

Penerapan Desain Perangkap Sampah (*Waste Trap*) untuk Ekosistem Mangrove Berbasis Pemberdayaan Masyarakat di Kota Ternate

Application of Waste Trap Design for Mangrove Ecosystem based on Community Empowerment

Reyna Ashari¹⁾, Nurfadhilah Arif^{1)*}, Badrun Ahmad²⁾

¹⁾Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Khairun, Ternate, Maluku Utara, Indonesia

²⁾Program Studi Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Khairun, Ternate, Maluku Utara, Indonesia

*Corresponding author: Nurfadhilah Arif; dhila.arif@gmail.com

Received September 2024, Accepted December 2024

ABSTRAK. Dampak dari pengelolaan sampah yang belum optimal membuat sebagian Masyarakat di Kelurahan Gambesi Kota Ternate memilih membuangnya ke sungai yang pada akhirnya terbawa hingga ke wilayah pesisir. Upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah sampah terbawa ke lautan adalah menerapkan teknologi sederhana perangkap sampah pada muara sungai. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian kepada masyarakat terkait penerapan perangkap sampah (*waste trap*) pada ekosistem mangrove di Gambesi. Kegiatan ini dilaksanakan dalam beberapa tahapan, yaitu sosialisasi mengenai perangkap sampah, penerapan teknologinya, dan pendampingan kelompok mitra. Luaran yang ingin diperoleh dalam kegiatan ini yaitu peningkatan level pemahaman dan keterampilan dalam pengelolaan sampah, terpasangnya perangkap sampah pada ekosistem mangrove, dan terbangun kolaborasi dengan unit pengelola sampah di Kota Ternate. Pelaksanaan sosialisasi penerapan perangkap sampah telah dilakukan dan dihadiri oleh 45 peserta yang merupakan anggota Karang Taruna, Masyarakat umum Kelurahan Gambesi, dan mahasiswa di Kelurahan Gambesi. Materi sosialisasi mencakup pemaparan permasalahan sampah di Kota Ternate, dampak sampah terhadap kesehatan dan lingkungan, fungsi perangkap sampah, dan metode penerapannya. Peserta sosialisasi mengungkapkan bahwa telah menyadari permasalahan sampah di lingkungannya, namun baru mengetahui bahwa perangkap sampah dapat menjadi salah satu solusi atas permasalahan tersebut. Pemasangan perangkap sampah di Kelurahan Gambesi dilakukan pada muara sungai yang terhubung dengan laut dan ekosistem mangrove. Pada lokasi tersebut dilakukan pemasangan 10 unit perangkap. Sampah-sampah yang terperangkap ini kemudian dipilah sesuai jenisnya.

Kata kunci: manajemen sampah; perangkap sampah; ekosistem mangrove; Gambesi

ABSTRACT. *The impact of suboptimal waste management caused some people in Gambesi Village, Ternate City choosing to throw their waste into the river. It is eventually carried to the coastal area. Application waste trap technology at the river downstream can prevent waste from being carried to the sea. Therefore, the community service activity team try to apply waste traps in the Gambesi downstream river which is connected to mangrove ecosystem. This activity is carried out in several stages: socialization regarding actual environmental conditions, application of waste trap technology, and mentoring of partner groups. The outputs obtained in this activity are increasing understanding and skills in waste management, installing waste traps in the mangrove ecosystem, and building collaboration with waste management units in Ternate City. The implementation of the socialization has been carried out and attended by 45 participants who are members of Karang Taruna, citizen of Gambesi, and students. The socialization material includes an explanation of waste problems in Ternate City, the impact of waste on health and the environment, the function of waste traps, and methods of application. Participants of the socialization revealed that they were aware of the waste problem in their environment, but only recently learned that waste traps could be one solution to the problem. The installation of waste traps in Gambesi Village was carried out to estuary connected to the sea and the mangrove ecosystem. At that location, 10 traps were installed. Then, the trapped waste was sorted according to its type.*

Keywords: *waste management; waste trap; mangrove ecosystem; Gambesi*

PENDAHULUAN

Kota Ternate merupakan pusat perekonomian Provinsi Maluku Utara yang dihuni oleh 206.745 jiwa (BPS, 2024). Kota ini terdiri atas gugusan delapan pulau dengan Pulau Ternate sebagai pulau utamanya. Pulau Ternate merupakan pulau vulkanik tedengan gunung api aktif, yaitu Gunung Gamalama. Pulau ini seluas 101,67 km² (BPS, 2024). Sehingga dimasukkan ke dalam kelompok pulau kecil karena luasnya kurang dari 2000 km². Kondisi Pulau Ternate sebagai pulau kecil membuat pulau ini rentan terhadap perubahan lingkungan yang dapat berpengaruh terhadap kehidupan di dalamnya, terlebih lagi karena populasi penduduk Pulau Ternate yang cukup padat.

Tekanan lingkungan di pulau kecil cenderung lebih tinggi jika dibandingkan dengan pulau yang ukurannya lebih besar, apalagi jika pulau kecil tersebut berpenghuni (Hay, et al, 2013; Nurse, et al, 2014; Kurniawan et al, 2022). Seperti di Pulau Ternate yang menghadapi permasalahan dalam pengelolaan sampah. Produksi sampah harian di Ternate sekitar 73 ton/hari (Somadayo, 2021), yang terdiri atas sampah anorganik sebesar 78% dan sampah organik 22% (Bahtiar, et al, 2017). Sampah-sampah tersebut terutama berasal dari sampah rumah tangga, sisanya dari sumber lainnya.

Pengelolaan sampah yang belum optimal ditengarai sebagai permasalahan utama sampah di Pulau Ternate. Tahapan pengelolaan yang dimaksud adalah pengumpulan, pengangkutan, dan pemusnahan sampah. Pengumpulan sampah tidak optimal karena terbatasnya jumlah Tempat Penampungan Sampah Sementara (TPS) di pemukiman masyarakat serta rendahnya tingkat partisipasi masyarakat dalam mengelola TPS. Pada tahap pengangkutan, persoalan utama adalah kurangnya sarana dan personil sehingga pengangkutan belum rutin dan umumnya hanya menjangkau pemukiman di tepi-tepi jalan utama saja. Tahap pemusnahan sampah dilakukan di Tempat Penampungan Akhir (TPA). TPA di Ternate menggunakan sistem open dumping dan menerapkan sistem 3R (*reduce, reuse, recycle*) (Sahil et al, 2016).

Dampak dari pengelolaan sampah yang belum optimal membuat sebagian masyarakat memilih membakar sampahnya atau membuangnya ke sungai. Sungai-sungai di Pulau Ternate adalah sungai ephemerat yang hanya terisi air pada saat musim hujan (Rivaldy, 2018), masyarakat menyebutnya dengan istilah kali mati atau *barangka*. Sampah-sampah di *barangka* yang menumpuk akhirnya terbawa ke laut saat hujan. Sampah di lautan kemudian mengganggu aktivitas transportasi laut antar pulau serta berdampak pada biota laut ketika sampah tersebut tenggelam ke dasar lautan. Sebagian sampah terbawa kembali ke perairan Ternate, sebagian lainnya terdampar ke pulau-pulau kecil di sekitarnya.

Pulau Ternate memiliki ekosistem mangrove di bagian pesisirnya. Mangrove berfungsi sebagai pelindung daratan dari pengaruh angin dan gelombang lautan serta menyediakan habitat bagi berbagai jenis tumbuhan dan satwa liar (Saenger, 2013; Kusmana, 2014; Basyuni, et al, 2022). Di samping itu, mangrove juga berperan dalam memerangkap sampah daratan sebelum masuk ke lautan (Luo, et al, 2021; Martin, et al, 2019). Peran mangrove ini dapat berkontribusi dalam mencegah pencemaran laut lebih lanjut.

Masyarakat Kelurahan Gambesi tergantung dengan keberadaan ekosistem mangrove. Kelurahan Gambesi adalah sentra pertanian kangkung di Pulau Ternate, lokasi budidayanya di wilayah pesisir pantai. Ekosistem mangrove ini dapat melindungi lahan pertanian dari pengaruh angin dan gelombang laut (Saenger, 2013). Selain itu, mangrove juga dapat melindungi wilayah pemukiman dari abrasi yang terus terjadi (Whidayati, et al, 2016; Sofyan et al, 2010). Masyarakat yang menjadi nelayan juga terbantu dengan keberadaan mangrove karena dapat menjadi lokasi berpijah bagi ikan serta menyediakan nutrisi untuk biota lautan (Whitfield, 2017; Wafar, 1997). Mangrove di Kelurahan Gambesi mampu mencegah hanyutnya sampah ke lautan. Sayangnya, tidak semua sampah dapat tertahan dengan baik karena mangrove di lokasi tersebut banyak yang masih berukuran kecil. Di samping itu, sampah tersebut juga dapat berdampak negatif pada pertumbuhan semai dan pancang mangrove karena mengokupasi ruang tumbuhnya.

Kegiatan pengabdian masyarakat dengan topik penerapan perangkap sampah untuk hutan mangrove di Pulau Ternate dapat menjadi salah satu solusi atas permasalahan sampah di Pulau Ternate. Teknologi sederhana ini telah banyak diaplikasikan di lokasi lain di Indonesia dan memiliki tingkat keberhasilan yang cukup baik. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian masyarakat ini perlu dilakukan untuk membantu masyarakat Kota Ternate, terutama Kelurahan Gambesi, mengatasi permasalahan sampah di lingkungannya.

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat bertajuk penerapan desain perangkap sampah (*waste trap*) untuk ekosistem mangrove berbasis pemberdayaan masyarakat di Kota Ternate ini bertujuan untuk menerapkan desain perangkap sampah di Kota Ternate. Selain itu, kegiatan ini diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan kelompok mitra dalam mengatasi permasalahan sampah di wilayahnya. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dapat memberikan manfaat bagi masyarakat di Kelurahan Gambesi yaitu dapat membantu menurunkan intensitas sampah sehingga tidak mencemari lingkungan, baik lingkungan darat maupun laut.

METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat bertajuk penerapan desain perangkap sampah (*waste trap*) untuk ekosistem mangrove berbasis pemberdayaan masyarakat di Kota Ternate ini dilaksanakan melalui lima tahapan pelaksanaan pengabdian. Tahapannya meliputi sosialisasi, pelatihan, pendampingan dan evaluasi, serta keberlanjutan program. Rincian metode pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini yaitu:

1. Sosialisasi

Kegiatan ini dilakukan dalam bentuk *Focus Group Discussion* (FGD) yang menghadirkan mitra, pemerintah setempat, dan masyarakat kelurahan Gambesi, Kota Ternate. FGD ini dilakukan sebagai langkah awal mengenalkan dan menawarkan penerapan solusi permasalahan sampah di daerah pesisir terutama di ekosistem mangrove yaitu berupa perangkap sampah. Dengan demikian, setelah kegiatan ini diharapkan pengetahuan dan partisipasi masyarakat dapat meningkat.

2. Pelatihan

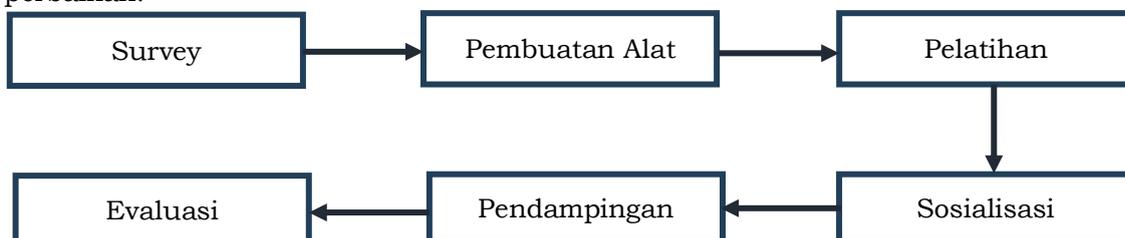
Pelatihan yang dilakukan dikhususkan kepada mitra. Mitra tersebut yang akan berperan dalam membantu mengontrol proses penerapan perangkap sampah di ekosistem mangrove. Pelatihan meliputi cara pemasangan, cara kerja, dan perawatan perangkap sampah tersebut.

3. Penerapan teknologi

Teknologi yang ditawarkan sebagai solusi permasalahan mitra yaitu penerapan perangkap sampah yang dipasang di ekosistem mangrove yang ada di Kelurahan Gambesi. Perangkap sampah tersebut menggunakan sistem apung yang diaplikasikan di wilayah pasang surut pada ekosistem mangrove Kel. Gambesi. Penerapan teknologi perangkap sampah dilakukan secara kolaboratif antara tim pelaksana, masyarakat mitra, dan mahasiswa.

4. Pendampingan dan evaluasi

Proses pendampingan dilakukan sebagai bagian dari proses kegiatan untuk pemanfaatan peralatan dengan baik dan sewajarnya. Evaluasi dilakukan setiap seminggu sekali untuk mengidentifikasi tingkat keberhasilan kegiatan yang ditetapkan dari beberapa indikator keberhasilan. Selain itu, evaluasi dilakukan untuk mengetahui kendala yang mungkin timbul sehingga dapat dilakukan tindakan pencegahan dan perbaikan.



Gambar 1. Diagram Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat

5. Keberlanjutan program

Penerapan perangkap sampah di ekosistem mangrove ini diharapkan dapat digunakan secara berkelanjutan oleh mitra dan masyarakat setempat. Program selanjutnya yang dapat dilakukan adalah menyusun alur manajemen sampah yang dihasilkan dari sistem ini, mencakup pemilahan jenis sampah, distribusi jenis sampah plastik ke pengepul, serta metode pengelolaan sampah yang tidak dapat diterima oleh pengepul sampah plastik.

Detail tahapan pelaksanaan kegiatan dimulai dari survei lapangan, pembuatan alat, sosialisasi, pemasangan dan pelatihan, pendampingan, dan evaluasi. Realisasi tahapan kegiatan secara detail dijelaskan pada diagram realisasi pelaksanaan kegiatan (Gambar 1).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Survei Lapangan

Survei lapangan dilakukan untuk melihat kondisi potensi kegiatan di lokasi yang ditargetkan. Hal yang dilakukan dalam survei lapangan ini diantaranya melakukan observasi dan pengamatan secara langsung di lokasi terkait dengan timbulan sampah yang ada di sekitar lokasi target. Berdasarkan hasil survei terungkap bahwa lokasi awal yang ditargetkan merupakan jalur kapal sehingga tidak diperbolehkan pemasangan perangkat sampah. Sehingga lokasi kegiatan berpindah ke bagian hilir sungai yang tidak jauh dari lokasi awal dan masih bagian dari ekosistem mangrove Gambesi. Hasil survei juga mengungkapkan bahwa di bagian hilir sungai yang menjadi target pemasangan terdapat ekosistem mangrove yang keberadaannya terkontaminasi sampah yang terbawa oleh aliran air dari sungai. Sehingga dianggap tepat memasang perangkat sampah di hilir sungai dekat dengan ekosistem mangrove. Survei lapangan juga dilakukan untuk mengukur lebar sungai. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui jumlah unit perangkat sampah yang akan dipasang di lokasi. Perangkat sampah yang dipasang di Gambesi sebanyak 10 unit. Selain itu, dilakukan pula koordinasi dengan karang taruna Kelurahan Gambesi sebagai mitra pada kegiatan ini. Rangkaian survei lapangan ini dilakukan pada tanggal 15-16 Agustus 2024.



Gambar 2. Target lokasi awal (kanan) dan target lokasi realisasi (kiri)



Gambar 3. Pengukuran lebar hilir sungai



Gambar 4. Koordinasi dengan ketua Karang Taruna Kelurahan Gambesi

Pembuatan Alat

Perangkap sampah (*waste trap*) yang terpasang merupakan alat yang didesain dan dibuat sendiri oleh tim pelaksana dengan memodifikasi *waste trap* sejenisnya yang sudah ada di pasaran. Perangkap Sampah yang dibuat berbahan dasar baja ringan (galvanis) sebagai kerangkanya. Bagian tengah untuk memerangkap sampah dibuat dari kawat jaring pvc dengan ukuran lubang 0,4 x 0,4 cm. Adapun pelampungnya menggunakan pipa paralon berukuran 4 inci yang disandingkan menjadi dua. Setiap unit *waste trap* yang dibuat berukuran 1 x 1 meter. Banyaknya unit *waste trap* yang digunakan bergantung pada lebar bagian hilir sungai. Penggabungan tiap unit *waste trap* menggunakan tali nilon sehingga alatnya kuat ketika dipasang. Proses desain dilakukan dengan memperhatikan kondisi riil dan dipadukan dengan kaidah-kaidah ilmiah dan keilmuan dari masing-masing anggota tim pelaksana. Proses ini dilakukan dengan rapat tim kerja pelaksana seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Rapat kerja tim pelaksana dan proses mendesain alat *waste trap*

Setelah didesain, kemudian menghitung kebutuhan alat dan bahan dan menyiapkannya. Pembuatan alat *waste trap* ini dilakukan dengan melibatkan beberapa mahasiswa dan anggota karang taruna Kelurahan Gambesi. Tahapan pembuatan alat di antaranya: 1) membuat kerangka *waste trap*, 2) mengecat kerangka *waste trap* agar tidak mudah berkarat, 3) memasang jaring pada setiap kerangka yang dibuat dan mengikatnya dengan kawat, 4) memasang pelampung dengan mengikatkan dua pipa paralon di bagian atas alat yang masing-masing ujungnya ditutup agar air tidak mudah masuk, 5) membuat tanda pada masing-masing alat yang bertuliskan “DRTPM dan Universitas Khairun” sebagai simbol bahwa alat tersebut dipasang oleh tim pelaksana dari Universitas Khairun dan DRTPM sebagai sponsor, dan 6) menyambungkan masing-masing unit *waste trap*. Pembuatan alat ini berlangsung tanggal 17 Agustus - 5 September 2024. Proses kegiatan pembuatan alat seperti diilustrasikan pada Gambar 6.

Pemasangan dan Pelatihan

Alat perangkap sampah yang telah dibuat, selanjutnya dipasang pada lokasi target kegiatan, yaitu pada ekosistem mangrove yang ada di Kelurahan Gambesi. Perangkap sampah tersebut menggunakan sistem apung yang diaplikasikan di sungai (barangka) Gambesi yang bagian hilirnya terdapat ekosistem mangrove. Penerapan teknologi perangkap sampah dilakukan secara kolaboratif antara tim pelaksana, mitra (karang taruna Gambesi), dan mahasiswa. Instalasi perangkap sampah ini dilakukan pada tanggal 12 September 2024. Pemasangan perangkap sampah ini sekaligus sebagai rangkaian pelatihan kepada mitra. Peserta yang hadir pada pelatihan ini yaitu beberapa mahasiswa yang terlibat dan Karang Taruna sebagai mitra. Pada tahapan ini, tim pelaksana menyampaikan tata cara teknis pemasangan dan perawatan alat perangkap sampah. Selain itu, dijelaskan pula sistem manajemen dan monitoring sampah yang terperangkap di alat tersebut. Tim pelaksana menyarankan agar sampah yang terperangkap diangkut secara rutin, maksimal 1 (satu) kali

dalam sepekan, menggunakan *skimmer*. Sampah yang telah diangkut lalu dipisahkan berdasarkan jenisnya, yaitu plastik, kaleng, barang elektronik, dan jenis lainnya.



Gambar 6. Tahapan Pembuatan Alat Perangkap Sampah (*Waste Trap*)



Gambar 7. Pelatihan pemasangan alat perangkap sampah di sungai Kel. Gambesi

Sosialisasi

Sosialisasi dilakukan selama 1 hari pada tanggal 19 September 2024 bertempat di Aula Kantor Kelurahan Gambesi Kecamatan Ternate Selatan. Peserta sosialisasi yaitu masyarakat kelurahan Gambesi pada umumnya, karang taruna Gambesi, dan beberapa mahasiswa yang terlibat. Tahap sosialisasi dilakukan sebagai transfer ilmu pengetahuan kepada peserta. Materi sosialisasi dimulai dengan menjelaskan kondisi lingkungan terutama timbul sampah yang ada di Kelurahan Gambesi berdasarkan data dengan tujuan membangkitkan kesadaran Masyarakat Gambesi dalam mengelola sampahnya. Materi selanjutnya yaitu pengenalan alat perangkap sampah berupa prinsip kerja, cara merawatnya dan manajemen operasionalnya.

Sosialisasi dilanjutkan dengan diskusi dalam bentuk FGD (*Focus Group Discussion*) untuk menyamakan persepsi dalam manajemen sampah di Kelurahan Gambesi, utamanya setelah alat perangkap sampah terpasang. Tim pelaksana menyampaikan harapan yang besar untuk kerja sama berkelanjutan dalam menangani sampah dengan keberadaan alat perangkap sampah tersebut. Masyarakat Kelurahan Gambesi tampak sangat antusias menyimak materi dan diskusi. Masyarakat juga merasa senang dengan keberadaan alat perangkap sampah ini dan dianggap dapat meningkatkan kepedulian masyarakat terhadap adanya kerusakan lingkungan yang timbul akibat masalah sampah di Kelurahan Gambesi.



Gambar 8. Proses sosialisasi alat perangkap sampah kepada masyarakat Kelurahan Gambesi.

Pendampingan

Proses pendampingan dilakukan sebagai bagian dari proses kegiatan untuk pemanfaatan peralatan dengan baik dan sewajarnya. Pendampingan ini dilakukan kepada Karang Taruna Gambesi sebagai mitra kegiatan. Dimana anggota Karang Taruna tersebut yang melakukan tahapan lebih lanjut dalam memanfaatkan perangkap sampah yang terpasang. Anggota Karang Taruna secara bergantian mengangkut sampah yang terperangkap di alat tersebut. Sehingga, dalam keterlibatannya pada kegiatan ini perlu didampingi dalam penggunaan teknis alat dan memfasilitas serta pemberi solusi dalam masalah teknis yang timbul. Pendampingan yang dilakukan tidak hanya terkait masalah teknik, tetapi juga terkait manajemen operasional penerapan alat perangkap sampah. Termasuk mendiskusikan jadwal dan petugas harian yang melaksanakan kegiatan operasional rutin.



Gambar 9. Foto bersama mahasiswa dan mitra saat pendampingan

SIMPULAN DAN SARAN

Penerapan alat perangkap sampah di Kelurahan Gambesi telah terlaksana dengan baik. Pelaksanaan kegiatan ini melibatkan kolaborasi antara tim pelaksana, mahasiswa, dan anggota Karang Taruna Gambesi sebagai mitra. Alat yang dirancang secara mandiri dengan bahan baja ringan dan kawat jaring PVC (jaring loket) terbukti efektif dalam memerangkap sampah untuk kelestarian ekosistem mangrove. Proses pembuatan dan pemasangan alat merupakan rangkaian dari pelatihan yang dilakukan kepada mitra. Selanjutnya kegiatan sosialisasi dilaksanakan dalam rangka transfer ilmu pengetahuan dan teknologi serta berdiskusi untuk keberlanjutan program. Hal tersebut dilakukan untuk membangkitkan komitmen untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pengelolaan sampah. Kegiatan dilanjutkan dengan melakukan pendampingan kepada Karang Taruna. Pendampingan yang dilakukan kepada mitra diharapkan dapat memastikan operasional yang berkelanjutan penerapan alat perangkap sampah sehingga menjadi solusi efektif dalam pengangkutan serta pengelolaan sampah yang terperangkap.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih disampaikan kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat atas dukungannya dalam bentuk materi sehingga kegiatan ini dapat terwujud. Terimakasih pula diucapkan kepada Fakultas Pertanian Universitas Khairun atas seluruh dukungannya. Terimakasih juga kami sampaikan kepada Pemerintah Kelurahan Gambesi dan Karang Taruna Gambesi atas kerjasamanya dalam keseluruhan rangkaian kegiatan ini.

DAFTAR REFERENSI

- Badan Pusat Statistik Kota Ternate. (2024). *Kota Ternate dalam Angka*. Ternate: BPS Kota Ternate.
- Bahtiar, Ahmad, Z., Pobi, W. (2017). Sampah Rumah Tangga di Ternate. *Techno Jurnal Penelitian*, 6(02), 57-65.
- Basyuni, M., Sasmito, S. D., Analuddin, K., Ulqodry, T. Z., Saragi-Sasmito, M. F., Eddy, S., & Milantara, N. (2022). Mangrove biodiversity, conservation and roles for livelihoods in Indonesia. In *Mangroves: Biodiversity, livelihoods and conservation* (pp. 397-445). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Hay, J.E., Forbes, D.L., & Mimura, N. (2013). Understanding and managing global change in small islands. *Sustainability Science*, 8, 303-308.
- Kurniawan, A., Nurdin, A. S., Baguna, F. L., Utami, N. N., & Gunawan, G. (2022). Strategi Penghidupan Masyarakat Sekitar Kawasan Hutan yang Berkelanjutan Di Pulau Tidore Provinsi Maluku Utara. In *Prosiding Seminar Nasional Pertanian*, Vol. 2, No. 1.

- Kusmana C. (2014). Distribution and current status of mangrove forest in Indonesia. Di dalam: Faridah-Hanum I, Latiff A, Hakeem KR, Ozturk M, editor. *Mangrove ecosystems of Asia: Status, Challenges and Management Strategies*. New York (US): Springer.
- Luo, Y. Y., Not, C., & Cannicci, S. (2021). Mangroves as unique but understudied traps for anthropogenic marine debris: a review of present information and the way forward. *Environmental Pollution*, 271, 116291.
- Martin, C., Almahasheer, H., & Duarte, C. M. (2019). Mangrove forests as traps for marine litter. *Environmental Pollution*, 247, 499-508.
- Nurse, L. A., McLean, R. F., Agard, J., Briguglio, L. P., Duvat-Magnan, V., Pelesikoti, N., & Webb, A. (2014). *Small islands*. Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part B: Regional aspects. Contribution of working group II to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change, pp-1613.
- Paembonan, R. E., Achmad, M. D., Marus, I., Baddu, S., Karman, A., Najamuddin, N., ... & Ismail, F. (2022). Hutan mangrove di Pulau Ternate secara spasial dan temporal. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*, 5(2).
- Pemerintah Indonesia. (2007). *Undang-undang No. 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil*. Jakarta: Pemerintah Indonesia
- Rivaldy, D. R., Jansen, T., & Sumarauw, J. S. (2018). Evaluasi Kapasitas Penampang Sungai Tugurara Kota Ternate Terhadap Debit Banjir. *Jurnal Sipil Statik*, 6(6).
- Saenger, P. (2013). *Mangrove ecology, silviculture and conservation*. Springer Science & Business Media.
- Sahil, J., Al Muhdar, M. H. I., Rohman, F., & Syamsuri, I. (2016). Sistem pengelolaan dan upaya penanggulangan sampah di Kelurahan Dufa-Dufa Kota Ternate. *Jurnal Bioedukasi*, 4(2).
- Sofyan, A., Sunarto, S., Sudibiyakto, S., & Sahubawa, L. (2010). Kajian Erosi Marin Sebagai Penyebab Degradasi Kepesisiran Kota Ternate (The Study of Marine Erosion as A Coastal Degradation in Ternate City). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 17(2), 89-97.
- Somadayo, S. (2021). Efektifitas Pengelolaan Sampah di Kota Ternate. *Jurnal Sains Sosial dan Humaniora (JSSH)*, 1(1), 100-103.
- Wafar, S., Untawale, A. G., & Wafar, M. (1997). Litter fall and energy flux in a mangrove ecosystem. *Estuarine, coastal and shelf science*, 44(1), 111-124.
- Whidayanti, E., Handayani, T., & Manessa, M. D. M. (2021). A spatial study of mangrove ecosystems for abrasion prevention using remote sensing technology in the coastal area of Pandeglang Regency. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 771, No. 1, p. 012014). IOP Publishing.
- Whitfield, A. K. (2017). The role of seagrass meadows, mangrove forests, salt marshes and reed beds as nursery areas and food sources for fishes in estuaries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 27(1), 75-110.