
Bioteknologi dan Agroteknologi: Inovasi untuk Meningkatkan Kualitas dan Kuantitas Hasil Pertanian

SABRINA SALSABILAH POHAN

Agroteknologi, Universitas Medan Area, Indonesia

Abstrak

Pertanian memainkan peranan penting dalam keberlangsungan hidup manusia dan pertumbuhan ekonomi global. Seiring dengan peningkatan jumlah populasi yang diperkirakan mencapai 9,7 miliar pada tahun 2050, kebutuhan akan produksi pangan yang berkelanjutan semakin mendesak. Namun, sektor pertanian dihadapkan pada berbagai tantangan, seperti perubahan iklim, penurunan kesuburan tanah, dan serangan hama serta penyakit tanaman. Dalam konteks ini, inovasi melalui bioteknologi dan agroteknologi muncul sebagai solusi yang menjanjikan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil pertanian.

Bioteknologi memanfaatkan teknik ilmiah, seperti rekayasa genetika dan kultur jaringan, untuk menciptakan varietas tanaman unggul yang lebih tahan terhadap hama, penyakit, dan stres lingkungan. Contoh nyata dari penerapan bioteknologi adalah pengembangan tanaman transgenik, seperti padi emas, yang tidak hanya meningkatkan hasil panen tetapi juga nilai gizi. Di sisi lain, agroteknologi melibatkan penerapan teknologi modern dalam proses pertanian, termasuk penggunaan alat dan mesin canggih, teknologi informasi, dan sistem pertanian presisi. Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, meminimalkan limbah, dan mengoptimalkan hasil pertanian.

Melalui sinergi antara bioteknologi dan agroteknologi, petani dapat mengatasi tantangan yang ada serta meningkatkan keberlanjutan produksi pangan. Meskipun demikian, penerapan kedua teknologi ini tidak lepas dari tantangan, seperti regulasi yang ketat, kebutuhan akan keterampilan baru di kalangan petani, dan isu etika yang muncul seiring dengan penggunaan organisme yang dimodifikasi secara genetik. Artikel ini akan membahas secara mendalam mengenai inovasi-inovasi dalam bioteknologi dan agroteknologi serta dampaknya terhadap pertanian yang berkelanjutan, dengan harapan dapat memberikan pemahaman yang lebih luas tentang pentingnya kedua bidang ini dalam meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil pertanian di masa depan.

Kata Kunci: *Bioteknologi, Agroteknologi, Pertanian, Teknologi Pertanian, Gizi, Inovasi Pertanian*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pertanian adalah salah satu sektor yang paling vital dalam kehidupan manusia, berfungsi tidak hanya sebagai sumber pangan tetapi juga sebagai basis ekonomi bagi banyak negara. Dengan meningkatnya populasi dunia yang diperkirakan mencapai 9,7 miliar pada tahun 2050, tantangan dalam memenuhi kebutuhan pangan semakin mendesak. Menurut Badan Pangan Dunia (FAO), kebutuhan akan produksi pangan global akan meningkat sebesar 70% untuk memastikan bahwa semua orang memiliki akses yang memadai terhadap makanan bergizi. Oleh karena itu, inovasi dalam sektor pertanian menjadi hal yang sangat penting.

Namun, sektor pertanian saat ini dihadapkan pada berbagai tantangan. Perubahan iklim menjadi salah satu ancaman terbesar yang mempengaruhi hasil pertanian di seluruh dunia. Peningkatan suhu, perubahan pola curah hujan, dan frekuensi cuaca ekstrem dapat merusak tanaman dan mengurangi hasil panen. Selain itu, penurunan kesuburan tanah akibat penggunaan pupuk kimia yang berlebihan, pencemaran, dan praktik pertanian yang tidak berkelanjutan juga semakin mempersulit petani dalam mempertahankan produksi yang memadai. Ditambah lagi, serangan hama dan penyakit tanaman yang semakin canggih memerlukan solusi yang lebih efektif dan berkelanjutan.

*Dalam menghadapi berbagai tantangan ini, bioteknologi dan agroteknologi muncul sebagai dua inovasi kunci yang dapat membantu meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil pertanian. **Bioteknologi** merupakan penerapan ilmu biologi untuk memanfaatkan organisme hidup atau produk biologi dalam proses produksi. Di bidang pertanian, bioteknologi seringkali berfokus pada pengembangan tanaman transgenik yang memiliki sifat-sifat unggul, seperti ketahanan terhadap hama dan penyakit, serta kemampuan beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ekstrem. Dengan demikian, bioteknologi tidak hanya meningkatkan hasil panen tetapi juga memberikan alternatif dalam mengurangi ketergantungan pada pestisida dan pupuk kimia.*

Sementara itu, **agroteknologi** melibatkan penerapan teknologi modern dalam praktik pertanian. Ini mencakup penggunaan alat dan mesin canggih, teknologi informasi, dan sistem pertanian presisi untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Pertanian presisi, misalnya, mengintegrasikan data dari sensor dan teknologi GPS untuk mengoptimalkan penggunaan air, pupuk, dan pestisida, sehingga mengurangi pemborosan dan dampak negatif terhadap lingkungan. Dengan pendekatan ini, petani dapat lebih bijak dalam mengambil keputusan dan merespons tantangan yang ada.

Sinergi antara bioteknologi dan agroteknologi memungkinkan petani untuk lebih siap menghadapi tantangan yang ada, serta meningkatkan keberlanjutan dan efisiensi dalam produksi pangan. Namun, penerapan kedua bidang ini juga menghadapi sejumlah tantangan, termasuk regulasi yang ketat terkait penggunaan organisme yang dimodifikasi secara genetik, kebutuhan akan pelatihan dan pengetahuan baru di kalangan petani, serta isu etika yang mungkin timbul akibat penggunaan bioteknologi.

Dengan memahami peran penting bioteknologi dan agroteknologi, kita dapat melihat bagaimana inovasi-inovasi ini tidak hanya berkontribusi dalam meningkatkan hasil pertanian tetapi juga dalam menjaga kelestarian lingkungan dan keberlanjutan sistem pertanian. Artikel ini bertujuan untuk memberikan gambaran mendalam mengenai inovasi di bidang bioteknologi dan agroteknologi serta dampak positifnya bagi sektor pertanian. Di akhir, diharapkan pembaca dapat memahami pentingnya integrasi antara kedua bidang ini dalam meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil pertanian untuk masa depan yang lebih berkelanjutan.

Pembahasan

1. Konsep Dasar Bioteknologi dan Agroteknologi

Bioteknologi dan agroteknologi telah menjadi dua pilar penting dalam inovasi pertanian modern. **Bioteknologi** didefinisikan sebagai penerapan ilmu biologi untuk menghasilkan produk yang lebih baik melalui pemanfaatan organisme hidup. Dalam konteks pertanian, ini melibatkan berbagai teknik, termasuk rekayasa genetika, kultur jaringan, dan mikrobiologi. Melalui rekayasa genetika, ilmuwan dapat

memodifikasi gen tanaman untuk memberikan sifat-sifat tertentu, seperti ketahanan terhadap hama, penyakit, atau kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan. Tanaman transgenik adalah contoh nyata dari penerapan bioteknologi yang telah berhasil, yang mengarah pada peningkatan hasil panen serta efisiensi penggunaan input.

*Sementara itu, **agroteknologi** mencakup penerapan teknologi modern dalam praktik pertanian untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi. Ini mencakup penggunaan alat dan mesin, teknologi informasi, serta pendekatan berbasis data dalam pengelolaan lahan. Agroteknologi bertujuan untuk mengoptimalkan setiap aspek dari proses pertanian, mulai dari pemilihan varietas tanaman yang tepat, pengelolaan tanah, hingga teknik panen yang efisien.*

2. Manfaat Bioteknologi dalam Pertanian

Bioteknologi menawarkan berbagai manfaat yang dapat secara signifikan meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil pertanian:

a. Tanaman Tahan Hama dan Penyakit

*Salah satu inovasi penting dalam bioteknologi adalah pengembangan tanaman tahan hama dan penyakit. Dengan teknik rekayasa genetika, ilmuwan dapat mengidentifikasi gen yang berfungsi sebagai pertahanan alami tanaman terhadap serangga dan penyakit. Misalnya, jagung BT, yang mengandung gen *Bacillus thuringiensis*, memproduksi protein yang dapat membunuh serangga tertentu, sehingga mengurangi kebutuhan akan pestisida kimia. Ini tidak hanya mengurangi biaya produksi bagi petani tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan.*

b. Peningkatan Ketahanan terhadap Stres Lingkungan

Bioteknologi juga berperan dalam mengembangkan tanaman yang lebih tahan terhadap stres lingkungan. Dalam menghadapi perubahan iklim yang semakin ekstrem, ketahanan terhadap kekeringan dan salinitas menjadi sangat penting. Penelitian telah menghasilkan varietas padi dan gandum yang dimodifikasi secara genetik untuk tumbuh dengan baik dalam kondisi kurang air, yang dapat menjadi solusi bagi petani di daerah yang sering mengalami kekeringan.

c. Peningkatan Nilai Gizi

Pengembangan tanaman dengan nilai gizi yang lebih tinggi juga merupakan salah satu hasil dari bioteknologi. Contoh paling terkenal adalah padi emas (golden rice), yang diperkaya dengan provitamin A. Inisiatif ini bertujuan untuk mengatasi masalah defisiensi vitamin A, terutama di negara-negara berkembang. Dengan menyediakan sumber pangan yang kaya gizi, bioteknologi dapat berkontribusi pada peningkatan kesehatan masyarakat.

d. Pengurangan Penggunaan Pestisida

Dengan adanya tanaman transgenik yang tahan hama, penggunaan pestisida kimia dapat diminimalkan. Ini bukan hanya mengurangi biaya bagi petani tetapi juga berdampak positif pada kesehatan lingkungan. Pengurangan residu pestisida di tanah dan air membantu menjaga ekosistem lokal, mendukung keberlanjutan jangka panjang.

3. Manfaat Agroteknologi dalam Pertanian

Agroteknologi memberikan pendekatan modern dalam praktik pertanian yang dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas:

a. Penggunaan Teknologi Informasi

Penggunaan teknologi informasi dalam pertanian telah merevolusi cara petani mengelola lahan mereka. Dengan sistem manajemen pertanian berbasis data, petani dapat mengumpulkan dan menganalisis informasi tentang kondisi lahan, cuaca, dan perkembangan tanaman. Ini memungkinkan mereka untuk mengambil keputusan yang lebih baik tentang waktu tanam, pemupukan, dan pengendalian hama. Misalnya, aplikasi smartphone yang memberikan data cuaca real-time dan rekomendasi pemupukan dapat membantu petani merencanakan aktivitas pertanian dengan lebih efektif.

b. Pertanian Presisi

Pertanian presisi adalah pendekatan yang mengandalkan data untuk mengelola lahan dengan lebih efisien. Dengan menggunakan teknologi seperti GPS dan sensor, petani dapat memantau kondisi tanah dan tanaman secara akurat. Data yang dikumpulkan memungkinkan petani untuk menerapkan input seperti pupuk dan air secara tepat sesuai kebutuhan, mengurangi pemborosan dan meningkatkan hasil. Contohnya, sistem irigasi pintar yang dapat menyesuaikan aliran air berdasarkan kelembapan tanah telah terbukti meningkatkan efisiensi penggunaan air.

c. Automatisasi dan Mekanisasi

Automatisasi dan mekanisasi adalah aspek penting dalam agroteknologi yang membantu meningkatkan efisiensi dan mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual. Penggunaan traktor, alat pemanen otomatis, dan teknologi drone untuk pemetaan lahan memungkinkan petani untuk melakukan pekerjaan dengan lebih cepat dan akurat. Misalnya, drone dapat digunakan untuk memantau kesehatan tanaman dan mendeteksi masalah lebih awal, sehingga tindakan dapat diambil sebelum kerusakan lebih parah terjadi.

4. Sinergi Bioteknologi dan Agroteknologi

Kombinasi antara bioteknologi dan agroteknologi menciptakan pendekatan holistik dalam meningkatkan hasil pertanian. Dengan menggunakan tanaman transgenik yang tahan hama, petani dapat mengoptimalkan praktik pertanian presisi, seperti pengendalian hama berbasis data. Misalnya, pengaplikasian pestisida dapat dilakukan dengan lebih efisien jika didasarkan pada informasi real-time tentang populasi hama, sehingga mengurangi penggunaan pestisida secara keseluruhan.

5. Tantangan dalam Penerapan Bioteknologi dan Agroteknologi

Meskipun kedua bidang ini menawarkan banyak manfaat, penerapannya juga menghadapi sejumlah tantangan:

a. Regulasi dan Kebijakan

Banyak negara memiliki regulasi ketat terkait penggunaan organisme yang dimodifikasi secara genetik (GMO). Hal ini sering kali menyebabkan kebingungan dan

kekhawatiran di kalangan konsumen dan petani, sehingga menghambat adopsi teknologi baru. Oleh karena itu, penting untuk melibatkan pemangku kepentingan dalam proses pengembangan kebijakan yang seimbang, yang dapat mendorong inovasi tanpa mengabaikan isu keselamatan dan keberlanjutan.

b. Pengetahuan dan Keterampilan

Petani sering kali memerlukan pelatihan untuk dapat memanfaatkan teknologi baru secara efektif. Kurangnya pengetahuan dan keterampilan dapat menjadi penghalang dalam mengadopsi bioteknologi dan agroteknologi. Program pelatihan yang baik dan akses terhadap sumber daya informasi sangat penting untuk memastikan bahwa petani dapat menerapkan teknologi dengan sukses.

c. Isu Etika dan Lingkungan

Penggunaan bioteknologi juga menimbulkan isu etika dan dampak lingkungan. Misalnya, kekhawatiran tentang potensi dampak jangka panjang tanaman transgenik terhadap ekosistem dan keanekaragaman hayati harus dipertimbangkan. Oleh karena itu, riset lebih lanjut dan evaluasi risiko yang cermat diperlukan untuk memastikan bahwa inovasi ini memberikan manfaat yang lebih besar daripada risiko yang mungkin ditimbulkan.

Kesimpulan

Bioteknologi dan agroteknologi merupakan dua inovasi penting yang dapat mengatasi tantangan dalam sektor pertanian dan meningkatkan kualitas serta kuantitas hasil pertanian secara berkelanjutan. Bioteknologi menawarkan solusi melalui pengembangan tanaman transgenik yang tahan hama, penyakit, dan stres lingkungan, serta meningkatkan nilai gizi pangan. Di sisi lain, agroteknologi memperkenalkan praktik modern yang memanfaatkan teknologi informasi, pertanian presisi, dan mekanisasi untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas.

Sinergi antara bioteknologi dan agroteknologi menciptakan pendekatan holistik dalam menghadapi tantangan pertanian, memungkinkan petani untuk lebih efisien dalam mengelola lahan dan memanfaatkan sumber daya. Meskipun inovasi ini menjanjikan banyak manfaat, tantangan seperti regulasi ketat, kurangnya

pengetahuan, dan isu etika perlu diatasi. Kerja sama antara pemerintah, ilmuwan, dan petani sangat penting untuk mengembangkan kebijakan yang mendukung adopsi teknologi baru dan memastikan praktik pertanian yang berkelanjutan.

Dengan mengintegrasikan bioteknologi dan agroteknologi, kita tidak hanya dapat memenuhi kebutuhan pangan global yang terus meningkat, tetapi juga mendukung keberlanjutan lingkungan dan kesehatan masyarakat. Keberhasilan implementasi kedua bidang ini akan sangat bergantung pada kolaborasi dan komitmen semua pihak untuk menciptakan sistem pertanian yang lebih baik di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Kuswardani, R., & Aziz, R. (2013). *Interaksi Herbisida Glifosat dan Metsulfuron pada Gulma Tanaman Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis Jacq) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Mardiana, S., & Lubis, M. S. (2024). *Analisa Pemberdayaan Perempuan dalam Politik (Studi DPW Partai Perindo Sumut)*.
- Kuswardani, R. A., & Penggabean, E. L. (2012). *Kajian Agronomis Tanaman Sayuran secara Hidroponik Sistem NFT (Nutrient Film Technique) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Lubis, Y. (2001). *Pengendalian Gulma di Perkebunan Karet*.
- Lubis, M. (2022). *Hubungan antara Prestasi Kerja dengan Pengembangan Karir pada Pegawai PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Kegiatan (UPK) Pangkalan Susu (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Indrawati, A., & Pane, E. (2017). *Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kailan (Brassica oleraceae var. Achepera) Terhadap Pemberian Pupuk Kompos Kulit Jengkol dan Pupuk Organik Cair Urin Sapi*.
- Siregar, A. (2021). *Pengaruh Penerapan Informasi Akuntansi Manajemen Sistem Pengukuran Kinerja Dan Pengawasan Internal Terhadap Kinerja Manajerial Pada Dinas Pekerjaan Umum Medan Sunggal (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Pane, E., Siregar, T., & Rahman, A. (2016). *Kelangkaan Penyadap di Perkebunan Karet*.
- Hasibuan, S., & Simanullang, E. S. (2015). *Analisis Usaha Budidaya Ayam Potong Di Desa Kepala Sungai Kecamatan Secanggang Kabupaten Langkat (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Hasibuan, S., & Siregar, R. S. (2023). *Kontribusi Wanita Pengrajin Mie Rajang terhadap Pendapatan Keluarga (Studi Kasus: di Desa Pegajahan Kecamatan Pegajahan Kabupaten Serdang Bedagai)*.
- Siregar, T., & Pane, E. (2012). *Hubungan antara Kedisiplinan Kerja dan Produktivitas Karyawan Bagian Tanaman di Kantor Direksi PT. Perkebunan Nusantara III Medan*.
- Mardiana, S., & Nurcahyani, M. (2023). *Analisis Strategi Pengembangan Usaha Home Industry Pembuatan Terasi Udang Rebon (Acetes Indicus) Di Desa Teluk Pulau Kecamatan Pasir Limau Kapas Kabupaten Rokan Hilir (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Siregar, E. B. M., & Rahman, A. (2010). *Analisis Strategi Pengembangan Hutan Rakyat dalam Rangka Memenuhi Kebutuhan Bahan Baku Industri Primer Hasil Hutan Kayu (IPHHK) di Kabupaten Deli Serdang*.
- Zamili, N. (2017). *Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Permintaan dan Penawaran Cabe Merah di Pasar Raya MMTC Medan*.
- Siregar, T. H., & Hutapea, S. (2017). *Budidaya Pertanian Prinsip Pengelolaan Pertanian*.
- Indrawati, A. (2013). *Pengaruh Berbagai Bahan Kompos Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Manis (Brassica juncea coss)*.
- Rahman, A. (2022). *Efektivitas Waktu Aplikasi Dan Dosis Beauveria bassiana (Balsamo) Vuillemin Terhadap Mortalitas Hama Spodoptera frugiperda Pada Tanaman Pakcoy (Brassica rapa L.)*.
- Tantawi, A. R. (2018). *Hikmah yang Terkandung Dalam Waktu Shalat*.
- Lubis, M. M., & Saleh, K. (2022). *Analisis Nilai Tambah dan Kelayakan Usaha Pengolahan Ikan Asin (Studi Kasus: Desa Percut, Kec. Percut Sei Tuan, Kab. Deli Serdang) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Harahap, G. (2003). *Pengaruh Faktor-Faktor Produksi Usaha Tani Terhadap Produksi dan Pendapatan Petani Padi Sawah (Studi Kasus: Desa Sidodadi Kecamatan Beringin Kabupaten Deli Serdang) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Saragih, M., & Rahman, A. (2001). *Kajian Sebaran dan Tingkat Parasitasi Hemipterus Varicornis Terhadap Lirionya sp Pada Berbagai Tanaman Inang*.
- Lubis, Y. (2000). *Pengendalian Hama Penggerek Batang Tebu Dengan Parasitoid Telur Trichogramma Spp*.
- Indrawati, A. (2013). *Berita Kegiatan Universitas Medan Area Periode Maret 2013*.
- Rahman, A., & Indrawati, A. (2002). *Pemberian Pupuk Cair Organik Super Bionik Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tiga Varietas Jagung (Zea mays) di Polybag (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Lubis, Z., & Efendi, I. (2023). *Model Keberhasilan Kinerja UKM Program Kemitraan pada PT. Perkebunan Nusantara III*.
- Tantawi, A. R. (2018). *Shalat Sebagai Ajang Atau Sarana Bertawarrub Kepada Allah Swt*.
- Sianipar, G. (2019). *Respon pertumbuhan dan produksi tanaman kacang tanah (arachis hypogaea l.) Terhadap pemberian kompos batang jagung dan pupuk organik cair limbah ampas tebu (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Panggabean, E. L., Simanullang, E. S., & Siregar, R. S. (2013). *Analisis Model Produksi Padi, Ketersediaan Beras, Akses dan Pengeluaran Pangan Rumah Tangga Petani Padi di Desa Sei Buluh Kecamatan Teluk*

- Mengkudu Kabupaten Serdang Bedagai Provinsi Sumatera Utara Untuk Mewujudkan Ketahanan Pangan.*
- Banjarnahor, M. (2018). *Penuntun Praktikum Pengukuran Statistik.*
- Aziz, R., & Hutapea, S. (2021). *Pengaruh Pemberian Biochar Kulit Jengkol dan Pupuk kandang Ayam Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Serta Intensitas Serangan Hama Pada Tanaman Jagung Manis (Zea Mays Saccharata Slurt.) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).*
- Saragih, M., & Noor, Z. (1998). *Evaluasi Kerapatan Populasi Hama Tikus Sebelum dan Sesudah Pengendalian dengan Metode Capture-Recapture di Perkebunan Kelapa Sawit.*
- Rahman, A., & Pane, E. (2010). *Peranan Kredit Kelompok Petani Kecil Dalam Pembinaan Usaha Sampingan di Kabupaten Deli Serdang Langkat.*
- Umar, S., & Harahap, G. (2002). *Penyuluhan Kehutanan dan Faktor Sosial Ekonomi yang Mempengaruhi Pendapatan Petani di Sekitar Kawasan Hutan (Studi Kasus: Desa Tiga Dolok Kecamatan Dolok Panribuan Kabupaten Simalungun) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).*
- Lubis, Z., & Hasibuan, S. (2020). *Analisis Komparasi Kinerja dan Variabel Lingkungan antara Penggunaan Pupuk Organik dan Anorganik di PT Eastern Sumatra Indonesia (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).*
- Pane, E. (2006). *Pengaruh Konsentrasi Pupuk Cair Orgnaik KK-1 Dengan Berbagai Waktu Pemberian Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (Elaeis guineesis Jack) di Pembibitan Utama.*
- Panggabean, E. (2007). *Pengaruh Media Tumbuh dan Pupuk Daun Gandasil D Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Anggrek Tanah (Vanda Douglas).*
- Harahap, G., & Saleh, K. (2020). *Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pendapatan Peternak Itik Petelur (Studi kasus: Desa Pematang Johar Kecamatan Labuhan Deli Kabupaten Deli Serdang) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).*
- Harahap, Z., & Banjarnahor, M. (2000). *Model Tarif Interkoneksi Antar Operator Telekomunikasi (Studi Kasus PT. Telkom Divre I Sumatera) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).*