

E-Book

Atlas Sebaran Populasi Mangrove Nipah (*Nipa fruticans*) dan Estimasi Potensi Nira Nipah di Sulawesi Utara



- Rignolda Djamaluddin
- Brama Djabar
- Muhamad A. Kaumbo

E-Book

**ATLAS SEBARAN POPULASI MANGROVE
NIPAH (*NIPA FRUTICANS*) DAN ESTIMASI
POTENSI NIRA NIPAH DI SULAWESI UTARA**

- Rignolda Djamaluddin
- Brama Djabar
- Muhamad A. Kaumbo

**UNSRAT PRESS
2023**

Atlas Sebaran Populasi Mangrove Nipah (*Nipa fruticans*) dan Estimasi Potensi Nira Nipah di Sulawesi Utara

Rancang Sampul : Art Division Unsrat Press
Judul Buku : **Atlas Sebaran Populasi Mangrove Nipah (*Nipa fruticans*) dan Estimasi Potensi Nira Nipah di Sulawesi Utara**
Penulis : - Rignolda Djameluddin
- Brama Djabar
- Muhamad A. Kaumbo
Penerbit : **Unsrat Press**
Jl. Kampus Unsrat Bahu Manado 95115
Email : **percetakanunsrat@gmail.com**
ISBN : **978-623-5790-72-5 (PDF)**

Cetakan Pertama 2023

Dilarang mengutip dan atau memperbanyak tanpa izin tertulis dari penerbit sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apa pun baik cetak, fotoprint, mikrofilm dan sebagainya.

PRAKATA

Keinginan untuk menghadirkan bacaan-bacaan tentang mangrove selalu muncul karena tumbuhan ini sangat unik baik ditinjau dari aspek biologis maupun kondisi habitat tumbuh di pantai yang dipengaruhi oleh pasang-surut air laut. Lebih menarik lagi, tumbuhan mangrove dapat dimanfaatkan untuk tujuan produksi non-kayu seperti spesies mangrove palma *Nipa fruticans*.

E-Book ini menghadirkan informasi tentang taksonomi, ciri morfologis, sebaran, dan manfaat *Nipa fruticans* secara umum. Secara khusus, peta sebaran populasi *Nypa fruticans* dan data estimasi potensi produksi nira nipah tingkat kecamatan di Provinsi Sulawesi Utara ditampilkan. Keseluruhan data dan informasi yang dihadirkan dalam buku ini merupakan hasil penelitian ilmiah.

Data dan informasi yang dihadirkan dalam buku ini dapat dijadikan referensi penting bagi pelaku usaha yang selama ini mencari sumber gula nipah untuk berbagai keperluan. Bagi masyarakat, terlibat dalam produksi gula nipah atau produk lainnya akan menjadi tambahan pendapatan bagi mereka. Beragam usaha produksi berbahan dasar nira nipah selanjutnya bisa dikembangkan secara tepat menggunakan data dan informasi yang ada. Lebih jauh, terpeliharanya populasi nipah baik secara alami maupun hasil budidaya dapat meningkatkan fungsi ekologis sebuah ekosistem mangrove.

Manado, April 2023

Tim Penulis.

DAFTAR ISI

Halaman

PRAKATA	i
DAFTAR ISI	iii
1. PENDAHULUAN	1
2. PALMA MANGROVE <i>Nipa fruticans</i>	5
2.1 Taksonomi dan Ciri Morfologi.....	5
2.2 Distribusi Global	8
2.3 Manfaat Nipah	9
3. METODE PEMETAAN DAN ESTIMASI PRODUKSI NIRA NIPAH	13
3.1 Deskripsi lokasi penelitian	13
3.2 Pengumpulan dan Analisis Data.....	14
3.3 Estimasi Produksi Nira Nipah	16
4. SEBARAN POPULASI NIPA DI SULAWESI UTARA	17
4.1 Kota Manado	17
4.2 Kota Bitung	18
4.3 Kabupaten Minahasa	19
4.4 Kabupaten Minahasa Utara	24
4.5 Kabupaten Minahasa Tenggara	31
4.6 Kabupaten Minahasa Bolaang Mongondow Timur.....	34
4.7 Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan	38
4.8 Kabupaten Bolaang Mongondow Utara	43
5. ESTIMASI PRODUKSI NIRA NIPAH	47
6. PENUTUP	49
DAFTAR PUSTAKA	51

1. PENDAHULUAN

Indonesia sangat beruntung karena memiliki tumbuhan mangrove dengan keanekaragaman yang tinggi dan ukuran luasan terbesar di dunia. Kondisi ini didukung oleh beberapa faktor antara lain yang utama yaitu: posisi geografis, sejarah geologi, tipologi kepulauan, serta ciri oseanografi khas yang dimiliki Indonesia (Djamaluddin, 2018).

Berada dekat katulistiwa sehingga mendapat cukup penyinaran matahari sepanjang tahun dengan temperatur udara rata-rata sekitar 27° C, diapit oleh dua benua (Asia dan Australia) dan dua samudera (Hindia dan Pasifik), beriklim muson tropis dengan dua musim yaitu hujan (basah) dan kemarau (kering). Sejarah geologi yang berbeda-beda dan tipologi kepulauan memberi kontribusi terhadap keragaman habitat di wilayah intertidal. Massa air Samudera Hindia dari bagian Barat, massa air Samudera Pasifik dari bagian Timur, dan massa air Laut China Selatan dari bagian Utara, sirkulasi dan pencampurannya mempengaruhi kualitas air laut dan kehadiran benih mangrove dari berbagai tempat. Secara alamiah, seluruh daerah intertidal wilayah perairan pantai Indonesia dapat ditumbuhi tumbuhan mangrove sepanjang kondisi lokal mendukung pertumbuhannya. Mangrove adalah tumbuhan tingkat tinggi yang memiliki kemampuan hidup di lingkungan bergaram (Kodikara et al., 2018; Noor et al., 2015; Reef dan Lovelock, 2015; Spalding et al., 1997), khususnya di

wilayah intertidal antara tinggi pasang rata-rata hingga pasang tertinggi (Djamaluddin, 2018).

Mangrove memiliki peran ekologis dan ekonomis penting. Keberadaannya mendukung produktivitas ekosistem pantai sekitar (Nagelkerken et al., 2012; Bosire et al., 2012), menyediakan habitat dan tempat pemijahan berbagai jenis ikan dan organisme lainnya (Huxham et al., 2004; Mohamed et al., 2014), melindungi pantai dari aksi gelombang, abrasi, dan propagasi gelombang tsunami (Patel et al., 2014). Bagian tumbuhan mangrove dimanfaatkan untuk berbagai tujuan antara lain sebagai bahan makanan, kayu bakar dan (Ellison, 2008; Dahdouh-Guebas et al., 2006, Chow, 2018), perangkap ikan dan pewarna jaring (Djamaluddin, 2004; Djamaluddin et al., 2019), dan untuk obat-obatan herbal (Liebezeit dan Rau, 2006; Sathe et al., 2014; Kusmana, 2017; Ratnasari dan Dirhamsyah, 2017). Bahkan di Malaysia, hutan mangrove dieksploitasi untuk tujuan industri arang. Oleh karena ekosistem mangrove memiliki kemampuan memerangkap karbon, perannya menjadi sangat efektif untuk mitigasi perubahan iklim (Murdiyarso et al., 2015; Cameron et al., 2018; Taillardat et al., 2018; Sasmito et al., 2020).

Meskipun manfaat ekosistem mangrove sangat penting, kenyataannya ekosistem ini mengalami degradasi. Pada tingkat global laju kecepatan deforestasi mencapai 1% per tahun (FAO, 2007; Spalding et al., 2010), dan diperkirakan mangrove dunia telah berkurang 30% hingga akhir abad 20 (Valiela et al., 2001). Hingga saat ini, laju kecepatan deforestasi mangrove tercepat di

dunia terjadi di wilayah Asia Tenggara (Friess et al., 2019). Hal memprihatinkan bahwa laju deforestasi mangrove di Indonesia berlangsung tercepat di dunia (FAO, 2007; Campbell dan Brown, 2015). Dilaporkan bahwa laju deforestasi mangrove di Negara ini mencapai 0,05 juta Ha per tahun (Margono et al., 2014; Kementerian Kehutanan Republik Indonesia, 2014). Konversi kawasan mangrove menjadi tambak lewat program INTAM (Intensifikasi Tambak) pada tahun 1984 di 12 Provinsi berkontribusi sangat penting terjadinya deforestasi mangrove. Laju deforestasi terus berlanjut dimana hanya selang periode 1997 – 2005 luasan konversi mencapai 0,65 juta Ha (Murdiyarso et al., 2015).

Isu pengelolaan sumber daya mangrove secara berkelanjutan masih terus dikembangkan untuk memastikan terselenggaranya tujuan pengelolaan yakni: menjaga keanekaragaman, meningkatkan manfaat ekologis dan ekonomi sumber daya mangrove. Berbagai riset awal sudah dilakukan terutama terkait aspek restorasi/rehabilitasi lahan mangrove yang telah mengalami kerusakan (Djamaluddin et al., 2019a; Djamaluddin et al., 2019b). Berkaitan dengan pemanfaatan berkelanjutan sumber daya nipah telah dilakukan uji-coba produksi gula nipah dengan hasil yang sangat memuaskan (Djamaluddin et al., 2015).

Di Sulawesi Utara, nipah dapat dijumpai di berbagai tempat dengan luasan berbeda-beda. Total luasan populasi nipah di Provinsi ini belum diketahui, tetapi diperkirakan cukup potensial

untuk dimanfaatkan sebagai sumber gula nipah dan produk-produk lainnya. Upaya pengembangan populasi juga dapat dilakukan melalui penanaman.

Sebagai upaya untuk memanfaatkan tumbuhan nipah sebagai sumber gula nipah dan produk-produk lainnya, maka penting dipetakan sebaran dan luasan populasi nipah serta estimasi potensi produksi nira nipah yang ada di Sulawesi Utara. Pemetaan sebaran populasi nipah telah dilakukan dan dihasilkan dalam bentuk atlas sebaran populasi nipah tingkat kecamatan di delapan kabupaten/kota se Provinsi Sulawesi Utara. Selanjutnya, potensi nira nipah terestimasi.

2. PALMA MANGROVE *Nipa fruticans*

2.1 Taksonomi dan Ciri Morfologi

Secara taksonomi, susunan hirarki spesies *Nypa fruticans* menurut Dahdouh-Guebas (2022) adalah sebagai berikut:

1. Plantae (Kingdom)
2. Viridiplantae (Subkingdom)
3. Streptophyta (Infrakingdom)
4. Tracheophyta (Filum/Divisi)
5. Spermatophytina (Subfilum/ Subdivisi)
6. Magnoliopsida (Kelas)
7. Lilianae (Superordo)
8. Arecales (Ordo)
9. Areaceae (Famili)
10. *Nypa* (Genus)
11. *Nypa fruticans* (Spesies)

Dalam perjalanan perkembangan taksonomi, pemberian nama yang sama pernah dilekatkan, dan menurut Royal Botany Garden KEW (2022), untuk *Nypa fruticans*, penamaan yang termasuk kategori “homotypic synonym” (nama berbeda untuk tipe specimen yang sama) dan “heterotypic synonym” (nama berbeda untuk spesies berbeda), adalah sebagai berikut:

1. Homotypic Synonyms
 - *Nypa fruticans* (Wurmb) Thunb.
2. Heterotypic Synonyms

- *Cocos nypa* Lour.
- *Nipa arborescens* Wurm ex H.Wendl.
- *Nipa litoralis* Blanco
- *Nypa fruticans* var. *neameana* F.M.Bailey

Karakteristik morfologi tumbuhan ini, yakni: batang di bawah tanah dengan akar-akar halus, bunga (tandan bunga biseksual tumbuh dekat puncak batang, bunga betina membentuk kepala melingkar sedangkan bunga jantan kuning cerah, terletak di bawah kepala bunganya), buah (bulat bergelombang, coklat mengkilap, keras dan terdapat satu biji berbentuk telur di dalamnya). Habitat tumbuh nipah berupa lahan yang dipengaruhi atau mendapat masukan air tawar dan berlumpur, termasuk di muara sungai atau tepian sungai yang masih dipengaruhi pasang-surut (Djamaluddin, 2018a). Ciri morfologi nipah seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Ciri morfologi *N. fruticans* (Djamaluddin, 2018a)

2.2 Distribusi Global

Menurut Royal Botany Garden KEW (2022), *Nypa fruticans* adalah spesies asli di beberapa wilayah, yakni: Pulau Andaman, Banglades, Kepulauan Bismarck, Kalimantan, Kamboja, Pulau Caroline, Hainan, India, Jawa, Nusa Tenggara, Malaya, Maluku, Myanmar, Nansei-shoto, New Guinea, Pulau Nicobar, Northern Territory, Filipina, Queensland, Pulau Solomon, Sri Lanka, Sulawesi, Sumatera, Thailand, Vietnam. Di beberapa wilayah lainnya, spesies ini diintroduksi, yakni: Cameroon, Guyana, Marianas, Nigeria, Panamá, Pulau Society, Trinidad-Tobago. Adapun sebaran global *Nypa fruticans* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Distribusi global *Nypa fruticans* (Royal Botany Garden KEW, 2022)

2.3 Manfaat Nipah

Nypah merupakan tumbuhan dengan banyak manfaat. Selain berperan penting dalam pencegahan erosi di pantai, berbagai bagian tumbuhan ini dapat diolah menjadi produk-produk yang bernilai ekonomis sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

Di wilayah Khanap Nal (Thailand) tumbuhan nira nipah diolah untuk menghasilkan molase (produk sampingan dari hasil pengolahan gula yang masih mengandung gula dan asam-asam organik), gula pasir, sirup, dan cuka. Bagian daun dijadikan bahan untuk pembuatan atap dan kertas rokok. Produksi gula nipah mampu mendatangkan keuntungan ekonomi bagi masyarakat sebesar \$ 90 – 130 per hari. Lama waktu panen berkisar 5 – 100 tahun (Cheablam dan Chanklap, 2020).

Nipah dapat menghasilkan nira dalam jumlah banyak yang kemudian dapat diubah menjadi bioethanol. Nira tersebut dapat dihasilkan melalui tangkai buah dan dapat dipanen sebanyak dua kali sehari. Satu tangkai buah dapat menghasilkan 0,5 – 2 liter nira sehari. Nira nipah dapat menghasilkan 8,89 – 14 % etanol dan dalam bentuk bioethanol sebanyak 3.587,92 – 22.374,54 liter per ha per tahun. Nipah mengandung lignoselulosa yang dapat diubah menjadi bioetanol sebanyak 1.169,22 kg per ha. Beberapa bagian tumbuhan nipah juga dapat digunakan untuk menghasilkan arang dengan jumlah 2.858,89 kg per ha (Irawan et al., 2016).

Di Sundarbans (Banglades) nipah dimanfaatkan untuk berbagai tujuan seperti daun untuk bahan pembuatan atap,

makanan, obat-obatan, dan kayu bakar. Nira diolah untuk menghasilkan beberapa produk seperti molase, gula, cuka, dan alcohol. Tunas muda digunakan sebagai bahan obat pembasmi cacing, debu nipah digunakan untuk obat penghilang sakit gigi dan kepala. Bagian rhizoma digunakan sebagai pelampung jaring nelayan (Hossain dan Islam, 2015)

Potensi tumbuhan nipah di Indonesia sangat besar. Nipah merupakan tumbuhan mangrove yang telah dimanfaatkan secara tradisional sejak dulu baik untuk kebutuhan pangan maupun non pangan. Bagian daun dan buah nipah banyak ditemukan kandungan metabolit primer dan sekunder yang bermanfaat bagi tubuh manusia. Daun nipah kaya akan protein dan buah nipah kaya akan karbohidrat dan protein. Beberapa mineral trace elemen juga sangat tinggi kandungannya dalam buah nipah di antaranya yaitu natrium, magnesium dan kalium. Buah dan daun nipah mengandung beberapa metabolit sekunder seperti golongan alkaloid, flavonoid, steroid, triterpenoid, fenol, tannin, dan saponin. Ekstrak daun dan buah nipah memiliki aktivitas farmakologis seperti antiinflamasi, antikanker, dan antihiperlipidemia. Manfaat metabolit primer dan sekunder yang terdapat dalam daun dan buah nipah dapat dikembangkan menjadi produk pangan fungsional dan sediaan farmasetika (Khairi et al., 2020).

Sejumlah studi telah dilakukan untuk membuktikan berbagai kandungan bahan penting yang terkandung dalam buah maupun nira nipah. Hasil ekstrak endosperma buah nipah yang matang menunjukkan kandungan fenolik, flavonoid, dan kapasitas

antioksidan yang tinggi (Prasad et al., 2013). Kandungan antioksidan alami dalam buah nipah juga ditemukan oleh Hermanto et al. (2020). Analisa terhadap cairan sisa pengolahan gula nipah menunjukkan adanya potensi antioksidan dan antidiabetik (50 mg/mL = 78,5 % inhibisi), dan toksisitas yang rendah (Hafizi et al., 2018)

Hamilton dan Muphy (1988) mengkritisi metode dan pengembangan produksi nira nipah. Sebagai upaya untuk meningkatkan nilai manfaat nipah, riset terkait produksi nira harus dilakukan disertai pengembangan metode pengumpulan dan penanganannya.

3. METODE PEMETAAN DAN ESTIMASI PRODUKSI NIRA NIPAH

3.1 Deskripsi lokasi penelitian

Lokasi penelitian mencakup seluruh wilayah kabupaten di Provinsi Sulawesi Utara yang memiliki sumber daya mangrove (Kepulauan: Sangihe, Sitaro dan Talaud; Daratan: Minahasa Utara, Minahasa, Minahasa Selatan, Minahasa Tenggara, Bolaang Mongondow, Bolaang Mongondow Timur, Bolaang Mongondow Selatan, Bolaang Mongondow Utara). Pada Gambar 3 dapat dilihat peta administrasi Provinsi Sulawesi Utara.



Gambar 3. Peta administrasi Provinsi Sulawesi Utara (Badan Keahlian Sekretariat Jenderal DPR RI, 2021)

3.2 Pengumpulan dan Analisis Data

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan, mencakup:

a) *Pengumpulan data dan Pembuatan peta dasar*

Kegiatan ini dilakukan dalam beberapa bentuk, diawali dengan pengumpulan data dan informasi dari berbagai sumber. Data dan informasi berupa Foto Udara, Citra Satelit, Peta sebaran sumber daya pesisir dan laut. Selanjutnya deliniasi area dan memploting titik sampel (*point*) yang disajikan dalam peta dasar.

b) *Sumber Data*

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa Peta dasar sebagai bahan visualisasi menggunakan RBI (Rupa Bumi Indonesia) tahun 1991, Peta RTRW Provinsi Sulawesi Utara tahun 2014, Peta LPI (Lingkungan Pantai Indonesia) tahun 1991. Untuk deliniasi sebaran nipah menggunakan image Google Earth dengan rentan waktu perekaman tahun 2016 hingga 2018.

c) *Survey Lapangan*

Proses verifikasi lapangan (*ground check*) dilakukan pada titik-titik tertentu dengan menggunakan pengamatan langsung pada suatu titik sampel (BIG, 2014) atau dideskripsikan sebagai metode pemeriksaan titik (*spot check*) (Djamaluddin, 2010) yang dapat diterapkan untuk pengamatan struktur vegetasi maupun kondisi umum fisik lahan. Verifikasi lapangan menggunakan peta dasar yang telah dibuat sebelumnya.

d) *Analisis Data*

Besarnya ambang batas atau *threshold* nilai RMS Error (*Residual Mean Square Error*) yang dianggap memenuhi ketelitian *planimetrik* adalah $\leq 0,5$ kali ukuran piksel citra (Damanik dan Djamaluddin, 2012). Image/foto Google Earth memiliki “resolusi spasial” sebesar 1 meter atau kurang dari 1 meter (Malarvizhi dkk., 2016). Data ini digunakan untuk melakukan identifikasi dalam analisis interpretasi visual. Hasil verifikasi lapangan (draf) dianalisa lebih lanjut dengan metode interpretasi visual (*on-screen digitizing*).

Enhancement dilakukan karena seringkali citra yang dijadikan objek mempunyai kualitas yang buruk misalnya; citra mengalami derau (*noise*), citra terlalu gelap/terang dan citra kurang tajam. Proses interpretasi mengacu pada “*key elements*” (warna, bentuk, tekstur-ukuran, pola, situs/lokasi dan asosiasi) terhadap objek yang telah diamati berdasarkan hasil pengamatan lapangan (Lillesand dkk., 2004). Hasil interpretasi berupa data vektor, selanjutnya dianalisis dengan proses *geoprocessing* menggunakan bantuan aplikasi Sistem informasi Geografis (SIG) untuk mendapatkan luasan area objek yang telah didelineasi. Hasil interpretasi ditampilkan secara *visual* berupa peta tutupan dan sebaran nipah.

3.3 Estimasi Produksi Nira Nipah

Sebagai dasar perhitungan produksi nira nipah digunakan hasil studi Tumunaidu et al. (2013) sebagai referensi pembandingan. Satu tangkai buah nipah yang disadap dapat menghasilkan 0,4 – 1,2 liter/hari, dan jumlah hari penyadapan adalah 100 hari/tahun. Untuk sebuah populasi 1000 pohon nipah/Ha dapat dihasilkan 50.000 – 100.000 liter/Ha/tahun dengan perhitungan produksi nira nipah terendah 0,5 liter/hari dan tertinggi 1,0 liter/hari.

Pada penelitian ini, digunakan formula berikut untuk mengestimasi jumlah produksi nira nipah potensial (liter/Ha/tahun) tingkat kecamatan di kabupaten/kota:

$$P \text{ Nira}_{(\text{terendah})} = (0,5 \text{ liter} \times 1000 \text{ pohon/Ha} \times \text{Luasan Hutan Nipah dalam Ha}) \times 100 \text{ hari}$$

$$P \text{ Nira}_{(\text{tertinggi})} = (0,1 \text{ liter} \times 1000 \text{ pohon/Ha} \times \text{Luasan Hutan Nipah dalam Ha}) \times 100 \text{ hari}$$

4. SEBARAN POPULASI NIPA DI SULAWESI UTARA

4.1 Kota Manado

Nipa dalam jumlah yang signifikan yaitu 2,74 Ha (Gambar 4) ditemukan di wilayah Kecamatan Bunaken daratan yang merupakan Kawasan Taman Nasional Bunaken. Nipa juga ditemukan tumbuh sporadis dalam jumlah populasi yang kecil di beberapa lokasi sepanjang pesisir pantai daratan dan Pulau Bunaken.



Gambar 4. Atlas sebaran populasi nipa di Kecamatan Bunaken

4.2 Kota Bitung

Nipa ditemukan hanya dalam luasan yang kecil yakni 0,67 Ha di wilayah Kecamatan Matuari (Gambar 5).



Gambar 5. Atlas sebaran populasi nipa di Kecamatan Matuari

4.3 Kabupaten Minahasa

Sepanjang pesisir pantai selatan Kabupaten Minahasa, nipa hadir secara sporadis di empat kecamatan (Lembean Timur, Kombi, Kakas, dan Langowan Selatan) (Gambar 6,7,8 dan 9). Luasan total populasi nipa adalah seluas 20,93 Ha dengan rincian seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Sebaran populasi nipa di empat kecamatan Kabupaten Minahasa

Kecamatan	Luasan (Ha)
Lembean Timur	2,43
Kombi	6,78
Kakas	9,10
Langowan Selatan	2,62
Total	20,93



Gambar 6. Atlas sebaran populasi nipa di Kecamatan Lembean Timur



Gambar 7. Atlas sebaran populasi nipa di Kecamatan Kombi



Gambar 8. Atlas sebaran populasi nipa di Kecamatan Kakas



Gambar 9. Atlas sebaran populasi nipa di Kecamatan Langowan Selatan

4.4 Kabupaten Minahasa Utara

Sepanjang pesisir pantai Kabupaten Minahasa Utara, nipa hadir secara sporadis di enam kecamatan (Wori, Likupang Barat, Likupang Selatan, Likupang Timur, Kauditan, dan Kema) (Gambar 10, 11, 12, 13, 14, dan 15). Luas total populasi nipa adalah 118,99 Ha dengan rincian seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Sebaran populasi nipa di enam kecamatan Kabupaten Minahasa Utara

Kecamatan	Luasan (Ha)
Wori	27,89
Likupang Barat	21,81
Likupang Selatan	4,32
Likupang Timur	57,25
Kauditan	0,57
Kema	7,15
Total	118,99



Gambar 10. Atlas sebaran populasi nipa di Kecamatan Wori



Gambar 11. Atlas sebaran populasi nipa di Kecamatan Likupang Barat



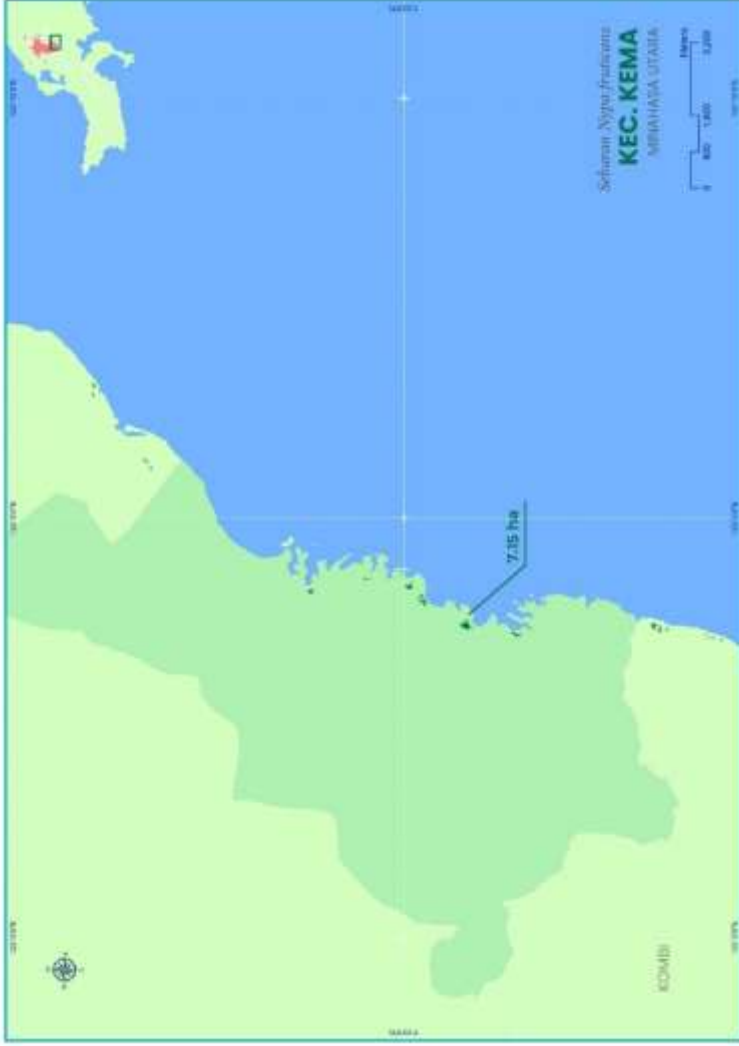
Gambar 12. Atlas sebaran populasi nipa di Kecamatan Likupang Selatan



Gambar 13. Atlas sebaran populasi nipa di Kecamatan Likupang Timur



Gambar 14. Atlas sebaran populasi nipa di Kecamatan Kauditan



Gambar 15. Atlas sebaran populasi nipa di Kecamatan Kema

4.5 Kabupaten Minahasa Tenggara

Sepanjang pesisir pantai Kabupaten Minahasa Tenggara, nipa hadir dalam dua kelompok utama di dua kecamatan (Pusumaen dan Belang) seperti ditunjukkan pada Gambar 16 dan 17. Luasan total populasi nipa adalah 31,45 Ha dengan rincian seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Sebaran populasi nipa di enam kecamatan Kabupaten Minahasa Tenggara

Kecamatan	Luasan (Ha)
Posumaen	21,36
Belang	10,09
Total	31,45



Gambar 16. Atlas sebaran populasi nipa di Kecamatan Posumaen



Gambar 17. Atlas sebaran populasi nipa di Kecamatan Belang

4.6 Kabupaten Minahasa Bolaang Mongondow Timur

Sepanjang pesisir pantai Kabupaten Bolaang Mongondow Timur, nipa hadir mengelompok di tiga kecamatan (Kotabunan, Tutuyan, dan Nuangan) (Gambar 18, 19, dan 20). Luasan total populasi nipa adalah 123,70 Ha dengan rincian seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Sebaran populasi nipa di tiga kecamatan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur

Kecamatan	Luasan (Ha)
Kotabunan	15,02
Tutuyan	31,11
Nuangan	77,57
Total	123,70



Gambar 18. Atlas sebaran populasi nipa di Kecamatan Kotabunan



Gambar 19. Atlas sebaran populasi nipai di Kecamatan Tutuyan



Gambar 20. Atlas sebaran populasi nipa di Kecamatan Nuangan

4.7 Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan

Sepanjang pesisir pantai Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan, nipa hadir mengelompok di empat kecamatan (Pinolosian Timur, Pinolosian Tengah, Pinolosian, dan Bolaang Uki) (Gambar 21, 22, 23, dan 24). Luasan total populasi nipa adalah 129,65 Ha dengan rincian seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Sebaran populasi nipa di tiga kecamatan Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan

Kecamatan	Luasan (Ha)
Pinolosian Timur	49,62
Pinolosian Tengah	52,10
Pinolosian	12,00
Bolaang Uki	15,93
Total	129,65



Gambar 21. Atlas sebaran populasi nipa di Kecamatan Pinolosian Timur



Gambar 22. Atlas sebaran populasi nipa di Kecamatan Pinolosian Tengah



Gambar 23. Atlas sebaran populasi nipa di Kecamatan Pinolosian



Gambar 24. Atlas sebaran populasi nipa di Kecamatan Bolaang Uki

4.8 Kabupaten Bolaang Mongondow Utara

Sepanjang pesisir pantai Kabupaten Bolaang Mongondow Utara, nipa hadir dengan beberapa kelompok yang cukup signifikan di tiga kecamatan (Bolangitang Barat, Kaidipang, Pinogaluman) (Gambar 25, 26, dan 27). Luasan total populasi nipa adalah 94,23 Ha dengan rincian seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Sebaran populasi nipa di tiga kecamatan Kabupaten Bolaang Mongondow Utara

Kecamatan	Luasan (Ha)
Bolangitang Barat	7,26
Kaidipang	63,34
Pinogaluman	23,63
Total	94,23



Gambar 25. Atlas sebaran populasi nipa di Kecamatan Bolangitang Barat



Gambar 26. Atlas sebaran populasi nipua di Kecamatan Kaidipang



Gambar 27. Atlas sebaran populasi nipa di Kecamatan Pinogaluman

5. ESTIMASI PRODUKSI NIRA NIPAH

Hasil estimasi potensi produksi nira nipah untuk delapan Kabupaten/Kota yang keberadaan populasi pohon nipah cukup signifikan adalah terendah sebanyak 26.118.000 liter/Ha/tahun dan tertinggi 12.370.000 liter/Ha/tahun. Tiga wilayah dengan potensi terbesar, yakni: Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan (6.482.500 - 12.965.000 liter/Ha/tahun), Kabupaten Bolaang Mongondow Timur (6.185.000 - 12.370.000 liter/Ha/tahun), dan Kabupaten Minahasa Utara (5.949.500 - 11.899.000 liter/Ha/tahun). Variasi potensi nira nipah tingkat kecamatan untuk keseluruhan Kabupaten/Kota di Sulawesi Utara ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Potensi nira nipah tingkat kecamatan di Provinsi Sulawesi Utara.

Kabupaten/Kota	Luasan Populasi Nipah (Ha)	Produksi Potensial Nira Terendah (Liter/Ha/Tahun)	Produksi Potensial Nira Tertinggi (Liter/Ha/Tahun)
Kota Manado			
1. Kecamatan Bunaken	2,74	137.000	274.000
Total 1		137.000	274.000
Kota Bitung			
1. Kecamatan Matuari	0,67	33.500	67.000
Total 2		33.500	67.000
Kabupaten Minahasa			
1. Kecamatan Lembean Timur	2,43	121.500	243.000
2. Kecamatan Kombi	6,78	339.000	678.000
3. Kecamatan Kakas	9,10	455.000	910.000
4. Kecamatan Langowan Selatan	2,62	131.000	262.000
Total 3		1.046.500	2.093.000

Kabupaten Minahasa Utara			
1. Kecamatan Wori	27,89	1.394.500	2789000
2. Kecamatan Likupang Barat	21,81	1.090.500	2181000
3. Kecamatan Likupang Selatan	4,32	216.000	432000
4. Kecamatan Likupang Timur	57,25	2.862.500	5725000
5. Kecamatan Kauditan	0,57	28.500	57000
6. Kecamatan Kema	7,15	357.500	715000
Total 4		5.949.500	11.899.000
Kabupaten Minahasa Tenggara			
1. Kecamatan Posumaen	21,36	1.068.000	2.136.000
2. Kecamatan Belang	10,09	504.500	1.009.000
Total 5		1.572.500	3.145.000
Kabupaten Bolaang Mongondow Timur			
1. Kecamatan Kotabunan	15,02	751.000	1.502.000
2. Kecamatan Tutuyan	31,11	1.555.500	3.111.000
3. Kecamatan Nuangan	77,57	3.878.500	7.757.000
Total 6		6.185.000	12.370.000
Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan			
1. Kecamatan Pinolosian Timur	49,62	2.481.000	4.962.000
2. Kecamatan Pinolosian Tengah	52,10	2.605.000	5.210.000
3. Kecamatan Pinolosian	12,00	600.000	1.200.000
4. Kecamatan Bolaang Uki	15,93	796.500	1.593.000
Total 7		6.482.500	12.965.000
Kabupaten Bolaang Mongondow Utara			
1. Kecamatan Bolangitang Barat	7,26	363.000	726.000
2. Kecamatan Kaidipang	63,34	3.167.000	6.334.000
3. Kecamatan Pinogaluman	23,63	1.181.500	2.363.000
Total 8		4.711.500	9.423.000
Total 1+2+3+4+5+6+7+8		26.118.000	52.236.000

6. PENUTUP

Sulawesi Utara memiliki potensi populasi *Nypa fruticans* yang cukup potensial. Populasi nipah di daerah ini tersebar dalam luasan yang bervariasi di delapan kabupaten/kota, yakni: Kota Manado, Kota Bitung, Kabupaten Minahasa, Kabupaten Minahasa Utara, Kabupaten Minahasa Tenggara, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur, Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan, dan Kabupaten Bolaang Mongondow Utara.

Total luasan populasi nipah di Sulawesi Utara sebesar 522,32 Ha. Dari delapan kabupaten/kota yang telah dipetakan, luasan populasi nipah sangat bervariasi dan tiga kabupaten dengan luasan terbesar, yakni: Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan (129,65 Ha), Bolaang Mongondow Timur (123,70 Ha), dan Kabupaten Minahasa Utara (118,99 Ha). Sebanding dengan luasan populasi nipah, ketiga kabupaten tersebut memiliki potensi produksi nira nipah terbanyak, yakni: Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan (6.482.500 - 12.965.000 liter/Ha/tahun), Kabupaten Bolaang Mongondow Timur (6.185.000 - 12.370.000 liter/Ha/tahun), dan Kabupaten Minahasa Utara (5.949.500 - 11.899.000 liter/Ha/tahun). Total produksi nira nipah Sulawesi Utara bervariasi dari terendah 26.118.000 liter/Ha/tahun hingga terbesar 52.236.000 liter/Ha/tahun.

Dengan produksi nira nipah yang cukup besar, di Provinsi Sulawesi Utara dapat dikembangkan usaha produksi gula nipah serta produk-produk turunan lainnya. Produksi nira nipah dapat

ditingkatkan melalui upaya budidaya nipah terutama di lokasi-lokasi yang kepadatan populasi nipahnya masih rendah atau lokasi-lokasi terbuka yang pernah ditumbuhi pohon nipah.

DAFTAR PUSTAKA

- BIG. 2014. Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial. No. 3 Tahun 2014. Tentang: Pedoman Teknis Pengumpulan dan Pengolahan Data Geospasial Mangrove.
- Cameron C, Hutley L, Friess DA, Brown B. 2019. Community structure dynamics and carbon stock change of rehabilitated mangrove forests in Sulawesi, Indonesia. *Ecological applications*, 29 (1). p.e01810
- Campbell A, Brown B. 2015, Indonesia's vast mangroves are a treasure worth saving. The conversation. <http://theconversation.com/indonesias-vast-mangroves-are-a-treasure-orth-saving-39367>.
- Cheablum O, Chanklap B. 2020. Sustainable Nipa Palm (*Nypa fruticans* Wurm.) Product Utilization in Thailand. *Scientifica* (Cairo). doi: 10.1155/2020/3856203. PMID: 33062377; PMCID: PMC7533023
- Chow J. 2018. Determinants of household fuelwood collection from mangrove plantations in coastal Bangladesh. *For. Policy Econ.*, 96: 83–92. doi: 10.1016/j.forpol.2018.08.007
- Dahdouh-Guebas F. (2022). World Mangroves database. *Nypa fruticans* Wurm. <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=234451> (Diakses 25 Oktober 2022)

- Dahdouh-Guebas F, Collin S, Lo Seen D, Rönnbäck P, Depommier D, Ravishankar T, Koedam N. 2006. Analysing ethnobotanical and fishery-related importance of mangroves of the East-Godavari Delta (Andhra Pradesh, India) for conservation and management purposes. *J Ethnobiol Ethnomed*, 2(24). doi: 10.1186/1746-4269-2-24. PMID: 16681845; PMCID: PMC1475843
- Damanik R, Djamaluddin R. 2012. Atlas Magrove Teluk Tomini. Program SUSCLAM (Sustainable Coastal Livelihoods and Management Program).
- Djamaluddin R, Botutihe MY, Nugraha TA. 2015. Modul belajar proses produksi gula nipah. Kelola. 16 hal.
- Djamaluddin, R. 2004. The dynamics of mangrove forest in relation to dieback and human use in Bunaken National Park, North Sulawesi, Indonesia. Doctoral thesis in the University of Queensland, Australia
- Djamaluddin, R. 2018a. The mangrove flora and their physical habitat characteristics in Bunaken National Park, North Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas*, 19(4): 1303-1312.
- Djamaluddin R. 2018b. Mangrove: biologi, ekologi, rehabilitasi dan konservasi. Unsrat Press, Manado
- Djamaluddin R. 2020. Penilaian program rehabilitasi mangrove di Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 8(1):1-14.

- Djamaluddin R, Brown B, Lewis RR. 2019a. The practice of hydrological restoration to rehabilitate abandoned shrimp ponds in Bunaken National Park, North Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas*, 20(1):160-170.
- Djamaluddin R, Kaumbo M, Djabar B. 2019b. Present condition of mangrove environment and community structure in Tomini Gulf. Sulawesi, Indonesia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 11(3):601-614.
- Djamaluddin R. 2010. Survei Kondisi Ekosistem Mangrove di Wilayah Kabupaten Parigi Moutong. SUSCLAM-Teluk Tomini (Sustainable Coastal Livelihoods and Management).
- Djamaluddin R. 1995. Kontribusi hutan mangrove dalam penyediaan nitrogen dan fosfor potensial ke perairan sekitar Likupang, Kab. Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara. Institute Pertanian Bogor. 208 hal.
- Ellison AM. 2008. Managing mangroves with benthic biodiversity in mind: moving beyond roving banditry. *J. Sea Res.*, 59: 2–15. doi: 10.1016/j.seares.2007.05.003.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2007. The world's mangroves 1980-2005. Rome.
- Friess DA, Rogers K, Lovelock CE, Krauss KW, Hamilton SE, Lee SY, Lucas R, Primavera J, Rajkaran A, Suhua S. 2019. The State of the World's Mangrove Forests: Past, Present, and

- Future. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 44:89–115, <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-101718-033302>.
- Hamilton LS, Murphy DH. 1988. Use and management of Nipa palm (*Nypa fruticans*, arecaceae): a review. *Econ Bot.*, 42: 206–213. <https://doi.org/10.1007/BF02858921>
- Hermanto H, Mukti RC, Pangawikan AD. 2022. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 443, International Conference on Food and Bio-Industry 2019, 29-30 July 2019, Bandung, Indonesia
- Hossain F, Islam A. 2015. Utilization of Mangrove Forest Plant: Nipa Palm (*Nypa fruticans* Wurm.). *American Journal of Agriculture and Forestry*, 3(4): 156-160. doi: 10.11648/j.ajaf.20150304.16
- Huxham M, Kimani E, Augley J. 2004. Mangrove fish: a comparison of community structure between forested and cleared habitats. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 60(4):637-647.
- Irawan B, Khabibi J, Agustina A. 2016. The Potential of Nipah (*Nypa Fruticans* Wurm.) as Bioenergy Resources The 1st International Conference on Green Development – University of Jambi.
- Kementerian Kehutanan Republik Indonesia. 2014. Recalculation of Indonesia's land cover in 2013. Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan.

- Khairi I, Bahri S, Ukhty N, Rozi A, Nasution MA. 2020. Potensi pemanfaatan nipah (*Nypa fruticans*) sebagai pangan fungsional dan farmasetika. <https://www.researchgate.net/publication/348160185> (Diakses 25 Oktober 2022)
- Kodikara KAS, Jayatissa LP, Huxham M, Dahdouh-Guebas F, Koedam N. 2018. The effects of salinity on growth and survival of mangrove seedlings changes with age. *Acta Botanica Brasilica*, 32(1):37–46. <https://doi.org/10.1590/0102-33062017abb0100>
- Kusmana C. 2017. Lesson learned from mangrove rehabilitation program in Indonesia', *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 7: 89-97. doi: 10.19081/jpsl.2017.7.1.89 89
- Liebezeit G, Rau MT. 2006. New Guinean mangroves — traditional usage and chemistry of natural products. *Senckenbergiana Maritima*, 36(1): 1–10. [https://doi.org/ 10.1007/BF03043698](https://doi.org/10.1007/BF03043698)
- Lillesand T, Kiefer R, Chipman J. 2004. Remote Sensing and Image Interpretation (5th Edition ed.). New York. (Diterjemahkan oleh; Dulbahri, Prpto Suharsono, Hartono, dan Suharyadi). Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Malarvizhi, K., Kumar, V., Porchelvan, V. 2016. Use of high resolution satellite imagery in landuse map preparation for urban related applications. *Procedia Technology*, 4:1835-1842.

- Margono BA, Potapov PV, Turubanova S, Stolle F, Hansen MC. 2014. Primary forest cover loss in Indonesia over 2000-2012. *Nature Climate Change*. doi: 10.1038/NCLIMATE2277.
- Mohamed A, El-Regal A, Ibrahim NK. 2014. Role of mangroves as a nursery ground for juvenile reef fishes in the southern Egyptian Red Sea. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 14(1): 71-78, <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2014.01.001>
- Murdiyarto D, Purbopuspito J, Kauffman JB, Warren MW, Sasmito SD, Donato DC, Manuri S, Krisnawati H, Taberima S, Kurnianto S. 2015. The potential of Indonesian mangrove forests for global climate change mitigation. *Nature Climate Change*, 5(12): 1089-1092. doi:[10.1038/nclimate2734](https://doi.org/10.1038/nclimate2734)
- Muttaqin AD. 2016. Aplikasi Penginderaan Jauh Untuk Identifikasi Sebaran Terumbu Karang di Pulau Nian dan Mantehage Propinsi Sulawesi Utara. *Marine Journal*, 2(1). UIN Sunan Ampel Surabaya.
- Nagelkerken I, Grol MG, Mumby PJ. 2012. Effects of marine reserves versus nursery habitat availability on structure of reef fish communities. *PLOS ONE*, 7(6). e36906.
- Noor T, Batool N, Mazhar R, Ilyas N. 2015. Effects of Siltation, Temperature and Salinity on Mangrove Plants. *European*

Academic Research, 2(11), 14172–14179. www.euacademic.org

Patel DM, Patel VM, Katariya B, Patel K. 2014. Performance of Mangrove In Tsunami Resistance. *International Journal of Emerging Technology & Research*, 1(1): 29-32.

Prasad N, Yang B, Kong KW, Khoo HE, Sun J, Azlan A, Ismail A, Romli ZB. 2013. Phytochemicals and antioxidant capacity from *Nypa fruticans* Wurmb. Fruit. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicines*. <https://doi.org/10.1155/2013/154606>.

Ragavani P, Zhou R, Ng WL, Rana TS, Mageswaran T, Mohan PM, Saxena A. 2017. Natural hybridization in mangroves – an overview. *Botanical Journal of the Linnean Society*, pp. 1–17.

Ratnasari, Fahrizal, Dirhamsyah M. 2017. Pemanfaatan vegetasi mangrove di Pulau Padang Tikar Kecamatan Batu Ampar Kabupaten Kubu Raya. *J. Tengkwang*, 7(2):110-115.

Reef R, Lovelock CE. 2015. Regulation of water balance in Mangroves. *Annals of Botany*, 115(3): 385–395. <https://doi.org/10.1093/aob/mcu174>

Royal Botanic Garden KEW. 2022. *Nypa fruticans* Wurmb. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:668507-1#synonyms> (Diakses 25 Oktober 2022)

- Saefurachman G. 2008. Distribusi, kerapatan dan perubahan luas vegetasi mangrove gugus pulau pari Kepulauan Seribu menggunakan Citra Formosat 2 dan Landsat 7/ETM+. IPB. Bogor.
- Sasmito SD, Sillanpää M, Hayes MA, Bachri S, Saragi-Sasmito MF, Sidik F, Hanggara BB, Mofu WY, Rumbiak VI, Hendri, Taberima S, Suhaemi, Nugroho JD, Pattiasina TF, Widagti N, Barakalla, Rahajoe JS, Hartantri H, Nikijuluw V, Jowey RN, Heatubun CD, Philine zu Ermgassen, Worthington TA, Howard J, Lovelock CE, Friess DA, Hutley LB, Murdiyarso D. 2020. Mangrove blue carbon stocks and dynamics are controlled by hydrogeomorphic settings and land-use change'. *Glob Change Biol.*, 26: 3028–3039. <https://doi.org/10.1111/gcb.15056>.
- Sathe SS, Lavate RA, Patil SB. 2014. Ethnobotanical and Medicinal Aspects of Mangroves From Southern Kokan (Maharashtra). *International Journal of Emerging Trends in Pharmaceutical Sciences*, 3(4): 12-17.
- Spalding M, Blasco F, Field C. 1997. World mangrove atlas. The International Society for Mangrove Ecosystems, Okinawa, Japan.
- Spalding MD, Kainuma M, Collins L. 2010. World Atlas of Mangroves. Earthscan, London.

- Suharyadi, 2001. Aplikasi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografi Untuk Penentuan Lokasi Tempat Penampungan Sementara Sampah di Kota Magelang. Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Sukairi AH, Asaruddin MR, Wan SWMA, Wan YSAT. 2018. Crystallization and Biological Studies of *Nypa fruticans* Wurmb Sap. *Indonesian Journal of pharmaceutical science and technology*, suppl 1(1):37-42.
- Sutanto, 1986. Penginderaan Jauh Jilid I. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Taillardat P, Friess DA, Lupascu M. 2018. Mangrove blue carbon strategies for climate change mitigation are most effective at the national scale. *Biol. Lett.*, 14(10). art. no. 20180251. <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2018.0251>
- Tamunaidu P, Matsui N, Okimori Y, Saka S. 2013. Nipa (*Nypa fruticans*) sap as a potential feedstock for ethanol production *Biom. Bioe.*, 52:96-102.
- Valiela I, Bowen JL, York JK. 2001. Mangrove forests: one of the world's threatened major tropical environments. *BioScience*, 51:807–15.

TENTANG PENULIS



Rignolda Djamaluddin dilahirkan di Manado 21 Maret 1967. Studi S1 diselesaikan di Program Studi Manajemen Sumber daya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi (FPIK – Unsrat) pada tahun 1989. Studi S2 diselesaikan di Program Studi Ilmu Perairan Institut Pertanian Bogor pada tahun 1994. Studi S3 diselesaikan di School of Natural and Rural Systems Management dan School of Life Science, University of Queensland, Australia pada tahun 2002.

Penulis adalah dosen tetap di Program Studi Ilmu Kelautan, FPIK – Unsrat sejak tahun 1991, memimpin Perkumpulan Kelola (bergerak di bidang riset, advokasi lingkungan dan hak-hak masyarakat pesisir) sebagai Direktur sejak tahun 2004, sebagai Ketua Asosiasi Nelayan Tradisional (Antra) di Sulawesi Utara sejak tahun 2009. Sebagai dosen, penulis menjalankan tugas tambahan sebagai Anggota Senat Unsrat periode 2014 – 2018, dan sebagai Koordinator Pusat Pengelolaan dan Pengembangan Kuliah Kerja Nyata Terpadu di Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat sejak September 2014.

Sekitar 32 tahun mempelajari mangrove berbagai capaian penting sudah dicapai terkait biologi, ekologi, restorasi, dan pengelolaan mangrove. Selain dalam bentuk jurnal nasional dan internasional, karya juga dihasilkan dalam bentuk buku yang dipublikasikan secara luas. Salah satu buku yang belakang banyak dijadikan referensi adalah berjudul “*Mangrove: biologi, ekologi, restorasi dan konservasi*” yang dipublikasi pada tahun 2018. Tentang pemetaan mangrove, selain tertuang dalam berbagai jurnal yang dipublikasi, telah dihasilkan atlas seperti untuk Teluk Tomini dengan judul “*Atlas Mangrove Teluk Tomini*”. Akhirnya, penulis berkomitmen untuk terus menghadirkan kepada pembaca karya-karya tulis tentang mangrove di masa akan datang.

ISBN 978-623-5790-72-5 (PDF)

