



JURNAL **BORNEO SAINTEK**

Jurnal BORNEO SAINTEK diterbitkan oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Borneo Tarakan (LPPM UBT). Jurnal Borneo Saintek merupakan jurnal yang memuat artikel-artikel ilmiah dari berbagai disiplin ilmu, diadopsi dari berbagai aktivitas penelitian dosen. Artikel-artikel yang dipublikasikan di Jurnal Borneo Saintek LPPM UBT terbit setahun 2 (dua) kali pada bulan April dan Oktober (E-ISSN 2599-3313 dan P-ISSN 2615-434X) meliputi hasil-hasil penelitian ilmiah asli, artikel ulasan ilmiah bersifat baru, atau komentar dan kritik terhadap tulisan maupun dalam terbitan berkala ilmiah lainnya. Jurnal Borneo SAINTEK diterbitkan pertama kalinya pada tahun 2017 dengan membawa misi sebagai pelopor dalam penerbitan media informasi perkembangan Sain dan Teknologi di Kalimantan Utara. Redaksi mengundang para akademisi, pengamat, praktisi, dan siapapun yang berminat untuk menyumbangkan tulisan mengenai topik umum rumpun ilmu eksak maupun topik khusus Jurnal Borneo Saintek. Artikel yang dimuat dalam Jurnal Borneo Saintek tidak selalu mencerminkan pandangan/pendapat redaksi. Pedoman penulisan dicantumkan pada tiap terbitan. Indeks penulis dan subjek serta daftar pakar penelaah (Mitra Bebastari) dicantumkan di tiap nomor pada tiap volume. Penulis harus menghantar manuskrip ke **jurnal.borneo.ac.id** atau melalui **pautan (online)**.



SUSUNAN REDAKSI

| | |
|--------------------------------------|--|
| Pelindung | : Adri Patton (Rektor Universitas Borneo Tarakan) Adi Sutrisno (Wakil Rektor Universitas Borneo Tarakan) |
| Penanggung Jawab | : Syahran (Ketua LPPM Universitas Borneo Tarakan) |
| Pimpinan Redaksi | : Dhimas Wiharyanto (Universitas Borneo Tarakan) |
| Plagiarisme dan Editor Layout | : Atika Dini Savitri (Universitas Borneo Tarakan) |
| Dewan Editor | : Eko Prihartanto (Universitas Borneo Tarakan) |
| Rivewer/Mitra Bestari | : 1. Sulistiono (IPB, Bogor) 2. Nia Kurniasih Suryana (UBT, Tarakan) 3. Daud Nawir (UBT, Tarakan) 4. Diah Kusumawaty (UPI, Bandung) 5. Azzania Fibriani (ITB, Bandung) 6. Indra Wibowo (ITB, Bandung) |

Alamat Redaksi Jurnal BORNEO SAINTEK:

UNIVERSITAS BORNEO TARAKAN (UBT)

Gedung Rektorat Lantai 3 Jalan Amal Lama No. 01, Kelurahan Pantai Amal,
Kecamatan Tarakan Timur, Kota Tarakan, Kalimantan Utara.

Telp 08115307023; Faks: (0551) 2052558.



JURNAL BORNEO SAINTEK

DAFTAR ISI

| | |
|--|------------|
| PENGANTAR REDAKSI | i |
| SUSUNAN REDAKSI | ii |
| DAFTAR ISI | iii |
| Isolasi Dan Karakterisasi Rhizobakteri Yang Berpotensi Sebagai Agen Pemacu Pertumbuhan Tanaman Eko Hary Pudjiwati, Siti Zahara, Dewi Sartika | 01 |
| Efektifitas Penggunaan Umpan Pada Bubu Dasar (<i>Bottom Fish Pots</i>) Di Perairan Pulau Bunyu Kalimantan Utara Muhammad Firdaus, Dhimas Wiharyanto, Gazali Salim | 11 |
| Pengaruh Penggunaan Bahan Ajar PDM Terhadap Prestasi Belajar Mahasiswa Pendidikan Matematika Nurmala R | 19 |
| Pemahaman Siswa SMP Dalam Memecahkan Masalah Aljabar Ditinjau Dari Kecerdasan Spasial Sedang Setia Widia Rahayu | 25 |
| Sistem Pemantauan Biodigester Menggunakan Mikrokontroler Mulyadi, Sinta Sri Ramadania | 31 |
| Evaluasi Kapasitas Terminal Penumpang Bandar Udara Juwata Tarakan Muhammad Djaya Bakri, Fera Christin | 39 |
| PEDOMAN PENULISAN JURNAL BORNEO SAINTEK | 51 |

ISOLASI DAN KARAKTERISASI RHIZOBAKTERI YANG BERPOTENSI SEBAGAI AGEN PEMACU PERTUMBUHAN TANAMAN

ISOLATION AND CHARACTERIZATION OF RHIZOBACTERIAL POTENTIAL AS PLANT GROWTH PROMOTING AGENTS

Eko Hary Pudjiwati¹⁾, Siti Zahara²⁾, Dewi Sartika³⁾

^{1,2,3)} Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Borneo Tarakan
Jalan Amal Lama Nomor 1, Tarakan
Email: ¹ inok3959@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mendapatkan isolat rizobakteri yang memiliki aktifitas melarutkan fosfat, memproduksi enzim protease, dan memiliki aktifitas anti-fungal terhadap cendawan fitopatogen *Fusarium oxysporum* secara *in vitro*. Isolasi rizobakteri dilakukan di Laboratorium Perlindungan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Borneo Tarakan dari sampel tanah yang diambil dari daerah di sekitar Kota Tarakan, Kalimantan Utara dengan media *Nutrient Agar* (NA). Isolat bakteri yang diperoleh diuji keamanannya sebagai agens hayati dengan cara menumbuhkan benih timun yang telah direndam dalam suspensi bakteri. Bakteri yang aman (tidak berpotensi sebagai fitopatogen) kemudian dikarakterisasi fenotipnya dan sifat fisiologisnya. Sifat fisiologis yang diamati adalah kemampuan dalam menghasilkan enzim protease (pada media *Skim Milk Agar*, Merck, Germany) dan kemampuannya dalam melarutkan fosfat (pada media *Pikovskaya Agar*, HiMedia, India). Selanjutnya juga diuji kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan *F. oxysporum* secara *in vitro*. Hasil penelitian meunjukkan bahwa diperoleh 35 isolat rizobakteri yang non patogenik, 23 isolat rizobakteri yang memiliki aktivitas proteolitik, 2 isolat rizobakteri yang mampu melarutkan Fosfat dan tidak ada isolat rizobakteri yang memiliki kemampuan antifungal.

Kata Kunci : Isolat; Rhizobakteri; Agen; Pemacu Pertumbuhan Tanaman; Karakterisasi

ABSTRACT

The aim of this study was to obtain rizobacterial isolates that have phosphate-dissolving activity, produce protease enzymes, and have anti-fungal activity against Fusarium oxysporum fungus in vitro. Rhizobacterial isolation was carried out at the Laboratory of Plant Protection Laboratory of the University of Borneo Tarakan from soil samples taken from the area around the City of Tarakan, North Kalimantan with Nutrient Agar (NA) media. Bacterial isolates obtained were tested for safety as biological agents by growing cucumber seeds that have been immersed in bacterial suspensions. Bacteria that are safe (no potential as phytopathogens) are then characterized by their phenotype and physiological properties. The physiological properties observed were the ability to produce protease enzymes (on Skim Milk Agar, Merck, Germany) and their ability to dissolve phosphate (on Pikovskaya Agar media, HiMedia, India). Furthermore, it was also tested for its ability to inhibit the growth of F. oxysporum in vitro. The results showed that there were 35 non-pathogenic rhizobacterial isolates, 23 rhizobacterial isolates which had proteolytic

activity, 2 rhizobacterial isolates that were able to dissolve Phosphate and there were no rhizobacterial isolates that had antifungal ability.

Keywords: Isolate; Rhizobacterial; Agents; Plant Growth Promoting; Characterization

PENDAHULUAN

Kebutuhan manusia tidak terlepas dari kebutuhan pangan, maka pangan menjadi suatu kebutuhan yang penting. Saat ini kebutuhan pangan paling banyak dipenuhi dari tanaman, baik dari bagian daun, biji, maupun umbi. Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh banyak faktor, baik faktor internal maupun eksternal. Selanjutnya pertumbuhan tanaman juga dipengaruhi oleh munculnya organisme pengganggu tanaman (OPT) baik dari golongan hama maupun patogen tanaman. Salah satu patogen yang umum ditemui di Indonesia dan daerah tropis lainnya adalah cendawan fitopatogen *Fusarium oxysporum* (Ploetz, 2006). Cendawan ini dilaporkan menginfeksi berbagai jenis tanaman penting seperti cabai, pisang, bawang, sawit, dan lada (Nurulhuda *et al.* 2009). Infeksi *F. oxysporum* dapat mengakibatkan kehilangan hasil yang cukup tinggi (sampai dengan 70%). Beberapa peneliti melaporkan infeksi *F. oxysporum* yang bersinergi dengan patogen lain seperti nematoda *Meloidogyne* sp., dan *Radopholus similis* dapat mengakibatkan gagal panen pada berbagai komoditas pertanian (Meena *et al.*, 2015; Meena *et al.*, 2016).

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengatasi masalah ini, namun penyakit layu *Fusarium* pada berbagai komoditas pertanian masih menjadi masalah yang sepenuhnya belum teratasi. Salah satu solusi yang efektif dan ramah lingkungan untuk mengendalikan cendawan ini adalah aplikasi agen hayati. Penggunaan agen hayati dari kelompok rizobakteri untuk menekan infeksi *F. oxysporum* telah beberapa kali dilaporkan

(Lecomte *et al.*, 2016; Paramanandham *et al.*, 2017). Sifat agen hayati yang semi-spesifik lokasi menyebabkan beberapa agen hayati yang telah dilaporkan tidak dapat digunakan pada lokasi lain. Selanjutnya agen hayati dari kelompok rizobakteri juga diketahui mampu mengendalikan nematoda yang bersinergi dengan *F. oxysporum* seperti *M. incognita*, *Radopholus similis*, dan *Pratylenchus brachyurus* pada skala laboratorium, rumah kaca, dan lapangan (Castillo *et al.*, 2017; Xiang *et al.*, 2017).

Rizobakteri diketahui memiliki banyak mekanisme yang bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman. Sebagai agens pelindung tanaman rizobakteri mampu memproduksi bahan campuran antimikroba, siderofor, enzim lisis, dan menginduksi tanaman agar lebih resisten terhadap infeksi patogen (Liu *et al.*, 2017). Sebagai *Plant Growth Promoter* rizobakteri mampu memproduksi hormon-hormon pertumbuhan yang dibutuhkan oleh tanaman, menambat nitrogen (N), melarutkan fosfor (P), dan menginduksi ketahanan tanaman terhadap cekaman lingkungan (salinitas tinggi, pH rendah, dan keterbatasan unsur hara). Mekanisme rizobakteri dalam menginduksi ketahanan adalah dengan mengkolonisasi jaringan tanaman sehingga tanaman terstimulasi memproduksi senyawa metabolit yang berperan untuk ketahanan tanaman (Breedt *et al.*, 2017; Furlan *et al.*, 2017; Rubin *et al.*, 2017).

Gupta *et al.*, (2015) melaporkan aplikasi rizobakteri pelarut fosfat di tanah masam efektif melarutkan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, AlPO_4 , dan FePO_4 sehingga tersedia bagi tanaman. Rizobakteri dari kelompok

Acetobacter diazotrophicus juga dilaporkan mampu memproduksi *indole-3-acetic acid* yang memiliki peran penting dalam pertumbuhan tanaman di tanah masam. Bakteri probiotik *Bacillus pantothenicus* galur P4 (MTCC 4695) dan *Pseudomonas pieketti* galur Psd6 (MTCC 4715) yang dilaporkan oleh Thakuria *et al.*, (2004) mampu meningkatkan hasil panen padi di tanah masam sampai dengan 76,9%. Peningkatan hasil tersebut dipengaruhi oleh kemampuan rizobakteri dalam menghasilkan IAA sampai dengan 21,6 µg/mL dan aktifitas nitrogenase isolat bakteri tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat rizobakteri yang memiliki aktifitas melarutkan fosfat, memproduksi enzim protease, dan memiliki aktifitas anti-fungal terhadap cendawan fitopatogen *Fusarium oxysporum* secara in vitro.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan September sampai dengan bulan November 2017 di Laboratorium Perlindungan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Borneo Tarakan.

Rizobakteri diisolasi dari tanah di Kota Tarakan, Kalimantan Utara. Sebanyak 10 g sampel tanah dicampur dengan 100 ml akuades steril dan dikocok hingga homogen. Selanjutnya suspensi tersebut diencerkan menggunakan pengenceran berseri sampai pengenceran 10⁻⁴. Sebanyak 100 µl suspensi hasil pengenceran kemudian diratakan pada cawan petri berisi media Nutrient Agar (NA) 20% menggunakan *microbiology glass bead* lalu diinkubasi selama 48 jam. Isolasi bakteri dilakukan dengan dua ulangan (duplo) (Penrose dan Glick, 2003). Rizobakteri yang memiliki karakter fenotip yang berbeda diambil menggunakan *disposable oose* dan ditumbuhkan pada cawan petri berisi media NA 100%.

Uji Patogenesitas

Isolat bakteri ditumbuhkan pada media Nutrient Broth (NB) selama 48 jam. Selanjutnya benih mentimun varietas Mercy direndam dalam suspensi tersebut selama 24 jam. Benih yang telah direndam selanjutnya ditumbuhkan pada cawan petri dengan alas kertas saring steril. Benih timun dipelihara selama 2 minggu dan disiram menggunakan akuades steril. Pengamatan dilakukan terhadap munculnya gejala pada bibit timun yang diuji. Isolat bakteri yang menimbulkan gejala keriting, layu, rebah, busuk, hawar, nekrosis, klorosis, dan menyebabkan terhambatnya perkecambahan benih mentimun tidak digunakan pada pengujian selanjutnya (Pradana, 2016).

Karakterisasi Fenotip Koloni Bakteri

Pengamatan fenotip koloni rizobakteri diamati berdasarkan bentuk koloni, ukuran, tekstur, warna, dan elevasi (Bochner, 2008), pada lup inokulasi (Buck, 1982).

Uji Kemampuan Bakteri Endofit dalam Menghambat Pertumbuhan *Fusarium oxysporum* (In Vitro).

Isolat *F. oxysporum* berasal dari koleksi Laboratorium Nematologi Tumbuhan, Departemen Proteksi Tanaman, Institut Pertanian Bogor. *F. oxysporum* ditumbuhkan bersamaan dengan bakteri endofit pada medium *potato dextrose agar* (PDA) (Himedia, India). Bakteri endofit ditumbuhkan pada bagian tengah cawan petri, kemudian *F. oxysporum* ditumbuhkan pada ¼ bagian dari cawan petri. Uji ini diulang 2 kali. Pertumbuhan *F. oxysporum* yang mengarah ke arah bakteri dan berlawanan arah dengan bakteri diukur pada hari ke-5 dengan menggunakan rumus:

$$P = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100\%$$

Dimana:

P=persentase penghambatan pertumbuhan (%);

R1= jarak jari-jari miselium hingga tepi cawan petri (cm);

R2= jarak jari-jari miselium hingga tepi zona hambat (cm) (Karim *et al.*, 2015).

Uji Aktivitas Proteolitik

Aktivitas proteolitik diuji menggunakan media susu skim agar pada pH 6.5. Komposisi media terdiri atas 10 g susu skim, 15 g NB, 7.5 g agar dan 500 mL akuades. Agar, NB dan akuades disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit. Setelah sterilisasi selesai, susu skim ditambahkan saat media masih panas. Biakan bakteri digores pada media yang sudah ditambahi susu skim. Aktivitas proteolitik diindikasikan dengan adanya zona bening di sekitar koloni bakteri 48 jam setelah perlakuan (Pailin *et al.*, 2001).

Uji Aktivitas Melarutkan Fosfat

Pengujian dilakukan dengan menggunakan medium Pikovskayas Agar (Himedia, India). Biakan bakteri digoreskan pada permukaan media dan diinkubasi pada suhu kamar selama 48 jam. Bakteri yang mampu melarutkan fosfat terlihat dengan adanya zona bening di sekitar goresan bakteri (Ahmad *et al.*, 2008).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rhizobakteri diisolasi dari lima sampel tanah di daerah perakaran tanaman sawi di Kota Tarakan. Kelima sampel tanah memiliki kandungan bahan organik yang berbeda. Sampel pertama adalah tanah tanpa pemberian bahan organik disimbolkan dengan B1, sampel kedua tanah dengan bahan organik kotoran ayam diberi simbol B2, sampel ketiga tanah dengan bahan organik kotoran ayam dan limbah kepala udang dengan simbol B3, sampel keempat tanah dengan bahan organik kotoran ayam dan air kelapa simbolnya B4, dan sampel kelima tanah dengan bahan organik air kelapa dan limbah kepala udang dengan simbol B5. Jumlah koloni rhizobakteri yang terbanyak diperoleh dari sampel tanah B1 (tanpa pemberian bahan organik) sebanyak 184 koloni, sampel B4 menghasilkan koloni rhizobakteri yang paling sedikit yaitu 21 koloni. Jumlah total koloni yang diperoleh dari lima sampel tanah adalah 382 koloni.

Isolat rhizobakteri yang diperoleh selanjutnya diuji patogenitasnya untuk mengetahui apakah bakteri bersifat patogen atau tidak. Pada uji patogenitas diambil koloni yang menunjukkan perbedaan secara morfologi. Jumlah koloni yang diuji sebanyak 79 koloni isolat rhizobakteri. Uji patogenitas dilakukan menggunakan benih mentimun Varietas Mercy. Hasil uji patogenitas menunjukkan terdapat 35 isolat rhizobakteri yang non patogen (Tabel 1.).

Tabel 1. Hasil Uji Patogenitas Isolat Rhizobakteri

| No. | Sampel Tanah | Patogen | Non Patogen |
|-----|--------------|---|---|
| 1 | B1 | B11, B12, B13, B14, B15, B16, B18, B110, B111, B112, B114, B115, B116, B118, B119 | B17, B19, B113, B117, B120 |
| 2 | B2 | B21, B22, B23, B24, B25 | B26 |
| 3 | B3 | B33, B34, B35, B38, B312, B315, B320 | B31, B32, B37, B39, B310, B311, B313, B314, B316, B319 |
| 4 | B4 | B41, B42, B47, B49, B410, B412, B414, B416 | B43, B45, B46, B48, B411, B413, B415, B417 |
| 5 | B5 | B51, B53, B55, B57, B511, B516, B517, B518, B520 | B52, B54, B56, B58, B59, B510, B512, B513, B514, B515, B519 |

Keterangan: B1 = tanah kontrol, B2=tanah k+pupuk kandang, B3=pupuk kandang+limbah kepala udang, B4=pupuk kandang+air kelapa, B5=limbah kapala udang + air kelapa

Isolat rhizobakteri yang patogenik menyebabkan gejala nekrosis, hawar, layu, klorosis dan keriting. Rhizobakteri yang non patogen diuji lebih lanjut untuk mengetahui aktifitas fisiologisnya, karakteristik fenotipnya, dan kemampuan sebagai antifungal. Karakter morfologi

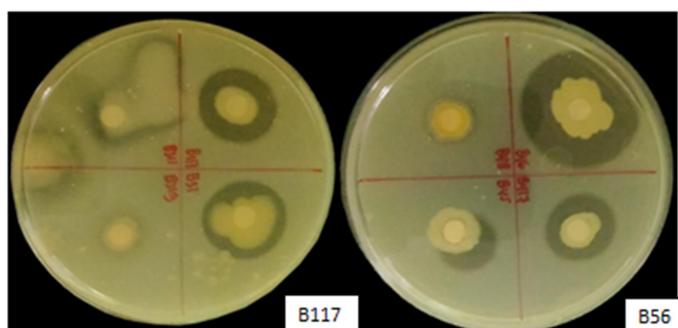
meliputi warna, bentuk, elevasi, ukuran dan tepian masing-masing koloni. Secara umum koloni rhizobakteri yang diperoleh memiliki warna putih keruh. Perbedaan fenotip antara koloni disebabkan oleh faktor genetik dan interaksinya dengan faktor lingkungan (Tabel 2.).

Tabel 2. Karakteristik Fenotipe Koloni Rhizobakteri

| No. | Kode Isolat | Warna | Bentuk | Elevasi | Ukuran | Tepian |
|-----|-------------|------------------|-----------|---------|------------|----------|
| 1 | B17 | Putih keruh | Circular | Flat | Punctiform | Entire |
| 2 | B19 | Putih keruh | Circular | Flat | Punctiform | Entire |
| 3 | B113 | Putih keruh | Circular | Convex | Small | Entire |
| 4 | B117 | Putih keruh | Circular | Raised | Small | Entire |
| 5 | B120 | Putih keruh | circular | Flat | Punctiform | Entire |
| 6 | B26 | Putih keruh | circular | Convex | Small | Entire |
| 7 | B31 | Putih keruh | Circular | Raised | Punctiform | Entire |
| 8 | B32 | Putih keruh | Spindle | Flat | Moderate | Entire |
| 9 | B37 | Putih keruh | Circular | Flat | Moderate | Entire |
| 10 | B39 | Putih keruh | Circular | Convex | Punctiform | Entire |
| 11 | B310 | Putih keruh | Circular | Convex | Small | Entire |
| 12 | B311 | Putih keruh | Irregular | Convex | Small | Undulate |
| 13 | B313 | Putih keruh | Irregular | Convex | Moderate | Undulate |
| 14 | B314 | Putih keruh | Irregular | Convex | Moderate | Undulate |
| 15 | B316 | Putih keruh | Circular | Flat | Large | Entire |
| 16 | B319 | Putih | Rhizoid | Convex | moderate | Undulate |
| 17 | B43 | Putih keruh | Irregular | Convex | Moderate | Lobate |
| 18 | B45 | Putih keruh | Spindle | Convex | Small | Undulate |
| 19 | B46 | Putih keruh | Circular | Convex | Moderate | Undulate |
| 20 | B48 | Putih keruh | Irregular | Convex | Moderate | Undulate |
| 21 | B411 | Putih keruh | Circular | Flat | Moderate | Undulate |
| 22 | B413 | Putih keruh | Circular | Flat | Punctiform | Undulate |
| 23 | B415 | Putih Susu | Irregular | Convex | Large | Lobate |
| 24 | B417 | Putih keruh | Circular | Convex | Small | Undulate |
| 25 | B52 | Putih keruh | Circular | Flat | Moderate | Entire |
| 26 | B54 | Putih keruh | Circular | Convex | Small | Entire |
| 27 | B56 | Putih Kekuningan | Irregular | Flat | Small | Lobate |
| 28 | B58 | Putih keruh | Circular | Convex | Small | Entire |
| 29 | B510 | Putih keruh | Circular | Flat | Punctiform | Entire |
| 30 | B512 | Putih keruh | Irregular | Convex | Moderate | Undulate |
| 31 | B513 | Hijau | Circular | Convex | Punctiform | Entire |
| 32 | B514 | Putih keruh | Circular | Flat | Punctiform | Entire |
| 33 | B515 | Putih keruh | Circular | Convex | Moderate | Entire |
| 34 | B519 | Putih Kekuningan | Circular | Flat | Small | Entire |
| 35 | B59 | Putih keruh | Circular | Convex | Small | Entire |

Tabel 3. Hasil Uji Proteolitik

| Isolat Rhizobakteri | Diameter Zona Bening (cm) |
|---------------------|---------------------------|
| B17 | 2,3 |
| B117 | 3,1 |
| B120 | 2 |
| B31 | 2,8 |
| B310 | 1,2 |
| B313 | 1,8 |
| B316 | 1,6 |
| B43 | 1,1 |
| B45 | 3,4 |
| B46 | 3,4 |
| B411 | 2,5 |
| B413 | 3,5 |
| B417 | 1,8 |
| B52 | 2,7 |
| B54 | 3 |
| B56 | 3,2 |
| B58 | 2 |
| B59 | 2,5 |
| B512 | 2,4 |
| B513 | 3 |
| B514 | 1,2 |
| B515 | 3,1 |
| B519 | 3,1 |



Gambar 1. Hasil Uji Pelarut Fosfat

Hasil uji aktivitas fisiologi koloni bakteri yang meliputi uji Proteolitik dan uji Pelarut fosfat terdapat pada Tabel 3 dan Gambar 1. Uji proteolitik bertujuan untuk mengetahui kemampuan rhizobakteri dalam menghasilkan enzim protease. Isolat rhizobakteri yang menunjukkan aktivitas proteolitik sebanyak 23 isolat dari 35 isolat yang diuji. Aktivitas proteolitik ditunjukkan dengan adanya zona bening. Isolat rhizobakteri yang menunjukkan aktivitas proteolitik terbaik adalah B413 dengan diameter zona bening 3.5 cm. Hasil uji pelarut Fosfat menunjukan bahwa hanya dua isolat rhizobakteri yang memiliki kemampuan

melarutkan Fosfat yaitu B117 dengan diameter zona bening 1.15 cm dan isolat B56 dengan diameter zona bening 1,2 cm.

Uji antifungal rhizobakteri dilakukan terhadap *Fusarium* sp, dan hasil pengujian menunjukkan tidak ada isolat yang mampu menghambat *Fusarium* sp.

Hasil pengujian dalam penelitian ini diperoleh 35 isolate rhizobakteri non patogenik dari rizosfer tanaman sawi di Kota Tarakan. Isolat rhizobakteri yang non patogenik ini berpotensi untuk diaplikasikan baik sebagai biofertilizer (pupuk hayati) atau biopestisida untuk meningkatkan produksi pertanian di Kota Tarakan. Hasil karakteristik fenotip dari 35

isolate rhizobakteri menunjukkan perbedaan fenotip. Perbedaan fenotip dipengaruhi erat oleh perbedaan genetik setiap bakteri. Selanjutnya fenotip juga merupakan ekspresi interaksi antara genetik dengan lingkungan (Pigliucci, 1996). Bakteri yang memiliki fenotip berbeda biasanya berasal dari genus atau spesies yang berbeda. Sedangkan bakteri dengan fenotip yang sama belum tentu memiliki genus atau spesies yang sama. Bakteri dapat memiliki fenotip yang berbeda apabila ditumbuhkan pada media yang berbeda atau media dengan cekaman tertentu (Drenkard dan Ausubel, 2002). Bakteri *Ralstonia solanacearum* memiliki warna putih keruh pada media *nutrient agar* namun apabila media tersebut ditambahkan dengan antibiotik tetrazoliumchloride (TZC). Perbedaan warna tersebut merupakan bukti bahwa fenotip merupakan interaksi antara genetik dengan lingkungan (Williamson *et al.*, 2002).

Hasil uji proteolitik menunjukkan sebanyak 23 isolat rhizobakteri memiliki kemampuan menghasilkan enzim protease yang mampu menghidrolisa protein, dengan tingkat aktivitas proteolitik berbeda-beda. Perbedaan ini disebabkan perbedaan genetik masing-masing isolate rhizobakteri. Abraham *et al.*, (1993) menyatakan bahwa bakteri proteolitik adalah bakteri yang memproduksi enzim protease ekstraseluler, yaitu enzim pemecah protein yang diproduksi di dalam sel kemudian dilepaskan keluar dari sel. Semua bakteri mempunyai enzim protease di dalam sel, tetapi tidak semua mempunyai enzim protease ekstraseluler. Aktivitas proteolitik ditunjukkan dengan adanya zona bening yang terbentuk di sekitar koloni bakteri. Enzim proteolitik ekstraseluler bakteri menyebabkan kasein (protein dalam susu skim pada media) terhidrolisis menjadi peptida dan asam amino yang larut, sehingga terbentuk zona bening. Aktivitas proteolitik rhizobakteri berperan dalam proses dekomposisi bahan organik tanah dan juga berperan penting

dalam proses degradasi dinding sel jamur patogen (Mahartha *et al.*, 2013).

Hasil uji pelarut fosfat menunjukkan dua isolat rhizobakteri memiliki kemampuan melarutkan fosfat. Bakteri yang memiliki kemampuan melarutkan fosfat berpotensi sebagai pupuk hayati. Bakteri ini menskresikan enzim fosfatase yang merubah P organik menjadi P anorganik melalui proses hidrolisis (Purwaningsih, 2009). Selain menghasilkan enzim fosfatase, bakteri pelarut fosfat juga menghasilkan asam-asam organik seperti oksalat, suksinat, fumarat dan malat yang juga berperan dalam ketersediaan P di dalam tanah (Suriadikarta dan Simanungkalit, 2006).

Hasil Uji Antifungal menunjukkan tidak ada isolat rhizobakteri yang mampu menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp. Hal ini diduga isolat rhizobakteri secara genetik tidak memiliki kemampuan bakteri antagonis.

Kemampuan agen hayati dalam memproduksi senyawa antagonis dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan. Agen hayati memiliki gen yang mengatur produksi suatu enzim tetapi jika lingkungan tidak mendukung maka enzim tersebut tidak akan diproduksi. Sebaliknya, meskipun lingkungan mendukung untuk produksi suatu enzim namun jika agen hayati tidak memiliki gen yang mengatur pembentukan enzim tersebut maka enzim tidak akan terbentuk (Caldwell, 2005).

KESIMPULAN

Diperoleh 35 isolat rhizobakteri yang non patogenik, 23 isolat rhizobakteri yang memiliki aktivitas proteolitik, 2 isolat rhizobakteri yang mampu melarutkan fosfat dan tidak ada rhizobakteri yang memiliki kemampuan antifungal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Borneo Tarakan khususnya

Rektor dan LPPM Universitas Borneo Tarakan yang telah memberikan bantuan dana pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abraham A. G., G. Antoni L., and Añon A. C., 1993. Proteolytic Activity of *Lactobacillus bulgaricus* Grown in Milk, *Journal of Dairy Science*. La Plata, Argentina.
- Ahemad M, Kibret M. 2014. Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: current perspective. *Journal of King Saud University-Science*. 26(1): 1-20.
- Ahmad F, Ahmad I, Khan M. 2008. Screening of free-living rhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities. *Microbiological Research*. 163(2): 173-181.
- Asghar H, Zahir Z, Arshad M, Khaliq A. 2002. Relationship between in vitro production of auxins by rhizobacteria and their growth-promoting activities in *Brassica juncea* L. *Biology and Fertility of Soils*. 35(4): 231-237.
- Beneduzi A, Ambrosini A, and Passaglia LM. 2012. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): their potential as antagonists and biocontrol agents. *Genetics and Molecular Biology*. 35(4): 1044-1051.
- Bhattacharyya P, Jha D. 2012. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 28(4): 1327-1350.
- Bochner BR. 2008. Global phenotypic characterization of bacteria. *FEMS Microbiology Reviews*. 33(1): 191-205.
- Breedt G, Labuschagne N, Coutinho T. 2017. Seed treatment with selected plant growth-promoting rhizobacteria increases maize yield in the field. *Annals of Applied Biology*. 171(2): 229-236.
- Buck JD. 1982. Nonstaining (KOH) method for determination of gram reactions of marine bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*. 44(4): 992-993.
- Caldwell BA. 2005. Enzyme activities as a component of soil biodiversity a review. *Pedobiologis*. 49(6): 637-644.
- Castillo JD, Vivanco JM, Manter DK. 2017. Bacterial microbiome and nematode occurrence in different potato agricultural soils. *Microbial Ecology*. 2017(1): 1-13.
- Dastager SG, Deepa C, and Pandey A. 2011. Potential plant growth-promoting activity of *Serratia nematodiphila* NII-0928 on black pepper (*Piper nigrum* L.). *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 27(2): 259-265.
- Drancourt M, Bollet C, Carlouz A, Martelin R, Gayral J-P et al. 2000. 16S ribosomal DNA sequence analysis of a large collection of environmental and clinical unidentifiable bacterial isolates. *Journal of Clinical Microbiology*. 38(10): 3623-3630.
- Drenkard and Ausubel. 2002. *Pseudomonas* biofilm formation and antibiotic resistance are linked to phenotypic variation. *Nature*. 416(6882): 740-743.
- Furlan F, Saatkamp K, Volpiano CG, de Assis Franco F, dos Santos MF et al. 2017. Plant growth-promoting bacteria effect in withstanding drought in wheat cultivars. *Scientia Agraria*. 18(2): 104-113.
- García JAL, Domenech J, Santamaría C, Camacho Ma, Daza A et al. 2004. Growth of forest plants (pine and holm-oak) inoculated with rhizobacteria: relationship with microbial community structure and biological activity of its rhizosphere. *Environmental and Experimental Botany*. 52(3): 239-251.

- Gupta G, Parihar SS, Ahirwar NK, Snehi SK, Singh V. 2015. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): current and future prospects for development of sustainable agriculture. *Journal of Microbiology and Biochemical Technology*. 7(2): 096-102.
- Joseph B, Ranjan Patra R, Lawrence R. 2012. Characterization of plant growth promoting rhizobacteria associated with chickpea (*Cicer arietinum* L.). *International Journal of Plant Production*. 1(2): 141-152.
- Karim H, Kuswinanti T, Rosmana A, Rasyid B. 2015. Effectiveness of fungal and bacterial isolates from rhizosphere of passion fruits against *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* in Vitro. *International Journal of Agriculture System*. 1(2): 120-126.
- Lecomte C, Alabouvette C, Edel-Hermann V, Robert F, Steinberg C. 2016. Biological control of ornamental plant diseases caused by *Fusarium oxysporum*: a review. *Biological Control*. 101(1): 17-30.
- Liu K, Newman M, McInroy JA, Hu C-H, Kloepper JW. 2017. Selection and assessment of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) for biological control of multiple plant diseases. *Phytopathology*. 107(8): 928-936.
- Lopez BR, Bashan Y, Bacilio M. 2011. Endophytic bacteria of *Mammillaria fraileana*, an endemic rock-colonizing cactus of the southern Sonoran Desert. *Archives of Microbiology*. 193(7): 527-541.
- Mahartha, K.A., Khalimi, K. & Wirya, G.N.A.S. 2013. Uji Efektivitas Rhizobakteri sebagai Agen Antagonis terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici* Penyebab Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 2 (3): 145-154.
- Meena KS, Ramyabharathi S, Raguchander T, Jonathan E. 2015. *Meloidogyne incognita* and *Fusarium oxysporum* interaction in Gerbera. *African Journal of Microbiology Research*. 9(18): 1281-1285.
- Meena KS, Ramyabharathi S, Raguchander T, Jonathan E. 2016. Interaction of *Meloidogyne incognita* and *Fusarium oxysporum* in carnation and physiological changes induced in plants due to the interaction. *SAARC Journal of Agriculture*. 14(1): 59-69.
- Nelson LM. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): Prospects for new inoculants. *Crop Management*. 3(1): 121-128.
- Nurulhuda M, Latiffah Z, Baharuddin S, Maziah Z. 2009. Diversity of fusarium species from vegetable fruits. *Journal Malaysian Applied Biology*. 38(1): 43-47.
- Pailin T, Kang D, Schmidt K, Fung D. 2001. Detection of extracellular bound proteinase in EPS-producing lactic acid bacteria cultures on skim milk agar. *Letters in Applied Microbiology*. 33(1): 45-49.
- Paramanandham P, Rajkumari J, Pattnaik S, Busi S. 2017. Biocontrol potential against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* and *Alternaria solani* and tomato plant growth due to plant growth-promoting rhizobacteria. *International Journal of Vegetable Science*. 23(4): 1-10.
- Penrose DM, Glick BR. 2003. Methods for isolating and characterizing ACC deaminase-containing plant growth-promoting rhizobacteria. *Physiologia Plantarum*. 118(1): 10-15.
- Pigliucci. 1996. How Organisms Respond to Environmental Changes: From Phenotypes to Molecules (and Vice Versa). *Trends in Ecology and Evolution*. 11:168-173.30.

- Ploetz RC. 2006. Fusarium wilt of banana is caused by several pathogens referred to as *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *Phytopathology*. 96(6): 653-656.
- Pradana AP. 2016. Konsorsium bakteri endofit sebagai agens biokontrol nematoda puru akar Meloidogyne incognita pada tomat. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Purwaningsih S. 2009. Populasi Bakteri Rhizobium di Tanah pada Beberapa Tanaman dari Pulau Buton. *Jurnal Tanah Tropika*. 14(1): 65-70.
- Rubin RL, van Groenigen KJ, Hungate BA. 2017. Plant growth promoting rhizobacteria are more effective under drought: a meta-analysis. *Plant and Soil*. 416(1): 1-15.
- Suriadikarta dan Simanungkalit, 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. <http://balittanah.litbang.deptan.go.id>.
- Sadras V, Richards R. 2014. Improvement of crop yield in dry environments: benchmarks, levels of organisation and the role of nitrogen. *Journal of Experimental Botany*. 65(8): 1981-1995.
- Thakuria, D., N.C. Talukdar, C. Goswami, S. Hazarika, R.C.Boro, M.R. Khan. 2004. Characterization and screening of bacteria from rhizosphere of rice grown in acidic soils of Assam. *Current Sci*. 86:978-985.
- Williamson, R.M., M. Primig, Brian K.W., Elizabeth A.W., Michel B., Cyril S de Menthiere, Ronald W.D., and Rochele E.E. 2002. The Ume6 regulon coordinates metabolic and meiotic gene expression in yeast. *PNAS*. October 15, 2002. 99(21): 13431-13436. <https://doi.org/10.1073/pnas.202495299>.
- Xiang Lu, Xuan Zhou, Yu Cao, Meixue Zhou, David McNeil, Shan Liang, and Chengwei Yang. 2017. RNA-seq Analysis of Cold and Drought Responsive Transcriptomes of *Zea mays* ssp. *mexicana* L. *Frontiers in Plant Science*. 8:136. doi:10.3389/fpls.2017.00136.

EFEKTIFITAS PENGGUNAAN UMPAN PADA BUBU DASAR (*BOTTOM FISH POTS*) DI PERAIRAN PULAU BUNYU KALIMANTAN UTARA

THE EFFECTIVENESS OF BAIT IN BASIC BUBU (BOTTOM FISH POTS) IN THE WATERS OF BUNYU ISLAND, NORTH KALIMANTAN

Muhammad Firdaus¹⁾, Dhimas Wiharyanto²⁾, Gazali Salim³⁾

^{1,2,3)} Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Borneo Tarakan
Jalan Amal Lama Nomor 1, Tarakan
Email: ¹ dayax2302@yahoo.com

ABSTRAK

Wilayah pulau Bunyu merupakan bagian dari area administrasi Kabupaten Bulungan, sebagai wilayah yang memiliki potensi perikanan yang menjanjikan. Sebagaimana besar masyarakat pulau Bunyu bekerja sebagai nelayan dengan menggunakan bubu tanpa umpan. Penelitian ini bertujuan meningkatkan efektifitas penangkapan ikan, dengan menambahkan umpan ikan rucah pada alat tangkap bubu. Penelitian menggunakan metode sampling bertujuan tertentu dan percobaan penangkapan. Alat tangkap bubu dipasang di perairan pulau Bunyu dengan menggunakan umpan dan tidak menggunakan umpan setiap 3 hari sekali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis ikan yang tertarik sebagai ikan demersal adalah ikan kakap merah (*Lutjanus erythropterus*), ikan kakap gigi anjing (*Lutjanus jocu*), ikan kerapu lumpur (*Epinephalus coioides*) dan ikan kakap jenaha (*Lutjanus russelli*). Total hasil tangkapan pada bubu menggunakan umpan 100 % efektifitas menangkap ikan dengan total berat 218,33 kg dan bubu tanpa umpan total berat 152,77 kg dengan 80 % efektifitas menangkap ikan. Hasil yang diperoleh bahwa penggunaan umpan lebih efektif dibandingkan tanpa menggunakan umpan pada pengoperasian bubu di perairan Bunyu.

Kata Kunci : Efektifitas; Hasil Tangkapan; Ikan Demersal; Ikan Kakap; Perairan Bunyu

ABSTRACT

*The territory of the islands of Bunyu is part of the Bulungan administrative area, as a territory of the sea that has the potential fisheries who promised. Most of the Bunyu islands people's work as captured fishermen with fishing the bottom fish pots without bait. The research was aimed at increasing the effectiveness of the catch of fish, by adding trash fish bait to the bottom fish pots. The study used a purposive sampling method and experimental fishing. Bottom fish pots installed in the waters is calculated by catch using bait and does not use bait every 3 days. The results showed that the types of fish attract as demersal fish are Red Snapper (*Lutjanus erythropterus*), Dog Snapper (*Lutjanus Jocu*), Grouper (*Epinephelus Coioides*), Jenaha Snapper (*Lutjanus Russelli*). Total number of used a bait with 100% catch effectiveness fish with total weight of 218,327 kg and do not used a bait with a total weight of 152,774 kg with the effectiveness of catching 80%. So the results obtained using bait are more effective than not using bait of bottom fish pots in Bunyu waters.*

Keywords: Effectiveness; Fishing Catch; Demersal Of Fish; Snapper Fish; Bunyu Waters

PENDAHULUAN

Pulau Bunyu adalah sebuah kecamatan di Kabupaten Bulungan, Provinsi

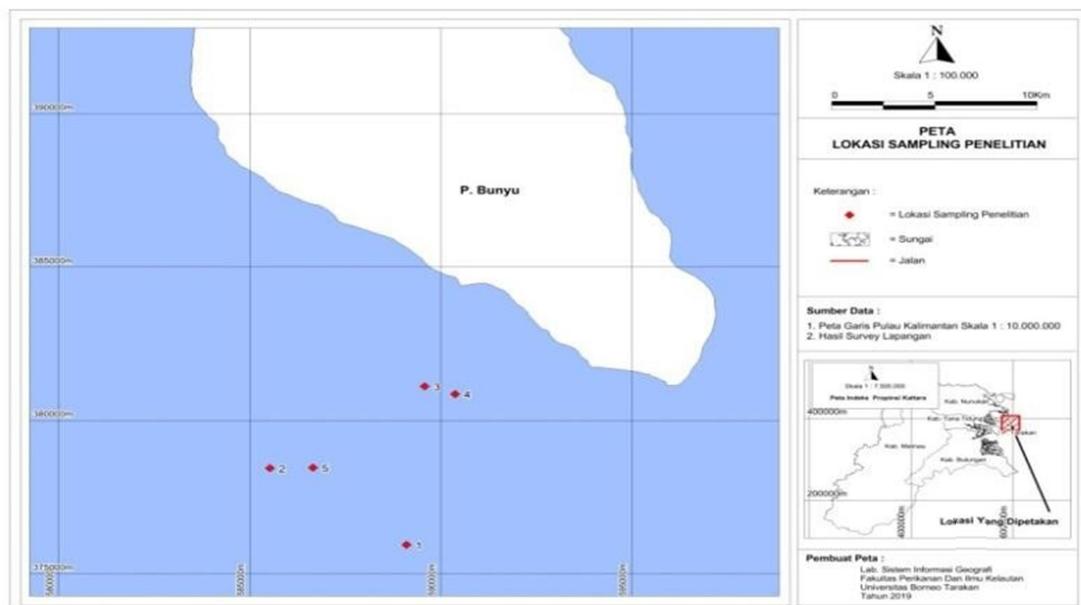
Kalimantan Utara, Indonesia. Kecamatan ini memiliki karakteristik pulau kecil dengan

luas wilayah 198,32 km². Pulau Bunyu merupakan bagian wilayah administrasi Provinsi Kalimantan Utara yang dikelilingi lautan dengan potensi perikanan yang terindikasi sangat potensial. Salah satu potensi perikanan adalah perikanan tangkap. Sebagian besar masyarakat Pulau Bunyu berprofesi sebagai nelayan. Jumlah masyarakat yang berprofesi sebagai nelayan di pulau bunyu diperkirakan kurang lebih sekitar 122 nelayan yang aktif saat ini dengan berbagai alat tangkap yang mereka gunakan pada saat mencari ikan. Alat tangkap yang mereka gunakan yakni trawl, pancing, rawai, rengge, bubu. Sebagian besar nelayan di pulau bunyu menggunakan alat tangkap bubu.

Alat tangkap bubu yang digunakan nelayan di perairan bunyu sangat ramah lingkungan bahan yang digunakan terbuat dari bambu yang di anyam sedemikian rupa untuk menjebak ikan masuk kedalam alat tangkap dan tidak dapat keluar. Hasil survei pendahuluan yang dilakukan diketahui bahwa tidak satupun nelayan

yang menggunakan umpan dalam proses penangkapan ikan dengan alat tangkap bubu. Nelayan bubu di Pulau Bunyu dalam pengoperasiannya hanya meletakkan bubu di perairan lalu meninggalkannya. Setelah beberapa hari (kisaran 2 – 4 hari), nelayan kembali ke perairan dan mengangkat bubu untuk mengambil hasil tangkapan yang kemudian jika bubu tersebut tidak rusak nelayan meletakkan kembali ke perairan.

Menurut Sudirman dan Mallawa (2004), bubu merupakan alat tangkap yang pengoperasiannya diletakan atau dipasang dalam air untuk mem udahkan ikan atau target tangkapan masuk kedalam bubu dan menyulitkan ikan untuk keluar dari bubu. Sedangkan menurut Ambarsari (2014), alat ini biasanya dibuat dari bahan alami, seperti bambu, kayu, atau bahan buatan lainnya seperti jaring. Alat tangkap bubu termasuk dalam jenis perangkap atau jebakan yang ditambahkan umpan sebagai faktor menunjang keberhasilan operasi penangkapan.



Gambar1. Peta lokasi pengambilan sampel

Pada penelitian kali ini alat tangkap bubu yang biasanya digunakan nelayan tidak memakai umpan akan ditambahkan umpan yang bermaksud agar jumlah

efektifitas tangkapan bisa bertambah jika dengan adanya umpan sebagai pemikat ikan masuk dan terjebak pada alat tangkap bubu tersebut. Selain umpan

dalam pengoperasian bubu juga memerlukan pengetahuan dan pengalaman nelayan berkenaan dengan waktu dan tempat penangkapan (*fishing ground*), juga memerlukan alat atau bahan penangkapan tambahan yang mampu mendukung atau meningkatkan hasil tangkapan.

Penggunaan umpan dalam pengoperasian alat tangkap dalam menangkap sumberdaya ikan merupakan salah satu faktor yang penting dalam keberhasilan penangkapan. Hal yang harus diperhatikan dalam penggunaan umpan adalah jenis ikan yang dipergunakan sebagai umpan, penempatan umpan pada alat tangkap bubu, bentuk dan ukuran umpan. Mengetahui jenis umpan, ukuran dan tata penempatan umpan, akan memperbesar respon ikan tangkapan terhadap umpan yang akan masuk ke dalam bubu. Terindikasi bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara penggunaan umpan terhadap hasil tangkapan, karena umpan sebagai alat bantu perangsang yang mampu memikat sasaran penangkapan dan meningkatkan efektifitas penangkapan (Kamelia 2008).

Peningkatan efektifitas penangkapan pada pengoperasian bubu di perairan Bunyu, sangat diperlukan untuk meningkatkan kesejahteraan nelayan Pulau Bunyu. Salah satu upaya dengan penggunaan umpan diduga mampu meningkatkan efektifitas penangkapan ikan pada perikanan bubu. Penggunaan umpan yang tepat dari variabel jenis, ukuran, bentuk dan tata penempatan akan menjadi dasar pemikiran dalam upaya peningkatan efektifitas pengoperasian bubu dengan hasil tangkapan ikan-ikan yang bernilai ekonomis tinggi yang menjadi target utama pada alat tangkap bubu di perairan selatan Pulau Bunyu.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di perairan Selatan Pulau Bunyu (gambar 1). Perairan tersebut merupakan daerah pengoperasian perikanan bubu oleh nelayan Pulau Bunyu. Penelitian akan dilakukan selama 3 (tiga) bulan mulai dari bulan Agustus sampai dengan Oktober 2018. Lokasi penelitian dilakukan di perairan Barat Pulau Bunyu, dimana perairan ini merupakan lokasi yang digunakan nelayan sebagai daerah penangkapan ikan (*fishing ground*) dengan alat tangkap bubu. Penentuan titik lokasi sampling ditetapkan oleh peneliti secara acak (*random sampling*) sebanyak 5 titik sampling. Perairan sebagai *fishing ground* merupakan suatu tempat yang lokasinya secara ekonomis menguntungkan dan tidak jauh dari tempat pendaratan ikan (Nomura, 1977).

Alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut adalah: *Global Positioning System (GPS)*, Kalkulator, Penggaris, Timbangan Analitik, Kamera, Alat Tulis, Alat Tangkap Bubu, Perahu, Tali dan Pemberat, Keranjang, Buku Identifikasi Ikan. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut adalah: Umpan ikan rucah, Ikan hasil tangkapan.

Teknik operasi penangkapan dengan alat tangkap bubu dibagi menjadi 5 tahap yakni tahap persiapan, penentuan daerah penangkapan (*fishing ground*), penurunan alat tangkap (*setting*), perendaman alat tangkap (*soaking*) dan pengangkatan alat tangkap (*hauling*). Tahap persiapan dilakukan sebelum melakukan operasi penangkapan meliputi: pemeriksaan mesin, pengisian bahan bakar, dan persiapan dua pasang alat tangkap bubu yang sudah diberi umpan dan tanpa umpan. Penentuan daerah penangkapan pada lokasi yang telah ditetapkan sebelumnya yaitu pada titik koordinat berdasarkan kegiatan survey pendahuluan.

Setting alat tangkap bubu dilakukan dengan bantuan nelayan yang biasa beroperasi di perairan pulau bunyu.

Setting dilakukan pada titik sampling 1 pada pagi hari pukul 07.00 diawali dengan penurunan alat tangkap yang sudah disiapkan dengan perlakuan satu alat tangkap bubu dipasang umpan dan satu alat tangkap bubu yang tidak diberi umpan secara lengkap dengan diikat tali dan diberi pemberat agar tidak terbawa arus lalu diturunkan ke dasar laut. Lama *setting* berkisar 15 - 20 menit dengan setiap bubu di beri jarak 10 meter dengan kedalaman perairan sekitar 20 meter.

Proses *soaking* pada penelitian ini dilakukan dalam 3 hari (72 jam). Waktu rendaman alat tangkap (*soaking time*) berdasarkan pada ketentuan dimana pada kondisi *real* dilapang, para nelayan meletakkan bubu paling cepat 2 hari (48 jam) dan paling lama selama 4 hari (96 jam), sehingga pada penelitian ini ditetapkan waktu tengah antara 2 hari dan 4 hari yaitu 3 hari atau (72 jam).

Tahapan pengangkatan alat tangkap (*hauling*) dilakukan setelah 3 hari perendaman alat tangkap bubu. Pada proses *hauling* dilakukan juga pengambilan, pencatatan dan pengukuran hasil tangkapan baik pada bubu yang diberi umpan maupun bubu tanpa umpan. Setelah proses *hauling* selesai (20 - 30 menit) dilanjutkan pada penurunan alat tangkap bubu (umpan dan tanpa umpan)

pada lokasi/ titik sampling II. Demikian seterusnya tahapan pengoperasian bubu hingga lokasi / titik sampling V.

Tahapan pengoperasian bubu pada penelitian ini diulang sebanyak 2 kali, sehingga total waktu pengumpulan data adalah 30 hari (1 bulan) dengan data yang terkumpul dari 10 unit bubu sebanyak 20 satuan data (10 satuan data bubu umpan dan 10 satuan data bubu tanpa umpan). Data yang akan dikumpulkan meliputi data hasil tangkapan dari pengoperasian bubu dan data lingkungan perairan. Data hasil tangkapan (umpan dan tanpa umpan) dari ikan yang tertangkap yaitu: jenis ikan, jumlah (per spesies dan total), ukuran (panjang total, spesies/ekor dan berat spesies/ekor).

Efektifitas hasil tangkapan yaitu kemampuan dari alat tangkap bubu untuk menangkap ikan dengan membandingkan hasil tangkapan dengan jumlah alat tangkap bubu dari tiap perlakuan. Metode yang ditunjukkan untuk mengukur efektivitas penggunaan umpan pada bubu untuk menangkap ikan kerapu (*Ef*), yaitu banyaknya bubu yang menangkap ikan dengan menggunakan umpan dibandingkan dengan total bubu yang digunakan (*TB*) dinyatakan dalam persen (*Rochmawati, 2004*):

$$Ef = \frac{Ku}{TB} \times 100$$

Keterangan:

Ef = Efektifitas Penangkapan Bubu
Ku = Banyaknya Bubu yang Menangkap Ikan (Umpan)
TB = Total Bubu yang Digunakan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pulau Bunyu merupakan wilayah yang dikelilingi oleh lautan, sehingga banyak masyarakat yang melakukan penangkapan ikan diantaranya dengan menggunakan alat tangkap bubu. Daerah penangkapan memiliki kedalaman ± 15 - 25 m daerah penangkapan diduga bersubtrat lumpur berpasir yang cocok untuk tempat tinggal

ikan. Menurut Badrudin dan Karyana (1992) bahwa nelayan biasanya mengoperasikan alat tangkap bubu pada kedalaman 20 m. Lebih lanjut Meldiani (2007) bahwa daerah penangkapan alat tangkap bubu adalah perairan yang mempunyai dasar perairannya berlumpur maupun berpasir atau daerah berkarang, tergantung ikan, yang menjadi target tangkapan utama.

Keadaan cuaca dan kondisi Laut (musim, arus dan gelombang) yang juga menentukan keberhasilan alat tangkap bubu maka hal ini juga perlu dipertimbangkan saat akan melakukan kegiatan penangkapan di perairan ini. Pada saat penangkapan ikan di area utara pulau bunyu pada bulan September hingga oktober perairan tidak begitu tenang, adanya gelombang tetapi tidak begitu besar dan angin bertiup sangat kencang. Sesuai dalam Rachman (2009) mengemukakan bahwa suatu perairan dapat dikatakan daerah penangkapan ikan (*fishing ground*) dari suatu alat tangkap jika faktor oceanografi di perairan tersebut telah diketahui.

Efektifitas hasil tangkapan yaitu kemampuan dari alat tangkap bubu untuk menangkap ikan dengan membandingkan hasil tangkapan dengan jumlah alat tangkap bubu dari tiap perlakuan. Nilai efektifitas rata-rata hasil tangkapan bubu pada tiap perlakuan mempunyai nilai efektifitas berkisar 10 - 14.4. Nilai efektifitas tiap perlakuan selengkapnya dapat dilihat pada (Gambar 2).

Berdasarkan jumlah hasil tangkapan bubu pada tiap perlakuan yang digunakan pada saat penelitian maka alat tangkap yang memiliki umpan berhasil 100% dibandingkan alat tangkap yang tidak memiliki umpan yang keberhasilannya hanya 80% dari jumlah keseluruhan alat tangkap yang digunakan. Nilai efektifitas alat tangkap yang berhasil menangkap ikan pada perlakuan penggunaan umpan lebih besar dibandingkan dengan perlakuan tanpa menggunakan umpan (Gambar 2 dan Tabel 1).

Alat tangkap bubu menggunakan umpan mempunyai nilai efektifitas yang tinggi di atas rata-rata yaitu pada stasiun 1, 4 dan 5. Nilai efektifitas tangkapan bubu rata - rata adalah sebesar 14.0. Nilai tersebut diketahui dari nilai rata- rata pada nilai efektifitas setiap stasiun. Nilai efektifitas terendah dibawah rata-rata pada stasiun 2 dan 3.

Alat tangkap yang tidak menggunakan umpan mempunyai nilai efektifitas yang tinggi diatas rata-rata yaitu pada stasiun 1, 3 dan 5. Nilai efektifitas tangkapan bubu pada perlakuan tanpa umpan rata - rata adalah sebesar 10.0. Nilai tersebut

diketahui dari nilai rata- rata pada nilai efektifitas setiap stasiun. Efektifitas terendah dibawah rata-rata yaitu pada stasiun 2 dan 4. Selanjutnya dapat kita lihat pada stasiun 5 efektifitas penangkapan juga hampir sama pada tiap perlakuan. Nilai efektifitas menggunakan umpan memiliki nilai lebih besar dibandingkan dengan alat tangkap yang tidak menggunakan umpan.

Jumlah alat tangkap bubu yang menggunakan umpan lebih dominan mendapat ikan dibandingkan tidak menggunakan umpan. Stasiun 3 memiliki efektifitas tangkapan berbanding terbalik yang tidak menggunakan umpan yang dominan lebih tinggi dibandingkan menggunakan umpan. Kemungkinan faktor lokasi dan kondisi perairan pada saat itu yang mempengaruhi penangkapan pada tiap stasiun yang menyebabkan nilai efektifitas hasil tangkapan yang berbeda.

Menurut (Ferno, 1986) respon ikan dipengaruhi baik oleh arus lemah maupun arus kuat pada lokasi, menunjukkan bahwa aktivitas ikan lebih besar pada saat berarus daripada tidak berarus. Namun keberhasilan alat tangkap bubu sangat bergantung pada tingkah laku hewan laut yang menjadi target penangkapan kemudian ukuran alat tangkap yang bertindak sebagai fishing function; dimana hewan laut tersebut dapat masuk dan meloloskan diri.

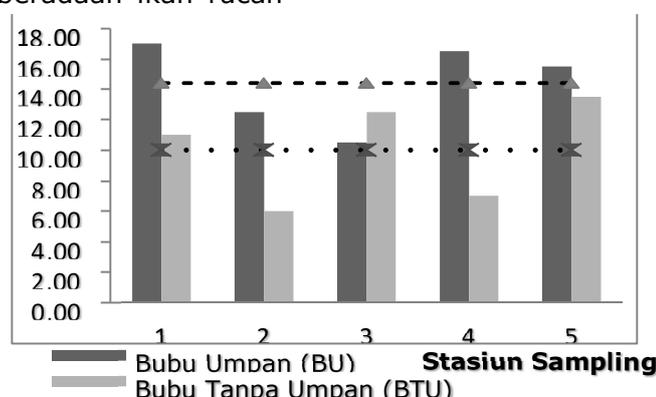
Adapun nilai efektifitas rata-rata pada hasil tangkapan bubu yang diperoleh dengan perlakuan umpan yaitu 14,4 dan yang tidak menggunakan umpan 10 yang menunjukkan bahwa kemampuan dari alat tangkap bubu untuk menangkap ikan dengan menggunakan umpan rata-rata sebesar 100% dan yang tidak menggunakan umpan sebesar 80%. Secara visual rata-rata dari kedua perlakuan menunjukkan kemampuan alat tangkap bubu untuk menangkap ikan berbeda secara nyata. Dari keseluruhan hasil tangkapan bubu pada tiap perlakuan ikan-ikan yang diperoleh ialah ikan ekonomis penting. Hal ini diperkirakan umpan rucah mempunyai kelebihan yang disukai ikan target yakni dengan mudah dapat melihat umpan pada jarak yang jauh serta tahan didalam air. Selain itu umpan ini mempunyai bau yang cukup tajam

sehingga merangsang indera penciuman ikan. Kuat atau kurangnya rangsangan atau stimulasi kedua indera penglihatan dan penciuman akan mempengaruhi rangsangan terhadap nafsu makan ikan.

Hasil tangkapan ikan bubu di perairan utara pulau bunyu selama penelitian dengan menggunakan umpan memperoleh lebih banyak ikan ekonomis tinggi dibandingkan alat tangkap yang tidak memiliki umpan. Ikan hasil tangkapannya memiliki nilai ekonomis tinggi yang merupakan target utama nelayan bubu sebab telah memberikan keuntungan bagi nelayan, selain itu keberadaan ikan rucah

relatif mudah diperoleh dalam jumlah yang cukup untuk dijadikan umpan, ikan ini tidak mudah busuk, dan sesuai dengan persyaratan yang harus dipenuhi umpan secara teknis maupun ekonomis (Santoso, 1995).

Lebih lanjut Zulkarnaen *et al.* (2011) tingginya nilai ekonomi ikan yang menjadi pendorong nelayan untuk menangkapnya walaupun jumlah tangkapan sedikit namun berkualitas maka nelayan mendapatkan penghasilan yang tinggi. Oleh karena itu, nilai efektifitas penangkapan di hitung berdasarkan berat total hasil tangkapan.



Gambar 2. Nilai Efektifitas Tiap Stasiun Sampling pada Tiap Perlakuan

Tabel 1. Nilai Efektifitas Alat Tangkap yang Mendapat Ikan

| Umpan | | |
|--------------------------|-------------------------|-----|
| Σ total bubu (TB) | Σ bubu ikan (BI) | Ef |
| 10 | 10 | 100 |
| Tanpa Umpan | | |
| Σ total bubu (TB) | Σ bubu ikan (BI) | Ef |
| 10 | 8 | 80 |

KESIMPULAN

Komposisi hasil tangkapan bubu di perairan selatan pulau Bunyu dengan perlakuan menggunakan umpan dan tidak menggunakan umpan seluruhnya berjumlah 244 ekor ikan dengan berat total 371,010 kg. Terdiri dari 4 jenis ikan yaitu: Kakap merah (*Lutjanus erythropterus*), KakapAnjing (*Lutjanus Jocu*), Kerapu (*Epinephelus coioides*), Jenaha (*Lutjanus Russelli*). Hasil tangkapan menggunakan umpan lebih efektif dalam menangkap ikan dengan keseluruhan hasil tangkapan berjumlah 144 ekor ikan dengan berat total 218,327

kg. Nilai efektifitas rata-rata 14,4 dengan keberhasilan alat tangkap menangkap ikan sebesar 100% dari keseluruhan jumlah alat tangkap. Hasil tangkapan tidak menggunakan umpan seluruhnya berjumlah 100 ekor ikan dengan berat total 152,774 kg, Nilai efektifitas rata-rata 10 dengan keberhasilan alat tangkap menangkap ikan sebesar 80% dari jumlah keseluruhan jumlah alat tangkap.

DAFTAR PUSTAKA

Ambarsari, A. A. (2014). *Pengaruh Umpan Yang Berbeda Pada Pengoperasian*

- Bubu Terhadap hasil Tangkap Rajungan (Portunus sp) di Perairan Kabupaten Lamongan, Jawa Timur.* Skripsi Sarjana. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya, Malang.
- Badrudin, M dan Karyana. (1992). *Indek Kelimpahan Stok Sumberdaya Ikan Demersal di Perairan Pantai Barat Kalimantan.* *Jurnal Penelitian Perikanan Laut* (71) Tahun (1992), BPPL. Jakarta.
- Ferno A, Olsen S. (1994). *Marine Fish Behaviour in Capture and Abundance Estimation*, Fishing News Books, England. Pp: 221
- Firdaus A Olsen S. (1994). *Kajian Fishing Gear Serta Metode Pengoperasian Rawai (Long Line) Di Perairan Bagian Selatan Pulau Tarakan.* *Jurnal Harpodon Borneo*, 4(1)
- Karyana, (1992). *Indek kelimpahan Stok Sumberdaya Ikan Demersal di Perairan Pantai Barat Kalimantan,* *Jurnal Penelitian Perikanan Laut* No.71 BPPL: Jakarta.
- Nomura, M. T. Yamazaki. (1977). *Fishing Technique* 1. Japan Internasional Cooperation Agency, 206. Tokyo.
- Rachman, Maman. (2008). *Penelitian Tindakan Kelas (Dalon Bagan).* *Semarang: Universitas Negeri Semarang.*
- Santoso. A, dan Susilo. E. S. (1995). *Studi Pendahuluan Hubungan Panjang Berat Ikan Tenggiri (Scomberomorus Commerson) Dari Perairan Semarang.* *Jurnal Kelautan Tropis.* Vol 19. Hal 161- 165
- Sudirman dan Mallawa, A. (2004). *Teknik Penangkapan Ikan.* Jakarta: Rineka Cipta.
- Zulkarnaen, Baskoro, M.S., Martasuganda, S. dan Monintja, D (2011). *Pengembangan Desain Bubu Lobster yang Efektif Buletin PSP.* Vol, XIX, (2): Hal 45-57.

PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN AJAR PDM TERHADAP PRESTASI BELAJAR MAHASISWA PENDIDIKAN MATEMATIKA

THE EFFECT OF THE USE OF PDM TEACHING MATERIALS ON MATHEMATICS EDUCATION STUDENT ACHIEVEMENT

Nurmala R¹⁾

¹ Jurusan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Borneo Tarakan
Jalan Amal Lama Nomor 1, Tarakan
Email: ¹ nurmala.r17@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan metode Quasi eksperimen. Populasi dalam penelitian ini adalah mahasiswa jurusan pendidikan matematika FKIP Universitas Borneo Tarakan. Sampelnya adalah mahasiswa yang memprogramkan mata kuliah PDM yaitu kelas A1 dan kelas A2, dimana kelas A1 merupakan kelas eksperimen dan kelas A2 kelas kontrol. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan bahan ajar buku teks Pengantar Dasar Matematika terhadap prestasi belajar mahasiswa pendidikan matematika. Adapun teknik pengumpulan datanya adalah dengan menggunakan tes yaitu pretest dan posttest. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai *pretest* pada kelas eksperimen adalah 58,9 dan *posttest* 73,4 dan pada kelas kontrol rata-rata nilai *pretest* adalah 59,5 dan pada *posttest* 64,4. Hasil uji t menunjukkan bahwa sig. (2 tailed) < 0,05 sehingga terlihat bahwa kelas eksperimen dengan menggunakan bahan ajar buku teks PDM memperoleh nilai rata-rata lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang tidak menggunakan bahan ajar buku teks. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan ajar buku teks PDM memberikan pengaruh terhadap prestasi belajar mahasiswa pendidikan matematika FKIP UBT.

Kata Kunci : Bahan Ajar; Prestasi Belajar; PDM

ABSTRACT

The research is a quantitative study using the Quasi experimental method. The population in this study were students majoring in mathematics education at the University of Borneo Tarakan FKIP. The sample is students who program PDM courses namely class A1 and class A2, where class A1 is the experimental class and class A2 the control class. The purpose of this study was to determine the effect of the use of teaching materials for introductory textbooks in Mathematics on student learning achievement in mathematics education. The data collection technique is to use tests that are pretest and posttest. Based on the results of the study showed that the average pretest value in the experimental class was 58.9 and 73.4 in the posttest and in the control class the average pretest value was 59.5 and 64.4 in the posttest. T test results show that sig. (2 tailed) <0.05 so that it appears that the experimental class using PDM textbooks obtained an average value higher than the control class that did not use textbook teaching materials. So it can be concluded that the use of PDM textbook teaching materials has an influence on the learning achievement of mathematics education students of FKIP UBT.

Keywords: Teaching Material; Learning Achievement; PDM

PENDAHULUAN

Salah satu cara untuk membuat pembelajaran menjadi menyenangkan

adalah dengan menggunakan bahan ajar yang menyenangkan pula, yaitu bahan ajar yang dapat membuat peserta didik

merasa tertarik dan senang mempelajari bahan ajar tersebut. Dalam proses pembelajaran, bahan ajar berkedudukan sebagai modal awal yang akan digunakan atau diproses untuk mencapai hasil. Pengembangan bahan ajar memiliki beberapa fungsi diantaranya yaitu, sebagai pedoman bagi siswa terhadap kompetensi yang dikuasai, sebagai pedoman bagi guru untuk mengarahkan kegiatan pembelajaran dan sebagai alat evaluasi pembelajaran. Bahan ajar dapat dibuat dalam berbagai bentuk sesuai dengan karakteristik materi ajar yang akan disajikan. Hernawan dkk (2012) mengatakan bahwa " bahan pembelajaran merupakan seperangkat materi atau substansi pelajaran yang disusun secara runtut dan sistematis serta menampilkan sosok utuh dari kompetensi yang akan dikuasai peserta didik dalam kegiatan pembelajaran".

Pengembangan bahan ajar memiliki beberapa fungsi diantaranya yaitu sebagai pedoman bagi peserta didik terhadap capaian pembelajaran yang harus dikuasai, sebagai pedoman bagi pengajar untuk mengarahkan kegiatan pembelajaran, dan sebagai alat evaluasi pembelajaran. Fungsi bahan ajar bagi peserta didik yaitu sebagai pedoman terhadap kompetensi yang harus dikuasai. Melalui bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran, peserta didik dapat memahami materi dan konsep yang dipelajari dengan lebih mudah. Sedangkan fungsi dari bahan ajar bagi tenaga pendidik adalah sebagai pedoman dalam mengarahkan kegiatan pembelajaran.

Bahan ajar merupakan bagian penting dalam pelaksanaan pendidikan. Melalui bahan ajar pendidik akan lebih mudah dalam melaksanakan pembelajaran dan peserta didik akan lebih terbantu dan mudah dalam belajar. Bahan ajar dapat dibuat dalam berbagai bentuk sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik materi ajar yang akan disajikan. Bentuk-bentuk bahan ajar dikelompokkan menjadi sebagai berikut : 1) Bahan ajar cetak (*printed*), yaitu sejumlah bahan yang disiapkan dalam kertas, yang dapat berfungsi untuk keperluan pembelajaran atau penyampaian informasi. Contoh: handout, buku, modul, lembar kerja siswa, brosur, *leaflet*, *wall chart*,

foto/gambar, model, atau maket, 2) Bahan ajar dengar (audio) atau program audio, yaitu: semua sistem yang menggunakan sinyal radio secara langsung, yang dapat dimainkan atau didengar oleh seseorang atau sekelompok orang. Contoh: kaset, radio, piringan hitam, dan compact disk audio, 3) Bahan ajar pandang dengar (audio visual), yaitu: segala sesuatu yang memungkinkan sinyal audio dapat dikombinasikan dengan gambar bergerak secara sekuensial. Contoh: video, *compact disk*, dan film. 4) Bahan ajar interaktif (*interactive teaching materials*), yaitu: kombinasi dari dua atau lebih media (audio, teks, grafik, gambar, animasi, dan video) yang oleh pengguna dimanipulasi atau diberi perlakuan untuk mengendalikan suatu perintah dan atau perilaku alami dari presentasi. Contoh: *compact disk* interaktif.

Buku teks merupakan bahan ajar berbentuk cetak yang dikembangkan sedemikian rupa memuat materi dan soal-soal latihan yang dapat dikerjakan oleh peserta didik. Buku teks dibuat semenarik mungkin agar peserta didik termotivasi dalam belajar sehingga peserta didik tidak perlu lagi bingung dalam mencari referensi pembelajaran. Dan buku teks disesuaikan dengan capaian pembelajaran yang akan dicapai.

Prestasi belajar tidak dapat dipisahkan dari kegiatan belajar, karena belajar merupakan suatu proses, sedangkan prestasi belajar adalah hasil dari proses pembelajaran tersebut. Bagi seorang anak belajar merupakan suatu kewajiban. Berhasil atau tidaknya seorang anak dalam pendidikan tergantung pada proses belajar yang dialami oleh anak tersebut. Prestasi adalah hasil yang telah dicapai seseorang dalam melakukan kegiatan. Gagne (1985) menyatakan bahwa prestasi belajar dibedakan menjadi lima aspek, yaitu: kemampuan intelektual, strategi kognitif, informasi verbal, sikap dan keterampilan.

Setiap aktivitas yang dilakukan oleh seseorang tentu ada faktor yang mempengaruhinya, baik yang cenderung mendorong maupun menghambat. Demikian juga yang dialami dalam belajar. Ahmadi menyatakan ada beberapa faktor yang mempengaruhi

prestasi belajar siswa, diantaranya faktor internal dan faktor eksternal. Factor internal meliputi factor dalam diri peserta didik, sedangkan factor eksternal adalah faktor diluar peserta didik yang meliputi dapat berupa sarana prasarana, situasi lingkungan baik itu lingkungan keluarga, sekolah maupun lingkungan masyarakat. Salah satu yang dapat meningkatkan prestasi belajar peserta didik berkaitan dengan faktor eksternal adalah dengan menggunakan bahan ajar buku teks. Hal ini akan membantu peserta didik dalam memahami materi yang diajarkan dalam proses pembelajaran. Meningkatkan prestasi belajar, pengajar memiliki peranan yang sangat penting. Selain mengajar, dituntut memiliki kemampuan kreatifitas dalam membantu peserta didik dalam memahami dan menyerap informasi dalam proses pembelajaran. Salah satunya dengan mengajar dengan menggunakan bahan ajar buku teks.

Berdasarkan uraian diatas, maka peneliti tertarik untuk melihat pengaruh penggunaan bahan ajar PDM terhadap

prestasi belajar mahasiswa jurusan pendidikan matematika FKIP Universitas Borneo Tarakan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Jurusan Pendidikan Matematika FKIP Universitas Borneo Tarakan. Populasi penelitian adalah seluruh mahasiswa pendidikan matematika, sedangkan sampel penelitian adalah semua mahasiswa yang memprogramkan mata kuliah Pengantar Dasar Matematika dengan dua kelas yaitu kelas A1 dan kelas A2. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang data penelitiannya berupa angka-angka dan dianalisis menggunakan statistic. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Quasi Eksperimen*. Adapun desain penelitian adalah equivalent control group design dengan melibatkan dua kelas yaitu kelas eksperimen yang menggunakan bahan ajar buku teks PDM dan kelas kontrol yang tidak menggunakan bahan ajar buku teks PDM.

Tabel 1. Desain Penelitian Quasi Eksperimen

| Kelompok | pretest | perlakuan | posttest |
|------------|---------|-----------|----------|
| Eksperimen | O1 | X | O2 |
| Kontrol | O1 | C | O2 |

Keterangan :

- O1 : tes awal sebelum perlakuan pada kelas eksperimen dan kontrol
- O2 : tes akhir pada kelas eksperimen dan kontrol
- X : Pembelajaran menggunakan bahan ajar buku teks
- C : Pembelajaran tidak menggunakan bahan ajar buku teks

Instrument penelitian yaitu menggunakan tes *pretest* dan *posttest*. Analisis data dilakukan dengan menggunakan uji asumsi prasyarat terlebih dahulu yaitu uji normalitas dan uji

homogenitas. Selanjutnya dilakukan uji hipotesis statistic yaitu uji t independent dengan menggunakan program SPSS versi 16.0 dengan hipotesis uji t :

- H_0 : $\text{sig} \geq \alpha$ (tidak terdapat perbedaan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol)
 - H_1 : $\text{sig} \leq \alpha$ (terdapat perbedaan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol)
- Dengan $\alpha = 0,05$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes yaitu pretest dan posttest mahasiswa. Data tersebut digunakan untuk mengukur prestasi belajar mahasiswa pada perkuliahan pengantar dasar matematika kelas A1 sebagai kelas

eksperimen dan kelas A2 sebagai kelas control. Pada kelas eksperimen proses perkuliaha dilaksanakan dengan menggunakan bahan ajar buku teks PDM dan pada kelas control proses perkuliahan dilaksanakan tanpa menggunakan buku teks PDM. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh nilai pretest dan posttes pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Data

yang diperoleh kemudian diuji normalitas, homogenitas dan uji-t. berdasarkan hasil analisis diperoleh data sebagai berikut :

a) Analisis hasil pretest dan posttest

Tabel 2. Hasil Analisis Pretest dan Posttest pada Kelas Eksperimen dan Kontrol

| Kelas | Pretest | | | Posttest | | |
|-------------------|-----------|-----------------|----------------|-----------|-----------------|----------------|
| | Rata-rata | Nilai Tertinggi | Nilai Terendah | Rata-rata | Nilai Tertinggi | Nilai Terendah |
| Eksperimen | 58,9 | 72 | 50 | 73,4 | 90 | 61 |
| Kontrol | 59,5 | 70 | 50 | 64,4 | 72 | 56 |

Berdasarkan table diatas dapat dijelaskan bahwa nilai rata-rata pretest untuk kelas eksperimen lebih kecil dibandingkan dengan kelas kontrol yaitu 58,9 pada kelas eksperimen dan 59,5 pada kelas kontrol. Sedangkan untuk nilai rata-rata posttest pada kelas eksperimen lebih besar dibandingkan dengan kelas kontrol yaitu 73,4 untuk kelas eksperimen dan 64,4 untuk kelas kontrol.

b) Analisis data

a. Uji Normalitas

Uji normalitas hipotesis menggunakan uji Kolmogorov smirnov dengan bantuan spss 16.0.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Nilai Pretest dan Posttest

| Jenis Tes | sig | Kriteria nilai sig. 2 tailed table > α (0,05) | Kesimpulan sig. > 0,05 (berdistribusi normal) |
|----------------------------|-----|--|---|
| Pretest eksperimen | | | |
| Pretest kontrol | | | |
| Posttest eksperimen | | 0,05 | Berdistribusi normal |
| Posttest kontrol | | | |

Berdasarkan hasil uji normalitas nilai pretest dan posttest hasil belajar mahasiswa diperoleh bahwa nilai pretst dan posttest kelas eksperimen maupun kelas control berdistribusi normal. Dari hasil data uji normalitas dengan nilai sig. 2 tailed > α (0,05), maka dapat diperoleh bahwa semua data berdistribusi normal sehingga dapat melanjutkan uji prasyarat selanjutnya yaitu uji homogenitas data.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas yang digunakan adalah *test of homogeneity of variance*. Tes ini digunakan untuk mengetahui kedua varian apakah memiliki karakteristik yang sama atau tidak.

Tabel 4. Hasil uji Homogenitas

| Jenis Tes | Sig | kesimpulan sig. >0,05 (homogen) |
|----------------------------|-------|---------------------------------|
| Pretest eksperimen | 0,289 | |
| Pretest kontrol | 0,263 | |
| Posttest eksperimen | 0,241 | Homogen |
| Posttest kontrol | 0,296 | |

Berdasarkan hasil uji homogenitas, diperoleh bahwa semua data nilai sig. > 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai pretest dan posttest pada kelas eksperimen dan kelas kontrol

secara keseluruhan berasal dari data yang sama atau homogen. Setelah dilakukan uji prasyarat didapatkan bahwa uji normalitas dan uji homogenitas terpenuhi sehingga analisis dapat dilanjutkan

pada pengujian hipotesis penelitian dengan menggunakan uji t independent.

c. Uji t independent

Setelah uji prasyarat terpenuhi, maka dilanjutkan dengan

uji t independent untuk menguji hipotesis penelitian. Data hasil analisis yang diperoleh dari uji dengan menggunakan *independent sample t test* dapat dilihat dalam table berikut :

Tabel 5. Uji t independent

| | Test for quality of mean | | | |
|--|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|
| | | Sig. (2 tailed) | Mean difference | Standar error mean diffence |
| Bahan ajar PDM terhadap prestasi beajar | Equal variance assumed | 0,00 | -0,651 | 1,413 |

Berdasarkan analisis uji t independent memperoleh hasil bahwa sig. (2.tailed) < 0,05 maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai prestasi belajar mahasiswa pendidikan matematika menunjukkan perbedaan yang signifikan yaitu pembelajaran dengan menggunakan bahan ajar buku teks PDM mempengaruhi prestasi belajar mahasiswa.

Pembahasan

Penggunaan bahan ajar buku teks PDM memberikan pengaruh terhadap prestasi belajar mahasiswa pendidikan matematika. Selama proses pembelajaran dalam perkuliahan dengan menggunakan bahan ajar buku teks PDM pada kelas eksperimen berlangsung dengan efektif. Bahan ajar yang telah dikembangkan meliputi materi dan soal latihan yang membantu mahasiswa dalam memahami materi perkuliahan. Mahasiswa tidak lagi bingung ketika dalam kelas karena kurangnya refrensi yang digunakan. Dengan menggunakan bahan ajar buku teks PDM, mahasiswa dapat dengan mudah memahami materi yang disampaikan oleh dosen pengampu. Selain itu, soal-soal latihan yang ada dalam bahan ajar membantu mahasiswa juga dalam memahami permasalahan yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari.

Pembelajaran pada kelas kontrol dilaksanakan tanpa menggunakan bahan ajar buku teks PDM. Namun hanya mengandalkan refrensi seadanya yang dibawa oleh mahasiswa dalam

perkuliahan. Bahkan terkadang mahasiswa tidak mempunyai refrensi sama sekali pada saat perkuliahan. Sehingga sangat terlihat perbedaan anatar kelas eksperimen yang menggunakan bahan ajar buku teks dengan kelas kontrol yang tidak menggunakan bahan ajar buku teks PDM.

Hasil pretest dan posttest yang telah diperoleh dari kelas eksperimen dan kelas kontrol mengalami perubahan. Pada pretest, kelas kontrol memiliki nilai rata-rata yang lebih besar dari pada kelas eksperimen. Namun setelah diberikan perlakuan, rata-rata nilai pada kelas eksperimen lebih besar dibandingkan dengan kelas kontrol. Sehingga dapat dikatakan bahwa dengan menggunakan bahan ajar buku teks PDM berpengaruh terhadap prestasi belajar mahasiswa. Bahan ajar buku teks PDM dapat memberikan hasil yang maksimal dibandingkan dengan tanpa menggunakan bahan ajar buku teks. Bahan ajar buku teks PDM dapat menarik perhatian mahasiswa dalam proses pembelajaran karena disusun secara sistematis dengan bahasa yang sederhana.

Selain itu, hasil analisis data penelitian diperoleh bahwa bahan ajar buku teks PDM dapat mempengaruhi prestasi belajar mahasiswa. Hal ini ditunjukkan dengan adanya perbedaan rata-rata skor posttest prestasi belajar pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen lebih baik dari kelompok kontrol. Hal itu disebabkan oleh beberapa factor, diantaranya adalah kelompok eksperimen tertarika dengan bahan ajar yang disajikan karena

sebelumnya tidak disediakan bahan ajar yang memadai ketika perkuliahan dimulai. Bahan ajar buku teks PDM disajikan dengan menarik dengan bahasa yang sederhana mudah difahami oleh mahasiswa sehingga mahasiswa termotivasi untuk belajar dalam mengerjakan soal-soal yang diberikan dalam perkuliahan.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data dan pembahasan dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa bahan ajar buku teks PDM dapat mempengaruhi prestasi belajar mahasiswa pendidikan matematika. Hal ini dapat dibuktikan dengan hasil nilai rata-rata posttest pada kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol. Dan berdasarkan hasil uji hipotesis diperoleh hasil $\text{sig.} \leq 0,05$ yang artinya H_0 ditolak dan H_1 diterima, artinya bahan ajar buku teks pada kelas eksperimen memberikan pengaruh yang signifikan terhadap prestasi belajar mahasiswa pendidikan matematika FKIP Universitas Borneo Tarakan.

DAFTAR PUSTAKA

Andi Prastowo. (2011). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif: Menciptakan Metode*

- Pembelajaran yang Menarik dan Menyengkan*. Yogyakarta: Diva Press
- Arikunto, S. 2012. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Djamarah, Bahri. 2017. *Prestasi belajar dan kompetensi guru*. Jakarta : Usaha Nasional
- Diknas. 2004. *Pedoman Umum Pemilihan dan Pemanfaatan Bahan Ajar*. Jakarta : Ditjen Dikdasmenum
- Hernawan, Herry, dkk. 2012. *Pengembangan Bahan Ajar*. Handout
- Mushlich, Mansur. *Hakikat dan fungsi buku teks*.
<http://www.snurmuslich.blogspot.com/2008/10/04archive.html>. 1, diakses 20 Mei 2017
- R, Nurmala dan Izzatin, Maharani. 2018. *Pengembangan Bahan Ajar Perkuliahan PDM Berbasis Buku Teks Untuk Menumbuhkan Kemandirian Belajar Mahasiswa Pendidikan Matematika*. Jurnal Borneo Saintek Vol 1 No 3, Oktober 2018. e-ISSN 2599-3313, p-ISSN 2615-434X
- Rusman. 2012. *Model - model Pembelajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada
- Sudjana. 2005. *Metode Statistik*. Bandung: Tarsito
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta

PEMAHAMAN SISWA SMP DALAM MEMECAHKAN MASALAH ALJABAR DITINJAU DARI KECERDASAN SPASIAL SEDANG

UNDERSTANDING OF SMP STUDENTS IN SOLVING ALGEBRA PROBLEMS FROM MODERATE SPATIAL INTELLIGENCE

Setia Widia Rahayu¹⁾

¹⁾ Jurusan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Borneo Tarakan
Jalan Amal Lama Nomor 1, Tarakan
Email: ¹⁾ setia.widiaayu@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif yang bertujuan untuk mendeskripsikan pemahaman siswa SMP dalam memecahkan masalah aljabar ditinjau dari kecerdasan spasial. Subjek penelitian ini terdiri 1 siswa kelas VIII. Penelitian ini dimulai dengan menentukan subjek dengan menggunakan instrumen tes kecerdasan majemuk, kemudian dilanjutkan dengan pemberian TPM dan wawancara. Pengecekan keabsahan data menggunakan triangulasi waktu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa subjek yang memiliki tingkat kecerdasan sedang Subjek dalam membaca dan menggali masalah memiliki jenis pemahaman formal. Di tahap ini subjek terlebih dahulu membaca secara teliti permasalahan yang diberikan, kemudian menuliskan yang diketahui dan ditanyakan, menyatakan kembali apa yang diketahui dan ditanyakan, selain itu subjek menggunakan bahasa simbol dan menyatakan informasi yang diperoleh dengan disertai penalaran logis yang menghubungkan konsep-konsep ke dalam bentuk aljabar. Sedangkan di tahap membuat rencana, subjek memiliki jenis pemahaman relasional. Subjek ketika di tahap ini menyebutkan rencana pemecahan yang akan digunakan, selain itu subjek memiliki pengalaman menyelesaikan masalah yang mirip dengan masalah yang diberikan dan berhasil memecahkan masalah tersebut. Selanjutnya subjek mampu menyebutkan metode yang akan digunakan untuk memecahkan permasalahan yang diberikan berdasarkan cara yang pernah diterapkan dan berhasil digunakan. Pada tahap melaksanakan rencana pemecahan masalah, subjek memiliki jenis pemahaman relasional. Di tahap ini subjek melaksanakan rencana yang telah dirancang untuk memecahkan masalah dan subjek mampu menjelaskan langkah-langkah penyelesaian yang digunakan, tetapi subjek tidak memaknai simbol/notasi yang digunakan dalam pemecahan masalah. Untuk tahap melihat kembali dan merefleksi, subjek memiliki jenis pemahaman relasional, karena subjek memeriksa jawaban yang diperoleh dengan memperhatikan langkah-langkah yang diterapkan apakah sudah sesuai rencana.

Kata Kunci : Kecerdasan Spasial; Pemecahan Masalah Aljabar; Pemahaman

ABSTRACT

This study is a descriptive study with a qualitative approach that aims to describe the junior high students' understanding in algebraic problem solving based on spatial intelligence. The Subject of the research is one students of eighth grade students of SMP. The choice of the subject was determined by 1) multiple intelligences test instruments; 2) algebraic problem solving test; 3) interviews. Time triangulation was used to improve the quality of the data

The results of study shows that subject has a middle of spatial intelligence, when reading and explore the subject matter has a formal understanding. subject first read the problem, then write a note and asked, subjects using language symbols to reveal information obtained with logical reasoning that links concepts in algebraic form. In stage plan, the subject has a kind of relational understanding. Mention the subject at this stage of the plan

solution that will be used, and the subjects had experience solving problems similar to the given problem and managed to solve the problem. Furthermore, the subject was able to mention the method that will be used to solve a given problem based on the way that once applied and successfully used. in the problem-solving phase of implementing the plan, the subject has kind of relational understanding. Subject to implement a plan which has been designed to solve the problem and the subject is able to explain the steps used settlement, but the subject was not interpret the symbols used to solve the problem. To look back and reflect, the subject has a kind of relational understanding, because the subject check answers obtained by taking into account measures adopted what has been according to plan.

Keywords: Spatial Intelligence; Algebraic Problem Solving; Understanding

PENDAHULUAN

Perkembangan matematika tidak tergantung pada ilmu-ilmu lain. Banyak cabang matematika yang dulu biasa disebut dengan matematika murni, dikembangkan oleh beberapa matematikawan yang mencintai dan belajar matematika hanya sebagai hobi tanpa memperdulikan fungsi dan manfaatnya untuk ilmu-ilmu lain. Cabang dari matematika yang memiliki peran sangat penting salah satunya adalah aljabar. French (2002) mengatakan bahwa, aljabar adalah penghubung ke geometri, karena geometri berkaitan erat dengan variabel, sudut, panjang, luas dan volume juga memberikan kontribusi dalam aljabar pada bidang persegi dan kubus.

Metode aljabar dikatakan sebagai alat yang ampuh untuk memecahkan permasalahan geometri dan untuk menyajikan pembuktian geometri. Peranan aljabar yang fundamental dalam pendidikan matematika, telah menjadikan aljabar sebagai salah satu bidang dalam matematika yang menjadi fokus para guru dan pakar pendidikan. Berdasarkan hasil penelitian MacGregor (2012) ditemukan bahwa siswa yang berusia sampai dengan 15 tahun, belum mampu menginterpretasikan huruf-huruf aljabar sebagai suatu generalisasi angka bahkan suatu huruf yang belum diketahui nilainya.

Dari hasil observasi peneliti di salah satu sekolah SMP diperoleh fakta bahwa,

siswa kelas VIII lebih dari 40 % masih belum memahami langkah langkah dalam memecahkan masalah matematika, khususnya bidang aljabar. Kondisi ini yang membuat peneliti ingin mengadakan penelitian dengan judul "*Pemahaman Relasional Siswa SMP Dalam Memecahkan Masalah Aljabar Ditinjau Dari Kecerdasan Spasial*".

Dalam hal ini pemahaman dapat diartikan sebagai proses pembelajaran yang diikuti hasil belajar sesuai dengan tujuan tujuan pembelajaran. Arikunto(2009) menyatakan bahwa pemahaman (*comprehension*) adalah bagaimana seorang mempertahankan, membedakan, menduga (*estimates*), menerangkan, memperluas, menyimpulkan, menggeneralisasikan, memberikan contoh, menuliskan kembali, dan memperkirakan. Sedangkan dalam buku psikologi pendidikan matematika, Skemp (1987) mendefinisikan pemahaman ke dalam tiga kategori yaitu, pemahaman instrumental, pemahaman relasional, dan pemahaman formal.

Pemahaman instrumental adalah kemampuan untuk menerapkan aturan yang diingat sesuai dengan solusi dari masalah tanpa mengetahui mengapa aturan tersebut berlaku. Pemahaman relasional adalah kemampuan untuk menyimpulkan aturan spesifik atau prosedur yang lebih dari hubungan matematis umum. Pemahaman formal adalah kemampuan untuk

menghubungkan simbol matematika dan notasi dengan ide-ide matematika yang relevan dan untuk menggabungkan ide-ide ke dalam penalaran logis. Dalam penelitian pemahaman siswa dalam memecahkan masalah aljabar akan mengadopsi dari pemahaman yang dikemukakan oleh Skemp.

Masalah matematika pada umumnya berbentuk soal matematika, namun tidak semua soal matematika merupakan masalah. Soal matematika dapat dikatakan suatu masalah apabila siswa belum pernah menyelesaikan soal semacam itu, dan untuk menjawab soal tersebut

membutuhkan analisis untuk menemukan pola dan formula tertentu.

Peneliti mendefinisikan masalah dalam penelitian ini, adalah suatu soal yang harus dipecahkan oleh seseorang (termasuk siswa), namun penyelesaiannya tidak dapat dilakukan secara rutin dan tidak langsung ditemukan penyelesaiannya. Masalah matematika dalam matematika sekolah disajikan secara khas dalam bentuk verbal, gambar, atau simbol matematika atau kombinasi dari ketiganya. Adapun indikator pemahaman yang akan digunakan dalam penelitian ini terinci dalam tabel berikut :

Tabel 1. Indikator Pemahaman Siswa dalam Pemecahan Masalah Aljabar

| No | Fase Pemecahan Masalah | Jenis Pemahaman | Indikator |
|----|--|-----------------|---|
| 1 | Membaca dan menggali | Instrumental | - Mengungkapkan apa yang diketahui dan yang ditanyakan dalam soal tanpa menghubungkan konsep dan tanpa menggunakan representasi simbol atau notasi. |
| | | Relasional | - Mengungkapkan apa yang diketahui dan ditanyakan dengan benar. - Menghubungkan konsep-konsep yang ada pada masalah yang diberikan. |
| | | Formal | - Mengungkapkan apa yang diketahui dan ditanyakan dengan benar. - Menghubungkan konsep-konsep yang ada pada masalah yang diberikan. - Mempresentasikannya dengan simbol atau notasi yang sesuai. |
| 2 | Membuat rencana untuk memecahkan masalah | Instrumental | - Menyusun rencana dengan mengingat masalah sebelumnya yang telah berhasil dipecahkan dan mirip dengan masalah yang diberikan. |
| | | Relasional | - Menyusun rencana dengan mengingat masalah lain yang telah berhasil dipecahkan dan mirip dengan masalah yang diberikan. - Menghubungkan konsep-konsep yang ada pada masalah yang diberikan dengan konsep yang ada pada masalah yang mirip dan telah berhasil dipecahkan sebelumnya. |
| | | Formal | - Menyusun rencana dengan memperhatikan/mengingat masalah lain yang telah berhasil dipecahkan dan mirip dengan masalah yang diberikan. - Menghubungkan konsep-konsep yang ada pada masalah yang diberikan dengan konsep yang ada pada masalah yang mirip dan telah berhasil dipecahkan sebelumnya. - Menggunakan simbol/notasi atau ide-ide matematika yang relevan serta penalaran yang logis. |
| 3 | Melaksanakan rencana untuk | Instrumental | - Melaksanakan rencana yang telah dibuat pada fase-2. |

| | | | |
|---|--------------------------------|--------------|--|
| | memecahkan masalah | | |
| | | Relasional | <ul style="list-style-type: none"> - Melaksanakan rencana yang telah dibuat pada fase-2. - Menjelaskan alasan mengapa langkah-langkah penyelesaian dapat diterapkan. |
| | | Formal | <ul style="list-style-type: none"> - Melaksanakan rencana yang telah dibuat pada fase-2. - Menjelaskan alasan mengapa langkah-langkah penyelesaian dapat diterapkan. - Memaknai simbol atau notasi yang digunakan dengan menggunakan penalaran yang logis. |
| 4 | Melihat kembali dan merefleksi | Instrumental | <ul style="list-style-type: none"> - Memeriksa jawaban yang diperoleh dengan memperhatikan apakah langkah yang diterapkan sudah sesuai dengan prosedur yang direncanakan pada fase-2. |
| | | Relasional | <ul style="list-style-type: none"> - Memeriksa jawaban yang diperoleh dengan memperhatikan apakah langkah yang diterapkan sudah sesuai dengan prosedur yang direncanakan pada fase-2. - Memeriksa apakah jawaban yang diperoleh telah menjawab permasalahan yang diberikan. |
| | | Formal | <ul style="list-style-type: none"> - Memeriksa jawaban yang diperoleh dengan memperhatikan apakah langkah yang diterapkan sudah sesuai dengan prosedur yang direncanakan pada fase-2 - Memeriksa apakah jawaban yang diperoleh telah menjawab permasalahan yang diberikan. - Memeriksa apakah simbol atau notasi atau ide-ide matematika yang digunakan telah diterapkan dengan benar dan menggunakan penalaran yang logis. |

Sumber. Diadaptasi dari Krulik, Rudrick & Milou (2003) dan Skemp (1987)

Kecerdasan spasial adalah salah satu dari kecerdasan majemuk (*multiple Intelligence*) yang pertama kali dikemukakan oleh Gardner (1983) dalam bukunya *Frames of Mind*. Gardner menyatakan bahwa kecerdasan spasial adalah kemampuan untuk membentuk suatu gambaran mental tentang tata ruang atau menghadirkan dunia mengenai ruang secara internal di dalam pikirannya (*mind*). Kecerdasan spasial yang dimaksud dalam penelitian ini adalah kemampuan berimajinasi memvisualisasikan suatu objek ke dalam ruang dua dimensi atau tiga dimensi termasuk kemampuan memahami informasi yang disajikan dalam bentuk representasi spasial berupa diagram, gambar, grafik dan simbol-simbol serta menggunakannya dalam penalaran.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Penelitian deskriptif diarahkan untuk mendeskripsikan gejala-gejala, fakta-fakta atau kejadian-kejadian secara sistematis dan akurat mengenai sifat-sifat subjek penelitian, selain itu juga untuk memahami fenomena tentang apa yang dialami oleh subjek penelitian misalnya perilaku, persepsi, tindakan, dan lain-lain, secara holistik, dan dengan cara deskripsi dalam bentuk kata-kata dan bahasa dengan memanfaatkan berbagai metode ilmiah.

Subjek penelitian adalah siswa kelas VIII SMPN 3 Tarakan. Peneliti akan memilih subjek dari hasil Tes Kecerdasan Spasial (TKS), dan subjek yang dipilih harus memiliki kemampuan berkomunikasi yang baik, dan komunikatif. Dengan demikian peneliti akan berdiskusi dengan guru karena guru

lebih mengetahui karakteristik siswa sehari-hari.

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan dua teknik yaitu menggunakan tes tertulis dan wawancara. Proses pengumpulan data tes tertulis dan diperoleh hasil tes tertulis. Selanjutnya peneliti melakukan wawancara kepada subjek penelitian. Dalam pengumpulan data, peneliti memberikan tes pertama tertulis kepada subjek peneliti. Setelah memberikan tes, peneliti melakukan wawancara terhadap permasalahan yang telah dikerjakan.

Dalam penelitian ini teknik analisa data dilakukan melalui tahap-tahap berikut:

1. Penelaahan
Data hasil transkrip dan pekerjaan siswa kemudian ditelaah secara mendalam untuk data yang akan disajikan dalam bentuk narasi.
2. Mereduksi data
Data yang telah ditelaah kemudian direduksi. Reduksi data ini dimaksudkan untuk menyeleksi dan memfokuskan data-data yang telah diperoleh lapangan.
3. Triangulasi
Untuk menjamin keabsahan data dalam penelitian ini, diperlukan teknik pengujian keabsahan data. Teknik pengujian keabsahan data ini dilakukan triangulasi.
4. Penarikan Simpulan
Penarikan simpulan yaitu kegiatan merangkum data serta memeriksa kebenaran data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemilihan subjek penelitian dilakukan berdasarkan langkah-langkah yang telah ditentukan pada Bab III. Tes Identifikasi Kecerdasan Spasial (TIKS) disebarikan pada satu kelas penelitian. Berdasarkan hasil tes dan konsultasi peneliti dengan guru kelas diperoleh 1 subjek penelitian ditinjau dari kecerdasan spasial sedang. Berdasarkan dari data tes tertulis dan

wawancara diatas, terungkap bahwa subjek terpilih dalam membaca dan menggali masalah dengan menuliskan diketahui:

- a) Menuliskan apa yang diketahui dalam bahasa simbol.
- b) Menuliskan apa yang ditanyakan dalam bahasa verbal.
- c) Menggunakan dua variabel untuk menyatakan banyak objek yang berbeda.
- d) Menyatakan hubungan dua variabel ke dalam sistem persamaan linier.

Sedangkan pada tahap membuat rencana subjek yang dilakukan subjek adalah:

- a) Memiliki pengalaman menyelesaikan permasalahan yang mirip dengan masalah yang diberikan.
- b) Menghubungkan pengalaman menyelesaikan permasalahan sebelumnya dengan masalah yang diberikan saat ini.
- c) Mengidentifikasi metode yang akan digunakan untuk memecahkan masalah yang diberikan.
- d) Merencanakan untuk menggunakan cara eliminasi dan substitusi
- e) Menetapkan rencana yang sama dengan strategi yang pernah digunakan pada pengalaman sebelumnya, untuk memecahkan masalah yang diberikan.

Pada tahap melaksanakan rencana penyelesaian masalah aljabar, yang dilakukan subjek adalah :

- a) Menyelesaikan persamaan linier dua variabel sesuai aturan eliminasi dan substitusi yang berlaku
- b) Melaksanakan pemecahan masalah, menggunakan metode eliminasi dan substitusi sesuai rencana.

- c) Menyederhanakan bentuk persamaan untuk mendapatkan nilai dari setiap variabel.
- d) Mengerjakan langkah-langkah penyelesaian sesuai metode eliminasi dan substitusi yang berlaku.
- e) Menafsirkan solusi pemecahan masalah ke dalam bahasa soal mula-mula.

Dalam tahap melihat kembali dan merefleksi subjek melakukan:

- a) Memeriksa apakah langkah-langkah metode eliminasi dan substitusi yang digunakan sudah sesuai dengan prosedur yang direncanakan.
- b) Memeriksa jawaban apakah sudah menjawab permasalahan yang diberikan.
- c) Memutuskan jawaban yang diperoleh sudah benar.

Subjek dengan kecerdasan spasial sedang hanya memenuhi dua dari tiga pemahaman yang dikemukakan oleh Skemp (1987). Subjek berkecerdasan spasial sedang memiliki jenis pemahaman formal ketika membaca dan menggali masalah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut. Subjek dengan kecerdasan spasial sedang, memiliki jenis pemahaman formal pada tahap membaca dan menggali masalah, karena subjek mengungkapkan apa yang diketahui dan ditanyakan dengan benar, menghubungkan konsep-konsep yang ada pada masalah yang diberikan, dan mempresentasikan yang diketahui dengan menggunakan simbol/notasi yang sesuai. Ketika dalam tahap membuat rencana subjek kecerdasan spasial sedang memiliki jenis pemahaman relasional, yaitu subjek

menyusun rencana dengan mengingat masalah sebelumnya yang berhasil dipecahkan dan mirip dengan masalah yang diberikan, dan subjek mampu menghubungkan konsep-konsep yang ada pada masalah yang diberikan dengan konsep-konsep pada masalah sebelumnya dan telah berhasil dipecahkan. Selanjutnya pada tahap melaksanakan rencana subjek kecerdasan spasial tinggi memiliki pemahaman relasional, karena subjek melaksanakan rencana yang telah dibuat, dapat menjelaskan alasan mengapa langkah-langkah penyelesaian diterapkan, tetapi tidak mampu memaknai simbol/notasi yang digunakan. Dalam tahap melihat kembali dan merefleksi subjek kecerdasan spasial sedang memiliki pemahaman relasional, karena subjek memeriksa jawaban apakah sudah sesuai dengan langkah-langkah yang direncanakan, dan subjek memeriksa apakah jawaban sudah menjawab permasalahan yang diberikan, akan tetapi subjek tidak memeriksa kembali apakah simbol-simbol yang digunakan sudah benar.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. 2009. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Aneka Cipta: Jakarta.
- French, Doug. 2002. *Teaching and Learning Algebra*. Great Britain : Bookcraft.Ltd.
- Krulik, S., Rudnick, J., Milou, E. 2003. *Teaching Mathematics in Middle School A Practical Guide*. Printed in The United States of America.
- MacGregor, M., & Stacey, K. 1997. *Students' understanding of Algebraic notation: 11-15*. Educational Studies in Mathematics , 33(1), 1-19. Retrieved on January 15, 2008 from http://www.edfac.unimelb.edu.au/DS_ME/staff/. Diakses 2 November 2013.
- Skemp, Richard. 1987. *The Psychology of Learning Mathematics*. Great Britain: Hazell Watson & Viney.

SISTEM PEMANTAUAN BIODIGESTER MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER

BIODIGESTER MONITORING SYSTEM USING MICROCONTROLLER

Mulyadi¹⁾, Sinta Sri Ramadania²⁾

¹ Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Borneo Tarakan
Jalan Amal Lama Nomor 1, Tarakan
Email: ¹ mulyadi@borneo.ac.id

ABSTRAK

Biodigester merupakan sebuah sistem untuk pengumpulan gas metana, karbondioksida dan gas campuran lainnya yang diperoleh dari hasil penguraian material organik seperti kotoran sapi oleh bakteri yang menyebabkan metanogen pada sebuah biodigester secara anaerob. Biodigester memiliki syarat tertentu untuk menghasilkan gas metana yang optimal pada suhu 20°–40° celsius untuk pertumbuhan bakteri. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem pemantauan pada biodigester menggunakan sensor gas semikonduktor MQ4 untuk mengukur kadar gas metana dan sensor HSM20G untuk mengukur kelembaban serta sensor DS18B20 untuk mengukur temperatur lingkungan yang diintegrasikan pada mikrokontroller Atmega328. Sistem yang dibangun ini akan mempermudah proses pengisian ulang reaktor biodigester dan mampu mendeteksi kebocoran gas yang terjadi pada biodigester. Nilai parameter yang diamati kemudian ditampilkan pada layar penampil digital setelah sebelumnya di proses oleh mikrokontroller. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu untuk memantau secara stabil konsentrasi gas metana pada 200 ppm dengan suhu 30° Celsius dan kelembaban relatif 61%.

Kata Kunci : Biogas; Biodigester; Pemantauan

ABSTRACT

Biodigester is a system for the collection of methane gas, carbon dioxide and other mixed gases obtained from the decomposition of organic material such as cow dung by bacteria that cause methanogens in an anaerobic biodigester. Biodigester has certain requirements to produce optimal methane gas at a temperature of 20°-40° Celsius for bacterial growth. This study aims to build an electronic monitoring system on biodigesters using a MQ4 semiconductor gas sensor to measure methane gas levels and an HSM20G sensor to measure humidity and a DS18B20 sensor to measure the ambient temperature integrated on the Atmega328. This system will simplify the process of refilling biodigester reactors and is able to detect gas leaks that occur in biodigesters. The observed parameter values are then displayed on the LCD after previously being processed by a microcontroller. The test results shows the system measured methane gas concentrations at 200 ppm with temperature of 30° celsius and relative humidity of 61%.

Keywords: Biogas; Biodigester; Monitoring

PENDAHULUAN

Biogas merupakan sumber energi terbarukan yang kini menjadi tren dikalangan masyarakat luas sebab biogas hasil fermentasi dari feses atau pun sampah organik relatif mudah dilakukan oleh orang awam (Wahyuni 2011). Pada

biogas terdapat gas metana dan karbondioksida, sebagian kecil karbon monoksida, hidrogen, hidrogen sulfida dan amoniak. Komposisinya dibutuhkan gas metana agar dapat digunakan sebagai bahan bakar sekitar 54-70% dari keseluruhan campuran gas. Berbagai

metode dan teknologi pengembangan produksi biogas telah dilakukan. Salah satunya adalah digesti anaerob (Samir, 2014). digesti anaerob adalah teknologi produksi biogas yang sangat menguntungkan, karena tidak mempersyaratkan oksigen, suhu tinggi dan tekanan, namun dapat menghasilkan metana, karbon dioksida, nutrisi, dan kompos sebagai produksinya. Suhu dan kelembaban udara mempengaruhi bakteri pada proses pembentukan biogas, hal ini yang akan menentukan banyak tidaknya biogas yang akan kita peroleh. Implementasi penggunaan biogas sebagai salah satu solusi krisis energi masih menyisakan masalah karena gas yang dihasilkan dari produksi biogas didasarkan pada perkiraan. Selain itu, produksi biogas dengan teknologi digesti anaerob juga kurang efisien, salah satunya adalah perbandingan antara hasil dan bahan biogas masih kecil, sehingga perlu adanya teknologi tepat guna untuk meningkatkan efisiensi dan volume yang dihasilkan (Rahayu, 2009).

Salah satu upaya untuk mengetahui konsentrasi gas-gas pada setiap tahapan proses untuk menghasilkan biogas dapat dilakukan dengan pemantauan pada tahap produksi biogas (Boe, 2006) yaitu saat bahan baku dimasukkan ke reaktor biogas (biodigester) sampai gas sudah tidak diproduksi lagi. Pemantauan dapat dilakukan dengan memanfaatkan sensor elektronika, seperti sensor gas dan sensor-sensor lain yang sesuai dengan tujuan pemantauan. Sistem instrumentasi yang terintegrasi dengan sistem minimum berbasis mikrokontroler dapat pula digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban dalam produksi biogas pada biodigester secara efisien (Dedgaonkar, 2016). Sistem tersebut dapat memantau bakteri-bakteri komponen penyusun gas metana pada biodigester tetap terjaga. Hasil pemantauan gas, suhu dan kelembaban lingkungan pada biodigester

dapat digunakan sebagai dasar pemanfaatan biodigester pada masyarakat yang menggunakan biogas sebagai bahan bakar alternatif.

METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian ini terdiri dari dua bagian, yaitu pembuatan alat dan uji coba alat. Pembuatan alat dilakukan di laboratorium. Feses sapi sebagai sampel untuk mendapatkan gas metana. Sensor MQ-4 digunakan untuk mengukur kadar gas metana dalam biodigester. Sensor DS18B20 digunakan untuk mengakuisisi nilai temperatur dalam lingkungan biodigester sedangkan sensor HSM20G dimanfaatkan untuk mengukur kondisi kelembaban lingkungan. Data akuisisi dari transduser elektronik tersebut kemudian akan diolah oleh mikrokontroler untuk kemudian ditampilkan pada sebuah layar penampil digital.

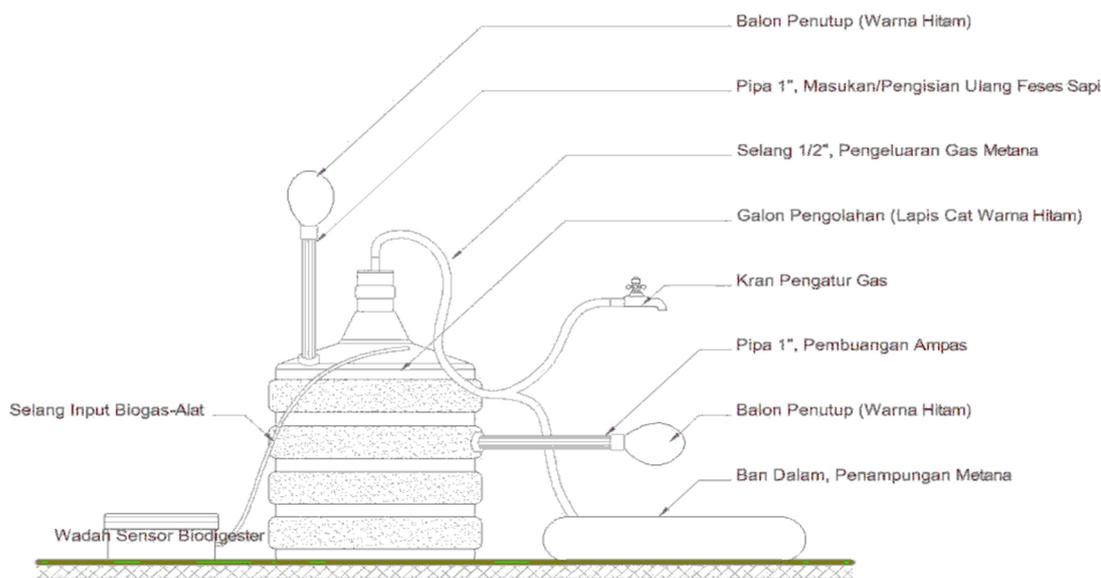
Pada dasarnya, kotoran sapi yang ditumpuk atau dikumpulkan begitu saja dalam beberapa waktu tertentu akan membentuk gas metana dengan sendirinya. Namun, karena tidak ditampung, gas itu akan hilang menguap ke udara. Karena itu, untuk menampung gas yang terbentuk dari kotoran sapi dapat dibuat beberapa model konstruksi alat penghasil biogas atau yang biasa disebut dengan digester. Berdasarkan cara pengumpulan gas, terdapat dua jenis digester yaitu model kubah tetap (*fixed dome*) dan model tangki terapung (*floating drum*), pada model kubah tetap penampung gas menjadi satu konstruksi dengan digester sedangkan pada model *floating drum*, penampung gasnya akan terapung di atas digester sehingga kapasitasnya akan naik turun sesuai dengan produksi gas yang dihasilkan. Negara tropis seperti Indonesia lebih cocok untuk menerapkan digesti anaerob sehingga termasuk dalam kategori *unheated digester* (digester tanpa pemanasan) untuk kondisi temperatur

tanah 20° - 30° C. digesti anaerob merupakan proses biologis yang sangat kuat dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan. Faktor utama pengendali itu antara lain Suhu, pH, alkalinitas dan senyawa beracun (Untung, dkk, 2004). Proses perombakan anaerob bahan organik untuk pembentukan biogas dipengaruhi oleh dua faktor yaitu, biotik dan abiotik. Faktor biotik berupa mikroorganisme dan jasad aktif di dalam proses ataupun mikroba dan jasad kehidupan di antara komunitas jasad. Faktor abiotik meliputi substrat, kadar air bahan/substrat, rasio C/N dan P dalam bahan/substrat, suhu, aerasi, kehadiran bahan toksik (unsur beracun), pH dan pengadukan (Damanik, dkk, 2014). Secara umum menurut Haryati (2006), menerangkan bahwa proses fermentasi/pencernaan limbah ternak di dalam tangki pencerna dapat berlangsung 60 sampai dengan 90 hari, tetapi menurut Muryanto (2006) hanya berlangsung selama 60 hari dan perkiraan produksi dan kandungan ternak sapi potong bobot 520 kg adalah 29 kg dan bahan kering kotoran 12 kg. Memperhatikan proses fermentasi tersebut di atas berarti untuk mengganti atau memasukkan kotoran ternak baru ke dalam tangki pencerna setiap harinya adalah membagi volume kotoran yang dimasukkan pertama kali dengan lama cernanya. Misalnya kotoran sapi mula-mula pertama kali dimasukkan adalah 3,56 m³ apabila menggunakan lama cerna 60 hari (pemilihan waktu didasarkan pada suhu udara atau pengalaman yang ada) karena suhu udara tinggi, maka jumlah kotoran ternak yang harus dimasukkan untuk mengganti yang lama adalah Jumlah kotoran yang dimasukkan adalah 3,56m³/60 hari maka diperoleh 0,059m³/ hari atau setara dengan 59 kg/hari. Pada sistem pemantauan ini dibutuhkan perangkat sampel berupa wadah sebagai simulasi pemantauan biodigester. Wadah sampel

digunakan sebagai pengujian seperti yang ditunjukkan pada gambar 1. Feses yang masih segar ditampung ke dalam wadah dicampur 1:1 dengan air diaduk hingga menjadi lumpur. Feses yang telah menghasilkan biogas akan mengambang dan keluar melalui pipa pembuangan. Pipa yang mengarah ke atas sebagai pintu isi ulang kotoran sapi. Selang dan keran yang telah disediakan digunakan untuk keluaran gas metana. Biogas akan mengisi ruang yang ada termasuk ke selang elastis dari biodigester menuju wadah alat pemantauan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode pengujian sensor MQ-4 dilakukan dengan cara menentukan nilai R_s dan R_0 dari sensor. R_s merupakan nilai hambatan yang berubah ketika terpapar gas metana. Sedangkan R_0 merupakan hambatan yang nilainya tetap dalam suhu dan kelembaban tertentu yaitu 20°C per 65% RH. R_0 kemudian di ukur pada resistansi beban, R_0 merupakan konstanta pembagi dalam perhitungan untuk mendapatkan nilai konsentrasi gas per sejuta partikel. Berdasarkan referensi dari pabrikan dan menerapkan polinomial orde 2 diperoleh persamaan $y = 1050,48323x^{2.851727802}$



Gambar 1. Rancangan Sistem Biodigester

Mengacu pada *datasheet* dapat diketahui konsentrasi gas sampel yang mampu dideteksi oleh sensor. Hasil pengujian

sensor gas metana MQ-4 selama 1 menit diperoleh data sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor MQ-4

| R_s/R_0 | konsentrasi menurut datasheet (ppm) | Konsentrasi pengukuran (ppm) |
|-----------|-------------------------------------|------------------------------|
| 1,8 | 200 | 196, 527 |
| 1 | 1000 | 1050, 483 |
| 0,59 | 5000 | 4729, 953 |
| 0,45 | 10000 | 10240, 771 |

Pada kalibrasi sensor MQ-4 dilakukan beberapa kali perbandingan antara hasil pengukuran dengan *datasheet*, perbandingan ini dapat dilihat bahwa nilai resistansi R_s akan berubah saat diberikan gas metana. Nilai R_s akan semakin rendah ketika terpapar gas metana. Hasil pengukuran resistansi sangat dipengaruhi

oleh potensial listrik dari sensor sebagaimana hasil perhitungan menurut persamaan 1. Hasil pengukuran potensial listrik (V_{RL}) dan resistansi sensor (R_s) ditampilkan pada Tabel 2.

$$R_s = \frac{V_c}{V_{RL}-1} \times R_L \quad (1)$$

Tabel 2. Pengukuran Potensial Listrik dan Perhitungan Resistansi Sensor

| Potensial listrik (mV) | Resistansi sensor (Ω) |
|------------------------|--------------------------------|
| 1967 | 12978 |
| 2188 | 10563 |
| 2319 | 9514 |
| 2760 | 7382 |
| 2831 | 6870 |
| 2956 | 6431 |
| 3078 | 6053 |
| 3164 | 5813 |
| 3222 | 5661 |
| 3473 | 5086 |

Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap kinerja sensor HSM20G dengan cara membandingkan nilai potensial listrik sensor HSM20G pada ruangan terbuka dengan nilai potensial listrik sensor

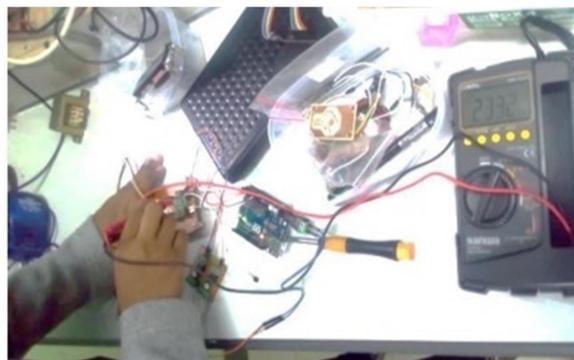
HSM20G ketika diberikan simulasi kelembaban dari tisu basah yang diletakkan di dalam wadah plastik selama 1 hari. Hasil pengukuran ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor HSM20G

| Kelembaban Relatif (%) | Ruang Terbuka (V) | Ruang Tertutup (V) |
|------------------------|-------------------|--------------------|
| 10 | 0,23 | 0,74 |
| 20 | 0,45 | 0,95 |
| 30 | 0,85 | 1,31 |
| 40 | 1,19 | 1,68 |
| 50 | 1,52 | 2,02 |
| 60 | 1,87 | 2,37 |
| 70 | 2,19 | 2,69 |
| 80 | 2,49 | 2,99 |
| 90 | 2,69 | 3,19 |

Hasil pengukuran kinerja sensor HSM20G menunjukkan bahwa sensor telah bekerja dengan baik, yang dibuktikan oleh data perubahan nilai potensial listrik saat dipaparkan keadaan berbeda yaitu antara ruangan terbuka dengan ruang tertutup yang dikondisikan dengan tingkat kelembaban tertentu, tampak nilai potensial listrik meningkat saat berada pada lingkungan yang terpapar oleh uap air. Data dari hasil pengujian kemudian diolah dengan menggunakan regresi linier sehingga

diperoleh persamaan $y = 30,85475804x^{11.50381769}$ yang digunakan sebagai dasar kalibrasi sensor pada mikrokontroler. Melalui persamaan tersebut maka untuk kelembaban lingkungan sebesar 60% akan terukur nilai potensial listrik sebesar 2,3 volt. Pada gambar 2 tampak bahwa terdapat kesesuaian antara hasil perhitungan pada perancangan sistem dengan hasil penerapan sensor pada lingkungan nyata dengan karakteristik yang diharapkan.



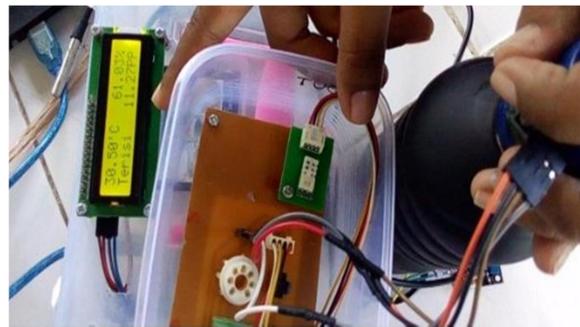
Gambar 2. Pengujian Sensor HSM20G

Untuk mengakuisisi data temperatur lingkungan biodigester digunakan sensor DS18B20. Luaran sensor DS18B20 sudah berupa isyarat digital yang diterapkan dalam lingkungan terkendali. Indikator

pada layar penampil sistem pemantauan biodigester ini diatur sedemikian rupa sehingga hanya menampilkan nilai temperatur, kelembaban lingkungan dan kondisi biodigester berupa keterangan

terisi atau kosong agar memudahkan masyarakat pengguna untuk melakukan pengisian ulang bahan baku penghasil gas metana. Pengisian awal feses sapi ke dalam biodigester lakukan sepuluh hari sebelum pemantauan dengan sistem dilakukan. Sistem diatur untuk menampilkan keterangan "terisi" jika jumlah gas metana yang dihasilkan telah mencapai lebih dari 200 ppm dan akan menampilkan keterangan "kosong" jika jumlah gas yang terukur kurang dari jumlah tersebut. Untuk setiap volume feses sapi sebesar 300 mL yang diproses oleh bakteri anaerob selama enam belas

hari dihasilkan gas metana sebanyak 806,22 ppm, sedangkan untuk kurun waktu empat puluh lima hari jumlah gas metana yang dihasilkan dapat terukur sebesar 1973,44 ppm dengan temperatur biodigester 30,5°C dan kelembaban yang terukur sebesar 61,03% relatif terhadap lingkungan. Tingkat kelembaban dan temperatur lingkungan yang terkendali tersebut tampaknya disukai oleh bakteri anaerob untuk berproses menghasilkan gas metana, pada gambar 3 ditunjukkan hasil pengukuran selama proses pengujian sistem.



Gambar 3. Pengukuran Sampel

KESIMPULAN

Melalui sistem pemantauan biodigester berbasis sistem minimum mikrokontroler yang telah berhasil dibangun ini masyarakat dapat mengetahui waktu yang tepat untuk melakukan pengisian ulang bahan baku penghasil gas tanpa perlu bolak-balik memeriksa kondisi biodigester secara langsung, kemudian berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan diketahui pula bahwa bakteri anaerob yang berperan penting dalam menghasilkan gas metana pada biodigester dapat bertahan hidup dalam suatu lingkungan terkendali dengan temperatur 30°C dan kelembaban relatif sebesar 61%. Hal tersebut ditunjukkan dengan volume gas metana yang dapat dihasilkan selama kurun waktu empat puluh lima hari sebesar 1973,44 ppm melalui proses anaerob dari bahan baku feses sapi sebanyak 300 mL. Waktu proses tersebut lebih singkat dari waktu

proses fermentasi yang diutarakan dalam beberapa penelitian yang terdahulu.

DAFTAR PUSTAKA

- Boe, K. 2006. *Online monitoring and Control of the Biogas Process*. Lyngby: Technical University of Denmark.
- Damanik, L.H., Husodo, A.H, Gunawan, T, 2014: Pemanfaatan Feses Ternak Sapi sebagai Energi Alternatif Biogas bagi Rumah Tangga dan Dampaknya terhadap Lingkungan, *Jurnal Teknosains*, 4(1): 54-63.
- Dedgaonkar, S., Mohire, A., Jadhav, A., Pawar, S., & Bane, R. 2016: Biogas Monitoring System for Measuring Volume using Micro-controller & GSM. *International Journal of Current Engineering and Technology*, 6(5): 1553 -1557.

- Muryanto JP. 2006. Biogas: Energi Alternatif Ramah Lingkungan. Ungaran (ID): Cetakan 1, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian.
- Rahayu, S., Purwaningsih, D., Pujiyanto, 2009: Pemanfaatan Kotoran Ternak Sapi sebagai Sumber Energi Alternatif Ramah Lingkungan beserta Aspek Sosio Kulturalnya, *Inotek*, (13)(2): 150-160.
- Samir Kumar Khanal, 1994. *Anaerobic Biotechnology For Bioenergy Production*. (USA): University of Hawaii at Manoa.
- Tuti Haryati, 2006. Biogas, Limbah Peternakan Yang Menjadi Sumber Energi Alternatif. Bogor (ID) Balai Penelitian Ternak Untung Surya Dharma, Kemas Ridhuan. 2004: Kajian Potensi Sumber Energi Biogas Dari Kotoran Ternak Untuk Bahan Bakar Alternatif Di Kecamatan Kalirejo Kabupaten Lampung Tengah. *Jurnal TurboISSN*. 3(2): 14.
- Wahyuni Sri. 2011. Menghasilkan Biogas dari Aneka Limbah. PT Agro Media. Pustaka: Jakarta.

EVALUASI KAPASITAS TERMINAL PENUMPANG BANDAR UDARA JUWATA TARAKAN

THE EVALUATION OF CAPACITY OF PASSENGER TERMINAL OF AIRPORT JUWATA TARAKAN

Muhammad Djaya Bakri ¹⁾, Fera Christin ²⁾

¹ Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Borneo Tarakan

² Alumni Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Borneo Tarakan
Jalan Amal Lama Nomor 1, Tarakan

Email: ¹ jayabakri@gmail.com, ² fera.christine97@gmail.com

ABSTRAK

Bandar udara Juwata Tarakan merupakan Bandara Internasional Regional yang secara hierarki berfungsi sebagai bandara pengumpul (*hub*) di Kalimantan Utara yang melayani arus penumpang berangkat dan datang dari Bandara Yuvai Semaring Long Bawan, Tanjung Harapan Tanjung Selor, Long Ampung, RA Bessing Malinau, dan Bandara Nunukan, serta melayani penerbangan langsung dari Bandara Sepinggian Balikpapan, Juanda Surabaya, Hasanuddin Makassar, Soekarno-Hatta Cengkareng Jakarta, dan penerbangan internasional dari dan menuju Tawau Sabah Malaysia Timur. Arus lalu lintas penumpang setiap tahun menunjukkan peningkatan yang perlu dilayani di Terminal Penumpang Bandara Juwata Tarakan. Sehingga diperlukan analisis kemampuan kapasitas fasilitas terminal penumpang eksisting dalam menampung arus penumpang hingga tahun 2028. Hasil proyeksi arus penumpang pada tahun 2028 dengan metode regresi linear diperoleh jumlah penumpang datang sebanyak 896.354 orang, dengan jumlah Penumpang Waktu Sibuk (PWS) sebanyak 282 orang. Jumlah penumpang berangkat sebanyak 924.793 orang, dengan jumlah PWS sebanyak 290 orang. Jumlah transit PWS sebanyak 114 orang. Dari hasil analisis kebutuhan kapasitas terminal pada tahun 2028 sesuai peraturan SKEP/77/VI/2005 dan SNI 03-7046-2004 menunjukkan bahwa terminal penumpang yang ada masih mampu menampung arus penumpang, hanya dibutuhkan pengembangan luas *Hall* kedatangan dari luas eksisting 414 m² menjadi seluas 630 m².

Kata Kunci : Kapasitas Terminal; Penumpang Waktu Sibuk; Peramalan Penumpang

ABSTRACT

The Airport of Juwata Tarakan is a Regional International Airport which hierarchically functions as a collecting airport (hub) for the North Kalimantan Province region that serves the flow of passengers departing and coming from Yuvai Semaring Airport Long Bawan, Tanjung Harapan Tanjung Selor, Long Ampung, RA Bessing Malinau, and Nunukan Airport, and serves direct flights from Sepinggian Airport in Balikpapan, Juanda Surabaya, Hasanuddin Makassar, Soekarno-Hatta Cengkareng Jakarta, and international flights to and from Tawau Sabah, East Malaysia. Passenger traffic shows an increase every year that needs to be served at the Juwata Tarakan Airport Passenger Terminal. So we need an analysis of the capacity capabilities of the existing passenger terminal facilities to accommodate passenger flows until 2028. The results of passenger flow projections in 2028 using linear regression method obtained 896,354 passengers, with the number of Peak Hour Flow (PHF) of 282 person. The number of passengers departing was 924,793 people, with a number of PHF as many as 290 people. The number of PHF passengers transfer is 114 person. From the analysis of terminal capacity requirements in 2028 according to SKEP/77/VI/2005 and SNI 03-7046-2004, it shows that the existing passenger terminal is

still able to accommodate the flow of passengers, it only requires the development of the Hall of Passenger Arrival area from the existing 414 m² to an area of 630 m².

Keywords: Capacity of Passenger Terminal; Peak Hour Flow; Passenger Forecast

PENDAHULUAN

Provinsi Kalimantan Utara merupakan provinsi termuda atau ke-34 di Indonesia, dimekarkan Kalimantan Timur sebagai provinsi induk pada tahun 2012. Pada tahun 2017 dinyatakan sebagai Daerah Otonomi penuh yang tentunya memiliki kewenangan penuh untuk membangun dan mengembangkan provinsi Kalimantan Utara sesuai Undang-Undang Otonomi Daerah No. 20 Tahun 2012.

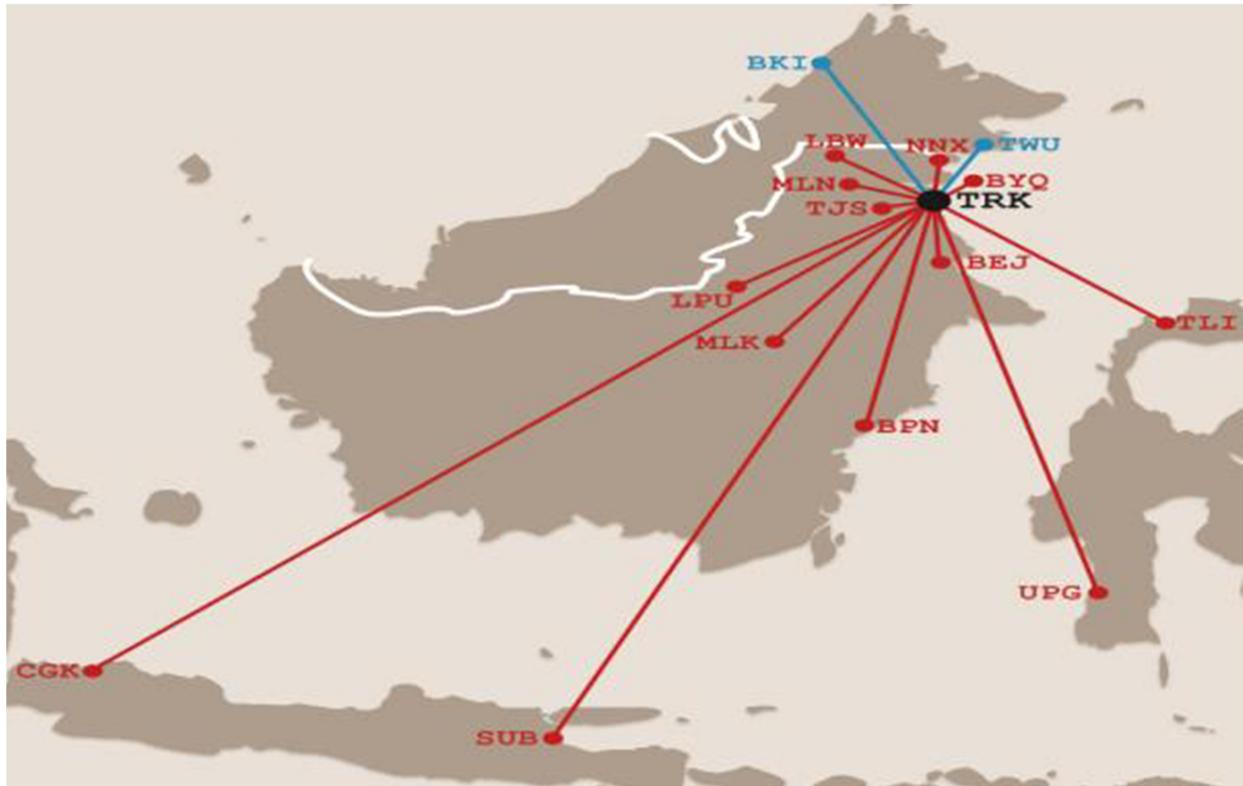
Wilayah Kalimantan Utara terdiri dari wilayah pedalaman, pesisir dan kepulauan yang terhampar pada 3° 12' 02" - 3° 46' 41" LU dan 116° 45' 50" - 117° 49' 50" BT seluas 75,467.70 Km², daerah administrasi terdiri dari kabupaten Bulungan, Nunukan, Malinau, Tana Tidung dan Kota Tarakan. Secara demografi terdapat disparitas penduduk yang sangat besar, dimana wilayah kepulauan (Tarakan, sebagian wilayah Nunukan dan sebagian wilayah Bulungan) berpenduduk relatif padat dibanding wilayah pesisir (Bulungan, Nunukan, Tana Tidung) dan pedalaman (Nunukan, Tana Tidung).

Untuk aksesibilitas wilayah, dilaksanakan melalui transportasi sungai (menghubungkan wilayah kepulauan ke wilayah pesisir dan pedalaman), transportasi darat (menghubungkan antar wilayah di daratan) dan transportasi udara (menghubungkan wilayah kepulauan dengan wilayah daratan, pedalaman dan keluar provinsi Kalimantan Utara). Masih banyak wilayah pedalaman yang berada di Malinau dan Nunukan yang tidak mudah dijangkau dengan transportasi sungai dan darat, mengakibatkan transportasi udara pada saat ini masih sangat dibutuhkan mengatasi keterisolan tersebut.

Beberapa wilayah pedalaman telah dibangun prasarana lapangan terbang perintis seperti di Long Bawan, Long Ampung, dan daerah pedalaman lainnya (Bakri *et al*, 2015). Sementara wilayah kepulauan seperti Kota Tarakan dan sebagian Kabupaten Nunukan memiliki aksesibilitas tinggi, karena dapat dijangkau dengan moda transportasi laut dan transportasi udara. Diantara Kawasan tersebut, Kota Tarakan menjadi wilayah yang sangat strategis posisinya, karena secara geografis berada di kawasan perairan dan muara pertemuan tiga sungai besar (Sungai Sesayap, Sungai Kayan dan Sungai Sebuku). Dengan posisi tersebut, menjadikan Kota Tarakan sebagai kota *hub* dalam penyelenggaraan transportasi di Provinsi Kalimantan Utara. Terlebih telah memiliki fasilitas transportasi yang memadai seperti Bandar Udara Kelas I Utama Juwata Tarakan yang secara penggunaan ditetapkan sebagai Bandara Internasional Regional yang melayani rute penerbangan dalam negeri dan rute penerbangan dari dan luar negeri yang diatur dengan perjanjian bilateral dan/atau multilateral (Permenhub KM 11 Tahun 2010). Secara hierarki, Bandara Juwata berfungsi sebagai bandara pengumpul dengan skala pelayanan tersier. Hasil studi Bakri & Iif (2018) menguatkan fungsi Bandara Juwata Tarakan sebagai bandara pengumpul (*hub*) dengan dikelilingi empat bandara domestik pengumpan (*spoke*) dan satu bandara domestik pengumpul (*hub*) skala tersier yang ada di kawasan regional Kalimantan Utara. Bandara tersebut adalah: Yuvai Semaring (*spoke*) di Long Bawan, Tanjung Harapan (*spoke*) di Tanjung Selor, Long Ampung (*spoke*) di

Long Apung, RA Bessing (*spoke*) di Malinau Kota, dan Bandara Nunukan (*hub*) di Nunukan. Bandara Juwata Tarakan juga melayani penerbangan langsung dari Bandara Sepinggan Balikpapan, Juanda Surabaya, Bandara

Hasanuddin Makassar, Bandara Soekarno-Hatta Cengkareng Jakarta, dan penerbangan internasional dari dan menuju Tawau Sabah Malaysia Timur. Lokasi Bandara Juwata Tarakan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Letak Bandara Juwata Tarakan

Memperhatikan arus lalu lintas penumpang melalui Bandara Juwata Tarakan selama kurun waktu 10 tahun menunjukkan trend peningkatan, maka perlu diantisipasi kapasitas fasilitas bandara dalam melayani peningkatan penggunaannya, salahsatunya terminal penumpang. Oleh sebab itu menarik untuk mengevaluasi kapasitas terminal penumpang Bandara Juwata Tarakan yang telah diresmikan penggunaannya pada 1 Juli 2015, dalam melayani arus pergerakan penumpang hingga 10 tahun mendatang.

METODE PENELITIAN

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah pengumpulan data primer dan

sekunder. Data primer meliputi pengamatan dan inventarisasi langsung dilapangan terhadap fasilitas yang ada pada Terminal Penumpang Bandara Juwata Tarakan. Data sekunder meliputi data tahunan lalu lintas penumpang melalui Terminal Penumpang Bandara Juwata Tarakan dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2018.

Dari data yang sudah dikumpulkan, dianalisis dan diramalkan peningkatan 10 tahun kedepan untuk lalu lintas penumpang. Kemudian dianalisis kemampuan kapasitas terminal penumpang melayani pertumbuhan lalu lintas penumpang, dengan mengacu kepada Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Departemen Perhubungan

Udara Nomor: SKEP/77/VI/2005 tentang Persyaratan Teknis Pengoperasian Fasilitas Teknik Bandar Udara, dan SNI 03-7046-2004 tentang Terminal Penumpang Bandar Udara.

Sistematika penyelesaian masalah berdasarkan teori-teori dan studi literatur yang ada disusun sebagai berikut:

a. Prakiraan Jumlah Penumpang.

Untuk meprakirakan jumlah lalu lintas penumpang dipakai metode proyeksi trend dengan analisis regresi. Dasar garis trend tersebut adalah persamaan matematis, dan dari garis tersebut akan diperoleh gambaran perkembangan lalu lintas penumpang pesawat udara.

Model regresi yang digunakan untuk peramalan adalah regresi linier, regresi eksponensial dan regresi polynomial. Persamaan regresi yang dipergunakan dalam studi ini adalah persamaan yang menghasilkan nilai r (koefisien korelasi) terbesar, R² (koefisien determinasi) terbesar dan grafik positif. Model-model regresi yang digunakan adalah sebagai berikut (Susetya, 2010):

- Regresi linier
 $y = a + bx$
 (1)
- Regresi eksponensial
 $y = e^{ax + b}$
 (2)
- Regresi polynomial
 $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n$
 (3)

Dimana:

- y = Hasil prakiraan
- a,b = Koefisien regresi
- e = Eksponensial
- x = Tahun peninjauan

b. Perhitungan Jumlah Penumpang Pada Waktu Sibuk (PWS)

Perhitungan jumlah PWS mengacu pada *National Airport System Plan* yang dipublikasikan oleh *Federal Aviation Administration (FAA)* yang disajikan

dalam Winahyu (2010), dengan formula sebagai berikut:

✧ $Average\ monthly\ passenger = 0.08417 \times annual\ passenger\ flow$
 (4)

✧ $Average\ daily\ passengers = 0.03226 \times average\ monthly\ flow$
 (5)

✧ $Peak\ day\ flow = 1.26 \times average\ daily\ flow$
 (6)

✧ $Peak\ hour\ flow\ (Penumpang\ Waktu\ Sibuk/PWS) = 0.0917 \times peak\ daily\ flow$
 (7)

c. Analisis Fasilitas Bandar Udara

Analisis fasilitas bandara bertujuan untuk mengetahui kapasitas fasilitas bandara yang harus disediakan untuk menampung jumlah penumpang dalam jangka waktu tertentu. Dalam studi ini menggunakan acuan standar seperti SKEP/77/VI/2005 tentang Persyaratan Teknis Pengoperasian Fasilitas Teknik Bandar Udara dan SNI 03-7046-2004 tentang Terminal Penumpang Bandar Udara.

- **Terminal Keberangkatan**

✧ *Hall* Keberangkatan
Hall atau ruang keberangkatan harus cukup luas untuk menampung penumpang datang pada waktu sibuk sebelum penumpang masuk menuju ke *check-in area*. Kapasitas *hall* keberangkatan dihitung sebagai berikut:

$A = 0,75 \{a (1+ f) + b\} + 10\%$
 (8)

Dimana:

- A = Luas *hall* keberangkatan (m²)
- a = Jumlah penumpang berangkat pada waktu sibuk
- b = Jumlah penumpang transfer
- f = Jumlah pengantar/penumpang (2 orang)

✧ Pemeriksaan *Security* (*security gate*)

Meliputi pemeriksaan *x-ray* terhadap penumpang dan barang bawaan mereka. Jumlah *x-ray* yang dibutuhkan untuk pemeriksaan *security* dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$N = \frac{(a+b)}{300} \dots\dots\dots (9)$$

Dimana:

- N = jumlah pemeriksaan *security*
- a = jumlah penumpang berangkat pada waktu sibuk
- b = jumlah penumpang transfer

✧ Ruang Tunggu Keberangkatan

Ruang tunggu keberangkatan harus cukup untuk menampung PWS selama menunggu waktu *check-in*, dan selama penumpang menunggu saat *boarding* setelah *check-in*. Luas ruang tunggu keberangkatan dihitung sebagai berikut:

$$A = C - \left(\frac{u.i+v.k}{30}\right) m^2 + 10\% \dots\dots\dots (10)$$

Dimana:

- A = luas ruang tunggu keberangkatan (m^2)
- c = jumlah penumpang datang pada waktu sibuk
- u = rata-rata waktu menunggu terlama (60 menit)
- i = proporsi penumpang menunggu terlama (0,6)
- v = rata-rata waktu menunggu tercepat (20 menit)
- k = proporsi penumpang menunggu tercepat (0,4)

✧ *Check-in Area*

Check-in Area harus cukup untuk menampung PWS selama mengantri untuk *check-in*. Luas area *check-in* dihitung dengan rumus berikut:

$$A = 0,25 (a + b) m^2 (+10\%) \dots\dots\dots (11)$$

Dimana:

- A = luas area *check-in* (m^2)
- a = jumlah penumpang pada waktu sibuk
- b = jumlah penumpang transfer

✧ *Check-in Counter*

Jumlah *check-in counter* dipengaruhi jumlah PWS yang dilayani oleh suatu bandara. Jumlah *check-in counter* dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$N = \left(\frac{a+b}{60}\right) \times t_1 \text{counter}(+10\%) \dots\dots\dots (12)$$

Dimana:

- N = jumlah meja
- a = jumlah penumpang berangkat pada waktu sibuk
- b = jumlah penumpang transfer (20%)
- t1 = waktu pemrosesan *check-in* per penumpang (2 menit per penumpang)

✧ Timbang Bagasi

Jumlah timbangan bagasi sesuai dengan banyaknya jumlah *check-in counter*, timbangan di letakkan menyatu dengan *check-in counter*.

✧ Tempat Duduk

Jumlah tempat duduk dihitung dengan rumus berikut:

$$N = \frac{1}{3} \times a \dots\dots\dots (13)$$

Dimana:

- N = jumlah tempat duduk dibutuhkan
- a = jumlah penumpang waktu sibuk

✧ Kebutuhan toilet

Kebutuhan toilet pada ruang tunggu, *hall* keberangkatan terminal penumpang diasumsikan sekitar 20% dari PWS menggunakan fasilitas toilet (kebutuhan ruang per orang 1

m^2). kebutuhan luas toilet tersebut dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$A = a \times 0,2 \times 1 m^2 + 10\% \dots (14)$$

Dimana:

A = Luas Toilet

a = jumlah penumpang berangkat waktu sibuk

- Terminal Kedatangan

✧ *Baggage claim area*

Perkiraan luas area ini dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$A = 0,9 c + 10\% \dots (15)$$

Dimana:

A = luas *baggage claim area* (m^2)

c = jumlah penumpang datang waktu sibuk

✧ *Hall` kedatangan*

Hall` kedatangan harus cukup luas untuk menampung penumpang serta penjemput penumpang pada waktu sibuk. Perkiraan luas area ini dapat dihitung dengan rumus:

$$A = 0.375 (b+c+2.c.f) + 10\% \dots (16)$$

Dimana:

A = luas *hall` kedatangan* (m^2)

c = jumlah penumpang datang waktu sibuk

b = jumlah penumpang transfer

f = jumlah penjemput per penumpang (2 orang)

✧ Kebutuhan toilet

Kebutuhan toilet pada ruang terminal kedatangan mempunyai acuan yang sama pada terminal keberangkatan, yaitu diasumsikan sekitar 20% dari penumpang waktu sibuk menggunakan fasilitas toilet (kebutuhan ruang per orang $1 m^2$). kebutuhan luas toilet dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$A = c \times 0,2 \times 1 m^2 + 10\% \dots (17)$$

Dimana:

A = Luas Toilet

C = Jumlah penumpang datang waktu sibuk

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data dan informasi yang terkait dalam penelitian ini dikumpulkan dari Bandara Juwata Tarakan dan disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Data Lalulintas Penumpang

| Tahun | Penumpang (Orang) | | |
|-------|-------------------|-----------|---------|
| | Datang | Berangkat | Transit |
| 2009 | 252.788 | 259.869 | 3.706 |
| 2010 | 338.311 | 341.837 | 7.769 |
| 2011 | 377.930 | 384.071 | 9.464 |
| 2012 | 435.800 | 446.903 | 8.100 |
| 2013 | 480.715 | 490.194 | 10.288 |
| 2014 | 492.752 | 501.692 | 14.929 |
| 2015 | 479.572 | 503.119 | 10.438 |
| 2016 | 531.544 | 554.926 | 5.593 |
| 2017 | 565.757 | 590.089 | 2.301 |
| 2018 | 539.630 | 538.146 | 1.601 |

Sumber: Bandara Juwata Tarakan, 2019

Tabel 2. Data Fasilitas Gedung Terminal Penumpang Bandara Juwata Tarakan

| No. | Jenis fasilitas | Kuan-titas | Satu-an |
|-----|--|------------|----------------|
| 1 | Luas total gedung terminal penumpang | 12.044 | m ² |
| 2 | Ruang public | 1.450 | m ² |
| 3 | Luas <i>hall</i> keberangkatan | 1.450 | m ² |
| 4 | <i>Check-in area</i> | 288 | m ² |
| 5 | Luas ruang tunggu domestik / internasional | 741 | m ² |
| 6 | <i>Departure corridor</i> | 414 | m ² |
| 7 | Ruang pengambilan bagasi domestik / interasional | 999 | m ² |
| 8 | Jumlah pintu <i>security check</i> | 2 | Bh |
| 9 | Jumlah <i>Check-in counter</i> | 14 | Bh |
| 10 | Jumlah timbangan bagasi | 14 | Bh |
| 11 | Jumlah tempat duduk pada ruang tunggu | 495 | Bh |
| 12 | Luas <i>hall</i> kedatangan | 1.450 | m ² |
| 13 | Jumlah toilet | 16 | Bh |
| 14 | Jumlah garbarata | 2 | Bh |

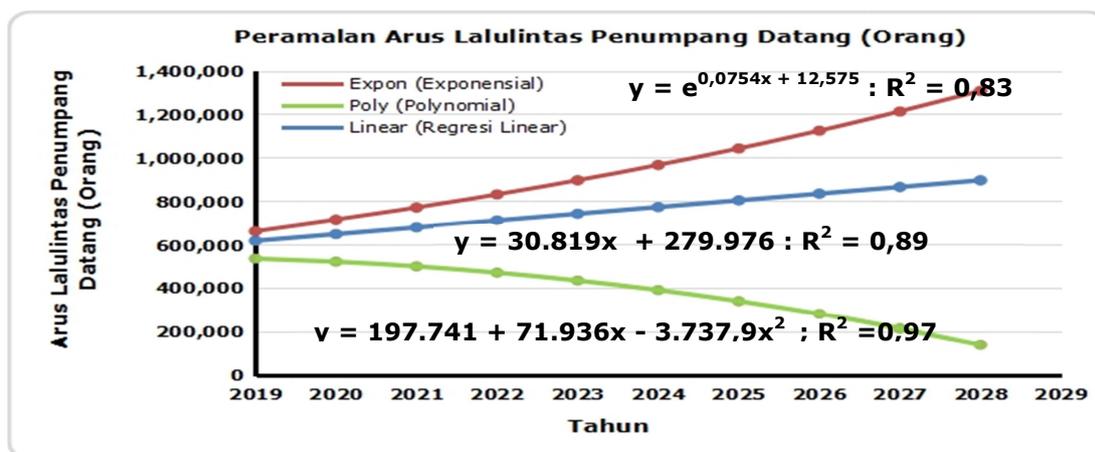
Sumber: Bandara Juwata Tarakan, 2019

a. Peramalan jumlah penumpang

Untuk mengevaluasi kemampuan terminal penumpang Bandara Kelas 1 Utama Juwata Tarakan sampai dengan 10 tahun kedepan (2019-2028), dapat dilakukan peramalan jumlah lalu lintas penumpang dengan menggunakan data series seperti disajikan pada Tabel 1. Peramalan menggunakan metode regresi linier, eksponensial dan polynomial. Hasil peramalan yang digunakan dalam menghitung kemampuan terminal menampung arus lalu lintas penumpang adalah persamaan regresi yang mempunyai nilai r (koefisien korelasi)

terbesar, R² (koefisien determinasi) terbesar dan grafik positif.

✧ Peramalan Penumpang Datang Didapatkan persamaan proyeksi penumpang datang yang menunjukkan trend positif yaitu hasil peramalan dengan metode regresi linear, yaitu $y = 30.818x + 279.976$, nilai $r = 1$ dan nilai R² = 0,89. Proyeksi dengan metode polynomial juga memberikan R² yang besar (0,97), tetapi grafiknya menunjukkan trend negatif dan nilai $r = -0,98$. Hasil proyeksi penumpang datang pada tahun 2028 diperoleh sebesar 896.354 orang. Hasil proyeksi seperti disajikan pada Gambar 2.



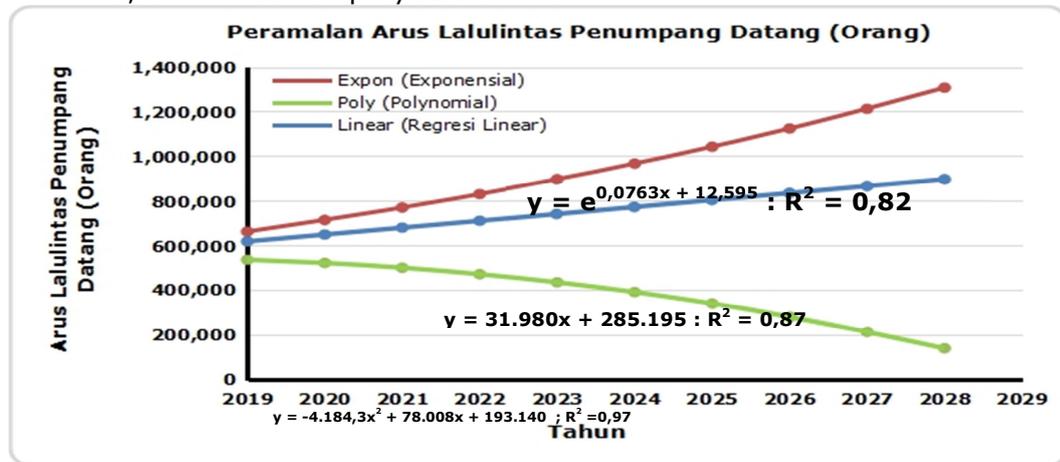
Gambar 2. Peramalan Jumlah Arus Lalu Lintas Penumpang Datang 2019-2028 (Sumber: Hasil Analisis, 2019)

✧ Peramalan Penumpang Berangkat Proyeksi penumpang berangkat digunakan hasil analisis regresi

linear dengan persamaan $y = 31.980x + 285.195$, nilai $r = 1$ dan

nilai $R^2 = 0,87$. Proyeksi metode polynomial juga memberikan R^2 yang besar (0,97), tetapi grafiknya menunjukkan trend negatif dan nilai $r = -0,99$. Hasil proyeksi

penumpang berangkat pada tahun 2028 diperoleh sebesar 924.793 orang, seperti disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Peramalan Jumlah Arus Lalulintas Penumpang Berangkat 2019-2028 (Sumber: Hasil Analisis, 2019)

✧ Peramalan Penumpang Transit Data series penumpang transit 4 tahun terakhir (2015-2018) menunjukkan trend menurun, sehingga hasil proyeksi menunjukkan pertumbuhan negatif atau trend menurun. Sehingga dalam analisis ini digunakan hasil studi oleh JICA, dimana jumlah penumpang transit disumsikan sebesar 20% dari jumlah penumpang waktu sibuk (Yarlina, 2012).

$$0.08417 \times 924.793 = 77.840 \text{ orang}$$

➤ *Average daily passengers* = $0.03226 \times 77.840 = 2.511 \text{ orang}$

➤ *Peak day flow* = $1.26 \times 2.511 = 3.164 \text{ orang}$

➤ *Peak hour flow* (Penumpang Waktu Sibuk/PWS) = $0.0917 \times 3.164 = 290 \text{ orang}$

Sehingga jumlah penumpang berangkat pada waktu sibuk (a) diperoleh sebanyak 290 orang

b. Perhitungan Jumlah Penumpang Pada Waktu Sibuk.

✧ Perhitungan Jumlah Penumpang Datang Pada Waktu Sibuk

✧ Perhitungan Jumlah Penumpang Berangkat Pada Waktu Sibuk

Dari data proyeksi penumpang datang pada tahun 2028 diperoleh sebesar 896.354 orang. Jumlah Penumpang Datang Pada Waktu Sibuk dihitung sebagai berikut:

Dari data proyeksi penumpang berangkat pada tahun 2028 diperoleh sebesar 924.793 orang. Jumlah Penumpang Berangkat Pada Waktu Sibuk dihitung sebagai berikut:

➤ *Average monthly passenger* =

➤ *Average monthly passenger* = $0.08417 \times 896.354 = 75.446 \text{ orang}$

➤ *Average daily passengers* =

$$0.03226 \times 75.446 = 2.438 \text{ orang}$$

➤ *Peak day flow* =
 $1.26 \times 2.438 = 3.072 \text{ orang}$

➤ *Peak hour flow* (Penumpang Waktu Sibuk/PWS) =
 $0.0917 \times 2.438 = 282 \text{ orang}$

Sehingga jumlah penumpang datang pada waktu sibuk (c) diperoleh sebanyak 282 orang

✧ Perhitungan Jumlah Penumpang Transit Pada Waktu Sibuk

Jumlah penumpang transit pada waktu sibuk diambil sebesar 20% dari jumlah total penumpang pada waktu sibuk, sehingga diperoleh jumlah penumpang transit pada waktu sibuk (b) sebanyak 114 orang.

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah penumpang waktu sibuk dengan total sebesar 572 orang, Terminal Penumpang Bandara Juwata Tarakan masuk kategori Terminal Menengah. Jika mengacu kepada jumlah penumpang transit/transfer dikategorikan Terminal Besar. Dari luasan terminal keseluruhan sebesar 12.044 m², sudah memenuhi standar Terminal Internasional (> 600 m²).

c. Analisis Kapasitas Fasilitas Bandar Udara

Analisis fasilitas bandar udara bertujuan untuk mengetahui jumlah kapasitas fasilitas yang harus disediakan untuk menampung jumlah penumpang dalam jangka waktu tertentu. Analisis fasilitas mengacu kepada Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SKEP.77/VI/2005 tentang Persyaratan Teknis Pengoperasian Fasilitas Teknik Bandar Udara dan SNI 03-7046-2004 tentang Terminal Penumpang Bandar Udara.

Hasil perhitungan kapasitas terminal penumpang disajikan pada Tabel 3, akan dibandingkan dengan fasilitas yang ada pada Terminal Penumpang Bandara Juwata Tarakan seperti yang telah disajikan pada Tabel 2. Komparasi hasil analisis dan kondisi eksisting di tampilkan pada Tabel 4. Dari komparasi tersebut, dapat dilihat bahwa kapasitas yang ada saat ini masih mampu melayani kebutuhan arus lalu lintas penumpang hingga tahun 2028, bahkan untuk beberapa tahun kedepannya. Hanya terminal kedatangan yang memerlukan pengembangan dari kapasitas yang ada sekarang seluas 414 m² menjadi kurang lebih 630 m².

Tabel 3. Hasil Perhitungan Kapasitas Terminal Penumpang

| No. | Fasilitas | Perhitungan | Keterangan |
|----------------------|--------------------------------------|---|---|
| Keberangkatan | | | |
| 1. | Hall Keberangkatan | $A = 0,75 \{a(1+f) + b\} + 10\%$ $A = 843,15 \text{ m}^2$ | a = jumlah penumpang berangkat pada waktu sibuk (290 orang) b = Jumlah penumpang transfer (114 orang) c = jumlah penumpang datang pada waktu sibuk (282 orang) f = Jumlah pengantar / penumpang (2 orang) u = rata-rata waktu menunggu terlama (60 menit) |
| 2. | Pemeriksaan Security (security gate) | $N = (a + b)/300$ $N = 1,34 \approx 2 \text{ Unit}$ | |
| 3. | Ruang Tunggu Keberangkatan | $A = c - ((u.i + v.k)/30) \text{ m}^2 + 10\%$ $A = 308,59 \text{ m}^2$ | |
| 4. | Check-in Area | $A = 0,25 (a + b) \text{ m}^2 (+10\%)$ $A = 111,1 \text{ m}^2$ | |
| 5. | Check-in Counter | $N = ((a+b)/60) \cdot t_1 (+10\%)$ $N = 14,8 \approx 15 \text{ unit}$ | |
| 6. | Timbang Bagasi | Sesuai banyak Check-in Counter | |
| 7. | Tempat Duduk | $N = 1/3 \times a = 96,67 \approx 97 \text{ Unit}$ | |
| 8. | Kebutuhan toilet | $A = a \times 0,2 \times 1 \text{ m}^2 + 10\%$ $A = 63,8 \approx 64 \text{ m}^2$ | |

| No. | Failitas | Perhitungan | Keterangan |
|-------------------|---------------------------|--|--|
| Kedatangan | | | i = proporsi penumpang menunggu terlama (0,6) v = rata-rata waktu menunggu tercepat (20 menit) k = proporsi penumpang menunggu tercepat (0,4) A = Luas hall keberangkatan, luas ruang tunggu keberangkatan, luas area <i>check-in</i> , Luas Toilet, luas <i>baggage claim area</i> , luas hall kedatangan (m ²) N = jumlah pemeriksaan <i>security</i> , jumlah meja <i>check-in</i> , jumlah tempat duduk dibutuhkan (unit) t1 = waktu pemrosesan <i>check-in</i> per penumpang (2 menit per penumpang) f = jumlah penjemput per penumpang (2 orang) |
| 9. | <i>Baggage claim area</i> | $A = 0,9 c + 10\%$ $A = 279,18 \text{ m}^2$ | |
| 10. | Hall kedatangan | $A = 0.375 (b+c+2.c.f) + 10\%$ $A = 628,65 \text{ m}^2 \approx 630 \text{ m}^2$ | |
| 11. | Kebutuhan toilet | $A = c \times 0,2 \times 1 \text{ m}^2 + 10\%$ $A = 61,82 \text{ m}^2$ | |

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Tabel 4. Perbandingan Fasilitas Terminal Penumpang Bandara Juwata Tarakan

| Besar Terminal | Persyaratan Fasilitas sesuai SKEP/77/VI/2005 | Kondisi Eksisting | Hasil Analisis |
|---|--|-------------------|----------------|
| Luas Hall Keberangkatan (m²) | | 1.450 | 843,15 |
| Kecil | 132 | | |
| Sedang | 132-165 | | |
| Menengah | 165-1.320 | | ✓ |
| Besar | 1.321-3.960 | ✓ | |
| Pemeriksaan Security (<i>security gate</i>) (Unit) | | 2 | 2 |
| Kecil | 1 | | |
| Sedang | 1 | | |
| Menengah | 2-4 | ✓ | ✓ |
| Besar | 5 ≤ | | |
| Luas Check-in area (m²) | | 288 | 111,1 |
| Kecil | ≤ 16 | | |
| Sedang | 16-33 | | |
| Menengah | 34-165 | | ✓ |
| Besar | 166-495 | ✓ | |
| Check-in Counter (Unit) | | 14 | 15 |
| Kecil | ≤ 3 | | |
| Sedang | 3 -5 | | |
| Menengah | 5-22 | ✓ | ✓ |
| Besar | 166-495 | | |

| | | | |
|----------|--|-----|--------|
| | Luas Ruang Tunggu Keberangkatan (m²) | 741 | 308,59 |
| Kecil | ≤ 75 | | |
| Sedang | 75-147 | | |
| Menengah | 147-734 | | √ |
| Besar | 734-2200 | √ | |
| | Jumlah Tempat Duduk Keberangkatan (Unit) | 495 | 97 |
| Kecil | ≤ 19 | | |
| Sedang | 20-37 | | |
| Menengah | 38-184 | | √ |
| Besar | 185-550 | √ | |
| | Jumlah Luas Toilet (m²) | 48 | 125,82 |
| Kecil | ≤ 7 | | |
| Sedang | 7-14 | | |
| Menengah | 15-66 | √ | |
| Besar | 66-198 | | √ |
| | Luas Baggage claim area (m²) | 999 | 279,18 |
| Kecil | ≤ 50 | | |
| Sedang | 51 - 99 | | |
| Menengah | 100 - 495 | | √ |
| Besar | 496 -1.485 | √ | |
| | Luas Hall Kedatangan (m²) | 414 | 628,65 |
| Kecil | ≤ 108 | | |
| Sedang | 108 - 215 | | |
| Menengah | 216 - 1.073 | √ | √ |
| Besar | 1.074 - 3.218 | | |

Sumber: Hasil Analisis, 2019

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut:

1. Peramalan penumpang datang digunakan metode regresi linear, dengan persamaan $y = 30.818x + 279.976$, nilai $r = 1$ dan nilai $R^2 = 0,89$, diperoleh proyeksi penumpang datang pada tahun 2028 sebesar 896.354 orang. Proyeksi penumpang berangkat digunakan hasil analisis regresi linear dengan persamaan $y = 31.980x + 285.195$, nilai $r = 1$ dan nilai $R^2 = 0,87$. diperoleh proyeksi penumpang berangkat pada tahun 2028 sebesar 924.793 orang.
2. Hasil perhitungan jumlah Penumpang Waktu Sibuk (PWS) pada tahun 2028 diperoleh untuk penumpang berangkat (a) sebanyak 290 orang, penumpang datang (c) sebanyak 282 orang, dan penumpang transit/transfer (b) sebanyak 114 orang.
3. Berdasarkan hasil perhitungan jumlah penumpang waktu sibuk dengan total sebesar 572 orang, Terminal Penumpang Bandara Juwata Tarakan masuk kategori

Terminal Menengah. Jika mengacu kepada jumlah penumpang transit/transfer sebanyak 114 orang, maka dikategorikan sebagai Terminal Besar. Dari luasan terminal keseluruhan sebesar 12.044 m², sudah memenuhi standar Terminal Internasional (> 600 m²). Berdasarkan hasil peramalan kapasitas terminal penumpang sampai tahun 2028 masih memberikan kapasitas yang cukup memadai.

4. Berdasarkan analisis kebutuhan ruang hingga tahun 2028 diperlukan penambahan luas *hall* kedatangan dari luas eksisting 414 m² menjadi seluas 630 m².

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2004. *Terminal Penumpang Bandar Udara SNI 03-7046-2004*. Jakarta.
- Bakri, M.D., Sulistio, H., Wicaksono, A., Djakfar, L. 2015. *Infrastructure Development Program in Rural Areas using the Integrated Rural Accessibility Planning (IRAP)*. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, Vol. 9(23) July

- 2015, ISSN 1991-8178. Pages: 456-463.
- Bakri, M.D., Syarif, I.A., 2018. *Kajian Kesesuaian Perubahan Hierarki Bandar Udara di Provinsi Kalimantan Utara*. Prosiding Simposium Internasional Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi (FSTPT) XXI Tahun 2018, Malang, 19-20 Oktober 2018.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Udara Departemen Perhubungan Republik Indonesia. 2005. *Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor. SKEP/VI/2005 Tentang Persyaratan Teknis Pengoperasian Fasilitas Teknik Bandar Udara*, Jakarta.
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia. 2010. *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor. KM 11 Tahun 2010 Tentang Tata Nalanda Kebandaraan Nasional*, Jakarta.
- Susetya, B., 2010. *Statistika Untuk Analisis dan Data Penelitian, Jilid 1*. PT. Refika Aditama. Bandung.
- Unit Penyelenggara Bandar Udara Juwata Tarakan. 2018. *Laporan Bulanan Lalu Lintas Angkutan Udara 2018*. Tarakan.
- Yarlina, L. 2012. *Analisis Kapasitas Terminal Penumpang di Bandar Udara SMB II Palembang*. Jurnal Penelitian Perhubungan Udara WARTA ARDHIA, Vol. 38 No.2 Juni 2012. hal. 118-135.
- Winahyu, S.H., 2010. *Kajian Pengembangan Terminal Penumpang Bandar Udara Sultan Babullah-Ternate*. Warta Penelitian Perhubungan Vol. 22 Nomor 11 Nopember 2010. ISSN 0852-1824. hal. 1091-1103.

PEDOMAN PENULISAN JURNAL BORNEO SAINTEK

PERSYARATAN UMUM. Naskah berupa tulisan asli mengenai hasil suatu penelitian, catatan penelitian, analisis kebijakan, dan ulasan (dalam bentuk *review*) dalam bahasa Indonesia yang belum pernah dimuat dalam jurnal ilmiah internasional maupun nasional.

FORMAT TULISAN. Naskah diketik dua spasi pada kertas HVS ukuran A4 dengan *margins Top: 1", Left: 1.5", Bottom: 1", Right: 1"* dan huruf bertipe *Times New Roman* berukuran 11 *point*, dan spasi 1. Setiap halaman diberi nomor secara berurutan. Gambar dan Tabel dikelompokkan bersama di akhir naskah pada lembar terpisah.

Catatan hasil penelitian dan ulasan ditulis sebagai naskah sinambung tanpa subjudul metode penelitian serta Hasil dan Pembahasan. Catatan hasil penelitian dan ulasan ditulis tidak lebih dari 12 halaman (termasuk Gambar dan Tabel). Isi dibuat 2 kolom.

Format tulisan disusun dengan urutan sebagai berikut:

1. **Judul** : ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris, judul artikel harus spesifik dan efektif.
2. **Nama Lengkap Penulis** : Nama penulis lengkap tanpa gelar, penulis untuk korespondensi dilengkapi dengan nomor telepon/*handphone*, e-mail, dan fax.
3. **Nama Lembaga/Institusi** : Disertai alamat lengkap dengan nomor kode pos.
4. **Abstrak** : Dibuat dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris, masing-masing tidak lebih dari 250 kata.
5. **Kata Kunci (Keywords)**: Ditulis dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris terdiri atas tiga sampai lima kata yang diletakkan di bawah abstrak/*abstract* dan kata kunci dituliskan menurut abjad.
6. **Pendahuluan** : Berisi latar belakang penelitian yang dilakukan, kalimatnya singkat, padat, dan jelas. Pada pendahuluan ini juga disertakan tujuan penelitian yang dituliskan pada akhir paragraf.
7. **Metode Penelitian** : Berisi bahan dan alat, lokasi penelitian, metode/cara pengumpulan data (survey atau perancangan percobaan), dan analisa data.
8. **Hasil dan Pembahasan** : Disajikan dalam bentuk teks, Tabel maupun Gambar. Pembahasan berisi interpretasi hasil penelitian yang diperoleh dan dikaitkan dengan hasil-hasil yang pernah dilaporkan (penelitian sebelumnya).
9. **Kesimpulan** : Memuat makna hasil penelitian, jawaban atas hipotesis atau tujuan penelitian.
10. **Ucapan Terima Kasih (bila diperlukan)** : Dapat digunakan untuk menyebutkan sumber dana penelitian yang hasilnya dilaporkan pada

jurnal ini dan memberikan penghargaan kepada beberapa institusi.

11. **Daftar Pustaka** : Sesuai dengan yang diacu dalam tubuh tulisan dan menggunakan pustaka primer minimal 80% dari jurnal. Cara penulisannya seperti contoh berikut ini:

Penulisan acuan dari **jurnal** :

Gutierrez-Gonzalez JJ, Guttikonda SK, Tran LSP, Aldrich DL, Zhong R, Yu O, Nguyen HT, and Slepner DA, 2010 : Differential Expression of Isoflavone Biosynthetic Genes in Soybean During Water Deficits, *Plant Cell Physiol.* 51(6): 936-948.

Penulisan acuan dari **buku** :

Gray JS, Elliott M. 2009. *Ecology of Marine Sediment*. Oxford (GB): Oxford University Press.

Penulisan acuan dari **prosiding** :

McKenzie LJ, Yoshida RL. 2009. Seagrass-watch. In: *Proceedings of a Workshop for Monitoring Seagrass Habitats in Indonesia*. The Nature Conservancy, Coral Triangle Center, Sanur, Bali, 9th May 2009.

Penulisan acuan dari **skripsi/tesis/disertasi** :

Sari, Paska P. 2000. Reproduksi Ikan "Shirogisu" *Sillago japonica (Temminck dan Schlegel)* Di Perairan Teluk Bura, Nagasaki, Jepang. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Penulisan acuan dari **internet** :

Savage E, Ramsay M, White J, Bread S, Lawson H, Hunjan R, Brown D. 2005. Mumps outbreaks across England and Wales in 2004: observational study. *BMJ*

[Internet]. [diunduh 2010 Des 28]; 330 (7500): 1119-1120. Tersedia pada:<http://bmj.bmjournals.com/cgi/reprint/330/7500/1119>.

PENGIRIMAN. Penulis diminta mengirimkan satu eksemplar naskah asli beserta dokumen (*softfile*) dari naskah asli tersebut yang harus disiapkan dengan program *Microsoft Word*. Naskah dan *softfile* dikirimkan kepada:

Redaksi Jurnal BORNEO SAINTEK

Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat
Universitas Borneo Tarakan (LPPM-UBT)

Gedung Rektorat Lantai 3 Jalan Amal Lama No. 01, Kelurahan Pantai Amal,
Kecamatan Tarakan Timur, Kota Tarakan, Kalimantan Utara.
Telp 08115307023; Faks: (0551) 2052558.