hal ini karena kurangnya partisipasi masyarakat dalam pengelolaan limbah/sampah yang disebabkan rendahnya motivasi serta adanya pemikiran bahwa tidak ada manfaat yang dapat diperoleh dari kegiatan tersebut. Selanjutnya Nigbur *et al.* (2005) menyatakan bahwa rata-rata masyarakat yang melakukan aktivitas daur ulang (sistem 3R) akan termotivasi apabila mereka merasakan efektivitas dari kegiatan daur ulang yang dilakukan. Sementara Helmi *et al.* (2018) menyatakan bahwa sistem 3R merupakan sistem pengelolaan limbah/sampah yang berorientasi pada pencegahan timbulnya limbah/sampah, meminimalisir limbah/sampah dengan memanfaatkan kembali barang yang masih dapat digunakan, mendaur ulang menjadi sesuatu yang bermanfaat serta penerapan pembuangan limbah/sampah yang ramah lingkungan.

Pengabdian kepada masyarakat untuk pemanfaatan limbah budidaya udang vannamei menjadi pupuk kompos di *Gampong Ulee Pulo* diawali dengan tahapan prakegiatan yaitu perencanaan dan persiapan. Untuk tahapan perencanaan dilakukan dengan mensurvei lokasi tempat pelaksanaan kegiatan dan mencari solusi dalam memecahkan permasalahan lingkungan untuk memanfaatkan limbah udang vannamei yaitu dengan melakukan wawancara penduduk maupun kepala *Gampong* (*geuchik/keuchik*) *Ulee Pulo*, sehingga kegiatan survei tersebut memperoleh hasil bahwa masyarakat atau penduduk *Gampong Ulee Pulo* belum pernah memanfaatkan limbah udang vannamei menjadi pupuk kompos. Widiyanto (2016) menyatakan bahwa tingginya akumulasi limbah di tambak udang akan dapat menimbulkan beberapa dampak yang merugikan yaitu meningkatkan pertumbuhan bakteri patogen, menyebabkan eutrofikasi, terbentuknya senyawa toksik (amonia dan nitrit) dan menurunnya konsentrasi DO (oksigen terlarut) di perairan tambak. Sementara Rukmana dan Yudirachman (2007) menyatakan bahwa pupuk kompos dapat mengubah unsur hara yang tidak bisa diserap oleh tanaman menjadi unsur hara yang bisa diserap tanaman (adanya aktivitas mikroorganisme dalam pupuk kompos yang dapat menggemburkan tanah), kemudian pupuk kompos juga dapat mengurangi resiko erosi tanah karena agregat tanah menjadi lebih kompak (adanya senyawa-senyawa polisakarida yang dihasilkan oleh mikroorganisme pengurai), sehingga tanah yang gembur akan memiliki banyak pori-pori dan mudah menyalurkan maupun menyimpan air. Setelah tahapan perencanaan dilakukan, selanjutnya dilakukan tahapan persiapan yaitu mempersiapkan modul pelatihan, *power point* presentasi, surat menyurat administrasi serta alat dan bahan yang akan digunakan saat praktik/pelatihan berlangsung, dimana modul pelatihan dan *power point* presentasi dipersiapkan untuk memudahkan peserta pelatihan memahami proses pemanfaatan limbah budidaya udang vannamei menjadi pupuk kompos saat sesi teori (Gambar 2 dan Gambar 3).



Gambar 2. Wawancara dengan *Geuchik Gampong Ulee Pulo* saat tahapan perencanaan berlangsung

Pada tahapan hari kegiatan yang dilakukan di salah satu rumah penduduk *Gampong Ulee Pulo*, kegiatan diawali dengan pembukaan acara oleh Ibu Cut Meurah Nurul 'Akla, S.Kel, M.Tr.Pi, kemudian dilanjutkan dengan pembacaan ayat suci Al-Quran oleh Bapak Imanullah, S.Si., M.Si dan diikuti kata sambutan oleh koordinator Program Studi Ilmu Kelautan Bapak Imamshadiqin, S.Pi., M.Si *Geuchik Gampong Ulee Pulo* Bapak Mawardi Syahdan serta ketua tim pengabdian kepada masyarakat Program Studi Ilmu Kelautan Ibu Dr. Erniati, S.Si., M.Si. Selanjutnya, pelatihan dimulai dengan membagi dua sesi yaitu sesi teori dan sesi praktik. Sesi teori berisikan tentang pemaparan dari narasumber (dosen Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh) mengenai pengetahuan limbah padat udang vannamei, pupuk kompos, keunggulan pupuk kompos, metode pengomposan yang baik dan langkah-langkah pembuatan pupuk kompos dari limbah padat udang vannamei serta diakhiri dengan kegiatan tanya jawab. Dalam pemberian teori oleh narasumber, penyampaian bersifat transfer pengetahuan (*sharing knowledge*) dengan pemaparan materinya berbentuk ceramah yang dibantu oleh *power point*. Hal ini dilakukan agar istri-istri petani tambak *Gampong Ulee Pulo* termotivasi untuk memanfaatkan limbah padat udang vannamei yang ada di sekitar

lingkungan mereka (Gambar 4). Selanjutnya untuk sesi praktik, kegiatannya dilaksanakan dengan kolaborasi antara dosen dan mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh serta istri-istri petani tambak *Gampong Ulee Pulo* yang berisikan tentang 1) penimbangan limbah padat udang vannamei dan jerami padi (masing-masing 40 kg dan 10 kg), 2) penghancuran atau penghalusan limbah padat udang vannamei menggunakan cangkul/tangan serta pencacahan jerami menggunakan parang/pisau di atas talenan yang beralaskan terpal plastik berukuran 2 x 2 m, 3) pencampuran larutan EM4 dan molase dengan 1 liter air (masing-masing 50 ml), 4) pencampuran limbah padat udang vannamei (yang sudah halus) dengan jerami padi (yang telah dicacah), 5) pengadukan/pencampuran antara limbah padat udang vannamei, jerami padi, larutan EM4 dan molase hingga merata, serta 6) penutupan terpal plastik yang rapat, dimana berisikan pencampuran antara limbah padat udang vannamei, jerami padi, larutan EM4 dan molase yang sudah diaduk merata (Gambar 5). Banyak laporan yang menginformasikan bahwa limbah budidaya udang tidak hanya digunakan sebagai bahan baku pembuatan pupuk. Limbah budidaya udang *vannamei* dimanfaatkan juga sebagai media kultur mikro alga *Chaetoceros amami* (Febrinawati *et al.*, 2020)



Gambar 3. Kata sambutan pada tahapan hari H kegiatan atau tahap pelaksanaan; a = Kata sambutan koordinator Program Studi Ilmu Kelautan Bapak Imamshadiqin, S.Pi., M.Si; b = Kata sambutan *Geuchik Gampong Ulee Pulo* Bapak Mawardi Syahdan; c = Kata sambutan ketua tim pengabdian kepada masyarakat Program Studi Ilmu Kelautan Ibu Dr. Erniati, S.Si., M.Si



Gambar 4. Pemaparan materi pada sesi teori oleh Dr. Erniati, S.Si., M.Si



Gambar 5. Proses kegiatan praktik pemanfaatan limbah budidaya udang vannamei menjadi pupuk kompos

KESIMPULAN

Pelatihan Pemanfaatan limbah budidaya udang vannamei menjadi pupuk kompos di *Gampong Ulee Pulo* Kecamatan Dewantara Kabupaten Aceh Utara sudah berjalan dengan baik. Hasil dari kegiatan pengabdian ini adalah masyarakat sudah terampil dalam membuat pupuk kompos secara mandiri, sehingga dapat memanfaatkan limbah budidaya udang yang tidak terpakai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Malikussaleh yang telah memfasilitasi pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat melalui dana Pendapatan Negara Bukan Pajak (PNBP) dalam Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas Malikussaleh Tahun Anggaran 2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi MK, Afsar N, Rahim N. 2012. Effect of wood ash and compost application on nitrogen transformations and availability in soil-plant systems. *Soil Science Society of America Journal*. 77(2):558-567.
- Adityawarman AC, Salundik, Lucia C. 2015. Livestock Waste Simple Processing in Pattalassang Village of Sinjai South Sulawesi Province. *Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 3(3):171-177.
- Annabi M, Houot S, Francou C, Poitrenaud M, Le Bissonnais Y. 2006. Soil aggregate stability improvement with urban composts of different maturities. *Soil Science Society of America Journal*. 71(2):413-423.
- Anwar C, Indro HR, Triyantoro B, Wibowo GM. 2019. Pembuatan pupuk kompos dengan komposter dalam pemanfaatan sampah di Desa Bringin Kecamatan Bringin Kabupaten Semarang. *Link*. 15(1): 46-49.
- Aryanto AY. 2021. *Teknologi Pengolahan Limbah Padat*. http://angga.staff.ipb.ac.id/files/2011/04/K-PPLI-6-Pengolahan-LP_Rev.pdf. Dikunjungi 17 November 2021.
- [BPS] Badan Pusat Statistik kabupaten Aceh Utara. 2019. *Kecamatan Dewantara Dalam Angka 2019*. Lhoksukon. 81 hal.
- Britton G. 1994. Radioactive Emulsion From Coal Tired Station Central Electricity. Gematery Board, Horseshoe Bay.
- Buana CLA. 2016. Motivasi, pendorong dan penghambat ibu rumah tangga dalam pengelolaan sampah berbasis 3R (*reuse, reduce, recycle*) berdasarkan kelas sosial. *Parsimonia*. 2(3):112-124.
- Febrinawati N, Putri B, Hudaidah S. 2020. Utilization Waste Vanamei Shrimp Farming (*Litopenaeus Vanamei*) As A Media Cultur *Chaetoceros Amami*. *Jurnal Perikanan*. 10(1):20-28
- Harmayani KD, Konsukartha IGM. 2007. Pencemaran air tanah akibat pembuangan limbah domestik di lingkungan kumuh: Studi Kasus Banjar Ubung Sari, Kelurahan Ubung. *Permukiman Natak*. 5(2):62-108.
- Helmi H, Nengsih YK, Suganda VA. 2018. Peningkatan kepedulian lingkungan melalui pembinaan penerapan sistem 3R (*reduce, reuse, recycle*). *Pendidikan dan Pemberdayaan Masyarakat*. 5(1):1-8.
- Holthuis LB, van Natuurlijke Historie R, Leiden. 1980. *FAO Species Catalogue Shrimp and Prawn of the World: Vol 1. An Annotated Catalogue of Species of Interest Fisheries*. FAO of the United Nations. Roma. 272 pp.
- [MLHK] Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2020. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.18/MENLHK/SETJEN/KUM.1/8/2020 Tentang Pemanfaatan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Jakarta. 41 hal.
- Nigbur D, Lyons E, Uzzell DL, Leach R. 2005. *The Surrey Scholar Research Project in Waste Recycling 2003-2004: Report*. Report to Guildford Borough Council. London.
- Nurmayanti D, Purwoko D. 2017. *Kimia Lingkungan*. Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan, Badan Pengembangan dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan – Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta. 284 hal.
- Poernomo A. 2002. Perkembangan udang putih vannamei (*Penaeus vannamei*) di Jawa Timur. *Dalam: Temu Bisnis Udang*. 19 Oktober 2002. Makassar, Indonesia. 26 hlm.
- Purnamasari I, Purnama D, Utami MAF. 2017. Pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di tambak intensif. *Enggano*. 2(1):58-67.
- Rukmana R., Yudirachman H. 2007. *Jagung: Budidaya, Pascapanen, dan Penganekaragaman Pangan*. CV. Aneka Ilmu. Semarang.
- Setyorini D, Saraswati R, Anwar EK. 2006. Kompos. Balai Penelitian Tanah – Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Jakarta. Halaman 11 – 40.
- Siregar IZ, Budi SW. 2006. Kompos. *Dalam: ITTO Training Proceedings*. 4th – 6th May 2006. Muara Bulian, Indonesia.
- Subyakto S, Sutende D, Afandi M, Sofiati. 2009. The Semiintensive Culture Of Vannamei Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) By Closed Circulation Method To Prevent Virus Attack. *Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 1(2):121-127.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Cetakan Pertama. UI Press, Jakarta.
- Syadillah A, Hilyana S, Marzuki M. 2020. The effect of the addition of bacteria (*Lactobacillus sp.*) With different concentration towards vannamei shrimp growth (*litopenaeus vannamei*).

Perikanan. 10(1):8-19.

- Syukur A, Indah NM. 2006. Kajian pengaruh pemberian macam pupuk organik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jahe di inceptisol Karanganyar. *Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 6(2):124-131.
- Widiyanto. 2006. Seleksi bakteri nitrifikasi dan denitrifikasi untuk bioremediasi di tambak udang. *Akuakultur Indonesia*. 9(2):184-195.
- WWF-Indonesia. 2014. *Better Management Practices: Seri Panduan Perikanan Skala Kecil – Budidaya Udang Vannamei: Tambak Semi Intensif dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)*. WWF-Indonesia. Jakarta, Indonesia.