JURNAL BORNEO SAINTEK
Volume 9, Nomor 1, April 2026
e-ISSN 2599-3313
P-ISSN 2615-434X

Available online at www.jurnal.ubt.ac.id
Halaman 62-71

ANALISIS EFISIENSI DAYA BLOWER TERHADAP TINGKAT KEKERINGAN RUMPUT LAUT PADA SOLAR DRYER

ANALYSIS OF BLOWER ELECTRICAL ENERGY CONSUMPTION AND RELATIVE MASS REDUCTION OF SEAWEED IN AN ACTIVE SOLAR DRYER

Linda Sartika[1], Abdul Muis Prasetya[1], Alfian Ramadhani[1]*,
[1] Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro − Universitas Borneo Tarakan
*Email: lindasartika75@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini membandingkan enam kombinasi jumlah blower (4 dan 8 unit) serta pengaturan kecepatan rendah, sedang, dan tinggi pada pengering surya aktif untuk rumput laut. Pada setiap kondisi yang dilaporkan, massa awal 15 kg dan waktu pengeringan 6 jam. Parameter yang dapat dibandingkan dari data tersedia meliputi penurunan massa relatif, energi listrik blower, laju penurunan massa, dan energi listrik spesifik per kilogram penurunan massa. Kombinasi 4 blower pada kecepatan rendah menghasilkan massa akhir 8,0 kg, penurunan massa relatif 46,67%, laju penurunan massa 1,17 kg/jam, energi listrik blower 8,76 Wh, dan konsumsi energi listrik spesifik 1,25 Wh/kg. Kombinasi 8 blower pada kecepatan tinggi menggunakan 114,48 Wh dengan massa akhir 9,3 kg. Hasil bersifat deskriptif untuk kondisi pengujian yang dilaporkan. Kadar air akhir, efisiensi termal keseluruhan, dan ketidakpastian antarulangan belum dapat ditentukan dari data yang disajikan.
Kata Kunci: pengering surya aktif; blower; rumput laut; penurunan massa relatif; konsumsi energi listrik spesifik

ABSTRACT

This study compared six combinations of blower quantity (four or eight units) and low, medium, or high speed settings in an active solar dryer for seaweed. Each test started with 15 kg of fresh seaweed and ran for six hours. The four-blower low-speed configuration yielded a final mass of 8.0 kg, a relative mass reduction of 46.67%, a mass-loss rate of 1.17 kg/h, blower electricity consumption of 8.76 Wh, and specific blower electricity consumption of 1.25 Wh/kg of mass lost. The eight-blower high-speed configuration consumed 114.48 Wh and yielded a final mass of 9.3 kg. These findings describe blower electricity use and relative mass reduction under the tested conditions; they do not establish final moisture content or overall thermal efficiency. Additional replication and measurements of ambient conditions are required to assess wider applicability.
Keywords: *Active Solar Dryer , Blower, Seaweed, Relative Mass Reduction, Specific Electrical Energy Consumption*

PENDAHULUAN

Rumput laut merupakan salah satu komoditas hayati laut yang memiliki nilai ekonomi tinggi karena banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku industri pangan, farmasi, kosmetik, pupuk, dan produk bioteknologi. Indonesia memiliki potensi besar dalam pengembangan rumput laut karena didukung oleh wilayah pesisir yang luas, kondisi perairan tropis, dan keanekaragaman jenis rumput laut yang tinggi [1]. Rumput laut juga menjadi komoditas penting bagi masyarakat pesisir karena dapat menjadi sumber pendapatan dan bahan baku industri berbasis kelautan [10], [23], [24]. Di Kota Tarakan, rumput laut merupakan salah satu komoditas unggulan, bahkan produksi rumput laut dilaporkan mencapai 32 ton per tahun [8]. Namun, potensi tersebut masih menghadapi kendala pada tahap pascapanen, terutama proses pengeringan.

Permasalahan utama pada rumput laut segar adalah kadar air yang masih tinggi setelah panen. Kandungan air yang tinggi dapat mempercepat

pertumbuhan mikroorganisme, menimbulkan perubahan warna, menurunkan mutu fisik, serta mengurangi daya simpan produk. Oleh karena itu, proses pengeringan menjadi tahap penting untuk menjaga kualitas dan nilai jual rumput laut [3], [10], [11]. Pengeringan bertujuan mengurangi kadar air bahan melalui perpindahan panas dan perpindahan massa sehingga produk menjadi lebih stabil selama penyimpanan. Pada rumput laut, proses pengeringan harus dilakukan secara tepat karena suhu, kelembapan, lama pengeringan, dan aliran udara dapat memengaruhi kualitas akhir produk [11], [15].

Metode pengeringan yang masih banyak digunakan oleh petani rumput laut adalah penjemuran langsung di bawah sinar matahari. Metode ini sederhana dan murah, tetapi memiliki beberapa kelemahan, yaitu waktu pengeringan relatif lama, sangat bergantung pada cuaca, sulit dikontrol, dan berisiko menimbulkan kontaminasi debu, pasir, serangga, maupun kotoran lingkungan [3], [21], [22]. Pengeringan konvensional juga sering menghasilkan mutu produk yang tidak seragam karena distribusi panas dan aliran udara tidak dapat dikendalikan secara optimal [23], [24]. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa teknologi pengering alternatif diperlukan agar proses pengeringan rumput laut menjadi lebih higienis, cepat, efisien, dan terkendali.

Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk mengatasi kelemahan pengeringan konvensional adalah *solar dryer*. *Solar dryer* merupakan sistem pengering yang memanfaatkan energi matahari sebagai sumber panas utama. Teknologi ini dinilai lebih efisien dibandingkan penjemuran terbuka karena bahan ditempatkan di ruang pengering yang lebih terlindung, suhu dapat meningkat secara lebih stabil, dan risiko kontaminasi lingkungan dapat dikurangi [4], [5], [25]. Pengembangan *solar dryer* juga semakin banyak diarahkan pada sistem aktif dan hibrida karena sistem tersebut mampu meningkatkan distribusi panas, mempercepat penguapan air, dan menyesuaikan kebutuhan pengeringan pada berbagai kondisi lingkungan [26]–[30].

Pada *solar dryer* aktif, blower berperan penting dalam mengatur sirkulasi udara di dalam ruang pengering. Blower membantu mengalirkan udara panas, mengeluarkan udara lembap, dan mempercepat proses perpindahan massa dari bahan ke lingkungan [4], [6], [7]. Kecepatan aliran udara yang sesuai dapat meningkatkan laju pengeringan karena uap air dari permukaan bahan lebih cepat terbawa keluar dari ruang pengering [12]. Namun, peningkatan kecepatan blower tidak selalu menghasilkan pengeringan yang lebih efisien. Aliran udara yang terlalu rendah dapat memperlambat penguapan, sedangkan aliran udara yang terlalu tinggi dapat menurunkan waktu kontak udara panas dengan bahan dan meningkatkan konsumsi energi listrik [13], [16], [18].

Efisiensi energi menjadi aspek penting dalam sistem *solar dryer* berbasis panel surya. Energi listrik yang dihasilkan panel surya digunakan untuk mengoperasikan blower dan komponen pendukung sistem. Apabila daya blower terlalu besar, konsumsi energi listrik meningkat dan efisiensi sistem menurun. Sebaliknya, apabila aliran udara terlalu kecil, proses pengeringan dapat berlangsung lebih lambat. Oleh karena itu, pengaturan jumlah dan kecepatan blower perlu dianalisis untuk memperoleh keseimbangan antara hasil pengeringan dan konsumsi energi listrik [9], [18], [19], [27], [30].

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas penggunaan *solar dryer* untuk pengeringan produk pertanian dan perikanan. Penelitian pada pengering surya menunjukkan bahwa variasi kecepatan aliran udara dapat memengaruhi proses pengeringan dan distribusi panas di ruang pengering [4], [7]. Penelitian lain menunjukkan bahwa sistem pengering surya aktif dan hibrida dapat meningkatkan kinerja pengeringan dibandingkan metode penjemuran terbuka [21], [24], [26]. Kajian mengenai konsumsi energi spesifik juga menunjukkan bahwa efisiensi pengeringan tidak cukup dinilai dari besarnya energi total, tetapi harus dilihat dari kemampuan energi tersebut dalam menurunkan massa air dari bahan [9], [19], [30].

Meskipun demikian, penelitian yang secara khusus menganalisis hubungan antara jumlah blower, variasi kecepatan blower, konsumsi energi listrik, dan tingkat kekeringan rumput laut pada sistem *solar dryer* masih relatif terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih menekankan pengeringan bahan pertanian, desain umum *solar dryer*, atau kualitas rumput laut berdasarkan metode pengeringan tertentu [3], [21–24]. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis efisiensi daya blower terhadap tingkat kekeringan rumput laut pada sistem *solar dryer*. Penelitian ini membandingkan konfigurasi 4 blower dan 8 blower pada variasi kecepatan rendah, sedang, dan tinggi. Parameter yang diamati meliputi perubahan massa, suhu ruang pengering, konsumsi

energi listrik, laju pengeringan, tingkat kekeringan relatif, dan konsumsi energi spesifik.

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh variasi kecepatan blower terhadap efisiensi pengeringan rumput laut pada sistem *solar dryer* serta menganalisis pengaruh variasi kecepatan blower terhadap konsumsi daya listrik selama proses pengeringan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar teknis dalam menentukan konfigurasi blower yang optimal, sehingga sistem *solar dryer* dapat bekerja lebih efektif, hemat energi, dan sesuai untuk mendukung pengeringan rumput laut di wilayah pesisir.

I. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen kuantitatif untuk menganalisis pengaruh variasi kecepatan blower terhadap konsumsi energi listrik blower dan penurunan massa relatif rumput laut pada sistem solar dryer. Pendekatan kuantitatif digunakan karena penelitian ini melibatkan pengukuran data numerik, yaitu tegangan, arus, daya listrik, suhu ruang pengering, waktu pengeringan, perubahan massa rumput laut, laju pengeringan, penurunan massa relatif, dan konsumsi energi spesifik. Metode eksperimen dipilih karena data performa sistem diperoleh secara langsung melalui pengujian alat di lapangan, sebagaimana umum digunakan dalam penelitian pengering surya aktif dan sistem berbasis energi terbarukan [5], [7], [21], [22]

i **Desain Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di Kelurahan Pantai Amal, Kota Tarakan, Kalimantan Utara. Lokasi ini dipilih karena wilayah tersebut merupakan kawasan pesisir yang memiliki aktivitas pengolahan rumput laut. Objek penelitian berupa rumput laut segar yang diperoleh dari nelayan lokal. Rumput laut digunakan sebagai bahan uji karena memiliki kadar air awal yang tinggi sehingga memerlukan proses pengeringan untuk meningkatkan daya simpan dan mutu produk [10], [11], [23].

Penelitian dilakukan dengan membandingkan dua konfigurasi jumlah blower, yaitu 4 blower dan 8 blower. Masing-masing konfigurasi diuji pada tiga variasi kecepatan, yaitu kecepatan rendah, kecepatan sedang, dan kecepatan tinggi. Variasi ini digunakan untuk mengetahui pengaruh jumlah blower dan tingkat kecepatan aliran udara terhadap perubahan massa rumput laut, konsumsi energi listrik, laju pengeringan, penurunan massa relatif, dan konsumsi energi spesifik.

Catatan rancangan: naskah sumber belum merinci jumlah pengulangan setiap perlakuan, tanggal pelaksanaan, urutan percobaan, duty cycle PWM, kecepatan/debit udara aktual, jenis rumput laut, ketebalan hamparan, serta dimensi ruang pengering. Informasi tersebut perlu dilengkapi dari catatan eksperimen asli sebelum naskah dinyatakan dapat direplikasi. Tidak ada ulangan atau nilai instrumen yang diasumsikan dalam revisi ini.

ii **Desain Sistem Solar Dryer**

Sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah *solar dryer* tipe aktif yang memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi utama. Energi matahari dikonversi menjadi energi listrik melalui panel surya, kemudian energi tersebut disalurkan melalui *solar charge controller* untuk mengatur pengisian dan distribusi daya. Penggunaan panel surya pada sistem pengering mendukung pemanfaatan energi terbarukan dan dapat mengurangi ketergantungan pada energi konvensional [5], [18], [25]. Pada sistem ini, *solar charge controller* berfungsi menjaga kestabilan tegangan dan arus agar sistem bekerja secara aman serta melindungi baterai dari kondisi pengisian dan pengosongan berlebih [18].

Pengaturan kecepatan blower dilakukan menggunakan *Pulse Width Modulation* (PWM). PWM bekerja dengan mengatur lebar pulsa atau *duty cycle* sehingga tegangan rata-rata yang diterima motor blower dapat berubah tanpa harus menurunkan tegangan sumber secara langsung. Semakin besar nilai *duty cycle*, semakin tinggi tegangan rata-rata yang diterima blower sehingga kecepatan putaran blower meningkat. Sebaliknya, nilai *duty cycle* yang lebih kecil menghasilkan kecepatan blower yang lebih rendah [13], [16]. Dalam penelitian ini, PWM digunakan untuk menghasilkan variasi kecepatan blower rendah, sedang, dan tinggi.

Peralatan utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), panel surya, *solar charge controller*, PWM, blower DC 12 V, ruang *solar dryer*, multimeter, timbangan digital, dan alat pencatat waktu. Panel surya yang digunakan memiliki kapasitas 250 Wp dengan tipe monokristalin. Sistem juga dilengkapi dengan *solar charge controller* berkapasitas 100 A, PWM dengan tegangan masukan 6–12 V, serta blower DC 12 V dengan arus nominal 0,32 A. Timbangan digunakan untuk mengukur perubahan massa rumput laut selama proses pengeringan, sedangkan multimeter digunakan untuk mengukur tegangan dan arus pada rangkaian blower.

iii **Prosedur Pengujian**

Prosedur penelitian dimulai dengan menyiapkan sistem *solar dryer* dan memastikan seluruh komponen bekerja dengan baik. Rumput laut segar terlebih dahulu ditimbang untuk memperoleh massa awal. Setelah itu, rumput laut diletakkan secara

merata pada ruang pengering agar paparan udara panas dapat berlangsung secara seragam. Blower kemudian dioperasikan sesuai variasi pengujian yang telah ditentukan.

Pengujian dilakukan pada konfigurasi 4 blower dan 8 blower. Pada setiap konfigurasi, blower diatur pada tiga tingkat kecepatan, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Selama proses pengeringan berlangsung, data tegangan, arus, suhu ruang pengering, waktu pengeringan, dan massa rumput laut dicatat secara periodik. Data tersebut kemudian digunakan untuk menghitung daya listrik, konsumsi energi, tingkat kekeringan relatif, laju pengeringan, dan konsumsi energi spesifik.

Pengujian pada setiap variasi dilakukan dengan prosedur yang sama agar hasil antarperlakuan dapat dibandingkan secara objektif. Perbandingan dilakukan untuk mengetahui apakah peningkatan jumlah dan kecepatan blower mampu memberikan peningkatan hasil pengeringan yang sebanding dengan konsumsi energi listrik yang digunakan.

iv **Parameter Pengukuran**

Parameter utama yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi daya listrik blower, konsumsi energi listrik, penurunan massa relatif, laju pengeringan, dan konsumsi energi listrik spesifik blower. Daya listrik blower dihitung berdasarkan hubungan antara tegangan dan arus. Persamaan daya listrik banyak digunakan dalam analisis beban listrik dan sistem berbasis energi surya [6], [12]. Daya listrik dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$P = V \times I \quad (1)$$

dengan P adalah daya listrik dalam watt, V adalah tegangan dalam volt, dan I adalah arus dalam ampere.

Konsumsi energi listrik dihitung berdasarkan daya listrik blower dan lama waktu operasi. Energi listrik menunjukkan jumlah energi yang digunakan blower selama proses pengeringan. Perhitungan konsumsi energi listrik dilakukan dengan Persamaan (2) [17], [18].

$$E = P \times t \quad (2)$$

dengan E adalah energi listrik dalam watt-hour (Wh), P adalah daya listrik dalam watt, dan t adalah waktu operasi dalam jam.

Konsumsi energi spesifik atau *specific energy consumption* digunakan untuk mengetahui jumlah energi listrik yang diperlukan untuk menurunkan satu kilogram massa rumput laut. Nilai ini penting karena dapat menunjukkan efisiensi energi pada setiap konfigurasi blower. Semakin kecil nilai konsumsi energi spesifik, semakin efisien sistem pengeringan tersebut [9], [19], [30]. Perhitungan konsumsi energi spesifik dilakukan dengan Persamaan (3).

$$SEC_listrik = E_blower / (m_awal - m_akhir) \quad (3)$$

dengan SEC adalah konsumsi energi spesifik dalam Wh/kg, E adalah energi listrik yang digunakan blower dalam Wh, dan (Δm) adalah Penurunan massa bahan (kg).

Efisiensi daya digunakan untuk membandingkan daya keluaran yang dimanfaatkan oleh blower terhadap daya masukan dari sistem panel surya. Parameter ini digunakan untuk melihat seberapa besar daya masukan dapat dimanfaatkan sebagai daya kerja pada beban. Perhitungan efisiensi daya dilakukan dengan Persamaan (4) [12].

$$\eta_daya = (P_keluar / P_masuk) \times 100\% \quad (4) \quad (4)$$

dengan η adalah efisiensi daya dalam persen, Pout adalah daya keluaran yang digunakan oleh blower dalam watt, dan Pin adalah daya masukan dari sistem panel surya dalam watt.

Kadar air dapat dinyatakan dalam dua bentuk, yaitu kadar air basis basah dan kadar air basis kering. Kadar air basis basah menyatakan perbandingan antara massa air dalam bahan terhadap massa total bahan, sedangkan kadar air basis kering menyatakan perbandingan antara massa air dalam bahan terhadap massa bahan kering. Persamaan kadar air ini digunakan sebagai dasar teoritis dalam analisis pengeringan bahan hasil pertanian dan perikanan [4], [20]. Kadar air basis basah dihitung menggunakan Persamaan (5).

$$R_massa = ((m_awal - m_akhir) / m_awal) \times 100\% \quad (5) \quad (5)$$

dengan MC_{wb} adalah tingkat kekeringan dalam persen, W_i Adalah massa awal rumput laut, dan W_f adalah massa akhir rumput laut setelah proses pengeringan.

Laju pengeringan dihitung untuk mengetahui jumlah massa yang berkurang per satuan waktu. Parameter ini digunakan untuk membandingkan kecepatan proses pengeringan pada setiap variasi blower. Laju pengeringan merupakan parameter penting dalam mengevaluasi performa sistem pengering karena menunjukkan kemampuan sistem dalam mengurangi massa bahan selama proses pengeringan berlangsung [4], [7], [21]. Perhitungan laju pengeringan dilakukan dengan Persamaan (6).

$$v_massa = (m_awal - m_akhir) / t \quad (6) \quad (6)$$

dengan $Laju\ pengeringan$ adalah laju pengeringan dalam kg/jam, m_{awal} adalah massa awal rumput laut, m_{akhir} adalah massa akhir rumput laut, dan t adalah waktu pengeringan dalam jam.

Analisis utama pengeringan menggunakan penurunan massa relatif terhadap massa awal, bukan kadar air akhir bahan. Perubahan massa dapat menjadi indikator pengurangan air apabila kehilangan komponen nonair diabaikan, tetapi tidak dapat

digunakan untuk menyatakan kadar air produk atau kesesuaian dengan standar SNI [20].

v Analisis Data

Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Analisis dilakukan dengan membandingkan perubahan massa, suhu ruang pengering, konsumsi energi listrik, laju pengeringan, penurunan massa relatif, dan konsumsi energi spesifik pada setiap variasi perlakuan. Hasil pengujian dari konfigurasi 4 blower dibandingkan dengan konfigurasi 8 blower untuk mengetahui pengaruh jumlah blower terhadap efektivitas pengeringan dan konsumsi energi listrik blower.

Selain itu, setiap variasi kecepatan blower dianalisis untuk menentukan apakah peningkatan kecepatan udara menghasilkan peningkatan pengeringan yang sebanding dengan konsumsi energi listrik. Konfigurasi terbaik ditentukan berdasarkan kemampuan sistem dalam menurunkan massa rumput laut, menghasilkan tingkat kekeringan relatif yang tinggi, menjaga konsumsi energi tetap rendah, dan menghasilkan nilai konsumsi energi spesifik yang kecil. Dengan pendekatan ini, efisiensi sistem tidak hanya dinilai berdasarkan cepat atau lambatnya proses pengeringan, tetapi juga berdasarkan keseimbangan antara hasil pengeringan dan energi listrik yang digunakan [9], [27], [30].

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem solar dryer dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi jumlah dan kecepatan blower terhadap performa pengeringan rumput laut. Parameter utama yang diamati meliputi perubahan massa rumput laut, konsumsi energi listrik, laju pengeringan, penurunan massa relatif, dan konsumsi energi spesifik. Pengujian dilakukan selama 6 jam, yaitu mulai pukul 09.00 WITA sampai 15.00 WITA, dengan massa awal rumput laut sebesar 15 kg pada setiap variasi pengujian. Variasi perlakuan terdiri atas konfigurasi 4 blower dan 8 blower, masing-masing pada kecepatan rendah, sedang, dan tinggi.

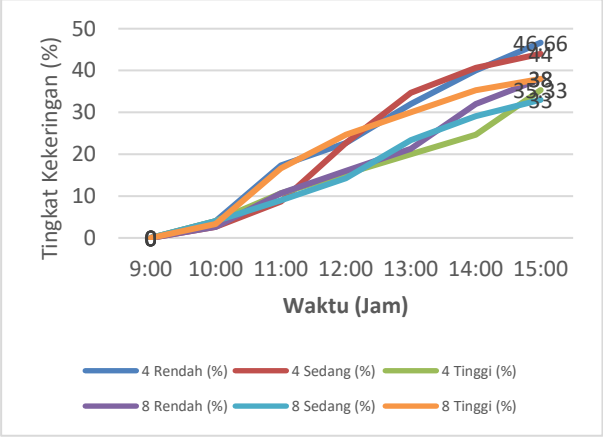
Batas analisis energi: angka Wh yang tersedia diperlakukan sebagai konsumsi listrik blower yang dilaporkan, bukan total masukan energi surya atau efisiensi termal pengering. Perhitungan rinci tegangan, arus, dan integrasi energi sepanjang enam jam perlu diverifikasi dari lembar pengamatan. Tanpa data cuaca dan pengulangan, perbedaan antarperlakuan tidak dapat dipastikan hanya disebabkan oleh pengaturan blower.

i Hasil Pengujian Pengeringan Rumput Laut

Hasil pengujian menunjukkan bahwa variasi jumlah dan kecepatan blower berkaitan dengan perbedaan teramati pada perubahan massa rumput laut, penurunan massa relatif, laju pengeringan, dan konsumsi energi listrik. Ringkasan hasil akhir pengeringan pada konfigurasi 4 blower dan 8 blower disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1: Perbandingan hasil akhir pengeringan menggunakan 4 blower dan 8 blower

Konfigurasi	Kecepatan	Massa Awal (kg)	Massa Akhir (kg)	Penurunan Massa (kg)	Energi (Wh)	Penurunan Massa Relatif (%)	Laju Pengeringan (kg/jam)
4 Blower	Rendah	15	8	7	8,76	46,67	1,17
4 Blower	Sedang	15	8,4	6,6	44,82	44	1,1
4 Blower	Tinggi	15	9,3	5,7	82,62	38	0,95
8 Blower	Rendah	15	9,3	5,7	10,44	38	0,95
8 Blower	Sedang	15	10	5	55,80	33,33	0,83
8 Blower	Tinggi	15	9,3	5,7	114,48	38	0,95



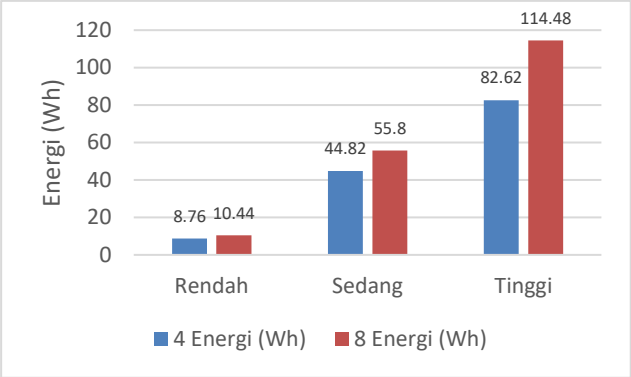
Gambar 1. Grafik Perbandingan Tingkat Kekeringan Relatif Menggunakan 4 Blower dan 8 Blower

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 1, konfigurasi 4 blower pada kecepatan rendah menghasilkan penurunan massa relatif tertinggi, yaitu 46,67%. Pada konfigurasi yang sama, laju pengeringan mencapai 1,17 kg/jam dengan konsumsi energi listrik sebesar 8,76 Wh. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kecepatan rendah pada konfigurasi 4 blower mampu menghasilkan penurunan massa terbesar dengan energi listrik blower terendah pada enam kondisi yang dilaporkan dibandingkan variasi lainnya.

Pada konfigurasi 4 blower, peningkatan kecepatan blower tidak selalu meningkatkan hasil pengeringan. Kecepatan sedang menghasilkan penurunan massa relatif sebesar 44,00%, sedangkan kecepatan tinggi hanya menghasilkan penurunan massa relatif sebesar 38,00%. Hasil tersebut belum cukup untuk memastikan mekanisme penyebabnya karena kecepatan udara aktual, suhu, kelembapan, dan radiasi surya pada masing-masing kondisi belum disajikan. Fenomena tersebut sesuai dengan

prinsip pengeringan konvektif bahwa efektivitas pengeringan dipengaruhi oleh keseimbangan antara suhu, kelembapan, aliran udara, dan waktu kontak udara panas dengan bahan [4], [7], [12], [21], [27].

Pada konfigurasi 8 blower, kecepatan rendah dan kecepatan tinggi menghasilkan tingkat kekeringan relatif yang sama, yaitu 38,00%. Namun, konsumsi energi pada kecepatan tinggi jauh lebih besar, yaitu 114,48 Wh, sedangkan kecepatan rendah hanya membutuhkan energi sebesar 10,44 Wh. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah dan kecepatan blower tidak selalu menghasilkan peningkatan pengeringan yang sebanding dengan energi listrik yang digunakan.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Konsumsi Energi Menggunakan 4 Blower dan 8 Blower

Berdasarkan Gambar 2, konsumsi energi listrik meningkat seiring dengan peningkatan kecepatan blower. Pada konfigurasi 4 blower, konsumsi energi meningkat dari 8,76 Wh pada kecepatan rendah menjadi 44,82 Wh pada kecepatan sedang dan 82,62 Wh pada kecepatan tinggi. Pola serupa juga terjadi pada konfigurasi 8 blower, yaitu dari 10,44 Wh pada kecepatan rendah menjadi 55,80 Wh pada kecepatan sedang dan 114,48 Wh pada kecepatan tinggi.

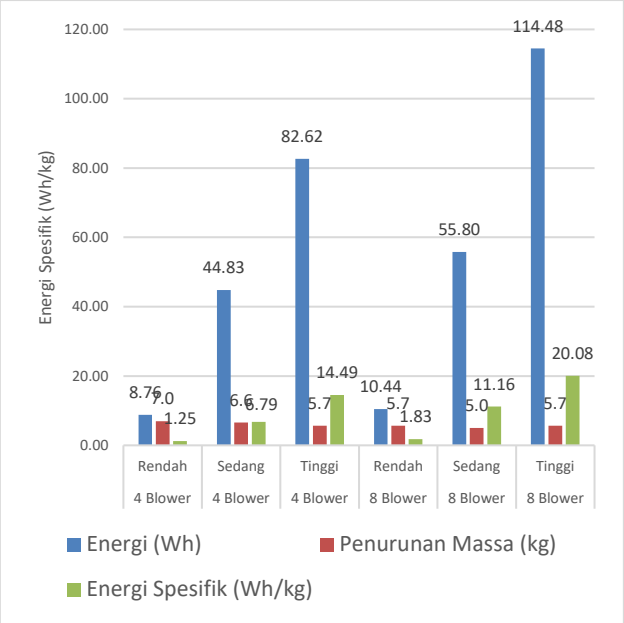
Peningkatan konsumsi energi tersebut tidak selalu diikuti oleh peningkatan hasil pengeringan. Konfigurasi 8 blower pada kecepatan tinggi membutuhkan energi terbesar, tetapi tingkat kekeringan relatif yang dihasilkan hanya 38,00%. Sebaliknya, konfigurasi 4 blower pada kecepatan rendah membutuhkan energi paling kecil, tetapi menghasilkan tingkat kekeringan relatif tertinggi. Dengan demikian, efisiensi sistem *solar dryer* tidak dapat ditentukan hanya berdasarkan jumlah blower atau kecepatan aliran udara, tetapi harus dilihat dari keseimbangan antara energi listrik yang digunakan dan hasil pengeringan yang diperoleh [9], [19], [30].

ii Analisis Konsumsi Energi Spesifik

Konsumsi energi spesifik atau *specific energy consumption* digunakan untuk mengetahui jumlah energi listrik yang diperlukan untuk menurunkan satu kilogram massa rumput laut. Nilai ini menjadi indikator penting dalam mengevaluasi efisiensi energi pada sistem pengering. Semakin kecil nilai konsumsi energi spesifik, semakin efisien sistem tersebut dalam memanfaatkan energi listrik selama proses pengeringan [9], [19].

Tabel 2. Perbandingan konsumsi energi spesifik

Konfigurasi	Kecepatan	Energi (Wh)	Penurunan Massa (kg)	Energi Spesifik (Wh/kg)
4 Blower	Rendah	8,76	7	1,25
4 Blower	Sedang	44,82	6,6	6,79
4 Blower	Tinggi	82,62	5,7	14,49
8 Blower	Rendah	10,44	5,7	1,83
8 Blower	Sedang	55,80	5	11,16
8 Blower	Tinggi	114,48	5,7	20,08



Gambar 3. Grafik Perbandingan Energi Spesifik Menggunakan 4 Blower dan 8 Blower.

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 3, nilai konsumsi energi listrik spesifik blower terendah diperoleh pada konfigurasi 4 blower kecepatan rendah, yaitu sebesar 1,25 Wh/kg. Artinya, blower menggunakan energi listrik sebesar 1,25 Wh untuk menurunkan 1 kg massa rumput laut. Nilai ini lebih rendah dibandingkan seluruh variasi lainnya sehingga konfigurasi tersebut dapat dinyatakan sebagai kondisi dengan konsumsi energi listrik blower terendah per kilogram penurunan massa di antara enam kondisi yang dilaporkan. Catatan interpretasi Gambar 3: energi listrik (Wh), penurunan massa (kg), dan energi listrik spesifik (Wh/kg) merupakan tiga besaran berlainan yang tidak seharusnya dibandingkan pada satu sumbu tanpa pemisahan. Tabel 2 menjadi rujukan numerik utama; grafik tersebut perlu digambar ulang dari data terverifikasi sebelum publikasi.

Sebaliknya, konsumsi energi spesifik tertinggi diperoleh pada konfigurasi 8 blower kecepatan tinggi, yaitu sebesar 20,08 Wh/kg. Nilai tersebut menunjukkan bahwa penggunaan 8 blower pada kecepatan tinggi membutuhkan energi listrik yang besar, tetapi tidak menghasilkan penurunan massa yang sebanding. Dengan demikian, peningkatan jumlah blower dan kecepatan aliran udara tidak selalu memperbaiki efisiensi pengeringan. Hasil ini memperkuat konsep bahwa evaluasi kinerja *solar dryer* perlu mempertimbangkan aspek energi, kualitas, ekonomi, dan keberlanjutan, bukan hanya kecepatan pengeringan [27], [30].

iii Pembahasan Pengaruh Kecepatan Blower terhadap Performa Pengeringan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kecepatan blower berpengaruh terhadap konsumsi energi listrik dan hasil pengeringan rumput laut. Secara umum, peningkatan kecepatan blower menyebabkan peningkatan kebutuhan daya listrik. Hal ini terjadi karena motor blower membutuhkan tegangan dan arus yang lebih besar untuk menghasilkan putaran yang lebih tinggi. Namun, peningkatan kecepatan blower tidak selalu meningkatkan performa pengeringan.

Pada konfigurasi 4 blower, kecepatan rendah memberikan hasil paling baik. Kondisi ini menunjukkan bahwa aliran udara pada kecepatan rendah sudah cukup untuk membawa uap air keluar dari ruang pengering. Selain itu, aliran udara yang tidak terlalu cepat memungkinkan udara panas memiliki waktu kontak yang lebih lama dengan permukaan rumput laut. Waktu kontak tersebut penting karena proses pengeringan melibatkan perpindahan panas dari udara ke bahan dan perpindahan massa berupa uap air dari bahan ke udara [4], [7], [12].

Pada konfigurasi 8 blower, kecepatan tinggi menghasilkan tingkat kekeringan relatif yang sama dengan kecepatan rendah, yaitu 38,00%. Akan tetapi, konsumsi energi pada kecepatan tinggi mencapai 114,48 Wh, jauh lebih besar dibandingkan kecepatan rendah yang hanya sebesar 10,44 Wh. Perbedaan ini menunjukkan bahwa kecepatan tinggi tidak memberikan manfaat pengeringan yang sebanding dengan energi yang digunakan. Dengan demikian, penggunaan blower dalam jumlah lebih banyak harus diatur secara optimal agar tidak menyebabkan pemborosan energi.

Secara teknis, pengeringan rumput laut pada *solar dryer* dipengaruhi oleh interaksi antara suhu ruang pengering, aliran udara, kelembapan, waktu pengeringan, dan energi listrik. Aliran udara yang terlalu rendah dapat memperlambat proses penguapan karena udara lembap tidak segera keluar dari ruang pengering. Namun, aliran udara yang terlalu tinggi juga dapat menurunkan efektivitas pemanasan karena udara panas bergerak terlalu cepat melewati bahan. Oleh sebab itu, konfigurasi blower yang optimal adalah konfigurasi yang mampu menjaga sirkulasi udara tetap cukup tanpa meningkatkan konsumsi energi secara berlebihan [21], [25], [26], [28], [29].

Jika dikaitkan dengan standar mutu rumput laut kering, kadar air merupakan parameter penting yang menentukan daya simpan dan mutu produk. Standar Nasional Indonesia menetapkan prosedur pengujian kadar air pada produk perikanan melalui metode uji kimia [20]. Namun, hasil dalam penelitian ini masih menggunakan pendekatan tingkat kekeringan relatif berdasarkan penurunan massa, bukan pengujian kadar air absolut dengan metode laboratorium. Oleh karena itu, hasil penelitian ini dapat digunakan untuk membandingkan efisiensi antarvariasi blower, tetapi belum dapat digunakan secara langsung untuk menyatakan pemenuhan kadar air sesuai SNI tanpa pengujian kadar air lanjutan.

Berdasarkan keseluruhan hasil pengujian, konfigurasi 4 blower pada kecepatan rendah menunjukkan hasil terbaik pada indikator penurunan massa dan konsumsi listrik blower dalam data yang dilaporkan. Konfigurasi ini menghasilkan massa akhir terendah, penurunan massa relatif tertinggi, laju pengeringan tertinggi, konsumsi energi listrik terendah, dan konsumsi energi spesifik paling kecil. Hasil tersebut membuktikan bahwa efisiensi pengeringan rumput laut pada sistem solar dryer tidak bergantung pada jumlah blower terbesar atau kecepatan blower tertinggi, tetapi pada keseimbangan antara aliran udara, suhu, waktu kontak udara panas, dan konsumsi energi listrik.

III. KESIMPULAN

Berdasarkan enam kondisi pengujian yang dilaporkan, konfigurasi 4 blower dengan pengaturan kecepatan rendah menghasilkan penurunan massa relatif terbesar (46,67%), laju penurunan massa 1,17 kg/jam, konsumsi energi listrik blower 8,76 Wh, dan konsumsi energi listrik spesifik blower 1,25 Wh/kg penurunan massa. Hasil tersebut merupakan perbandingan deskriptif pada massa awal 15 kg dan durasi 6 jam, bukan bukti bahwa konfigurasi ini selalu optimal pada kondisi cuaca, ukuran muatan, atau desain pengering lainnya.

Peningkatan jumlah dan kecepatan blower tidak selalu meningkatkan penurunan massa bahan pada data yang tersedia. Konfigurasi 8 blower pada kecepatan tinggi membutuhkan energi listrik paling besar, yaitu 114,48 Wh, tetapi hanya menghasilkan massa akhir sebesar 9,3 kg dengan penurunan massa relatif sebesar 38,00%. Selain itu, konsumsi energi spesifik pada konfigurasi tersebut mencapai 20,08 Wh/kg, sehingga konsumsi listrik blower per kilogram penurunan massa lebih tinggi dibandingkan konfigurasi 4 blower pada kecepatan rendah. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan blower yang lebih banyak dan kecepatan yang lebih tinggi dapat menyebabkan pemborosan energi apabila tidak diimbangi dengan peningkatan hasil pengeringan yang sebanding.

Temuan ini mengindikasikan bahwa penambahan jumlah dan kecepatan blower perlu dievaluasi terhadap hasil penurunan massa serta kebutuhan listrik. Penilaian efisiensi termal sistem, mutu rumput laut kering, dan penetapan konfigurasi optimum yang dapat digeneralisasi memerlukan pengukuran kadar air akhir, suhu dan kelembapan, radiasi surya, kecepatan udara aktual, serta pengujian berulang.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Basyuni, M. Puspita, R. Rahmania, H. Albasri, I. Pratama, D. Purbani, A. A. Aznawi, A. Mubaraq, S. S. Al Mustaniroh, F. Menne, Y. I. Rahmila, S. G. Salmo, A. Susilowati, S. H. Larekeng, E. Ardli, dan T. Kajita, "Current biodiversity status, distribution, and prospects of seaweed in Indonesia: A systematic review," *Heliyon*, vol. 10, no. 10, e31073, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e31073.

[2] L. Diana, A. G. Safitra, M. S. Firmansyah, and M. P. Zinedine, "Experimental study of artificial solar air heater using trapezoidal wave plate," *R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal*, vol. 4, no. 2, pp. 135–148, 2019, doi: 10.21070/r.e.m.v4i2.806.

[3] A. Purwanti and M. R. Nansi, "Evaluasi karakteristik rumput laut kering dengan dua metode pengeringan," *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, vol. 1, no. 2, pp. 1082–1089, 2024.

[4] E. Yani and S. Fajrin, "Kecepatan aliran udara pada solar dryer," *Teknika*, vol. 20, no. 1, pp. 17–22, 2013.

[5] F. E. Gunawan, A. S. Budiman, B. Pardamean, E. Djuana, S. Romeli, N. Hananda, C. Harito, D. P. B. Aji, D. N. N. Putri, and Stevanus, "Design and energy assessment of a new hybrid solar drying dome—Enabling low-cost, independent and smart solar dryer for Indonesia Agriculture 4.0," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 998, no. 1, pp. 1–11, 2022, doi: 10.1088/1755-1315/998/1/012052.

[6] S. I. Allkadri, H. Dermawan, and C. Y. Kusuma, "Rancang bangun trainer PLTS 50 Wp untuk menghidupkan blower kompor konvensional," *Electrical Network Systems and Sources*, vol. 3, no. 2, pp. 146–151, 2024, doi: 10.58466/entries.

[7] V. A. Koehuan, K. Y. Goa, and M. Jafri, "Pengujian rumah pengering daun kelor dengan efek rumah kaca (solar dryer) melalui variasi kecepatan udara," *JMPM (Jurnal Material dan Proses Manufaktur)*, vol. 5, no. 2, pp. 68–81, 2022, doi: 10.18196/jmpm.v5i2.13899.

[8] Koran Kaltara, "Produksi rumput laut Tarakan tembus 32 ton per tahun," 2025.

[9] L. Penalu, D. Devianti, and H. Syah, "Analisis energi pengeringan buah malaka (*Phyllanthus emblica* L.) menggunakan pengering surya tipe terowongan," *Jurnal*

Ilmiah Mahasiswa Pertanian, vol. 9, no. 2, pp. 170–180, 2024, doi: 10.17969/jimfp.v9i2.29853.

[10] I. Mushlihah, L. Japa, I. G. Mertha, and A. Raksun, "Community of seaweeds on Cemara Beach East Lombok," *Jurnal Biologi Tropis*, vol. 20, no. 2, pp. 290–297, 2020, doi: 10.29303/jbt.v20i2.1926.

[11] R. Orilda and B. Ibrahim, "Pengeringan rumput laut *Eucheuma cottonii* menggunakan oven dengan suhu yang berbeda," *Jurnal Perikanan Terpadu*, vol. 4, no. 2, pp. 11–23, 2021.

[12] R. Pido, B. H. Rahmat, R. Wawan, and D. R. Rianto, "Pengaruh variasi aliran udara terhadap optimasi daya panel surya," *Dinamika Teknik Mesin*, vol. 13, no. 2, p. 189, 2023, doi: 10.29303/dtm.v13i2.661.

[13] S. Riyadi, A. Munip, A. Junaidi, T. Buaja, S. Shaddiq, Nining, and Andriani, "Rancang bangun mini ROV dengan penggunaan PWM speed controller module sebagai sistem kendali," vol. 6, no. 0, pp. 167–186, 2025.

[14] B. Setiawan, M. M. Ilham, and A. S. Fauzi, "Analisis temperatur terhadap hasil pengeringan pada mesin pengering cengkeh," *Prosiding Semnas Inotek (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*, vol. 5, no. 3, pp. 77–82, 2021.

[15] N. U. Putri, J. P. Sembiring, and L. R. R. Yuliandi, "Rancang bangun alat pengering rumput laut bertenaga surya menggunakan metode fuzzy," *Journal ICTEE*, vol. 3, no. 2, pp. 37–46, 2023, doi: 10.33365/jictee.v4i2.2509.

[16] A. Baswantara, L. Alfaris, A. N. Firdaus, R. Bramawanto, B. S. C. Hareva, and M. Putri, "Rancang bangun mini ROV dengan penggunaan PWM speed controller module sebagai sistem kendali," *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, vol. 15, no. 2, pp. 183–195, 2023.

[17] H. B. Utomo, T. Tohir, and M. T. Winata, "Evaluasi biaya konsumsi energi listrik pada motor listrik pompa air di ground water tank," vol. 2, pp. 183–187, 2025.

[18] G. Gunawan and H. Asy'ari, "Rancang bangun PLTS untuk membantu mempercepat pengeringan garam menggunakan blower," Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2024.

[19] A. R. Hakim, W. T. Handoyo, and A. W. Prasetyo, "Performa dan analisis konsumsi energi pengeringan rumput laut menggunakan energi gelombang mikro," *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, vol. 15, no. 1, p. 85, 2020.

[20] Badan Standardisasi Nasional, *SNI 2354.2:2015 Cara uji kimia—Bagian 2: Penentuan kadar air pada produk perikanan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2015.

[21] N. Amir, M. I. Mustajib, M. Gozan, and C. Chan, "Development of a novel tray solar dryer for aquaculture product: Experimental study on drying kinetics and product quality in *Eucheuma cottonii* seaweed," *Solar Energy*, vol. 273, Art. no. 112503, 2024, doi: 10.1016/j.solener.2024.112503.

[22] S. A. Rahman and Y. Ayubab, "Desain prototipe alat pengering dan monitoring suhu berbasis IoT serta uji pemanfaatannya terhadap kekeringan dan proksimat rumput laut," *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, vol. 11, no. 1, pp. 23–28, 2024, doi: 10.29103/aa.v11i1.13577.

[23] Jemri, H. Janah, and O. Irawan, "Perbandingan teknik pengeringan rumput laut *Euchima cottoni* terhadap kualitas mutu rumput laut kering di daerah Tanjung Kelurahan Nunukan Barat Kabupaten Nunukan," *Jurnal Sains dan Teknologi Perikanan*, vol. 4, no. 1, 2024, doi: 10.55678/jikan.v4i1.1293.

[24] M. Mulyadi, S. R. Pratiwi, and B. Romadona, "Pengembangan teknologi pasca panen rumput laut berkelanjutan: Analisis kinerja dan kelayakan ekonomi," *Jurnal Pertanian Terpadu*, vol. 13, no. 1, pp. 169–178, 2025, doi: 10.36084/jpt.v13i1.640.

[25] G. Prasad, S. Sarkar, and L. N. Sethi, "Solar drying technology for agricultural products: A review," *Agricultural Reviews*, vol. 45, no. 4, pp. 579–589, 2024, doi: 10.18805/ag.R-2457.

[26] H. Kidane, I. Farkas, and J. Buzás, "Assessing the carrying capacity of solar dryers applied for agricultural products: A systematic review," *Discover Energy*, vol. 4, Art. no. 6, 2024, doi: 10.1007/s43937-024-00031-x.

[27] K. Venkateswarlu and S. V. K. Reddy, "Recent trends on energy-efficient solar dryers for food and agricultural products drying: A review," *Waste Disposal & Sustainable Energy*, vol. 6, pp. 335–353, 2024, doi: 10.1007/s42768-024-00193-3.

[28] E. Villagran, J. J. Espitia, F. A. Velázquez, and J. Rodriguez, "Solar dryers: Technical insights and bibliometric trends in energy technologies," *AgriEngineering*, vol. 6, no. 4, pp. 4041–4063, 2024, doi: 10.3390/agriengineering6040228.

[29] I. D. Boateng, "A review of solar and solar-assisted drying of fresh produce: State of the art, drying kinetics, and product qualities," *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 103, no. 13, pp. 6137–6149, 2023, doi: 10.1002/jsfa.12660.

[30] E. E. Susanto, A. Saptoro, P. Kumar, A. N. T. Tiong, A. Putranto, and S. Suherman, “7E + Q analysis: A new multi-dimensional assessment tool of solar dryer for food and agricultural products,” *Environment, Development and Sustainability*, vol. 26, pp. 16363–16385, 2024, doi: 10.1007/s10668-023-03341-7.